

# 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

## „Integrierte Flächennutzungspläne“ im Großherzogtum Luxemburg

vorgelegt von

**Marco Tholl**

U227, UNIGIS MSc Jahrgang 2004

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

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

Luxemburg, Oktober 2006

"Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind entsprechend gekennzeichnet."

Luxemburg,

## **KURZFASSUNG**

Der Flächennutzungsplan ist ein wichtiges Instrument sowohl der kommunalen Planung als auch der Regional- und Landesplanung.

Mit Einführung des neuen Gesetzes (2004/2005) in Luxemburg bieten sich auch neue Möglichkeiten für den GIS-Einsatz.

Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene Fragen aufgeworfen:

- Wie können die Daten zu den Plänen zusammengeführt werden ?
- Wie kann eine einheitliche Datenqualität erreicht werden ?
- Wie kann gewährleistet werden, dass die Daten immer aktuell sind und dem letzten rechtlichen Stand entsprechen ?
- Wie können die Daten an die verschiedenen Benutzer verteilt werden ?

Zu diesen vier Themenschwerpunkten werden aktuelle Methoden sowie mögliche Vorgehensweisen untersucht und eine oder mehrere praktische Lösungen für die Problematik und das Umfeld in Luxemburg entwickelt.

## **ABSTRACT**

The land use map is an important instrument both for local planning as well for regional and national planning.

With the introduction of the new law (2004/2005) in Luxembourg, new possibilities are also offered for GIS usage.

In the context of this work different questions are raised:

- How can the data be integrated ?
- How can a uniform data quality be achieved ?
- How can be ensured, that the data is always current and corresponds to the last legal situation ?
- How can the data be distributed to the different users ?

To these four main topics, current methods as well as possible proceedings are examined and one or more practical solutions for the problem and the context in Luxembourg are developed.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>vi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 Neues Gesetz über die kommunale Flächennutzungsplanung in Luxemburg</b> ..	<b>1</b>
1.1 Der Flächennutzungsplan.....	2
1.2 Genehmigungsprozedur des FNP.....	3
1.3 Inkrafttreten des FNP.....	5
1.4 Änderungen am FNP.....	5
1.5 Bestehende GIS Infrastruktur im Ministerium, bei den Datenproduzenten und in den Gemeinden .....	5
<b>2 Motivation</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Ziele und Lösungsansätze</b> .....	<b>7</b>
3.1 Landesweiter Datenbestand zum Thema FNP .....	7
3.2 Einheitliche Datenstruktur .....	7
3.3 Einheitliche Datenqualität.....	8
3.4 Aktualität der Pläne.....	8
3.5 Monitoring der Pläne .....	9
3.6 Vereinfachter Zugriff auf Daten des FNP.....	9
3.7 Themenschwerpunkte .....	10
3.8 Prioritäten.....	10
<b>4 Zusammenführen von Daten</b> .....	<b>12</b>
4.1 Datenintegration versus Interoperable Geo Web Services.....	12
4.2 Datenintegration.....	14
4.3 Modellorientierte Transferverfahren.....	15
4.3.1 INTERLIS .....	15
4.3.2 GML - Geography Markup Language .....	19
4.3.3 „INTERLIS 2 – GML 3 Eine Vergleichsstudie“ .....	22
4.4 Eignung dieser modellbasierten Verfahren für die gestellte Problematik .....	23
4.5 Datenbasierte Transferverfahren.....	27
4.5.1 CAD-Verfahren.....	27
4.5.2 GIS-Verfahren.....	27
4.5.3 Auswahl Formate .....	27
4.5.4 Integration CAD nach GIS.....	28
4.6 Aufbau des FNP .....	30
4.7 Datenstruktur FNP-DXF .....	30
4.8 Datenstruktur FNP- ShapeFile .....	33
4.9 Metadaten.....	34
4.10 Import und Export dieser Datenstrukturen in ArcGIS .....	34
4.11 Fazit.....	35

<b>5</b>	<b>Datenqualität .....</b>	<b>36</b>
5.1	Qualitätsmodell nach ISO 19113 .....	36
5.2	Qualität und Metadaten .....	38
5.3	Qualitätsregeln für den FNP.....	39
5.4	Regeln zur logischen Konsistenz .....	39
5.4.1	Keine Überlappenden Flächen .....	39
5.4.2	Keine Lücken zwischen angrenzenden Flächen .....	40
5.5	Regeln zur Lagegenauigkeit.....	41
5.5.1	Gemeinsame Grenzen mit den Katasterparzellen .....	41
5.6	Regeln zur Thematischen Genauigkeit .....	42
5.7	Andere Qualitätsmerkmale.....	42
5.8	Qualitätskontrolle in der Praxis.....	43
5.9	Implementierung mittels ArcGIS oder FME ?.....	43
5.10	Implementierung in ArcGIS.....	45
5.10.1	Topologie-Regel „Must Not Overlap“ .....	45
5.10.2	Topologie-Regel „Must Not Have Gaps“ .....	45
5.10.3	Gemeinsame Grenze mit den Katasterparzellen .....	47
5.11	Fazit.....	47
<b>6</b>	<b>Raum und Zeit im GIS .....</b>	<b>50</b>
6.1	Zeitmodell nach ISO 19108 .....	51
6.1.1	Zeitprimitiven.....	51
6.1.2	Topologische Beziehungen .....	51
6.1.3	Temporale Auflösung.....	52
6.2	Temporale Modelle .....	52
6.2.1	Snapshot-Modell .....	52
6.2.2	Update-Modell .....	53
6.2.3	Space-Time-Composite-Modell.....	54
6.2.4	4D-Modell.....	55
6.3	Zeit und Flächennutzungsplan .....	56
6.4	Überprüfen einer Implementierung in ArcGIS 9.2 .....	59
6.5	Anforderungen an die Daten im Rahmen der Datenübernahme .....	63
6.6	Fazit.....	64
<b>7</b>	<b>Datenbereitstellung .....</b>	<b>66</b>
7.1	Zugriff über eine WebGIS Anwendung .....	66
7.2	Zugriff über OGC Web Services .....	68
7.2.1	Web Map Service WMS .....	68
7.2.2	Web Feature Service WFS .....	71
7.2.3	Gegenüberstellung WMS und WFS.....	71
7.3	Geo Web Services und Sicherheit.....	72
7.4	Datenbereitstellung durch Datenaustausch über Dateien.....	74
7.5	Fazit.....	76
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen und Fazit .....</b>	<b>77</b>
8.1	Wie geht es weiter ? .....	77
8.2	Übertragbarkeit .....	78
8.3	Schlussbemerkung .....	79
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>80</b>

<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>83</b>
10.1	Zeichenvorschrift FNP .....	83
10.2	Layernamen FNP in DXF .....	85
10.3	Basis- und Überlagerungsflächen .....	87
10.4	FME: kurze Beschreibung .....	88
10.5	Integrieren einer DXF-Datei mittels FME .....	88

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: UML Aktivitätsdiagramm zur Genehmigungsprozedur des FNP .....	3
Abbildung 2: Bildschirmkopie der Client-Server Applikation für die administrative Verwaltung der Flächennutzungspläne im Rahmen der Genehmigungsprozedur.....	4
Abbildung 3: INTERLIS: Datentransfer zwischen verschiedenen Datenbanken über gemeinsames Datenmodell (Datenschema) beschrieben mit gemeinsamer Datenbeschreibungssprache .....	16
Abbildung 4: Basisflächen ohne Überlappung, Ausschnitt aus dem FNP.....	40
Abbildung 5: Lücken zwischen Basisflächen sind erlaubt, wenn sie durch eine Strasse voneinander getrennt sind .....	41
Abbildung 6: Teilweise gemeinsame Grenzen zwischen Flächennutzung und Katasterparzellen (schwarze Linie).....	42
Abbildung 7: Topologie-Fehler „Überlappung“ im Testdatensatz .....	45
Abbildung 8: Topologie-Fehler „Lücken“ im Testdatensatz.....	46
Abbildung 9: Markierung der beiden Fehler als Ausnahme in ArcGIS.....	46
Abbildung 10: Topologische Beziehungen zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne, nach BARTELME, Quelle HOSSE.....	51
Abbildung 11: Topologische Beziehungen zwischen zwei Zeitspannen, nach BARTELME, Quelle HOSSE.....	52
Abbildung 12: Snapshot-Modell.....	53
Abbildung 13: Update Modell .....	54
Abbildung 14: Space-Time-Composite Modell.....	55
Abbildung 15: Ausschnitt FNP zu einem bestimmten Zeitpunkt t1 .....	57
Abbildung 16: Änderung eines Teilbereichs des FNP.....	57
Abbildung 17: Ausschnitt FNP zum Zeitpunkt t2 .....	58
Abbildung 18: Historical Marker Manager in ArcGIS 9.2 .....	61
Abbildung 19: Geodatabase History Viewer in ArcGIS 9.2.....	62
Abbildung 20: Query Builder mit Beispielabfrage GDB_FROM_DATE.....	62
Abbildung 21: Änderungsblatt FNP „vorher“ – „nachher“ .....	64
Abbildung 22: Google Earth 4 Beta - Time Support .....	64
Abbildung 23: Bildschirmkopie des Intranet WebGIS im Innenministerium .....	67
Abbildung 24: WMS GetMap Aufruf eines FNP im Internet-Browser.....	69
Abbildung 25: WMS Integration in einem Thick-Client .....	70
Abbildung 26: WFS Dienst im Thick-Client .....	72
Abbildung 27: Zeichenvorschrift FNP.....	83
Abbildung 28: FNP-DXF Datei im FME Viewer.....	89
Abbildung 29: FME Joiner .....	90
Abbildung 30: FME Attributefilter .....	91
Abbildung 31: FME Area- und LengthCalculator .....	91
Abbildung 32: Resultat des Imports in eine Geodatabase, dargestellt in ArcMAP.....	93
Abbildung 33: Komplettes FME Modell in der Workbench .....	94

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Layernamen FNP in DXF .....	86
Tabelle 2: Basis- und Überlagerungsflächen .....	87

# 1 NEUES GESETZ ÜBER DIE KOMMUNALE FLÄCHENNUTZUNGSPLANUNG IN LUXEMBURG

Laut dem „neuen“ Gesetz vom 19. Juli 2004<sup>1</sup> über die kommunale Flächennutzungsplanung, umgeändert durch das Gesetz vom 19. Juli 2005<sup>2</sup>, sind die 116 Gemeinden Luxemburgs verpflichtet, ihren bisherigen Flächennutzungsplan, der noch nach der Gesetzgebung vom 12. Juni 1937 erstellt wurde, innerhalb von 6 Jahren gemäß dem neuen Gesetz auszuarbeiten.

Im Rahmen dieser Arbeit sind insbesondere die folgenden „Neuerungen“ von Interesse:

- **Digitale Ausarbeitung des Flächennutzungsplan (FNP):**

Erstmals mit Inkrafttreten dieses Gesetzes hat die Ausarbeitung des FNP digital zu erfolgen, oder anders ausgedrückt, der Flächennutzungsplan muss sowohl digital als auch analog im Innenministerium eingereicht werden. In der Vergangenheit ist die Ausarbeitung auch schon zum Teil digital erfolgt, jedoch war dies keine Pflicht die rechtsbindend war.

- **Definition der Nutzungsarten und einheitliche Zeichenvorschrift:**

Dem Gesetz liegt erstmals auch eine einheitliche Definition der verschiedenen möglichen Nutzungsarten und eine Zeichenvorschrift für diese Nutzungsarten bei. Eine Abbildung dieser Zeichenvorschrift befindet sich im Anhang. Die Definition der Nutzungsarten sowie die Zeichenvorschrift sind durch ein großherzogliches Reglement<sup>3</sup> festgelegt.

In der Vergangenheit gab es weder eine Zeichenvorschrift noch eine einheitliche Definition der Nutzungsarten, so dass die verschiedenen Flächennutzungspläne der Gemeinden weder graphisch noch inhaltlich auf den ersten Blick vergleichbar waren.

---

<sup>1</sup> Loi du 19 juillet 2004: <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2004/1410408/1410408.pdf#page=2>

<sup>2</sup> Loi du 19 juillet 2005: <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2005/1092607/1092607.pdf#page=2>

<sup>3</sup> Règlement grand-ducal du 25 octobre 2004 concernant le contenu du plan d'aménagement général d'une commune: <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2004/1821811/1821811.pdf#page=9>

Zum jetzigen Zeitpunkt (Stand Mitte August 2006) gibt es nur einen einzigen Flächennutzungsplan, der den Anforderungen des neuen Gesetzes von 2004 respektive der Gesetzesänderung von 2005 entspricht.

Alle restlichen Gemeinden sind dabei, ihren jeweiligen Plan zu überarbeiten.

## **1.1 DER FLÄCHENNUTZUNGSPLAN**

Der FNP setzt sich aus einem graphischen sowie einem schriftlichen Teil zusammen. Er deckt das gesamte Gemeindegebiet ab, das in verschiedene Zonen eingeteilt wird, welche Verwendung und Nutzung definieren.

Diese Pläne werden im Auftrag der jeweiligen Gemeinde von Planungsbüros und/oder Stadtentwicklungsbüros ausgearbeitet und müssen anschließend sowohl digital als auch analog für die Genehmigungsprozedur beim Innenministerium eingereicht werden.

Die verschiedenen Büros arbeiten mit unterschiedlichen Systemen. Darunter findet man zum großen Teil Programme aus dem CAD-Bereich (Autocad, Archicad, Vectorworks und andere) sowie in einem geringeren Maße auch Programme aus dem GIS-Bereich (Autocad Map, ArcView, ...).

Als Kartengrundlage für die Erstellung des Flächennutzungsplans dient der „Plan Cadastral Numérisé (PCN)<sup>4</sup>“, also die digitale Katasterkarte der „Administration du Cadastre et de la Topographie“. Die Daten der digitalen Katasterkarte werden über die Formate STAR, DXF und DWG bereitgestellt.

Der Flächennutzungsplan muss nach Fertigstellung im Innenministerium, Direktion für kommunale Raumplanung, eingereicht werden, um daraufhin die vom Gesetz vorgeschriebene Genehmigungsprozedur zu durchlaufen.

---

<sup>4</sup> <http://www.act.etat.lu/pcn.html>

## 1.2 GENEHMIGUNGSPROZEDUR DES FNP

Der FNP muss eine Genehmigungsprozedur durchlaufen, bevor dieser in Kraft treten kann. Diese Prozedur wird durch das folgende UML-Aktivitätsdiagramm dokumentiert.

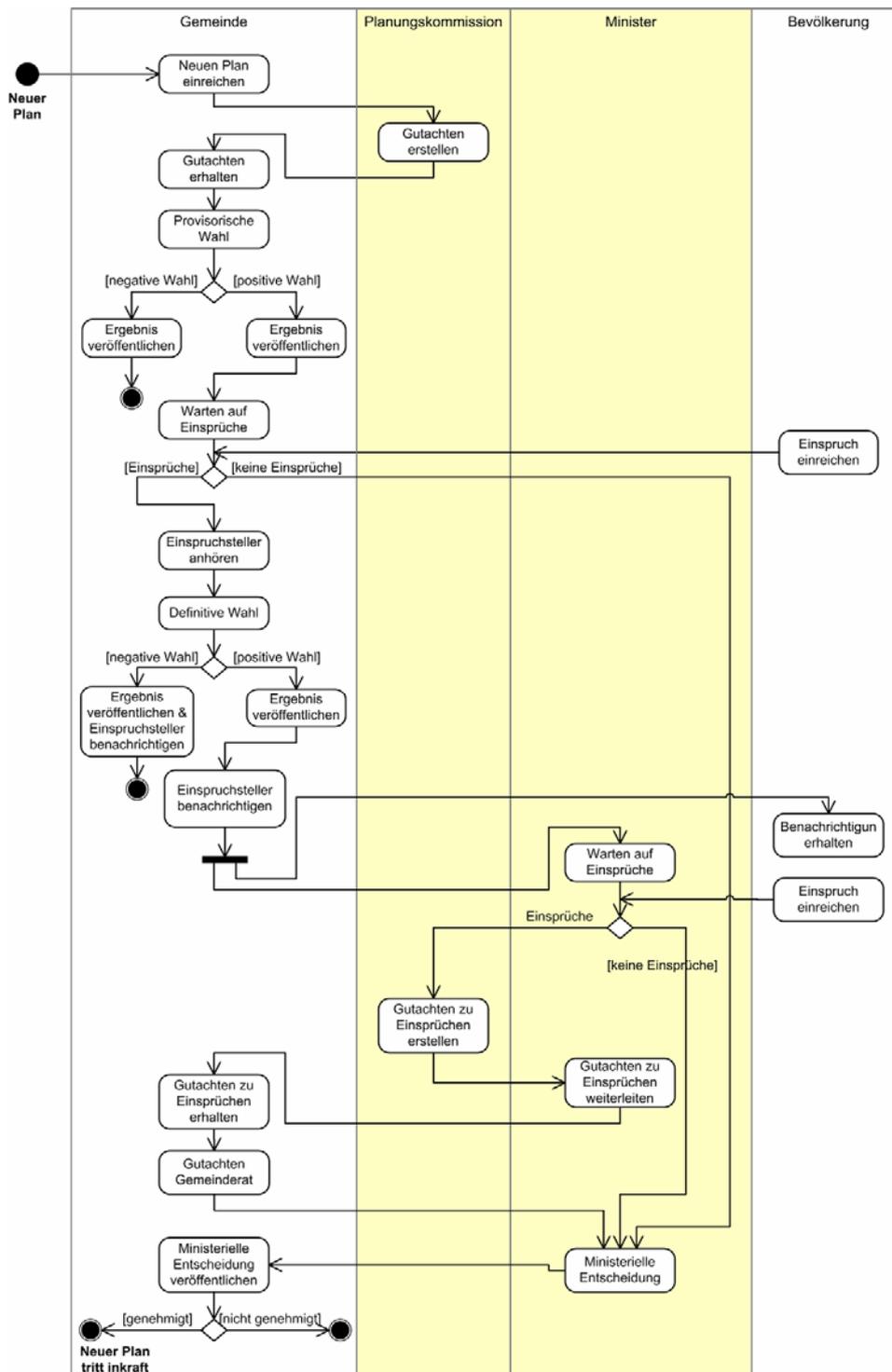


Abbildung 1: UML Aktivitätsdiagramm zur Genehmigungsprozedur des FNP

Für verschiedene dieser Aktivitäten sind im Gesetz auch Fristen vorgesehen. Zum Beispiel hat die Planungskommission 6 Monate Zeit, um ihr Gutachten zu erstellen. Diese Fristen sind jedoch im oben angeführten UML-Diagramm nicht enthalten.

In diesem Zusammenhang soll auch noch erwähnt werden, dass es eine Client-Server Applikation gibt, die den ganzen Ablauf der Genehmigungsprozedur abbildet. Diese behandelt sowohl die Flächennutzungspläne als auch die Bebauungspläne (die jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit sind).

N°	Type	Catégorie	Requérant	Commune
14194	Projet d'aménagement particulier	PAP P	JUNYALIC s.a.s	Rambrouch
14193	Projet d'aménagement particulier	PAP P	GALLIN, BERINGER	Kehlen
14192	Projet d'aménagement particulier	PAP P	HENDERS-WILBERT	Burmerange
14191	Projet d'ext. du PAG et PAP	PAG E + PAP P	AGORA s.a.s	Petange
14190	Projet d'aménagement particulier	PAP P	FRACEL s.a	Rambrouch
14189	Projet d'aménagement particulier	PAP P	HEBENHAUT-ARNOER	Nommern
14188	Projet d'aménagement particulier	PAP P	SICOMPACT s.a	Dalheim
14187	Projet d'aménagement particulier	PAP P	REIMS S.a.s	Hobscheid
14186	Projet d'aménagement particulier	PAP P	REI-BILBERG-LIND-DEICH	Junglinster
14185	Projet d'aménagement particulier	PAP P	FRANC SCHÜNBELIER s.a.s	Dippach
14184	Projet d'ext. du PAG et PAP	PAG E + PAP P	Rehmannen s.a	Hesperange
14183	Projet d'extension du P.A.G.	PAG E	SADLER-Roman	Rambrouch
14182	Projet d'aménagement particulier	PAP P	DUMR-REIBER	Mondrange
14181	Projet d'extension du P.A.G.	PAG E	SERVAIC (Großburg)	Bascharage
14180	Projet de modification de la partie écrite	PAG M	Administration Communale de Marbe	Manternach
14179	Projet d'aménagement particulier	PAP P	ROCK S.A.S.	Saerl
14178	Projet d'extension du P.A.G.	PAG E	Wangsch de Thilges consort	Boevange-sur-Attert
14177	Projet d'aménagement particulier	PAP Q	TERRENUS s.a	Goesdorf
14176	Projet d'aménagement particulier	PAP P	Fonds du Logement	Junglinster
14175	Projet d'aménagement particulier	PAP P	Lannens & Interim	Bascharage
14174	Projet d'aménagement particulier	PAP P	EDERIC Heiser	Esch-sur-Alzette
14173	Projet d'aménagement particulier	PAP P	KREMER-ROSENBOURG	Mondorf-les-Bains
14172	Projet d'aménagement particulier	PAP P	FRIS Sange	Dalheim

Abbildung 2: Bildschirmkopie der Client-Server Applikation für die administrative Verwaltung der Flächennutzungspläne im Rahmen der Genehmigungsprozedur

Der hier gezeigte Bildschirmausschnitt zeigt anhand unterschiedlicher Farben, den jeweiligen Stand eines Plans innerhalb der Prozedur (Gelb bedeutet in dem Fall, dass das Gutachten der Planungskommission vorliegt, Grün, dass der Plan vom Minister genehmigt wurde, und Beige, dass nicht alle benötigten Informationen zum Plan vorliegen, um die Genehmigungsprozedur beginnen zu können).

Diese Applikation ist im Rahmen dieser Arbeit von Interesse, weil hier die verschiedenen administrativen Informationen erfasst werden, zum Beispiel wann ein Flächennutzungsplan in Kraft tritt (siehe dazu auch nächstes Kapitel).

### **1.3 INKRAFTTRETEN DES FNP**

Der Flächennutzungsplan, welcher einen reglementarischen Charakter besitzt, tritt drei Tage nach allen benötigten Genehmigungen und deren Veröffentlichung in der Gemeinde in Kraft.

Was in unserem Fall von Interesse ist, sind nicht so sehr die ganzen Details dieser Prozedur (diese ganzen Details werden von der oben gezeigten Applikation verwaltet), sondern der Umstand, dass die Zeit in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle spielt.

Der Plan tritt nämlich ab einem bestimmten Datum in Kraft.

### **1.4 ÄNDERUNGEN AM FNP**

Der FNP – oder besser gesagt Teilbereiche des FNP – können im Laufe der Zeit abgeändert werden (Beispiel: Bauerwartungsland wird sowohl in Bauland für Wohnungen als auch in eine Zone für öffentliche Gebäude umgewidmet).

Diese Umänderung bedeutet wiederum, dass diese ganze Prozedur mit der Umänderung durchlaufen werden muss. Am Ende dieser Prozedur tritt mit der Zustimmung des Ministers und bei der Wahl des Gemeinderates – also wieder ab einem bestimmten Datum – eine Änderung des bisher bestehenden FNP in Kraft.

Es ist also wichtig zu wissen, zu welchem Zeitpunkt der FNP welchen Stand hat.

Diesem Umstand müssen wir bei der Umsetzung im GIS Rechnung tragen.

### **1.5 BESTEHENDE GIS INFRASTRUKTUR IM MINISTERIUM, BEI DEN DATENPRODUZENTEN UND IN DEN GEMEINDEN**

Das im Ministerium eingesetzte GIS-System basiert auf ESRI Technologie. Neben den ArcGIS Desktop Produkten (ArcView und ArcInfo) stehen auf Serverseite die Produkte ArcSDE für die Geodatenhaltung und ArcIMS für die Bereitstellung von Daten im Intranet zur Verfügung, jeweils in der aktuellen Version (zurzeit Version 9.1).

Daneben steht eine FME for ESRI Edition von Safe Software zur Verfügung (eine kleine Beschreibung findet sich im Anhang).

Die Studienbüros, die als Auftragnehmer der Gemeinden die neuen Flächennutzungspläne erstellen, arbeiten zum großen Teil mit Programmen aus der CAD-Welt (Autocad, Archicad, Microstation, Vectorworks, um nur die wichtigsten zu nennen). Einige wenige benutzen auch Produkte aus der GIS-Welt (ESRI ArcView, oder Autocad Map; letzteres ist eher ein hybrides Werkzeug, welches versucht, die beiden Welten GIS und CAD zusammenzubringen).

Auf Gemeindeebene setzen nur die wenigsten Gemeinden ein GIS ein. Das am meisten benutzte System baut dabei auf Autocad Map auf.

## **2 MOTIVATION**

Der Flächennutzungsplan ist ein wichtiges Instrument der kommunalen Planung als auch der Regional- und Landesplanung. Viele raumplanerische Entscheidungsprozesse als auch Planungsprozesse in anderen Bereichen (Umwelt, Verkehr, Infrastrukturen) nehmen Bezug, und basieren auf Daten des Flächennutzungsplans.

Deshalb ist es umso wichtiger, schnell und effizient auf aktuelle Daten der Flächennutzungspläne zurückgreifen zu können.

Mit Einführung des neuen Gesetzes über die kommunale Raumplanung und damit einhergehend der gesetzlichen Vorschrift der Überarbeitung aller 116 Flächennutzungspläne in den nächsten 6 Jahren ab Inkrafttreten des Gesetzes, bietet sich nun die einmalige Chance, die GIS-relevanten Arbeitsabläufe in diesem Bereich so zu organisieren, damit in Zukunft die verschiedenen Planungsprozesse mit Hilfe einheitlicher und aktueller digitaler Flächennutzungspläne wesentlich effizienter durchgeführt werden können, als dies in der Vergangenheit der Fall war.

Im nächsten Kapitel werden die dafür notwendigen Anforderungen und Ziele näher untersucht.

### **3 ZIELE UND LÖSUNGSANSÄTZE**

In diesem Kapitel sollen die übergeordneten Ziele definiert werden, die mit dieser Arbeit erreicht werden sollen. Neben einer kurzen Beschreibung des Ziels wird ein Lösungsansatz beschrieben, wie dieses Ziel erreicht werden kann. Außerdem wird eine Zielgruppe definiert, für die dieses Ziel von besonderem Interesse ist.

Die Ziele sind zusammen mit den Anwendern im Ministerium definiert worden, wobei die Anforderungen und Wünsche der externen Anwender ebenfalls mit berücksichtigt wurden.

#### **3.1 LANDESWEITER DATENBESTAND ZUM THEMA FNP**

Der FNP ist ein wichtiger Datensatz bei vielen Planungsaufgaben im Bereich Landesplanung, Umwelt, Verkehr, Wohnungsbau und vielen anderen mehr. Oftmals besteht ein Bedarf an einem gemeindeübergreifenden Zugriff auf diese Pläne.

##### **Zielgruppe**

Dieses Ziel ist besonders für die Belange der Landesplanung von größtem Nutzen, aber auch für andere Anwender, die einen gemeindeübergreifenden oder regionalen Zugriff auf die Daten des FNP benötigen.

##### **Lösungsansatz**

Um einen landesweiten Datenbestand zu erhalten, soll überprüft werden, ob dies durch Datenintegration oder durch Bereitstellung über Dienste erfolgen kann.

#### **3.2 EINHEITLICHE DATENSTRUKTUR**

Will man die Daten des FNP gemeindeübergreifend und regional betrachten sowie auswerten, so ist es wichtig, dass der Aufbau der verschiedenen Flächennutzungspläne einheitlich ist. Nur so können die Daten der Pläne auch automatisiert zusammengeführt werden, sei es durch Integration oder über einen Dienst.

##### **Zielgruppe**

Dieses Ziel ist besonders für jene wichtig, die sich mit dem Zusammenführen der Daten auseinandersetzen.

**Lösungsansatz**

Der Lösungsansatz besteht in der Definition von einheitlichen Strukturen für die Belange des FNP.

**3.3 EINHEITLICHE DATENQUALITÄT**

Die Flächennutzungspläne werden von verschiedenen Auftragnehmern in unterschiedlichen Systemen erstellt und entsprechen nicht immer einem hohen sowie einheitlichen Qualitätsstandard.

Das Zusammenführen der Daten und das Arbeiten mit diesen Daten ist nur dann möglich, wenn auch bestimmte Qualitätskriterien eingehalten worden sind.

**Zielgruppe**

Dieses Ziel ist besonders für jene wichtig, die sich mit dem Zusammenführen der Daten beschäftigen, aber auch für diejenigen, die die Daten erstellen, also die Datenproduzenten.

**Lösungsansatz**

Es gilt Qualitätskriterien zu definieren, die dann auch mit entsprechenden Werkzeugen überprüft werden können. Nur so kann man sicherstellen, dass die Daten einem gewissen Qualitätsanspruch standhalten.

**3.4 AKTUALITÄT DER PLÄNE**

Der digitale FNP soll dem aktuellen und rechtsgültigen Stand des Plans entsprechen und nicht erst, wie es in der Vergangenheit oftmals der Fall war, aus verschiedenen Dokumenten und Plänen zusammengesucht werden.

**Zielgruppe**

Jeder Benutzer, der auf die Daten des FNP zugreift, hat die Anforderung, den aktuell gültigen Stand des Plans abfragen zu können.

**Lösungsansatz**

Um dieses Ziel zu erreichen, sollen Änderungen digital in den Plan eingearbeitet werden, sobald diese Änderungen in Kraft treten.

### **3.5 MONITORING DER PLÄNE**

Es soll jedoch nicht nur der letzte und aktuelle Stand der jeweiligen Pläne verfügbar sein (siehe auch Aktualität der Pläne), sondern die zeitliche Entwicklung der einzelnen Pläne soll nachvollzogen werden können, um so die verschiedenen Veränderungen im Laufe der Zeit zu erhalten.

#### **Zielgruppe**

Dieses Ziel ist insbesondere für die Benutzer im Bereich Landes- und Raumplanung und eventuell noch für den Umweltbereich von Interesse. Die übrigen Anwender benötigen fast ausschließlich den aktuellen Stand der Planung.

#### **Lösungsansatz**

Wie zuvor bei der Aktualität bedingt dies, dass Änderungen in den Plan eingearbeitet werden und dass diese Änderungen historisiert werden. Die zeitliche Dimension spielt also auch hier eine wichtige Rolle.

### **3.6 VEREINFACHTER ZUGRIFF AUF DATEN DES FNP**

Bei den vorherigen Zielen haben wir schon gesehen, dass es eine Vielzahl von Anwendern in der Verwaltung und auch außerhalb gibt, die einen Zugriff auf Daten des FNP benötigen, und dies auf eine möglichst einfache Art und Weise.

#### **Zielgruppe**

Alle Anwender die einen Zugriff auf die Daten des FNP benötigen.

#### **Lösungsansatz**

Hier soll geklärt werden, inwieweit mit den verschiedenen Möglichkeiten – aufbauend auf Internet-Technologie – diese Datenbereitstellung zu erreichen ist.

### 3.7 THEMENSCHWERPUNKTE

Ausgehend von den Zielen und Wünschen der Anwender, die mit dieser Arbeit erreicht werden sollen, ergeben sich insgesamt 4 Themenschwerpunkte, die in den nächsten Kapiteln näher untersucht werden.

- **Zusammenführen der Daten des FNP**

Neben der Diskussion, wie diese Zusammenführung bewerkstelligt werden kann, steht auch hier die einheitliche Strukturierung der Daten im Vordergrund. Ohne den Aufbau der Daten zu harmonisieren, ist eine solche Zusammenführung nur mit allergrößtem Aufwand (d.h. nicht automatisiert) durchzuführen.

- **Datenqualität**

In diesem Kapitel soll untersucht werden, was man allgemein unter Qualität versteht, welche Qualitätskriterien im Rahmen des FNP von Bedeutung sind und wie diese Qualitätskriterien überprüft werden können.

- **Zeit im GIS**

Mit Hilfe der Berücksichtigung der zeitlichen Dimension, können die beiden Ziele „Aktualität“ und „Monitoring“ erreicht werden. In diesem Kapitel soll überprüft werden, wie die Dimensionen „Zeit“ und „Raum“ miteinander kombiniert werden können, um diese vorher gesetzten Ziele zu erreichen.

- **Datenbereitstellung**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den verschiedenen technischen Möglichkeiten, die es den späteren Anwendern erlaubt, auf die benötigten Daten zugreifen zu können.

### 3.8 PRIORITÄTEN

Diese vier Themenschwerpunkte sind eng miteinander verbunden und können zwar einzeln untersucht werden, erreichen aber nur gemeinsam und im Zusammenspiel die gesetzten Ziele.

Was die Thematik „Zeit im GIS“ angeht, so kann man davon ausgehen, dass die Implementierung dieser Vorgabe in einer zweiten Phase erfolgen kann. Die neuen FNP werden in der nächsten Zeit ausgearbeitet und es wird dann jeweils noch eine Weile dauern, bis die ersten Änderungen an diesen Plänen erfolgen werden.

Die anderen Themenschwerpunkte und deren konkrete Umsetzung werden jedoch schon in einer ersten Phase benötigt. Sobald die ersten Pläne und Daten zusammengeführt werden, kommt es auf die Datenqualität an. Die Bereitstellung der Pläne an die Benutzer ist auch dann schon notwendig, wenn noch nicht alle 116 neuen Flächennutzungspläne vorliegen.

## 4 ZUSAMMENFÜHREN VON DATEN

Ein bedeutendes Ziel dieser Arbeit besteht darin, in der Zukunft einen einfachen und schnellen Zugriff auf alle 116 verfügbaren FNP zu erhalten. Letztlich geht es darum, wie dieser Zugriff zu bewerkstelligen ist.

### 4.1 DATENINTEGRATION VERSUS INTEROPERABLE GEO WEB SERVICES

Zum gemeinsamen Zugriff auf Daten gibt es grundsätzliche zwei verschiedene Ansätze, unabhängig davon, ob es sich um GIS-Daten oder andere Daten handelt:

- **Zentrale Datenhaltung**

Alle erforderlichen Daten werden in einem gemeinsamen Datenpool integriert und jede Anwendung und alle Anwender greifen auf diesen einzigen Datenpool zurück. Erstellt und erhebt man die zugrunde liegenden Daten nicht selbst, so müssen die Daten von den externen Betreibern oder Produzenten besorgt werden, um dann integriert werden zu können.

- **Dezentrale Datenhaltung**

In diesem Szenario gibt es nicht nur einen Datenpool, sondern mehrere. Diese Datenpools sind – im Idealfall – über interoperable Dienste ansprechbar und so erhält der Anwender Zugriff auf alle benötigten Daten. Im Gegensatz zur zentralen Datenhaltung brauchen die Daten nicht erst gesammelt und dann integriert werden.

Für unsere Anwendung mit den FNP würde dies beim Szenario „Dezentrale Datenhaltung“ bedeuten, dass jede der 116 Gemeinden in der Lage ist, die Daten ihres FNP über einen interoperablen OGC-Dienst (zum Beispiel WMS oder WFS) zur Verfügung zu stellen. Wie zuvor schon erwähnt, betreiben die meisten der Gemeinden gar kein GIS, so dass hier eine relativ komplexe Infrastruktur erst einmal aufgebaut werden müsste.

Neben der reinen GIS-Problematik gibt es daneben eine ganze Reihe von IT-relevanten Aspekten, die nicht zu unterschätzen sind. Dazu zählen in diesem Zusammenhang Themen wie Ausfallsicherheit, Zugriffsschutz usw.

Ohne eine detaillierte Betrachtung der Interoperablen Geo-Dienste an dieser Stelle durchzuführen, kann man bereits aufgrund der vorherigen Überlegungen davon ausgehen, dass in diesem konkreten Fall mit den beschriebenen Rahmenbedingungen (wenige Gemeinden betreiben ein GIS, bei den wenigen Fällen handelt es sich um ein Desktop-GIS, die Pläne müssen „sowieso“ digital im Ministerium eingereicht werden) es am effizientesten ist, die Daten gemeinsam im Ministerium vorzuhalten, um so einen landesweiten Datenbestand zu erhalten.

Unter veränderten Ausgangsbedingungen kann die Lösung natürlich anders aussehen, zum Beispiel wenn eine GIS-Infrastruktur in allen oder in einer Mehrzahl der Gemeinden bestünde.

In einem späteren Kapitel zur Datenbereitstellung werden die interoperablen Dienste nochmals detaillierter betrachtet.

Deshalb wird im nächsten Kapitel das Thema der Datenintegration im Detail beleuchtet und es wird gezeigt, wie man Geo-Daten aus verschiedenen Quell-Systemen in ein Ziel-System zusammenführen kann.

Der Begriff der Datenintegration oder besser gesagt der Geo-Datenintegration wird oftmals dann verwendet, wenn es darum geht, unterschiedliche GIS-Themen zentral zusammen zu führen. Dies ist jedoch hier nicht der Fall, denn es geht hier einzig und allein darum, zu einem bestimmten Thema – nämlich die Flächennutzungspläne – die Daten von 116 Gemeinden zentral zu integrieren. Die Grundidee bleibt jedoch erhalten.

## 4.2 DATENINTEGRATION

Will man Daten zwischen verschiedenen Quell- und Zielsystemen integrieren, so bieten sich verschiedene Möglichkeiten, dies in die Praxis umzusetzen.

- **Direkte Bereitstellung von Austauschmöglichkeiten und -formaten zwischen allen beteiligten Systemen.**

Bei der Vielzahl am Markt befindlicher Systeme ergibt sich demzufolge eine riesige Menge von Schnittstellen. Diese Vorgehensweise ist so in der Praxis nicht durchzuführen.

- **Nutzung einer einzigen Datenaustauschschnittstelle:**

Dies könnte eine standardisierte Schnittstelle sein und zum Beispiel auf GML aufsetzen oder es könnte auch ein so genannter Industrie-Standard sein, wie zum Beispiel das ESRI Shapefile Format. In der Theorie klingt diese Vorgehensweise sehr verlockend, hat jedoch einen gravierenden Nachteil: alle beteiligten Systeme müssen in der Lage sein, dieses eine Format zu importieren und zu exportieren. Bei der Vielfalt der Systeme ist es sehr unwahrscheinlich, dass es ein einziges solches Format gibt.

- **Nutzung mehrerer Datenaustauschschnittstellen:**

Aus den vorhergehenden Überlegungen geht ganz deutlich hervor, dass es nicht eine einzige universelle Schnittstelle gibt, so dass eine Zwischenlösung darin bestehen kann, mehrere solcher Schnittstellen zu spezifizieren, damit alle beteiligten Systeme am Datenaustausch teilnehmen können. Wenn von mehreren Schnittstellen gesprochen wird, so sind diese auf ein Minimum zu reduzieren: so wenige wie möglich jedoch so viele wie nötig, damit alle beteiligten Systeme integriert werden können.

Im folgenden Kapitel werden die möglichen Austauschformate untersucht, wobei CAROSIO diese in zwei große Kategorien unterteilt:

- die modellbasierten Verfahren
- die datenbasierten Verfahren aufbauend auf CAD- oder GIS-Formaten.

Beim FNP geht es ausschließlich um den Austausch von Vektordaten. Im Gegensatz dazu wird der Austausch von Rasterdaten im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

### 4.3 MODELLORIENTIERTE TRANSFERVERFAHREN

Eine Hauptcharakteristik dieser Verfahren besteht darin, dass neben den reinen Geodaten, sowohl das Datenmodell beschrieben als auch ausgetauscht werden kann. Das konzeptionelle Modell, das mit übertragen wird, kann dann mit zusätzlichen Werkzeugen in ein physikalisches Modell im Ziel-System implementiert werden.

Zwei solcher Verfahren werden näher untersucht:

- INTERLIS aus der Schweiz
- GML (Geography Markup Language)

DONAUBAUER bezeichnet diese beiden Modellverfahren als „dynamisch“ im Sinne einer Anpassung des Datenmodells an die jeweilige Anwendungswelt, im Gegensatz dazu stehen „statische Modellverfahren“ wie EDBS (Einheitliche Datenbankschnittstelle), welches in Deutschland ausschließlich als Transferformat für Daten des ATKIS (Amtlich Topographisch-Kartographisches Informationssystem) eingesetzt wird.

#### 4.3.1 INTERLIS

INTERLIS aus der Schweiz ist ein solches Modell-orientiertes Verfahren.

Auf ihrer Homepage (<http://www.INTERLIS.ch>) wird INTERLIS als „Das Werkzeug zum Beschreiben, Integrieren und Koordinieren von Geodaten“ bezeichnet.

INTERLIS wurde im Rahmen der öffentlichen Verwaltung entwickelt, um die Problematik des Geodatenaustauschs zu vereinfachen. Es liegt aktuell in der Version 2 vor, und ist in der Schweiz als Norm SN 612031 veröffentlicht.

„Die Grundidee von INTERLIS besteht darin, dass ein digitaler Austausch von strukturierten Informationen nur möglich ist, wenn die am Austausch beteiligten Stellen eine genaue und einheitliche Vorstellung über die Art der auszutauschenden Daten haben.“ Zitat INTERLIS ([http://www.INTERLIS.ch/general/faq\\_d.php#faq\\_q01\\_001](http://www.INTERLIS.ch/general/faq_d.php#faq_q01_001))

Anhand des integrierten Datenmodells in INTERLIS ist es möglich, einen automatischen Datentransfer zwischen unterschiedlichen Systemen zu ermöglichen.

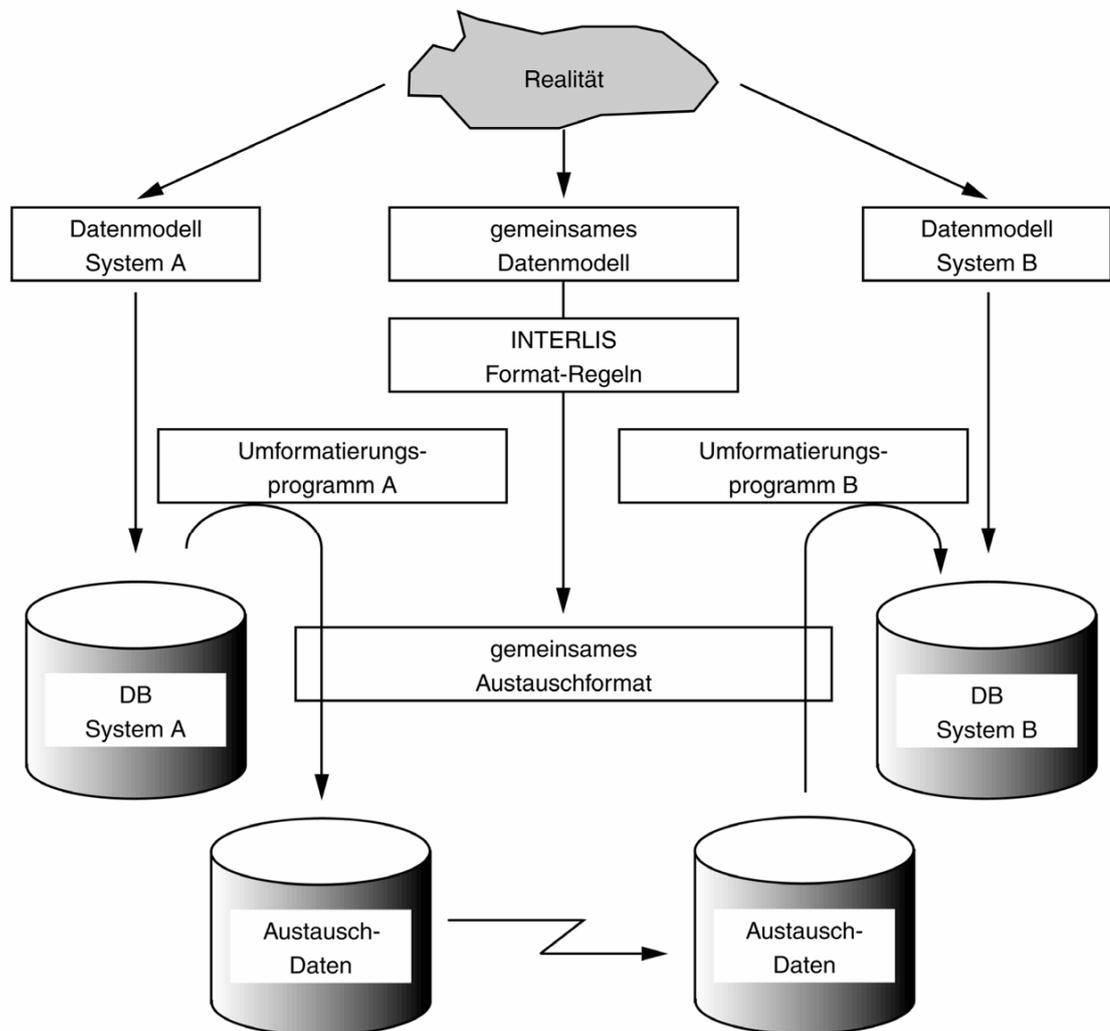


Abbildung 3: INTERLIS: Datentransfer zwischen verschiedenen Datenbanken über gemeinsames Datenmodell (Datenschema) beschrieben mit gemeinsamer Datenbeschreibungssprache<sup>5</sup>

In der Schweiz gibt es zahlreiche Beispiele von solchen Datenmodellen, die mit INTERLIS implementiert worden sind. Ein solches Beispiel aus dem Bereich Raumplanung ist das Datenmodell des Kantons Bern, das vom Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR) und dem Amt für Geoinformation des Kantons entwickelt wurde. Dieses Datenmodell basiert allerdings noch auf der vorherigen Version 1.

INTERLIS besteht aus 2 Komponenten:

- eine Modellierungssprache,
- ein Transferformat.

<sup>5</sup> Quelle: INTERLIS 2 – Referenzhandbuch Ausgabe vom 2003-05-13 (deutsch) Seite 10

Bevor Daten ausgetauscht werden können, muss erst einmal ein Datenmodell beschrieben werden. Dazu wird die Modellierungssprache benutzt, deren Syntax mit einem INTERLIS-Compiler überprüft werden kann.

INTERLIS 2 als Weiterentwicklung von der Version 1, deren Modelle weiterhin unterstützt werden, bietet zusätzlich folgende Vorteile:

- hat eine objekt-orientierte Struktur
- das Transferformat basiert auf XML
- Datenmodelle können durch Vererbung erweitert werden
- Inkrementeller Datenaustausch
- Austausch der Symbolik
- Unterstützung komplexer Geometrien

Dadurch, dass Datenmodell und Daten gleichzeitig definiert werden, garantiert INTERLIS zusätzlich, dass die Regeln im Datenmodell auch von den Daten selbst befolgt werden.

Dazu zählen: gültige Werte, obligatorische Werte, Schlüssel, topologische Regeln (zum Beispiel „WITHOUT OVERLAPS“ das in dem nachher gezeigten Beispiel zum Zonenplan benutzt wird).

Die Modellierung erfolgt in Textform mittels der Datenbeschreibungssprache oder kann auch auf Basis eines UML-Modells erstellt werden.

Im Folgenden ist ein Ausschnitt des Datenmodells „Digitaler Zonenplan“ des Kantons Bern aufgeführt, das zuvor schon einmal erwähnt worden ist.

Der Ausschnitt beschreibt die Definition der Grundnutzung:

TOPIC Grundnutzung =

```
TABLE Zonentyp =
  ZonenAbk: TEXT*6;           !! Zonenabkuerzung Gemeinde
  Zonenname: TEXT*60;        !! Zonenname Gemeinde
  ZonentypKanton: ZonentypenKanton; !! Zonencode gemaess UZP Kanton Bern
  BR_Nutzungsart: OPTIONAL TEXT*80; !! Hinweis auf Artikel Baureglement
  BR_Nutzungsmaass: OPTIONAL TEXT*80; !! Hinweis auf Artikel Baureglement
  Bemerkung: OPTIONAL TEXT*80;
  IDENT
  ZonenAbk;
END Zonentyp;
```

```
TABLE Grundzone =
  Identifikator: OPTIONAL [0 .. 99999999]; !! 3 St. BFS und 5 St. Laufnr.
```

```

ZonentypRef: -> Zonentyp //1-m//;
Beschrieb: OPTIONAL TEXT*80;
Planbeschriftung: OPTIONAL TEXT*30; !! fuer Beschriftungen auf dem Plan
Geometrie: AREA WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord
  WITHOUT OVERLAPS > 0.050;
Qualitaet: Qualitaetsstandard;
Letzte_Mutation: DATE;
Datenverwaltungsstelle: Datenverwaltungsstellen;
Bemerkung: OPTIONAL TEXT*80;
Flaechenmass: DIM2 0 999999999; !! aus Koordinaten gerechnete Flaechе
NO IDENT
END Grundzone;

```

```

TABLE GrundzonePos = !! beschriftet Attribut Planbeschriftung
Objekt: -> Grundzone; !! Beziehung 1-mc
TextPos: LKoord // Position in der Regel innerhalb der Flaechе //;
TextOri: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 100.0 //;
TextHAlI: OPTIONAL HALIGNMENT // undefiniert = Center //;
TextVAlI: OPTIONAL VALIGNMENT // undefiniert = Half //;
TextSize: OPTIONAL Schriftgroesse // undefiniert = mittel //;
NO IDENT
END GrundzonePos;

```

```

TABLE GrundzoneSym = !! Symbol und Text mit Zonenkuerzel
Objekt: -> Grundzone; !! Beziehung 1-mc
SymPos: LKoord // Position innerhalb der Grundzone //;
SymOri: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 100.0 //;
SymSize: OPTIONAL Schriftgroesse // undefiniert = mittel //;
NO IDENT
END GrundzoneSym;

```

```

TABLE Grundzone_ZPP_UeO_UZP = !! Grundzonen gemäss Zonentypen UZP
Identifikator: OPTIONAL [0 .. 999999999]; !! 3 St. BFS und 5 St. Laufnr.
ZonentypKanton: Ztyp_in_ZPP_UeO_Kt;
Beschrieb: OPTIONAL TEXT*80;
Geometrie: AREA WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord
  WITHOUT OVERLAPS > 0.050;
Qualitaet: Qualitaetsstandard;
Letzte_Mutation: DATE;
Datenverwaltungsstelle: Datenverwaltungsstellen;
Bemerkung: OPTIONAL TEXT*80;
Flaechenmass: DIM2 0 999999999; !! aus Koordinaten gerechnete Flaechе
NO IDENT
END Grundzone_ZPP_UeO_UZP;

```

```

TABLE Grundzone_ZPP_UeO_Sym = !! Sym mit Zonenkuerzel ZonentypKanton
Objekt: -> Grundzone_ZPP_UeO_UZP; !! Beziehung 1-mc
SymPos: LKoord // Position innerhalb der Grundzone //;
SymOri: OPTIONAL Rotation // undefiniert = 100.0 //;
SymSize: OPTIONAL Schriftgroesse // undefiniert = mittel //;
NO IDENT
END Grundzone_ZPP_UeO_Sym;

```

END Grundnutzung.

Auch ohne ins Detail zu gehen und ohne die genaue Syntax zu kennen, ist diese Datenmodellierungssprache relativ aussagekräftig und relativ leicht verständlich.

Vorteile von INTERLIS:

- Hoher Investitionsschutz der Daten
- Unabhängigkeit gegenüber Herstellern und deren Systeme
- Flexibler Datenaustausch durch Definition der Modelle entsprechend den Bedürfnissen der jeweiligen Anwendungen
- Gewährleistung der Datenqualität durch Überprüfen der Regeln

#### **4.3.2 GML - GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE**

Ein anderes modell-basiertes Verfahren basiert auf GML.

GML oder auch Geography Markup Language ist eine XML-basierte Sprache, die zum Ziel hat, Objekte mit Raumbezug zu modellieren, zu speichern und auch zu transportieren, im Sinne einer Interoperabilität von Geodaten.

Ein Objekt mit Raumbezug hat dabei sowohl Geometrie-Informationen als auch Attribut-Informationen.

GML ist ein Standard des Open Geospatial Consortium und soll ISO-Standard werden. Es hat seit GML 1.0 (im Jahr 2000) eine stetige Entwicklung gegeben bis zum jetzigen GML 3.1.

Diese Version definiert dabei die grundlegenden Elemente und Datentypen in 33 XML-Schema-Dokumenten (Basisschemata).

Jede Anwendung definiert auf Basis dieser grundlegenden Elemente so genannte Anwendungsschemata.

Im Mittelpunkt steht das Geo-Objekt oder auch Feature genannt. Ein Feature hat beliebig viele Eigenschaften, sowohl geometrische als auch nicht-geometrische.

Ein Feature hat geometrische Eigenschaften: das kann ein Punkt, eine Linie, ein Polygon oder auch komplexere Geometrien wie Volumina sein. Am Anfang beschränkte sich GML auf 2D-Geometrien, kann aber auch inzwischen komplexe 3D-Geometrien abbilden, ebenso wie topologische Relationen zwischen einzelnen Features.

Ein Feature kann aus mehreren anderen Features bestehen.

Eine Sammlung von Geo-Objekten wird als Feature-Collection bezeichnet. In einem gewissen Sinne kann man eine Feature-Collection mit einem „klassischen“ Daten-Layer vergleichen.

Eine Feature Collection kann dabei aber auch wieder geometrische und nicht-geometrische Eigenschaften aufweisen.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel für GML aus dem Bereich Raumplanung ist das Projekt Xplanung<sup>6</sup> der Metropolregion Hamburg. Es handelt sich hierbei um ein Modellvorhaben im Rahmen der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) das von den E-Government Initiativen Deutschland-Online und Media@Komm Transfer unterstützt wird.

Nach BENNER, KRAUSE und MÜLLER ist ein Hauptgrund für diese Entwicklung der Umstand, dass die Geo-Basisdaten wie ATKIS oder ALK in Zukunft auch GML basiert zur Verfügung gestellt werden sollen.

Zur Veranschaulichung, hier ein Beispiel<sup>7</sup> eines GML-Features, das eine „Gewerbliche Baufläche“ des Flächennutzungsplans darstellt:

```
<gml:featureMember>
  <FP_BebauungsFlaeche gml:id="obj_918">
    <xplan:symbolPosition>
      <gml:Point>
        <gml:pos>3392141.533 5706572.342</gml:pos>
      </gml:Point>
    </xplan:symbolPosition>
    <xplan:gehörtZuBereich xlink:href="#obj_1"/>
    <xplan:nachrichtlUebernahme>false</xplan:nachrichtlUebernahme>
    <xplan:hinweis>false</xplan:hinweis>
    <xplan:vermerk>false</xplan:vermerk>
    <xplan:position>
      <gml:Polygon>
        <gml:exterior>
          <gml:LinearRing>
            <gml:pos>3392210.601 5706661.625</gml:pos>
            <gml:pos>3392184.709 5706579.594</gml:pos>
            <gml:pos>3392161.613 5706483.059</gml:pos>
            <gml:pos>3392097.811 5706581.419</gml:pos>
            <gml:pos>3392073.309 5706598.962</gml:pos>
            <gml:pos>3392072.465 5706620.756</gml:pos>
            <gml:pos>3392152.355 5706660.126</gml:pos>
            <gml:pos>3392210.601 5706661.625</gml:pos>
          </gml:LinearRing>
        </gml:exterior>
      </gml:Polygon>
    </xplan:position>
  </FP_BebauungsFlaeche>
</gml:featureMember>
```

<sup>6</sup> [http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/Standardisierung/Arbeitsgruppen/Geodaten/Geodaten\\_node.html](http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/Standardisierung/Arbeitsgruppen/Geodaten/Geodaten_node.html)

<http://www.iai.fzk.de/german/projekte/geoinf/XPlanung/index.html>

<sup>7</sup> Quelle der Beispiels: <http://www.iai.fzk.de/projekte/geoinf/XPlanung/TestdatenXPlanGML.htm>

```

</xplan:position>
<xplan:flaechenschluss>true</xplan:flaechenschluss>
<xplan:allgArtDerBaulNutzung>3000</xplan:allgArtDerBaulNutzung>
</FP_BebauungsFlaeche>
</gml:featureMember>

```

Eine kurze tabellarische Beschreibung zu dieser Fläche:

### 26.3 FP\_BebauungsFlaeche

Objektart: FP_BebauungsFlaeche	Kennung:
<b>Definition:</b> Darstellung der für die Bebauung vorgesehenen Flächen (Å§5, Abs. 2, Nr. 1 BauGB)	
<b>Abgeleitet aus:</b> FP_Flaechenschlussobjekt	
<b>Attributart:</b>	
<b>Bezeichnung:</b>	allgArtDerBaulNutzung
<b>Datentyp:</b>	FP_AllgArtDerBaulNutzung
<b>Kardinalität:</b>	0..1
<b>Definition:</b>	Angabe der Allgemeine Art der baulichen Nutzung.
<b>Wertarten:</b>	
Bezeichner	Wert
WohnBauflaeche	1000
GemischteBauflaeche	2000
GewerblicheBauflaeche	3000
SonderBauflaeche	4000
SonstigeBauflaeche	9999

Die Schema Definition dieses Flächenobjektes des Flächennutzungsplans sieht folgendermassen aus:

```

<xs:element name="FP_Flaechenobjekt" type="xplan:FP_FlaechenobjektType"
substitutionGroup="xplan:FP_Objekt" abstract="true"/>
  <xs:complexType name="FP_FlaechenobjektType" abstract="true">

```

```

  <xs:annotation>
    <xs:documentation>

```

Basisklasse für alle Objekte eines Flächennutzungsplans mit flächenhaftem Raumbezug.

```

    </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexContent>

```

```

    <xs:extension base="xplan:FP_ObjektType">
      <xs:sequence>

```

```

        <xs:element name="position" type="gml:SurfacePropertyType"/>
        <xs:element name="flaechenschluss" type="xs:boolean"/>

```

```

      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

GML hat zurzeit (Anfang Oktober 2006) Draft International Standard Status in ISO (ISO/DIS 19136, GML 3.2.0) und soll bis zum April 2007 als Internationaler Standard verabschiedet werden ([www.isotc211.org](http://www.isotc211.org)).

GML wird in einigen Ländern zum Datenaustausch von Geo-Basisdaten eingesetzt:

- In Großbritannien beim Ordnance Survey für die topographische OS MasterMap <http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/products/osmastermap/> (Abrufdatum 01/07/2006).
- Beim topographischen Dienst der Niederlande mit TOP10NL (<http://www.tdn.nl/top10nl/>) (Abrufdatum 01/07/2006).
- In Deutschland wird zurzeit an der „Normbasierte Austauschschnittstelle (NAS)“ gearbeitet. Diese Datenschnittstelle basierend auf GML ist der Nachfolger von EDBS und dient zum Austausch von Daten aus dem Bereich ALK / ATKIS.

### 4.3.3 „INTERLIS 2 – GML 3 EINE VERGLEICHSTUDIE“

In diesem Zusammenhang soll das folgende Dokument erwähnt werden: „INTERLIS 2 – GML 3 Eine Vergleichsstudie“, das im Auftrag des Kogis erstellt wurde.

Hierin werden beide modellbasierten Verfahren untersucht, ihre Stärken und Schwächen herausgearbeitet sowie die wichtige Frage gestellt, wie sich die Schweiz in Zukunft positionieren soll, unter der besonderen Berücksichtigung, dass GML zu einer ISO-Norm werden soll.

Die Autoren der Studie entwickeln drei Szenarien mit ihren jeweiligen Chancen und Risiken:

1. Weiterentwicklung von INTERLIS unabhängig von GML
2. Zweigleisige Strategie mit Konvertierungsschiene
3. Rasche vollständige Umstellung auf GML

Ihre Empfehlung spricht sich für Szenario 2 aus, um die Vorteile von INTERLIS weiterhin zu nutzen ohne von der „übrigen Welt“ abgeschnitten zu sein, weil es sich doch abzeichnet, dass GML in absehbarer Zeit weltweit zum Standard wird und dadurch eine sehr bedeutende Stellung einnimmt.

Interessant ist dann auch die Stellungnahme (Mai 2004) des INTERLIS-Kernteam zu dieser Studie: <http://www.geowebforum.ch/thread.php?threadID=69> (Abrufdatum 03/09/2006)

Hier einige Zitate dieser Stellungnahme:

- *„Mit GML könnten Geodaten weniger präzise beschrieben werden. Das ist aber das Hauptanliegen von INTERLIS.“*
- *„In Szenario 2 sehen wir die Position von GML aber nur im Bereich des Transfers als mögliche Variante zu XTF aber NICHT als eine alternative Modellierungssprache. Die Bezeichnung „zweigleisige Strategie“ ist daher für Szenario 2 nicht richtig, weil sie die Gleichbehandlung von INTERLIS und GML suggeriert. Besser wäre die Bezeichnung „INTERLIS mit GML Transfer.“*
- *„Im Detail müsste man jedoch noch abklären, ob GML alle Anforderungen an einen INTERLIS 2 konformen Transfer erfüllt. Im Moment (GML 3.0) ist das jedoch mindestens im Bereich inkrementelle Nachlieferung, polymorphes Lesen oder für die Codierung gewisser Geometrietypen nicht der Fall.“*

#### **4.4 EIGNUNG DIESER MODELLBASIERTEN VERFAHREN FÜR DIE GESTELLTE PROBLEMATIK**

Die beiden vorher beschriebenen modellbasierten Verfahren INTERLIS und GML bieten einen sehr interessanten Ansatz für den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen GIS-Systemen, wobei sie komplett herstellerunabhängig sind.

Neben dem reinen Datentransfer spielt die Datenmodellierung bei diesen beiden Verfahren eine entscheidende Rolle.

Trotz dieses interessanten Ansatzes, ergeben sich aus meiner Sicht jedoch auch folgende Aspekte, die nicht außer Acht gelassen werden können:

- Bei INTERLIS handelt es sich um eine nationale, schweizerische Norm und selbst in der Schweiz stellt sich die Frage, wie die Zukunft von INTERLIS gegenüber GML aussehen kann. Außerhalb der Schweiz wird INTERLIS meines Wissens nur in einem Projekt (topographische Geodaten) in Wallonien (Belgien)<sup>8</sup> eingesetzt

<sup>8</sup> (<http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/index.jsp?page=ModeleDonneeTopo&node=32>  
Abrufdatum: 04/07/2006)

- Sowohl bei GML als auch bei INTERLIS, und dies geht auch ganz deutlich aus der INTERLIS-Darstellung hervor, müssen sowohl im Quell- als auch im Zielsystem Werkzeuge zur Verfügung stehen, um die Daten aus dem proprietären System in eines dieser herstellerunabhängigen Formate zu schreiben und auf Basis eines gemeinsam definierten Datenmodells auch wieder herauszulesen.

In unserem konkreten Beispiel würde dies bedeuten, dass die verschiedenen Auftragnehmer der Gemeinden, die Daten des FNP nach GML oder INTERLIS exportieren und es dann im Ministerium wieder importiert wird.

- Ein Nachteil von GML ist sicherlich zum jetzigen Zeitpunkt noch der Umstand, dass der Herstellersupport auf Seiten der GIS-Produkte noch nicht sehr weit verbreitet ist, was sicherlich damit zu tun hat, dass es sich um eine relativ junge Spezifikation handelt, die auch noch sehr rasch weiterentwickelt wird. Die Unterstützung beschränkt sich weitgehend auf die Unterstützung von GML 2.1 (das auch bei WFS zum Einsatz kommt) und es gibt nur eine begrenzte Anzahl von Produkten, die GML 3 oder GML 3.1 einsetzen. Hingegen werden CAD-Produkte so gut wie gar nicht unterstützt. OGC Geography Markup Language (GML) Encoding Specification 3.1.1 ist laut Open Geospatial Consortium Website von 9 Herstellern implementiert in insgesamt 21 Produkten (<http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/> Abruftdatum: 02/09/2006). Diese Liste ist jedoch nicht unbedingt komplett.
- Eine Umstellung auf INTERLIS oder auf GML macht sicherlich Sinn, wenn nicht nur ein Anwendungsgebiet (wie hier die Flächennutzungsplanung) sondern auch alle anderen wichtigen Anwendungsgebiete diesen Schritt mitmachen. Dazu zählt auch die Bereitstellung der Geo-Basisdaten in solch einem herstellerunabhängigen Format, wie das in den Ländern, die auf solche Verfahren setzen, der Fall ist. Meiner Meinung nach würde dies nur Sinn machen, wenn man den ganzen Datenaustausch zwischen allen Partnern auf ein solches System umsetzt, ähnlich wie das in der Schweiz schon der Fall ist. Dazu bedarf es jedoch einer umfassenden politischen Entscheidung.

- Es existieren zwar entsprechende Werkzeuge, die jedoch zum Teil mit erheblichen Kosten verbunden sind, bezüglich Einarbeitung als auch Softwarekosten, so dass von solch einer Lösung in unserem Fall abgesehen wird. Eine Vorgabe der politisch Verantwortlichen ist es, die zu implementierende Lösung mit minimal zusätzlichen Kosten auf Seiten der Datenersteller zu bewerkstelligen. Die bestehenden Werkzeuge bedienen jedoch fast ausschließlich den GIS-Markt.
- Die Komplexität von GML ist nicht zu unterschätzen: die Spezifikation der Version 3 umfasst mehr als 500 Seiten (inklusive Anhänge). Mit der Einführung der einfacheren „GML Simple Features“ Specification soll die Implementierung und Verbreitung von GML erleichtert und gefördert werden

Aus den vorhergehenden Überlegungen geht hervor, dass keines der beiden Verfahren für unsere Problematik zum jetzigen Zeitpunkt in Frage kommt.

Damit sich dies in Zukunft ändert, und man zum Beispiel landesweit auf ein Verfahren wie GML zum Datenaustausch setzt, müssten meiner Meinung nach zumindest folgende Rahmenbedingungen erfüllt sein:

1. Verfügbarkeit der Basisdaten (Topographie und Kataster) in GML
2. Strategische Ausrichtung auf GML: Definition von Modellen für alle GIS-Bereiche, in denen ein regelmäßiger Datenaustausch stattfindet (ähnlich wie in der Schweiz, wo dies über eine Norm zur Pflicht geworden ist – allerdings mit INTERLIS)
3. Unterstützung von GML nicht nur im GIS- sondern auch im CAD-Bereich respektive sukzessiver Umstieg auf GIS-Produkte
4. Know-how Aufbau zum Thema GML

Da diese Rahmenbedingungen nicht so ohne weiteres von heute auf morgen zu realisieren sind, werden wir für unsere Problematik zu den klassischen Verfahren zurückkehren und dies im nächsten Abschnitt näher beleuchten.

Eine Vorreiterrolle spielen zu wollen und konsequent auf GML zu setzen, würde in diesem Fall rein gar nichts bringen, weil die Datenproduzenten des FNP materiell überhaupt nicht in der Lage wären, dieses Format zu liefern. Nur unter hohen Kosten,

zum Beispiel durch Umstellen der benutzten Systeme oder durch Zukauf von teuren Export- und Import-Werkzeugen wäre dies überhaupt möglich.

Dies ist jedoch nicht gewünscht und es ist die Vorgabe, dass mit den vorhandenen Möglichkeiten versucht werden soll, den Datenaustausch so effizient wie möglich zu gestalten.

Auch in Deutschland befindet sich dieser Prozess der Umstellung auf GML noch in der Entwicklung, so dass von Universitäten und anderen Institutionen Werkzeuge entwickelt werden, um bestehende Daten – zum Beispiel in DXF – nach GML zu überführen (siehe dazu auch Vortrag „Erzeugen von XPlanGML aus vektorbasierten Plänen“ von Dr. Joachim Benner<sup>9</sup>).

Dies kann auch nicht alleine von der Verwaltung durchgesetzt werden, sondern es braucht dazu Partner sowohl aus dem akademischen Bereich (den es so in Luxemburg zurzeit in diesem Bereich noch nicht gibt – daran wird aber gearbeitet) und auch von Herstellerseite (wobei der Markt in Luxemburg doch sehr eingeschränkt ist).

---

<sup>9</sup> [http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/\\_GemeinsameDokumente\\_de/Veranstaltungen/X-Planung/Workshop-Dokument\\_2002,property=dokument.pdf#search=%22Erzeugen%20von%20XPlanGML%20aus%20vektorbasierten%20PI%C3%A4nen%22](http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/_GemeinsameDokumente_de/Veranstaltungen/X-Planung/Workshop-Dokument_2002,property=dokument.pdf#search=%22Erzeugen%20von%20XPlanGML%20aus%20vektorbasierten%20PI%C3%A4nen%22)  
(Abrufdatum 05/06/2006)

## **4.5 DATENBASIERTE TRANSFERVERFAHREN**

Im Gegensatz zu den modellbasierten Verfahren wie INTERLIS oder GML gibt es noch die „einfacheren“ Verfahren auf Datenbasis, die auf das reine Übertragen von Daten limitiert sind.

Dabei unterscheidet man zwei Gruppen:

- datenbasierte CAD-Verfahren
- datenbasierte GIS-Verfahren

### **4.5.1 CAD-VERFAHREN**

Diese Verfahren setzen Formate aus dem CAD-Bereich ein. Diese verwalten die Geometrie sowie Präsentationsregeln; außerdem ist es möglich, Sachdaten über Blockstrukturen anzubinden respektive über Identifikatoren auf externe Sachdaten zuzugreifen.

Bekanntere Vertreter dieser Gruppe sind DXF, DWG oder DGN.

### **4.5.2 GIS-VERFAHREN**

Hier kommen GIS-Formate zum Einsatz: es werden Objekte verwaltet, die sowohl eine Geometrie als auch Sachdaten beinhalten. Die Präsentationsregeln sind nicht Bestandteil der Daten an sich. Ein sehr verbreitetes Format ist das Shapefile-Format der Firma ESRI, das auch dokumentiert ist. Dieses Format hat sich zu einem Industriestandard im GIS-Bereich entwickelt und wird auch von vielen anderen Herstellern im GIS-Bereich unterstützt, so dass sich dieses Format anbietet, wenn Daten zwischen zwei GIS-Systemen ausgetauscht werden soll.

In diesem Fall muss jedoch auch eine gemeinsame Struktur definiert werden. Dies wird im folgenden Kapitel behandelt.

### **4.5.3 AUSWAHL FORMATE**

In unserem Anwendungsfall haben wir es mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Systemen zu tun, wobei die Mehrheit der Studienbüros zurzeit auf CAD-Systeme setzt und nur eine Minderheit auf GIS Systeme.

Es bietet sich also an, die jeweiligen „Industriestandards“ in diesen beiden Bereichen zu wählen:

- Autodesk DXF Format im CAD Bereich
- ESRI Shapefile Format im GIS Bereich

Diese Formate bezeichnet man auch deshalb als so genannte Industriestandards, weil sie von der Mehrheit der heute am Markt befindlichen Systeme als Import- und Export-Format unterstützt werden. Diese Formate sind auch ausreichend dokumentiert.

Werden von einem bestimmten System diese beiden Austauschformate gleichzeitig unterstützt, so ist dann das Shapefile Format zu bevorzugen.

#### **4.5.4 INTEGRATION CAD NACH GIS**

Steht man nun vor der Herausforderung, Daten aus einem CAD-Format in ein GIS zu übertragen, stellen sich die folgenden Probleme.

Die mit einer CAD-Software produzierten Dateien (AutoCad, Intergraph etc.), haben eine graphische Zweckbestimmung. Das wesentliche Ziel dieser Software respektive dieser Vorgehensweise, besteht darin, eine graphische Zeichnung mittels Software auf Papier zu produzieren.

Die graphischen Eigenschaften eines Elements (Signatur oder Symbol) sind wesentlicher Bestandteil desselben Elements oder werden durch die Zugehörigkeit zu einem Layer geerbt.

Attribute sind oft nicht verfügbar oder gegebenenfalls nur sehr eingeschränkt oder beschränkt sich auf einen Schlüssel als Verweis auf eine externe Datenbank.

Im GIS werden Objekte sowohl mit geometrischen als auch attributiven Eigenschaften verwaltet. Die Symbolik ist in der Regel nicht Bestandteil der Objekte sondern wird mittels eines Attributs definiert, wenn man eine thematische Karte produziert.

Die Strukturierung der Daten in einer DXF-Datei muss bekannt sein, denn nur so ist es möglich, die bekannten Strukturen der Ausgangsdatei in Strukturen der Zieldatei zu überführen. Nun gibt es aber mehrere Möglichkeiten, die Daten in einer CAD-Datei zu strukturieren.

Will man nun automatisiert die Strukturen der Dateien von einem System in ein anderes überführen, so ist es nötig, sich auf eine gemeinsame Struktur zu einigen, die auch von

jedem Teilnehmer am System eingehalten wird. Nur so ist es möglich, an einen automatisierten Prozess zu denken.

Wenn Büro A die Wohngebiete auf einen Layer „Wohngebiete“ setzt und Büro B die gleichen Daten auf einen Layer „Wohnen“, so sieht der fertige Papierplan zwar gleich aus, kann jedoch nicht ohne weiteres und vollkommen automatisiert von einem Tool übernommen werden.

Laut KETTEMANN und SCHULTHEISS können „nur eindeutig definierte Strukturen eindeutig in andere Strukturen überführt werden“.

Dies gilt sowohl für die CAD als auch die GIS Formate.

Die Modellbasierten Verfahren beinhalten diese Strukturen in ihren Modellen.

Bei den datenbasierten Verfahren müssen die „Produzenten auf eindeutige Strukturen in ihren Daten achten“ (KETTEMANN und SCHULTHEISS ).

Ein gemeinsamer Nenner aller dieser CAD-Systeme ist dabei der Layer.

Es geht also darum eine Struktur zu definieren, die die Bezeichnungen der Layer bei einem CAD Format respektive die Bezeichnung der Felder und die Ausprägung der Werte bei einem GIS-Format eindeutig definiert.

Um danach eine Umstrukturierung durchführen zu können, kann man sich spezialisierter Software, wie zum Beispiel FME (Feature Manipulation Engine) der Firma Safe bedienen. Die Mächtigkeit dieser Software, die über 100 Formate aus den beiden Welten GIS und CAD beherrscht, kommt aber nur zum Tragen, wenn die Strukturen der Daten bekannt sind respektive von Anfang an miteinander definiert worden sind.

Neben der Strukturierung der Daten spielt die Datenqualität bei CAD eine wichtige Rolle.

Dies wird in einem weiteren Kapitel zur Datenqualität mit berücksichtigt.

## 4.6 AUFBAU DES FNP

Es gibt 3 Geometrietypen, die im FNP enthalten sind:

- Flächenhafte Elemente  
Flächen, die die Flächennutzung definieren: es gibt insgesamt 50 verschiedene Flächennutzungsklassen wobei es Basis-Flächen gibt und Überlagerungsflächen
- Linienhafte Elemente  
Linienhafte Elemente können aber müssen jedoch nicht explizit angegeben werden: es handelt sich hierbei um Linien zur Verkehrs- sowie zur technischen Infrastruktur (Ver- und Entsorgung).
- Punkthafte Elemente  
Hierbei handelt es sich um ergänzende Informationen zu den oben beschriebenen Infrastrukturen.

Die graphische Gestaltung all dieser Elemente ist im Anhang definiert.

## 4.7 DATENSTRUKTUR FNP-DXF

Die Strukturierung der Informationen wird über den Layernamen hergestellt. Dies ist ein gemeinsamer Nenner aller CAD-Systeme, so dass mit der Heterogenität der verschiedenen Systeme keine Probleme entstehen.

Es gibt durchaus andere Methoden, wie man die verschiedenen Informationen auseinander halten kann, zum Beispiel über einen Einfügepunkt pro Fläche. Dieser Einfügepunkt beinhaltet dann zusätzliche Informationen, zum Beispiel einen Text. Ein solches Verfahren wird im Bundesland Salzburg<sup>10</sup> für die Flächenwidmungspläne genutzt.

Außerdem hat eine Analyse der alten digitalen Flächennutzungspläne – die uns auch schon zum Teil vorlagen – gezeigt, dass die Aufteilung der Informationen durch die Layer erfolgt.

Diese Tatsache und zusätzliche Gespräche meinerseits mit verschiedenen Studienbüros haben ergeben, dass die Strukturierung mittels Layern die bevorzugte Vorgehensweise darstellt, weil sie der gewohnten Art vorzugehen, am nächsten kommt.

---

<sup>10</sup> Beschreibende Datenschnittstelle für Digitale Flächenwidmungspläne im Bundesland Salzburg  
[http://www.salzburg.gv.at/kapitel1\\_6.pdf](http://www.salzburg.gv.at/kapitel1_6.pdf)

Es ist also wichtig, sich auf eine eindeutige Layerbezeichnung zu einigen.

Die Layerbezeichnung orientiert sich an der offiziellen Benennung der Elemente des FNP, so wie sie im großherzoglichen Reglement definiert sind. Deshalb werden hier auch die französischen Begriffe verwendet.

Diese Begriffe enthalten jedoch Sonderzeichen und auch Leerstellen, wobei es beim Transfer zwischen unterschiedlichen Betriebssystemen (Unix, Mac OS, Windows) zu Schwierigkeiten kommen kann. Außerdem haben die Begriffe teilweise einen langen bis sehr langen Namen.

Es bietet sich demnach an, die Begriffe so zu kürzen, dass sie

1. eindeutig sind,
2. noch aussagekräftig sind und man auf den ersten Blick erkennen kann, um welche Nutzung es sich handelt,
3. keine Leerstellen und Sonderzeichen enthalten,
4. auf den ersten Blick erkennen lassen, ob es sich um flächenhafte, linienhafte oder punkthafte Elemente handelt.

Entsprechend dieser Vorgabe erhalten wir folgende Layernamen (die folgende Liste enthält nur einen kleinen Ausschnitt der Umsetzung; die komplette Tabelle der Layernamen befindet sich im Anhang):

<b>Offizielle Bezeichnung</b>	<b>Layername DXF</b>
Zones d'habitation 1	S_habitation1
Zones d'habitation 2	S_habitation2
Zones mixtes à caractère central	S_mixtes_central
Zones mixtes à caractère urbain	S_mixtes_urbain
...	...
Autoroutes	L_autoroutes
Routes nationales (RN)	L_routes_nationales
Chemin repris (CR)	L_chemin_repris
Projets routiers	L_projets_routiers
...	...
Gare	P_gare
Arrêt Autobus	P_arret_autobus
Port de plaisance	P_port_plaisance
Port commercial	P_port_commercial
...	...

S steht dabei für „Surface“ (Fläche), L für „Ligne“ (Linie) und P für „Point“ (Punkt).

Beim Import der DXF-Datei werden nur diejenigen Layer eingelesen, die den entsprechenden Namen haben, alle anderen Layer werden nicht importiert.

Alle graphischen Elemente, die in der DXF-Datei vorhanden sind und keine direkten Informationen im Sinne von geographischen Objekten darstellen, müssen herausgefiltert werden.

Darunter fallen unter anderem graphische Elemente des Kartenaufbaus (Rahmen, Legenden, Legenden-Posten, Logos, Texte wie Titel der Karte usw.) sowie ganz allgemein jede Art von Texten (zum Beispiel zur Kennzeichnung der verschiedenen Zonen in Form eines Labels) sowie andere graphische Elemente, die Bestandteil der Symbolik eines Elements sind, wie zum Beispiel Schraffuren.

Außerdem werden die Basisdaten, die zum Erstellen des FNP genutzt werden, d.h. die digitale Katasterkarte, auch nicht mit importiert.

Die Benennung dieser Layer soll nach folgendem Schema ablaufen:

K\_<Gemeindename> für die Katasterdaten die als Hintergrund dienen

G\_<inhalt> wobei G für graphische oder textuelle Elemente vorgesehen ist: <inhalt> soll eine Beschreibung dessen sein was das Element darstellt, wie zum Beispiel „legende“ für die Legende oder „rahmen“ für den Kartenrahmen usw.

Der Begriff kann vom Ersteller frei gewählt werden, da diese Layer nicht importiert werden.

Für jede Gemeinde gibt es eine DXF-Datei.

Alle Elemente unabhängig vom Geometrietyp (Fläche, Linie und Punkte) finden sich in dieser einen DXF-Datei.

Bei den Flächen gibt es Basis- und Überlagerungsflächen. Dies wird einfach durch die Reihenfolge der Layer in der DXF-Datei gesteuert.

Die Datei wird nach folgendem Schema benannt:

PAG-<Gemeindename>-<DatumAbgabe>.dxf

Beispiel: PAG-Luxembourg-01022007.dxf

Diese Strukturierung hat einen sehr ähnlichen Ansatz wie der in der Autonomen Provinz Bozen in Südtirol<sup>11</sup>, mit dem Unterschied, dass hier versucht wurde, nicht mit Nummern im Layernamen zu arbeiten, sondern mit aussagekräftigen Namen.

## 4.8 DATENSTRUKTUR FNP- SHAPEFILE

Bei Shapefiles muss eine Shape-Datei pro Geometrietyp (Fläche, Linie, Punkte) angelegt werden.

Für die Flächen muss zusätzlich hierbei unterschieden werden, ob es sich um Basisflächen handelt oder um Überlagerungsflächen, die über den Basisflächen liegen. Im Gegensatz zu einer DXF-Datei ist es nämlich nicht ohne weiteres möglich, die Reihenfolge innerhalb eines Shapefiles so zu steuern, dass die Überlagerungsflächen auch wirklich über den Basisflächen liegen.

Deshalb werden hier 2 Shape-Dateien mit folgendem Inhalt generiert:

- Basisflächen
- Überlagerungsflächen

Im Anhang werden die Flächen nach Basis- und überlagerter Fläche unterschieden.

Die Namensgebung erfolgt ähnlich dem Schema der DXF-Dateien und sieht hier folgendermaßen aus:

PAG-<Geometrie><Abkürzung><Gemeindename>-<DatumAbgabe>

PAG-SB-Luxembourg-01022007.shp (SB steht für Basisflächen)

PAG-SU-Luxembourg-01022007.shp (SU steht für überlagernde Flächen)

PAG-L-Luxembourg-01022007.shp

PAG-P-Luxembourg-01022007.shp

Für jede Gemeinde sind also 4 Shapefiles abzugeben

---

<sup>11</sup> Technische Definitionen für die digitale Bearbeitung, den Datenaustausch zwischen CAD- und GIS-Systemen und einzusetzende Kartengrundlagen  
[http://www.provinz.bz.it/raumordnung/downloads/gb2utm/BLP\\_Datenausch-05-2005.pdf](http://www.provinz.bz.it/raumordnung/downloads/gb2utm/BLP_Datenausch-05-2005.pdf)

Alle Shapefiles enthalten neben den üblichen Feldern, ein Feld vom Typ Text mit dem Namen UTIL („utilisation“ für Nutzung). Dieses Feld nimmt die offizielle Nutzungsbezeichnung laut großherzoglichem Reglement auf.

Die Grundlagen wie Katasterkarte müssen nicht mit abgeliefert werden. Diese sind bereits im Ministerium vorhanden.

## **4.9 METADATEN**

Die Einreichung geschieht über eine genau definierte Prozedur, wobei neben der Einreichung des FNP, sowohl digital als auch analog, noch zusätzliche Informationen geliefert werden müssen.

Diese Informationen werden mit der Anwendung zur Genehmigungsprozedur verwaltet. Eine Vielzahl dieser Daten sind identisch mit den Metadaten (Autor, Datum der Abgabe usw.) zu den digitalen Plänen und können so von der Applikation in diese übertragen werden.

## **4.10 IMPORT UND EXPORT DIESER DATENSTRUKTUREN IN ARCGIS**

Wie schon beim Unterkapitel „Shapefile“ bemerkt, ist es auch bei einer Feature-Klasse in der Geodatabase nicht ohne weiteres möglich, die Reihenfolge der Überlagerung von Flächen zu beeinflussen. Um dieses zu umgehen, gibt es ebenso wie bei den Shapefiles zwei Featureklassen für Flächen

- Featureklasse Basisflächen
- Featureklasse Überlagerungsflächen

Wie die Aufteilung vonstatten geht, wird im Anhang am Beispiel des Imports einer DXF-Datei aufgezeigt.

Wie vorhin schon erwähnt, sind die beiden gewählten Formate Industriestandards, die von einer Vielzahl von Systemen direkt unterstützt werden. Dazu zählt auch die im Ministerium eingesetzte ArcGIS Software.

ArcGIS kann neben dem Shapefile-Format auch DXF lesen und schreiben, jedoch sind die Möglichkeiten nicht mit denen einer spezialisierten Software wie Safe FME (Feature Manipulation Engine) zu vergleichen.

Dies trifft besonders auf CAD-Formate zu, wo einfach mehr Möglichkeiten bestehen als mit den ArcGIS Bordmitteln.

Im Anhang ist ein konkretes Beispiel aufgeführt, wie ein solcher Datenaustausch mittels FME stattfinden kann.

Man kann sicherlich ähnliche Resultate mit den Geoprocessing Möglichkeiten und/oder mit Scripting auf ArcGIS Basis erhalten.

Die Vorteile von FME sind folgende:

- FME als Spatial ETL (Extract, Transform und Load) ist spezialisiert für solche Aufgaben
- die Modelle in FME können leicht angepasst werden, falls ein neues Austauschformat wie zum Beispiel GML unterstützt werden soll
- bietet mehr Zugriffsmöglichkeiten auf die „Interna“ der CAD-Formate.

Diese Vorteile und der Umstand, dass die Software bereits intern verfügbar ist, hat dazu beigetragen FME für diesen Teil der Aufgabenstellung zu nutzen.

In ArcGIS 9.2 werden sich die Möglichkeiten der CAD-Unterstützung weiter verbessern (siehe dazu auch den Blog <http://giscadblog.blogspot.com/> Abrufdatum 01/10/2006; der sich ausführlich mit den Neuerungen und Verbesserung im CAD-Bereich in ArcGIS 9.2 beschäftigt).

## **4.11 FAZIT**

Bei der Integration von Daten zeigt sich deutlich, dass man nur bekannte Strukturen automatisch verarbeiten kann. Dies gilt sowohl bei modellbasierten als auch bei datenbasierten Verfahren.

Für den hier gewählten Weg gibt es ähnliche Beispiele in Bozen oder auch in Salzburg, die ebenfalls auf in der Praxis bewährte Industriestandards gesetzt haben. Sollten sich die Rahmenbedingungen in Richtung GML verbessern, so ist es sicherlich vorstellbar, dieses in einem ersten Schritt zusätzlich zu unterstützen, um später vielleicht einmal ganz auf dieses Format umzuschwenken.

Allerdings kann auch mit der hier vorgestellten Vorgehensweise diese Integration automatisiert werden, um das wichtige Ziel eines landesweiten Datenbestandes zu den Flächennutzungsplänen zu erreichen.

## 5 DATENQUALITÄT

Die Datenqualität entscheidet darüber, wie man mit den digitalen Geodaten arbeiten kann.

Als Beispiel denke man hier nur an Verschneidungen, bei denen so genannte Sliverpolygone aufgrund qualitativ minderwertiger Daten entstehen.

Diese gleichen „minderwertigen“ Daten sind jedoch oftmals für die reine Darstellung (ob am Bildschirm oder auch als Ausdruck) durchaus noch gut geeignet.

### Wie definiert man Qualität ?

Qualität ist „die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit (Produkt, Dienstleistung) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“ (DIN ISO 8402, 1992).

Wie schon in der Einführung angedeutet, bezieht sich die Qualität immer auf einen bestimmten Einsatzzweck: Geodaten mit leicht überlappenden Flächen können sich noch sehr gut für die Darstellung eignen, sind jedoch für Flächenbilanzen nicht nutzbar, da es hier zu falschen Ergebnissen kommt (natürlich unter der Voraussetzung, dass es keine überlappenden Flächen geben darf, was wiederum von der jeweiligen Anwendung abhängt).

Laut DGGI (2005) kann die Qualität demnach also nicht mit „gut“ oder „schlecht“, sondern für den beabsichtigten Zweck als „geeignet“ oder „ungeeignet“ bezeichnet werden.

Es ist natürlich wünschens- und erstrebenswert, dass die Qualität für möglichst viele unterschiedliche Zwecke „geeignet“ ist. Um das vorherige Beispiel mit den überlappenden Flächen nochmals heranzuziehen, eignen sich nicht überlappende Flächen ebenso zur Darstellung wie auch zu Flächenstatistiken.

### 5.1 QUALITÄTSMODELL NACH ISO 19113

Für Datensätze werden verschiedene, allgemeine Qualitätsmerkmale definiert.

Dabei unterscheidet man zwischen quantitativen und nicht-quantitativen Angaben.

a) Quantitative Angaben:

- Vollständigkeit (completeness)
- Logische Konsistenz (logical consistency)
- Lagegenauigkeit (positional accuracy)
- Zeitgenauigkeit und Aktualität (temporal accuracy)
- Thematische Genauigkeit ( thematic accuracy)

b) Nicht-quantitative Angaben:

- Zweck (purpose) Verwendung (usage)
- Herkunft (lineage).

### **Vollständigkeit:**

Unter Vollständigkeit versteht man die Eigenschaft, dass die Daten **räumlich** und **thematisch** vollständig sein müssen.

Unter räumlicher Vollständigkeit versteht man, dass alle realen Objekte auch in den Daten gemäß dem Datenmodell vorhanden sind.

Unter thematischer Vollständigkeit versteht man, dass für alle Objekte die obligatorischen Attribute mit Werten belegt sind.

### **Logische Konsistenz:**

Hierbei geht es darum festzustellen, inwieweit sich ein Datensatz an die Regeln für Datenstruktur, Attribute und Beziehungen hält.

### **Lagegenauigkeit:**

Dieses Merkmal definiert die Genauigkeit der Lage von Geoobjekten, wobei man zwischen absoluter und relativer Genauigkeit unterscheidet.

### **Zeitgenauigkeit und Aktualität:**

Dieses Merkmal beschreibt die zeitliche Gültigkeit und Genauigkeit von Geodaten.

Je nach Anwendung haben wir es mit folgenden Elementen zu tun:

- Angaben zum Zeitpunkt der Erhebung
- Angaben zur Gültigkeitsdauer
- Angaben zum Stand der Daten

**Thematische Genauigkeit:**

Die thematische Genauigkeit bezieht sich auf die Sachdaten der Geoobjekte.

Hierbei geht es darum festzustellen, ob Attributen die genauen und richtigen Werte zugeordnet worden sind.

**Zweck und Verwendung:**

Hierbei handelt es sich um eine nicht quantitative Angabe, die beschreibt, für welchen Zweck und für welche Anwendung ein Datensatz erstellt worden ist. Zusammen mit den anderen Merkmalen kann der Anwender dann entscheiden, ob diese Daten für seine eigenen Zwecke geeignet sind oder nicht.

**Herkunft:**

Hierbei wird der Lebenszyklus eines Datensatzes in textlicher Form beschrieben (wer hat die Daten erfasst, in welcher Umgebung, wie sieht das Datenmodell aus, welches waren die verschiedenen Bearbeitungsschritte usw.).

**5.2 QUALITÄT UND METADATEN**

Einige Qualitätsmerkmale finden sich auch in den Metadaten zu einem Datensatz wieder, zum Beispiel der Verwendungszweck.

Auch Daten zur Herkunft oder Lineage finden sich typischerweise in den Metadaten wieder.

### **5.3 QUALITÄTSREGELN FÜR DEN FNP**

Nach dieser theoretischen Betrachtung des Begriffs „Qualität“ und einer Übersicht von Qualitätsmerkmalen, die es für Geodaten gibt, sollen im Anschluss die Qualitätsregeln definiert werden, die beim Erstellen eines FNP-Datensatzes zu beachten sind.

Dies ist besonders wichtig, da die Datensätze von verschiedenen Datenproduzenten und mit unterschiedlichen Systemen erstellt werden. Um eine gleich bleibende und homogene Qualität der Daten zu erhalten, ist es bedeutsam, verschiedene Regeln zu beachten.

Die Qualitätsmerkmale, die besonders für Flächennutzungspläne berücksichtigt werden müssen, sind folgende:

- Logische Konsistenz
- Lagegenauigkeit
- Thematische Genauigkeit

### **5.4 REGELN ZUR LOGISCHEN KONSISTENZ**

In den folgenden Unterkapiteln werden Regeln zu Flächen aufgestellt. Um diese anwenden zu können, muss jedoch erst einmal vorausgesetzt werden, dass Flächen überhaupt in den Dateien vorhanden sind.

Um eine Fläche bilden zu können, muss gewährleistet sein, dass die Umrisslinien, die eine Fläche umgeben, auch wirklich geschlossen sind und keine Lücken aufweisen, ansonsten überhaupt keine Fläche gebildet werden kann. Dies ist eigentlich eine Grundvoraussetzung und es ist absolut notwendig dass hier mit äußerster Sorgfalt gearbeitet wird.

#### **5.4.1 KEINE ÜBERLAPPENDEN FLÄCHEN**

Innerhalb der Basisflächen des FNP darf es keine Überlappungen der verschiedenen Flächen geben. Eine Überlappung würde bedeuten, dass ein Gebiet mehrere Basis-Nutzungen gleichzeitig haben kann. Dies ist jedoch in der Realität nie der Fall.

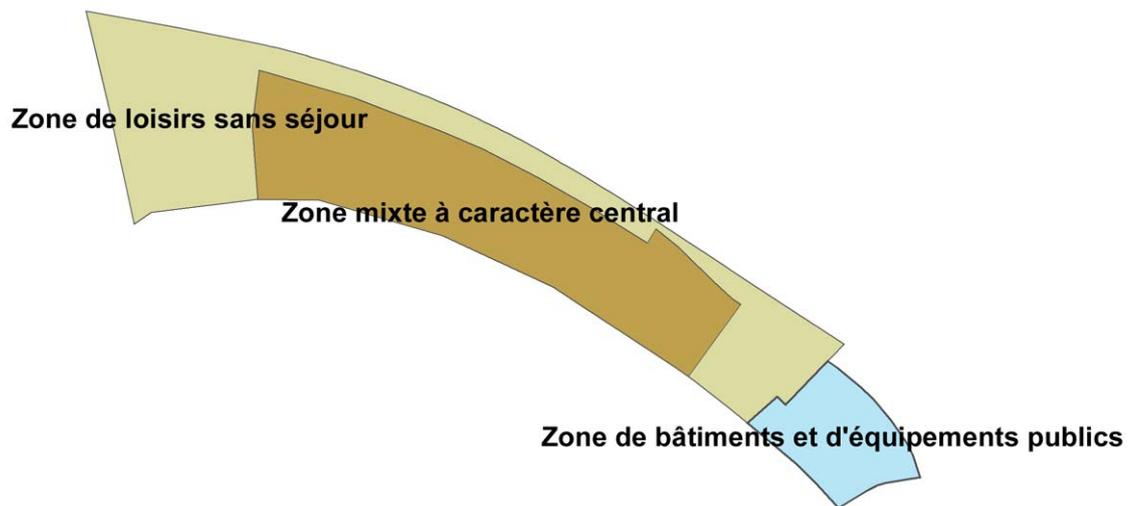


Abbildung 4: Basisflächen ohne Überlappung, Ausschnitt aus dem FNP

Im FNP sind jedoch Überlappungen zwischen Basisflächen und Überlagerungsflächen ausdrücklich erlaubt (vgl. im Anhang die Tabelle mit den Basis- und Überlagerungsflächen).

Auch Überlagerungsflächen können sich „untereinander“ mit anderen Überlagerungsflächen „überschneiden“.

Überlappungen können vermieden werden, wenn „sauber“ digitalisiert und die Snapping-Funktionalität richtig genutzt wird, welche im jeweiligen Programm zum Erstellen der Geodaten zur Verfügung steht.

#### **5.4.2 KEINE LÜCKEN ZWISCHEN ANGRENZENDEN FLÄCHEN**

Genauso wie es keine überlappenden Flächen geben darf, so müssen auch Lücken zwischen angrenzenden Basisflächen vermieden werden. Der FNP bezieht sich auf das gesamte Gebiet der Gemeinde.

Allerdings ist es so, dass nicht das ganze Gebiet mit einer Flächennutzung definiert wird. Bestehende Strassen zum Beispiel haben keine Nutzung im Rahmen des Flächennutzungsplans. Straßenflächen sind in den Nutzungsarten nicht enthalten.

Hier sind also Lücken möglich (von einer Straßenseite zur gegenüberliegenden).

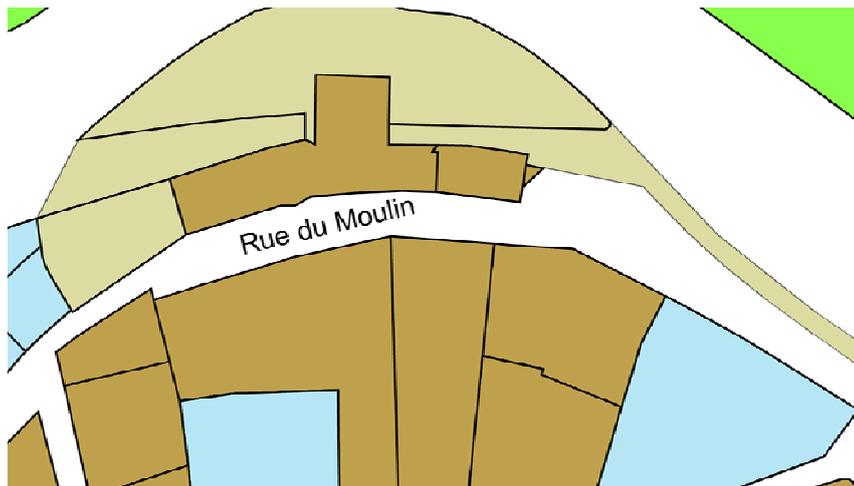


Abbildung 5: Lücken zwischen Basisflächen sind erlaubt, wenn sie durch eine Strasse voneinander getrennt sind

Zwischen zwei angrenzenden Flächennutzungen dürfen jedoch keine solcher Lücken auftreten. Dies gilt wiederum für Basisflächen, jedoch nicht für Überlagerungsflächen.

Diese Lücken können durch „sauberes“ Digitalisieren und der Nutzung der Snapping-Funktionalität vermieden werden.

## 5.5 REGELN ZUR LAGEGENAUIGKEIT

### 5.5.1 GEMEINSAME GRENZEN MIT DEN KATASTERPARZELLEN

Der Flächennutzungsplan benutzt als Kartenhintergrund und als Datengrundlage die digitale Katasterkarte in der jeweils aktuellsten Version, die für die jeweilige Gemeinde vorliegt.

Die Lagegenauigkeit orientiert sich an der Lagegenauigkeit der Katasterkarte und ist demnach als relative Genauigkeit einzustufen.

Dort, wo die Grenzen zwischen einer Nutzungsplanung und der Grenze der Katasterparzelle identisch ist, muss auch gewährleistet sein, dass die Grenzen der beiden Datensätze identisch sind.

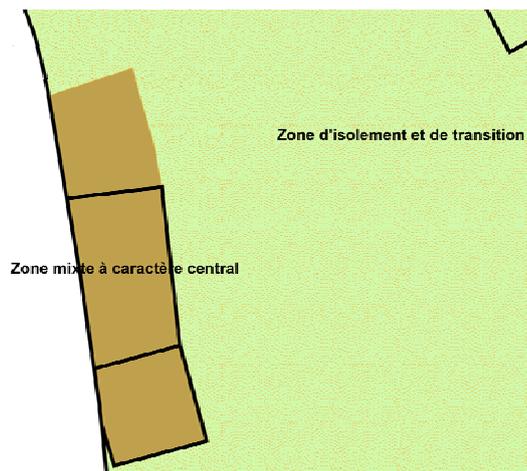


Abbildung 6: Teilweise gemeinsame Grenzen zwischen Flächennutzung und Katasterparzellen (schwarze Linie)

Es gibt jedoch auch die Fälle, wo eine Nutzung sich nicht an einer Katastergrenze orientiert. Dies ist jedoch ausdrücklich zulässig.

Die „Zone mixte à caractère central“ in diesem Beispiel hält sich an die Grenzen des Katasters für den unteren Bereich, für den oberen Bereich ist dies jedoch nicht der Fall.

Wie bei den Regeln zuvor kommt es auch hier darauf an, auf „sauberes“ Arbeiten zu achten, unter anderem mit Hilfe der Snapping Funktionalität.

## 5.6 REGELN ZUR THEMATISCHEN GENAUIGKEIT

Die thematische Genauigkeit bezieht sich in diesem Beispiel auf die thematische Attributierung der Nutzungsarten. Es dürfen nur die Nutzungsarten angegeben werden, die laut großherzoglichem Reglement definiert sind.

## 5.7 ANDERE QUALITÄTSMERKMALE

Die Einhaltung anderer Qualitätsmerkmale wie etwa räumliche oder thematische Vollständigkeit sind dadurch garantiert, dass der FNP zwischen Auftraggeber (Gemeinde) und Auftragnehmer (Studienbüro) abgesprochen wird und hier schon eine Art Qualitätskontrolle stattfindet.

Eine zweite Art der Kontrolle findet ebenso in der Planungskommission statt, die ein Gutachten zum FNP abgibt und ebenfalls die Einhaltung bestimmter Regeln inhaltlicher Natur (wie Vollständigkeit) kontrolliert.

Was Herkunft, zeitliche Genauigkeit als auch Aktualität der Daten angeht, so werden diese Informationen, die Bestandteil der Genehmigungsprozedur sind, in der dafür zuständigen Anwendung mit verwaltet und können auch in die Metadaten zum FNP integriert werden.

## **5.8 QUALITÄTSKONTROLLE IN DER PRAXIS**

In einer ersten Phase der Qualitätskontrolle wird es sicherlich so aussehen, dass diese für die zuvor aufgestellten Regeln im Ministerium abläuft. Diese wird also intern nach Abschluss der Arbeit des Datenproduzenten durchgeführt.

Man kann sich vorstellen, dass diese Qualitätsprüfung folgendermaßen abläuft:

Bei kleineren Fehlern oder Mängeln, kann der Operator im Ministerium, der die Qualitätskontrolle durchführt, die Mängel und Fehler auch gleich selbst beheben.

Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die Fehlerbehebung eindeutig und ohne weitere Informationen durchgeführt werden kann.

Dazu folgendes Beispiel:

Es gibt eine Lücke zwischen zwei Flächennutzungen, wo eigentlich keine Lücke sein darf. Der Operator kann diese Lücke nur schließen, wenn er weiß, welche von den beiden Flächen die „richtige“ ist, und welche von den beteiligten Flächen er verschieben respektive anpassen muss.

Sind nur wenige Fehler oder Mängel in den Daten, und können diese ohne Rücksprache mit dem Datenproduzenten vom Benutzer erledigt werden, so bietet es sich an, dass diese Fehlerbereinigung im Ministerium erfolgt.

Gibt es jedoch gravierende Mängel und Fehler, eine große Anzahl von Fehlern, oder sind diese Fehler nicht eindeutig zu lösen, so bietet es sich an, den Datensatz an den Produzenten zusammen mit einer Beschreibung der gefundenen Fehler und Mängel zurückzuschicken, und ihn zu bitten, diese zu beheben.

## **5.9 IMPLEMENTIERUNG MITTELS ARCGIS ODER FME ?**

Ein Teil oder die ganzen Qualitätsprüfungen können sowohl in ArcGIS als auch in FME implementiert werden.

**Implementierung mittels FME:**

- Mit FME können „nur“ Qualitätsprüfungen durchgeführt werden, die Daten können jedoch nicht „verbessert“ werden; dazu ist dann ArcGIS oder ein anderes Programm notwendig.
- Ausnahmen zu den Regeln sind nur schwer zu implementieren, diese können eigentlich in diesem Fall nur auf interaktive Art und Weise angegeben werden.
- Die Überprüfung der topologischen Regeln (wie Überlappungen oder Lücken) ist in FME nicht einfach zu realisieren.

**Implementierung mittels ArcGIS:**

- Topologische Regeln sind Bestandteil von ArcGIS und müssen nur für die jeweilige Anwendung konfiguriert und parametrisiert werden. Solche Regeln sind dann auch leicht zu überprüfen.
- Ausnahmen zu den Regeln können interaktiv definiert werden (Beispiel: Lücken zwischen den Daten im Bereich der Strassen). Diese werden bei der Überprüfung der Regel als Fehler gekennzeichnet, sind jedoch nur eine Ausnahme zur jeweiligen Regel und können vom Anwender in diesem Sinne ausgeklammert werden.
- Die Daten können sofort in der gleichen Benutzeroberfläche (d.h. im Kartenfenster) verbessert werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt – unter der Annahme, dass es keine gravierenden Mängel an den Daten gibt und dass die Fehler und Mängel im Ministerium bereinigt werden – sollen im Folgenden diese Prozesse in ArcGIS abgebildet werden.

## 5.10 IMPLEMENTIERUNG IN ARCGIS

Hierbei geht es hauptsächlich um die Implementierung der topologischen Regeln in ArcGIS.

### 5.10.1 TOPOLOGIE-REGEL „MUST NOT OVERLAP“

Um Überlappungen zu überprüfen, reicht es aus, eine topologische Regel „Must Not Overlap“ zu definieren und zwar für die Feature-Class „Basisflächen“.

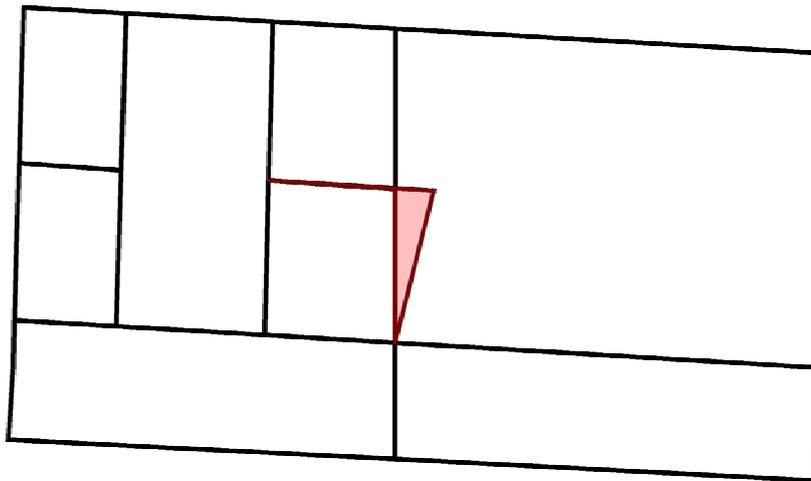


Abbildung 7: Topologie-Fehler „Überlappung“ im Testdatensatz

Die Abbildung zeigt das Resultat der Überprüfung: dort, wo zwei Flächen sich überlappen, wird ein Fehler angezeigt, den es dann zu bereinigen gilt. Zur besseren Darstellung sind hier nur die Umrisse angezeigt, so dass die Überlappung auch sichtbar wird (bei einer Flächenfüllung ist dies nicht mehr der Fall).

### 5.10.2 TOPOLOGIE-REGEL „MUST NOT HAVE GAPS“

Um Lücken zwischen angrenzenden Flächen zu entdecken, muss die topologische Regel „Must Not Have Gaps“ implementiert werden. Dies gilt wiederum nur für die Basisflächen.

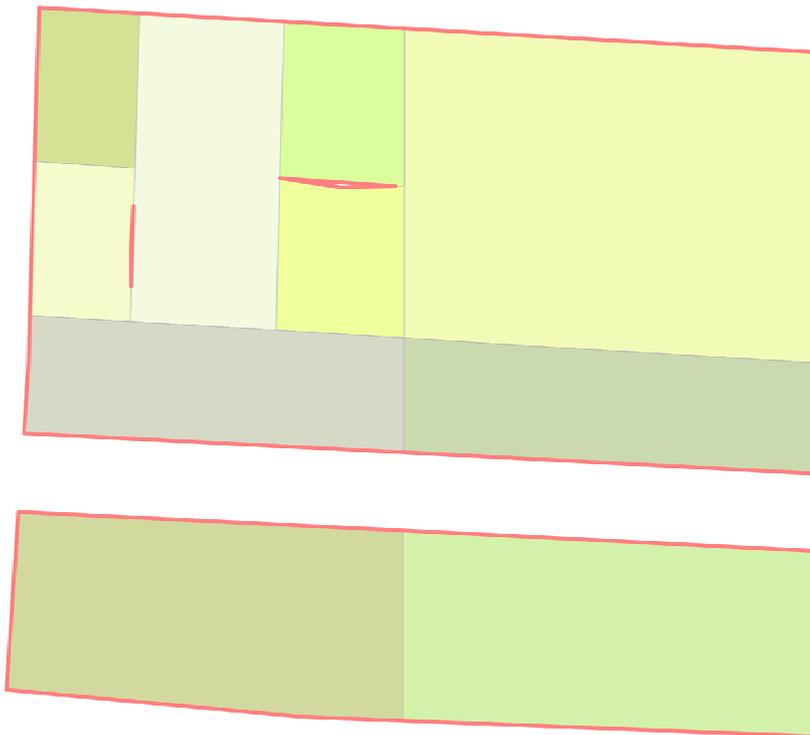


Abbildung 8: Topologie-Fehler „Lücken“ im Testdatensatz

Die Überprüfung dieser Regel ergibt insgesamt 4 Fehler (rot umrandet) für den oben gezeigten Testdatensatz. Zwei davon sind wirkliche Fehler, die behoben werden müssen; die beiden anderen sind jedoch als Ausnahme zu betrachten: diese beiden großen Gebiete werden von einer Strasse „durchschnitten“.

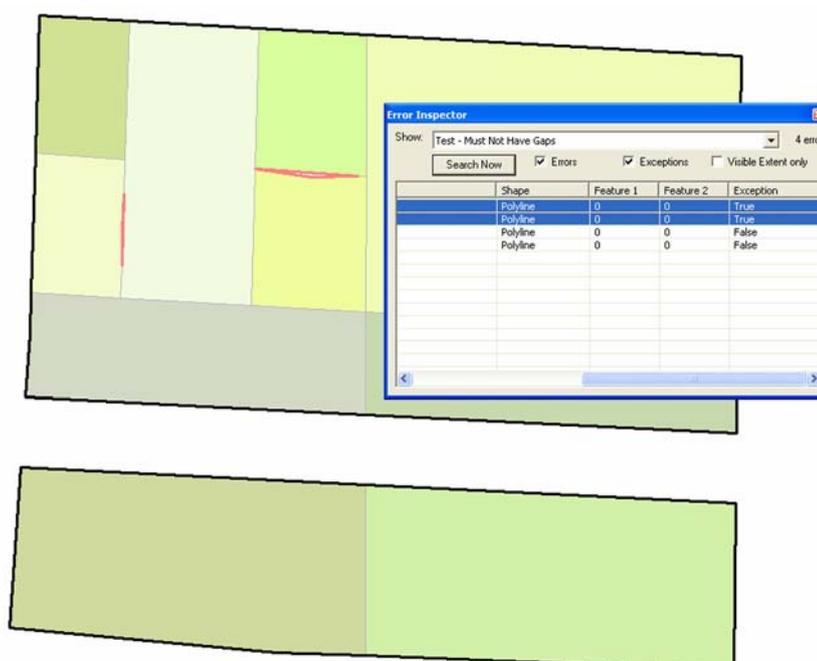


Abbildung 9: Markierung der beiden Fehler als Ausnahme in ArcGIS

### 5.10.3 GEMEINSAME GRENZE MIT DEN KATASTERPARZELLEN

Mittels Topologie-Regeln zwischen den Basisflächen und den Katasterparzellen kann auch diese Regel überprüft werden. Hier kommt es jedoch zu einer Unzahl von Ausnahmen (wovon ein Beispiel zu dieser Regel aufgezeigt wurde).

Dies hat zur Folge, dass es mehr Ausnahmen zu der Regel gibt als Regelfälle, so dass es sich hier nicht anbietet, dieses über diese Art und Weise zu überprüfen

### 5.11 FAZIT

In einer ersten Phase ist geplant, dass die Qualitätskontrolle intern von den Mitarbeitern des Ministeriums durchgeführt wird.

Für die nähere Zukunft könnte man sich vorstellen, einen Online-Prüfdienst aufzubauen oder aufbauen zu lassen, ähnlich dem, der in Österreich unter folgender Adresse verfügbar ist: <http://www.abc-geodata.com>. (Abrufdatum: 25/06/2006)

Das Prinzip dieses Dienstes ist folgender:

- Der Datenproduzent lädt die zu prüfende Datei auf den Prüf-Server (wobei er sich vorher authentifizieren muss).
- Eine Serverapplikation überprüft diese Datei und deren Übereinstimmung zu den geforderten Richtlinien anhand eines Prüfprogramms.
- Ein Prüfprotokoll wird erstellt und die gefundenen Mängel und Fehler werden in einem Kartenfenster über den Originaldaten des Produzenten angezeigt.
- Der Datenproduzent verbessert seinen Originaldatensatz mit dem ihm zur Verfügung stehenden Werkzeugen und wiederholt die Prüfung so lange, bis die Daten den Richtlinien entsprechen.

Die Überprüfung erfolgt in diesem Fall systematisch und nicht, wie so oft in der Praxis, nur stichprobenartig, wobei jeder Datensatz nach den gleichen Kriterien bewertet wird.

Hauptvorteil eines solchen Dienstes, neben anderen Vorteilen, ist der Umstand, dass die „Beweislast“ beim Datenproduzenten liegt. Dieser „beweist“ durch den Prüfdienst, dass seine Daten „in Ordnung“ sind und den Richtlinien entsprechen. Somit braucht der Empfänger der Daten sich nicht mehr um die Qualität zu sorgen.

Der Datenproduzent, der mit CAD-Systemen arbeitet, hat oftmals auch keine Möglichkeit, die Regeln automatisch zu prüfen. Im Gegensatz dazu bieten einige GIS-Programme (z.B. ArcGIS) Kontrollmöglichkeiten an, um überlappende Flächen und ähnliche Problemfälle zu entdecken.

In diesem Fall ist das auch ganz konkret eine Hilfestellung für den Datenproduzenten, besonders wenn eine solche Dienstleistung, wie in Österreich, kostenlos zur Verfügung gestellt wird, so dass für beide Seiten eine Win-Win-Situation entsteht.

Man könnte sich auch vorstellen, einen solchen Prüfdienst noch weiter auszubauen.

Betrachten wir dazu einmal die neuen Möglichkeiten von ArcGIS Server 9.2 <sup>12</sup>.

- Es bietet ein Modul zum Editieren im Webbrowser mit Unterstützung aller möglichen Regeln, die in der Geodatabase abgelegt worden sind. Hierzu zählen unter anderem auch die topologischen Regeln.
- Geoprocessing-Modelle, die im Modelbuilder definiert wurden, können über den Browser auf dem Server angestoßen werden, und das Resultat wird dann im Browser angezeigt.
- Die Data Interopability Extension (die von ESRI in Zusammenarbeit mit Safe Software erstellt wird und eine ähnliche Funktionalität wie FME bietet) steht auch im ArcGIS Server zur Verfügung.

Verfolgt man die Idee des Online-Prüfdienstes etwas weiter und kombiniert das zuvor beschriebene Grundprinzip mit den neuen Möglichkeiten, die der ArcGIS Server ab der Version 9.2 bietet, so wäre vorstellbar, dass man die Daten nicht nur überprüft und dem Anwender auf einer Karte anzeigt, sondern ihm erlaubt, diese Daten online zu korrigieren.

Dies ist leider nur eine theoretische Betrachtung mit vielen Unbekannten, jedoch sicherlich ein interessanter Denkanstoß, der vielleicht in einer späteren Phase oder im Zusammenhang mit anderen Projekten verwirklicht werden könnte.

---

<sup>12</sup> Die Informationen hierzu entstammen den Produktinformationen zu ArcGIS Server 9.2 und auch Präsentation und Beispiele anlässlich der französisch-sprachigen ESRI Anwender Konferenz Anfang Oktober 2006. Es stand mir jedoch keine Test-Version zur Verfügung, um dies zu überprüfen. Ausserdem muss auch darauf hingewiesen werden, dass diese vielfältigen Möglichkeiten (Webediting, Geoprocessing) nur mit der jeweiligen Advanced Version (in den Ausführungen Workgroup oder Enterprise) möglich sind.

Wichtige Voraussetzung hierfür wird dann eine tiefergehende Analyse der Problematik sein, die in diesem kurzen Ausblick nur angedeutet werden konnte.

In diesem Sinne könnte man eine innovative E-Government-Lösung aufbauen, die den ganzen Prozess der Qualitätskontrolle effizienter und qualitätsorientierter gestaltet würde.

## 6 RAUM UND ZEIT IM GIS

Die geographischen Informationssysteme, wie wir sie heute kennen und in der praktischen Anwendung einsetzen, legen einen Schwerpunkt auf die räumliche Dimension der Geo-Objekte und deren Attribute, und vernachlässigen dabei die temporalen Aspekte. Die zeitlichen Aspekte werden in der Praxis fast ausnahmslos als statisch angesehen, indem in der Regel nur ein zeitlicher Stand – der auch als „aktueller Stand“ bezeichnet wird – verwaltet wird.

Dieser aktuelle Stand kann auch einem bestimmten Datum zugeordnet werden.

Bei topographischen Karten wäre es das Datum des Überflugs der zugrunde liegenden Luftbilder. Diese Karten bleiben so lange „aktuell“ – im übertragenen Sinn – bis es einen neuen Satz davon gibt.

In der Realität, haben wir es oftmals mit einem dynamischen Zeitverhalten der Geo-Objekte zu tun:

- Ein Geo-Objekt ändert seine Position im Laufe der Zeit: dies kann ein Fahrzeug sein, das im Rahmen eines Verkehrsinformationssystems verwaltet werden soll.
- Ein Geo-Objekt ändert seine Form im Laufe der Zeit: zum Beispiel eine Überschwemmungsfläche, die im Laufe der Zeit (mehrere Stunden bis hin zu mehreren Tagen) eine unterschiedliche Ausdehnung aufweist.
- Ein Geo-Objekt ändert seine Attribute: eine geplante Strasse ist fertig gestellt und wird für den Verkehr freigegeben.

Neben diesen drei „einfachen“ Verhaltensformen, kann es auch Kombinationen dieser drei geben. Als Beispiel könnte man hier ein Sturmtief angeben, das sich über der Erdoberfläche bewegt und außerdem seine Ausdehnung im Laufe der Zeit verändert.

Je nach Anwendung ist es auch möglich, dass die Änderung der Form eines Geo-Objektes eine Änderung der Form benachbarter Objekte mit sich bringt, bedingt durch topologische Beziehungen zwischen diesen benachbarten Objekten (zum Beispiel im Bereich Bodennutzung/Flächennutzung).

Ein GIS, das diese zeitlichen Phänomene verwalten kann, bezeichnet man als Temporales GIS.

Nach SCHILCHER lautet die Definition eines solchen Systems folgendermaßen:

*„Ein temporales Geoinformationssystem (TGIS) (oft auch als 4D-GIS bezeichnet) unterstützt die Verwaltung und Analyse zeitlicher Eigenschaften von Geoobjekten und weist Funktionen zur Datenerfassung, -verwaltung, -analyse und -visualisierung nicht nur räumlicher sondern ebenso zeitlicher Daten auf“.*

Man spricht in diesem Zusammenhang von 4D-GIS, da die räumliche Dimension der Geo-Objekte 3-dimensional verwaltet werden kann (auch wenn je nach Anwendung der Raum nur 2-dimensional benötigt und genutzt wird).

## 6.1 ZEITMODELL NACH ISO 19108

Innerhalb der Normenfamilie ISO/TC211 beschäftigt sich die Norm 19108 (Temporal Schema) mit den zeitlichen Aspekten der Geoinformation.

Dieser internationale Standard definiert die notwendigen Basiskonzepte, um die zeitlichen Eigenschaften geographischer Objekte zu repräsentieren.

### 6.1.1 ZEITPRIMITIVEN

Die Norm unterscheidet hier zwischen:

- Zeitpunkt (instant)
- Zeitspanne (period): die Zeitspanne hat dabei einen Anfangszeitpunkt und einen Endzeitpunkt

### 6.1.2 TOPOLOGISCHE BEZIEHUNGEN

Auf der Zeitachse können wir folgende Relationen darstellen (vgl. BARTELME):

- Ein Zeitpunkt T1 liegt vor einem Zeitpunkt T2 oder danach oder die zwei Zeitpunkte sind identisch
- Zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne ergeben sich folgende Beziehungen

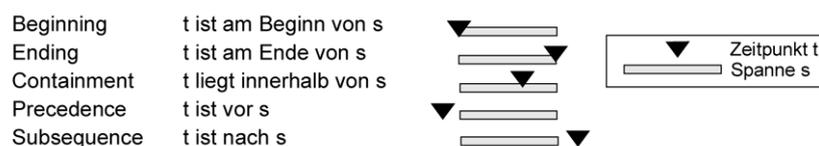


Abbildung 10: Topologische Beziehungen zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne, nach BARTELME, Quelle HOSSE

- Zwischen zwei Zeitspannen ergeben sich folgende Beziehungen

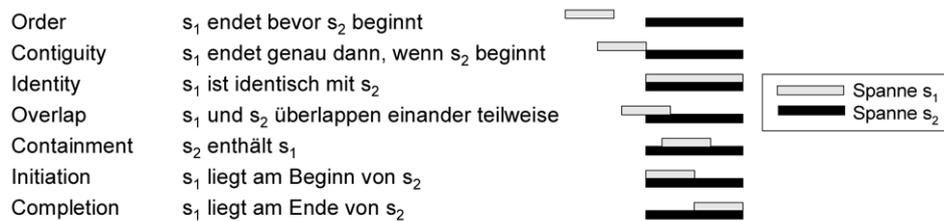


Abbildung 11: Topologische Beziehungen zwischen zwei Zeitspannen, nach BARTELME, Quelle HOSSE

### 6.1.3 TEMPORALE AUFLÖSUNG

So, wie wir es mit einer räumlichen Präzision zu tun haben, gibt es auch eine zeitliche Präzision. Damit ist die kleinste zeitliche Einheit gemeint, die in dem jeweiligen Anwendungsfall von Bedeutung ist.

## 6.2 TEMPORALE MODELLE

Trotz des Umstands dass die am Markt vertretenen GIS den zeitlichen Aspekt eher stiefmütterlich unterstützen, gibt es doch einige Ansätze, wie man Zeit und Raum im GIS miteinander kombinieren kann. OTT und SWIACZNY beschreiben einige dieser Modelle, von denen hier drei Modelle näher untersucht werden.

### 6.2.1 SNAPSHOT-MODELL

Bei diesem Modell wird für jede Änderung an den Daten ein komplett neuer Datensatz angelegt, wobei die Änderungen jeweils hinzugefügt oder gelöscht werden. Die Zeit wird dem Datensatz als Information beigelegt, im einfachsten Fall kommt das Datum im Layernamen vor.

Diese Änderungen können periodisch, zum Beispiel einmal pro Jahr durchgeführt werden, oder jedes Mal, wenn ein Ereignis eintritt, das eine Änderung an den Geodaten bewirkt.

Dieser Ansatz kann vergleichsweise einfach mit den gängigen GIS-Systemen umgesetzt werden. Es genügt, einfach eine Kopie des aktuellen Datensatzes anzulegen, um innerhalb dieser die gewünschten Änderungen vorzunehmen.

Dies führt jedoch zu einem hohen Speicherbedarf und einer redundanten Datenhaltung, weil die unveränderten Objekte jeweils mehrfach in den verschiedenen Datensätzen enthalten sind.

Die verschiedenen Zeitpunkte können auf einfache Art und Weise präsentiert werden: es genügt den richtigen Datensatz auszuwählen.

Allerdings sind zeitliche Analysen („Was hat sich im letzten Jahr geändert“) nicht trivial durchzuführen, da die verschiedenen Datensätze unabhängig voneinander existieren.

Dies kann nur durch geometrische Operationen, wie Verschneidungen zwischen den verschiedenen Datensätzen, durchgeführt werden.

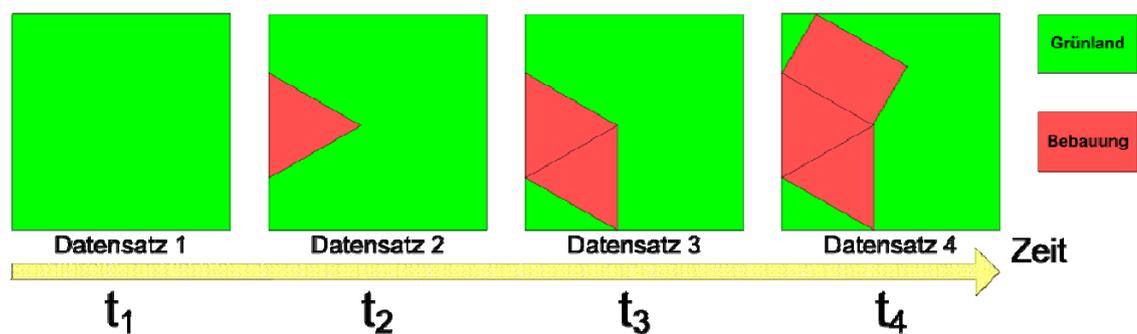


Abbildung 12: Snapshot-Modell<sup>13</sup>

## 6.2.2 UPDATE-MODELL

Im Gegensatz zum Snapshot-Modell, wird bei diesem Modell nicht jedes Mal ein neuer Datensatz angelegt. Ausgehend von einem Basis-Datensatz werden nur die jeweiligen Änderungen in einem Änderungsdatensatz aufgeführt.

Dem Änderungsdatensatz wird dabei, wie beim Snapshot-Modell, die Zeit als Information hinzugefügt.

Zu den Änderungen zählen sowohl Objekte, die hinzugefügt werden, als auch solche, die gelöscht werden. Diese müssen besonders gekennzeichnet werden, da diese ja als Resultat dieses Vorgangs aus dem Ergebnis „herausgefiltert“ werden müssen.

Im Vergleich zum vorherigen Modell verringert sich der Speicherbedarf, da bei jeder Veränderung nur die Änderungen aufgenommen werden.

<sup>13</sup> nach HOSSE (verändert)

Die verschiedenen Zeitpunkte können relativ einfach präsentiert werden. Es genügt, ausgehend vom Basis-Datensatz, die verschiedenen Änderungsdatensätze hinzuzufügen, um den jeweiligen Stand zu bekommen.

Bei nicht mehr vorhandenen Objekten ist dies jedoch etwas schwieriger. Sie erscheinen im Änderungsdatensatz und überschreiben sozusagen die vorherigen Daten.

Dieses Modell kann, ähnlich wie das Snapshot-Modell, relativ einfach mit einem gängigen GIS-System aufgebaut werden.

Aussagen zu Änderungen, die es im Laufe der Zeit gegeben hat, sind leichter durchzuführen, als mit der Snapshot-Methode.

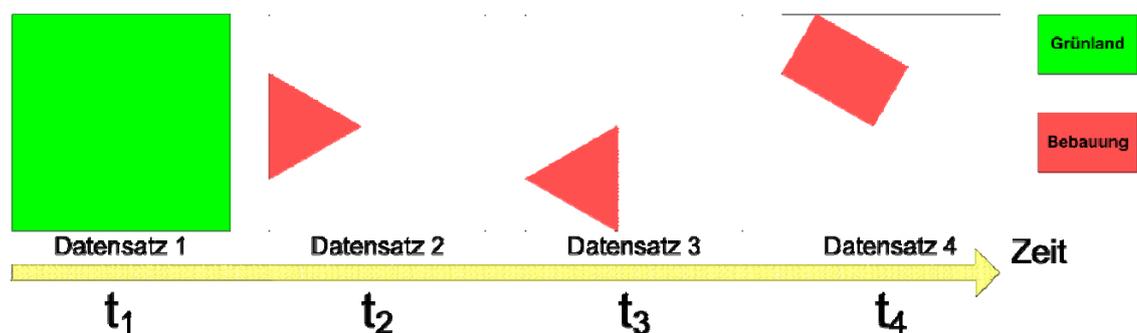


Abbildung 13: Update Modell<sup>14</sup>

### 6.2.3 SPACE-TIME-COMPOSITE-MODELL

Das Space-Time-Composite ist eine Weiterentwicklung des Update Modells. Im Gegensatz zum Update Modell wird jedoch nicht bei jeder Änderung ein neuer Datensatz angelegt, sondern die ganzen Änderungen werden im gleichen Datensatz durchgeführt.

Jede Änderung enthält dabei Informationen zur Zeit.

Dies kann mit Hilfe von Attributen umgesetzt werden, wobei für jedes Objekt ein Zeitintervall definiert ist, das dessen Gültigkeitsdauer definiert.

Bei jeder Editierung kommt es je nach Anwendung zu immer kleineren Objekten (zum Beispiel bei Flächen). Dies sieht man ganz deutlich auch in der unten aufgeführten Graphik. Die Zerschneidung, die hier schon zum Zeitpunkt  $t_1$  sichtbar ist, erfolgt natürlich erst, nachdem die Änderungen von  $t_2$  bis  $t_4$  durchgeführt worden sind.

<sup>14</sup> nach HOSSE (verändert)

Sie entstehen also im Laufe der Zeit. Will man später jedoch den Stand  $t_1$  abfragen, hat man es mit 4 mehr oder weniger kleinen Flächen zu tun und nicht, wie ursprünglich, mit einer einzigen (eine große Fläche Grünland).

In diesem Beispiel haben wir es im Gegensatz zu den 2 anderen Modellen mit einem einzigen anstatt 4 Datensätzen zu tun.

Dies kann auch relativ einfach mit einem GIS-System bewerkstelligt werden, da die Historie mit Hilfe von Zeitintervallen abgebildet werden kann.

Mit Hilfe von Attributabfragen kann dann relativ einfach der jeweilige Zustand des Datensatzes zu einem bestimmten Zeitpunkt abgefragt werden.

Außerdem ist es im Gegensatz zu den vorherigen Modellen relativ leicht Abfragen zu den Veränderungen in einem bestimmten Zeitrahmen durchzuführen. Auch dies ist über eine Attributabfrage möglich.

Diese Art von Anfragen können je nach GIS ohne großen Aufwand mit Hilfe einer kleinen Anwendung programmiert werden.

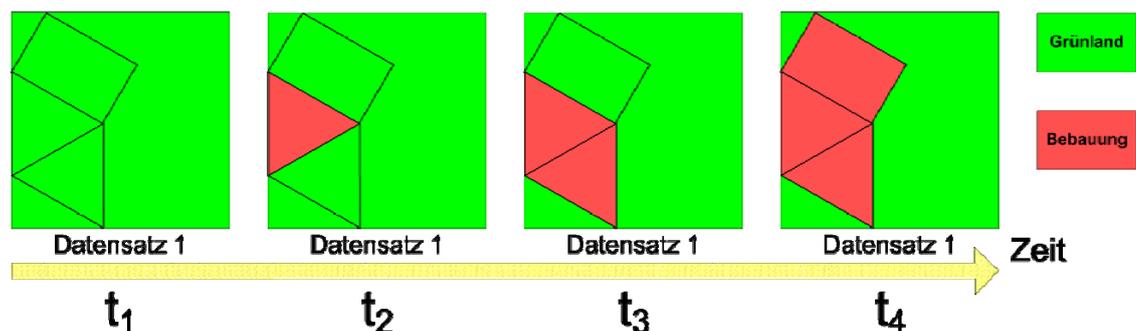


Abbildung 14: Space-Time-Composite Modell<sup>15</sup>

#### 6.2.4 4D-MODELL

Beim 4D-Modell spricht man von einem echten Temporalen GIS (TGIS), wobei hier versucht wird, die Modellierung des Raumes, der Sachinformation und der Zeit nicht mehr getrennt – wie in den vorherigen Modellen – sondern zusammen durchzuführen, um so eine volle raumzeitliche Topologie von Geoobjekten zu erhalten.

Allerdings ist ein solches 4D-Modell im Gegensatz zu den vorherigen Modellen in kommerziellen GIS-Systemen nicht implementierbar.

Ein Beispiel für ein solches Modell ist im Rahmen von Deep-Map<sup>16</sup> entwickelt worden, wobei hier ein vollwertiges, objektorientiertes 4D-Datenmodell entstanden ist.

<sup>15</sup> nach HOSSE (verändert)

<sup>16</sup> <http://www2.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/zipf-HGG-DeepMap-Projektabschlussbericht.pdf>

### 6.3 ZEIT UND FLÄCHENNUTZUNGSPLAN

In unserer Anwendung spielt die Zeit eine wichtige Rolle, wie in der Einleitung schon angedeutet wurde.

Der FNP-Plan durchläuft die Genehmigungsprozedur und tritt dann, nachdem alle prozeduralen Schritte gemäß dem Gesetz durchgeführt worden sind, an einem bestimmten Datum in Kraft. Ab diesem Datum ist der FNP rechtsgültig.

Hier beginnt also die Zeitachse und damit die Historienverwaltung.

Die Granularität der Zeitachse ist dabei der Tag. Ein Plan tritt an einem bestimmten Datum in Kraft

Im Laufe der nächsten 6 Jahre<sup>17</sup>, ab Inkrafttreten eines neuen FNP, kann es aufgrund von neuen Bedürfnissen oder Gegebenheiten in der Gemeinde zu Änderungen am Flächennutzungsplan kommen. Diese werden wiederum genauso, wie die Erstellung des Flächennutzungsplan, von der Gemeinde bei einem Planungsbüro in Auftrag gegeben und müssen die gleiche Genehmigungsprozedur durchlaufen, wie bei der Erst-Erstellung oder einer Gesamtrevision des FNP.

Wird eine solche Änderung angenommen, so gilt für das betreffende Teilgebiet des FNP eine neue rechtliche Situation.

Die Lebensdauer eines Plans, oder eines Teilgebietes in einem Plan, endet mit dem Inkrafttreten eines neuen Plans respektive eines neuen Teilplans.

Es geht also hier um die Verwaltung der Zeit zwischen zwei Gesamtrevisionen.

Für die Bearbeitung bzw. für Auswertungen soll die gesamte Historie eines FNP zur Verfügung stehen. Es soll möglich sein, nicht nur den aktuellen FNP betrachten zu können, sondern jede Änderung des Plans soll im System abgebildet und geführt werden können.

Folgende konkreten Fragestellungen stellen sich im Rahmen des FNP:

- Wie ist der aktuelle Stand des Plans ?

---

<sup>17</sup> Die Zeitspanne von 6 Jahren ist vom Gesetz vorgegeben. Spätestens nach 6 Jahren muss die Gemeinde eine Gesamtrevision des FNP durchführen, außer die Gemeinde kann durch eine diesbezügliche Studie beweisen, dass die Situation sich nicht grundlegend geändert hat, so dass der bestehende Plan weiter Bestand haben kann.

- Wie war der Zustand des Plans zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit ?
- Welche Änderungen hat der Plan im Laufe der Zeit „durchlebt“ ?

Für die meisten Anwendungen ist es von größter Wichtigkeit, den aktuellen rechtsgültigen Stand des Flächennutzungsplans abfragen zu können. Für interne Analysen, ist es interessant, die Evolution des Plans über einen gewissen Zeitraum betrachten zu können.

Im nächsten Abschnitt soll an einem Beispiel aufgezeigt werden, wie das Prinzip einer solchen Änderung am FNP aussieht.

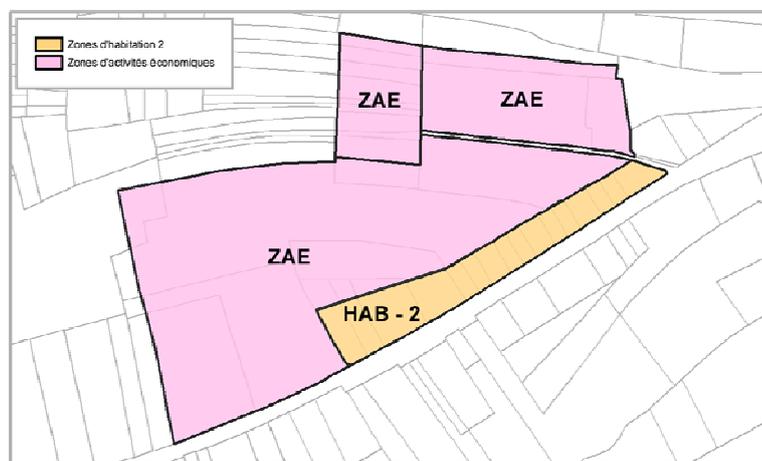


Abbildung 15: Ausschnitt FNP zu einem bestimmten Zeitpunkt t1

Die schraffierte Fläche (ein Teilbereich der Fläche ZAE) soll umgewidmet werden.

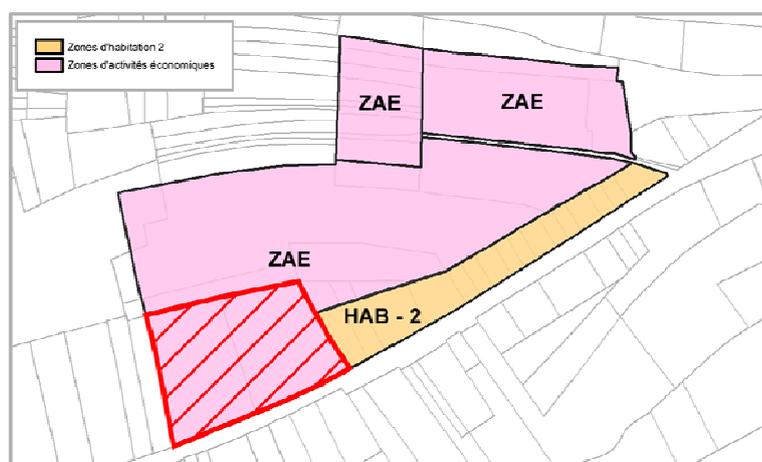


Abbildung 16: Änderung eines Teilbereichs des FNP

Nach der Umwidmung, d.h. nachdem die ganze Genehmigungsprozedur durchlaufen wurde und nach allen notwendigen Genehmigungen, sieht der Plan zum Zeitpunkt t2 folgendermaßen aus:

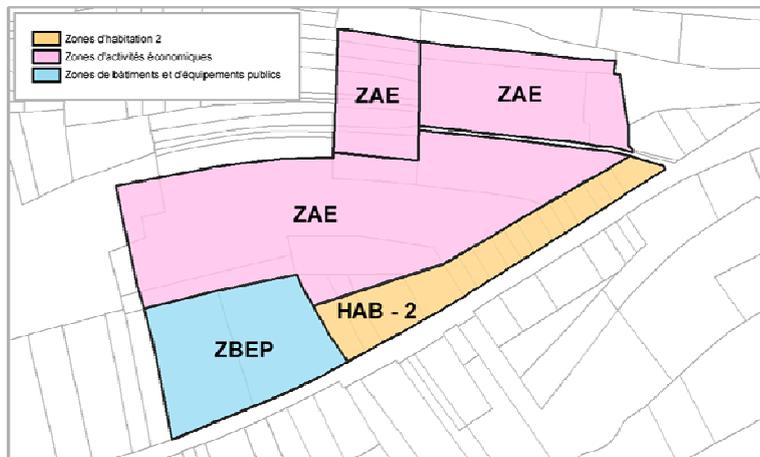


Abbildung 17: Ausschnitt FNP zum Zeitpunkt t2

Das Gebiet ZAE hat seine Geometrie geändert und zum Zeitpunkt t2 ist daraus ein kleineres Gebiet geworden. Außerdem gibt es ab diesem Zeitpunkt ein neues Gebiet ZBEP.

Betrachtet man die Zeitachse, so ergibt sich für dieses Beispiel folgendes:

- Das Teilgebiet ZAE hat eine Lebensdauer, beginnend mit dem Inkrafttreten des FNP bis zum vorhergehenden Tag des Inkrafttretens der neuen Situation bedingt durch die Umwidmung.
- Das neue Teilgebiet ZAE und ZBEP treten am Tag der Bewilligung in Kraft und deren Lebensdauer ist ab diesem Zeitpunkt unbekannt. Sie endet, wenn eine neue Änderung für dieses Teilgebiet in Kraft tritt, respektive spätestens, wenn es zu einer Gesamtrevision des FNP kommt.

Die Lebensdauer ist am Anfang des Inkrafttretens eines Plans nicht bekannt. Sie beträgt in der Regel 6 Jahre (kann aber auch einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen, wenn der Plan keiner Gesamtrevision unterliegt).

Um die Lebensdauer der einzelnen Teilgebiete verwalten zu können, benötigen wir also ein Datum, das den Zeitpunkt des Inkrafttretens verwaltet und ein zweites für das Außerkrafttreten.

Bei Umwidmungen passiert folgendes:

- Ein Teilgebiet ändert seine Geometrie (wie im vorherigen Beispiel): diese Geometrie-Änderung bewirkt ebenfalls eine Geometrie-Änderung der benachbarten Teilgebiete<sup>18</sup>. Außerdem kommt es zu Änderungen an den Attributen: die Widmung ändert sich ebenso wie die Attribute zur Verwaltung der Lebensdauer.
- In einfacheren Fällen gibt es keine Änderung der Geometrie: ein Teilgebiet ändert nur seine Attribute (Widmung und Lebensdauer).

Der Flächennutzungsplan umfasst das gesamte Gebiet der Gemeinde (mit der Ausnahme der „Straßenlücken“), so dass bei Änderungen weder Gebiete hinzugefügt werden noch andere gelöscht werden, sondern ein Teilgebiet wird durch ein oder mehrere andere Teilgebiete ersetzt.

Um dies durchführen zu können, wird eine Verschneidung zwischen den alten und neuen Gebieten durchgeführt, wobei zu beachten ist, dass dabei keine so genannten Sliverpolygone entstehen.

## 6.4 ÜBERPRÜFEN EINER IMPLEMENTIERUNG IN ARCGIS 9.2

In diesem Unterkapitel wird eine mögliche Implementierung dieser Anforderungen in ArcGIS diskutiert.

Im Kapitel zu den temporellen Modellen ist neben anderen Modellen das Space-Time-Composite Modell aufgeführt.

Mit Hilfe dieses Modells kann auch der Flächennutzungsplan und dessen Änderungen umgesetzt werden.

Dazu werden zwei zusätzliche Felder definiert, die die Lebensdauer der Objekte verwalten können, nämlich einen Anfangszeitpunkt und eine Endzeitpunkt.

Tritt eine Änderung in Kraft, so passiert folgendes mit den Objekten:

Die „alten“ Objekte respektive die Teile der Objekte die nicht der Änderung unterliegen, bleiben erhalten und der Endzeitpunkt wird geändert.

---

<sup>18</sup> Dies ist bedingt durch den Umstand dass es keine Lücken zwischen den Gebieten geben darf und dass es auch nicht zu Überlappungen zwischen den Teilgebieten kommen kann, siehe dazu auch Kapitel Datenqualität

Die neuen Gebiete werden mit einem neuen Anfangszeitpunkt und einem fiktiven (in der Zukunft liegenden) Endzeitpunkt hinzugefügt.

Im Layer haben wir so die verschiedenen Zustände, wobei zu beachten ist dass die Topologie beibehalten wird.

Mit einfachen attributiven Abfragen können die verschiedenen Zustände abgefragt werden. Um den Anwender dies zu vereinfachen, kann hier eine kleine Applikation entwickelt werden, die es dem Benutzer erlaubt, diese Datums-Abfragen auf eine möglichst einfache Art und Weise durchzuführen.

Mit ArcGIS 9.2 gibt es eine neue Funktionalität, die sich „Geodatabase Archiving“ nennt und für Historisierungsfunktionalitäten gedacht ist.

Die Informationen hierzu entstammen zum größten Teil aus der Online-Hilfe zu ArcGIS 9.2 (Beta beziehungsweise Release Candidate) und aus Präsentationen.

Die Online-Hilfe ist unter folgender Adresse verfügbar

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>

Diese Möglichkeit setzt die Benutzung eines ArcSDE voraus, entweder als Personal-, Workgroup-, oder Enterprise-ArcSDE (Personal- und Workgroup-ArcSDE sind zwei neue ArcSDE Editionen die ebenfalls mit der Version 9.2 eingeführt werden).

Diese Art der Historisierung ist nicht mit einer Personal Geodatabase (basierend auf Microsoft Jet Technologie) und auch nicht mit der neuen „File Geodatabase“ möglich.

Das „Geodatabase archiving“ basiert auf dem Konzept der Versionierung, das nur von ArcSDE unterstützt wird. Ebenfalls setzt dies den Einsatz mindestens eines ArcEditor's voraus (ArcView kann keine ArcSDE Geodatabase editieren).

Eine Feature Class, die archiviert werden soll, enthält daraufhin zwei zusätzliche Felder

- gdb\_from\_date
- gdb\_to\_date

Wie der Name dieser Felder schon vermuten lässt, dienen diese zwei Felder dazu, die Lebensdauer eines Objektes festzuhalten und zwar von „gdb\_from\_date“ bis zu „gdb\_to\_date“

Intern werden die Daten in verschiedenen Tabellen vorgehalten

- einer Base Table entsprechend der DEFAULT Version

- einer Add Table in der neue Einträge eingetragen werden
- einer Delete Table in der die gelöschten Elemente referenziert werden

Neben der Verwaltung dieser 3 Tabellen bietet ArcGIS 9.2 auch verschiedene Dialoge, um einen historischen Stand abzufragen.

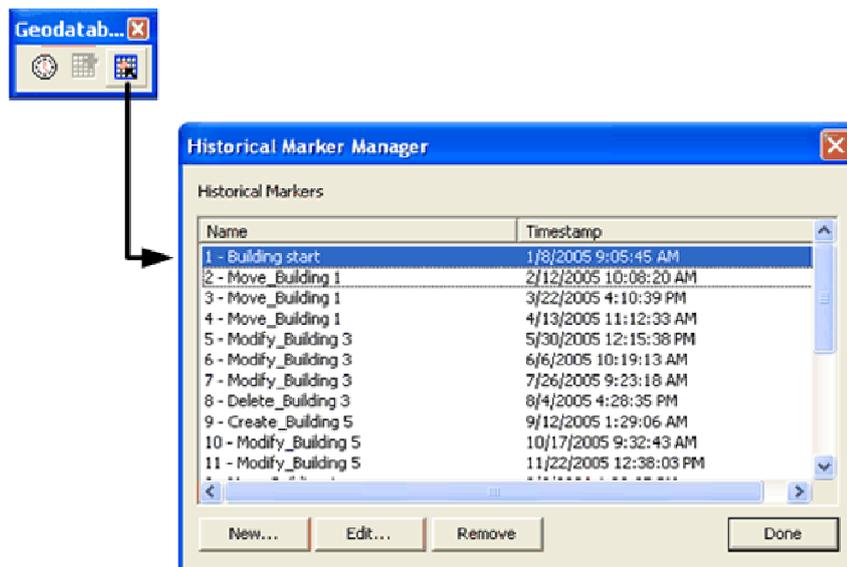


Abbildung 18: Historical Marker Manager in ArcGIS 9.2

Mit Hilfe des Historical Marker Managers können den verschiedenen Daten, die im Datensatz vorkommen, auch aussagekräftige Namen vergeben werden mit deren Hilfe dann die verschiedenen Zustände der Datenbasis abfragbar sind.

Diese aussagekräftigen Namen stehen dann auch im Geodatabase History Viewer zur Verfügung, um den Karteninhalt entsprechend anzuzeigen.

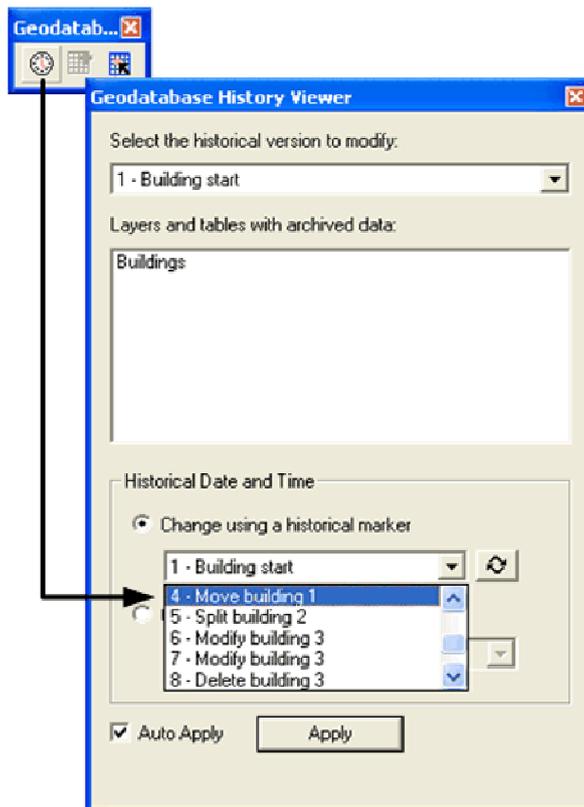


Abbildung 19: Geodatabase History Viewer in ArcGIS 9.2

Außerdem haben wir gesehen, dass die Lebensdauer der Objekte mittels zweier Datumsfelder verwaltet wird. Somit können attributive Queries mit diesen Feldern durchgeführt werden, wie es in der folgenden Grafik zu sehen ist.

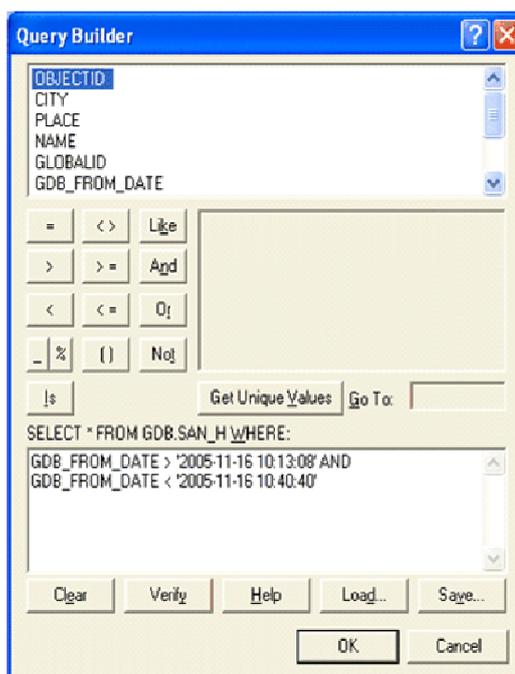


Abbildung 20: Query Builder mit Beispielabfrage GDB\_FROM\_DATE

Im Beispiel zum FNP sieht es so aus, dass für jede Änderung am Plan die Nutzungen, die bis zum jeweiligen Datum in Kraft sind, „gelöscht“ werden, d.h. in die Delete Table geschrieben werden und ab dem Tag darauf neue Nutzungen für das gleiche Teilgebiet in Kraft treten (diese werden in die Add Table hinzugefügt).

Die verschiedenen zeitlichen Stände des FNP können dann mit den neuen Dialogen ganz einfach abgefragt werden.

## **6.5 ANFORDERUNGEN AN DIE DATEN IM RAHMEN DER DATENÜBERNAHME**

Wird eine solche Änderung durchgeführt, so müssen wiederum die Daten vom Planungsbüro im Ministerium eingereicht werden, ähnlich wie bei der Gesamtrevision.

Da es sich hierbei jedoch nur um ein Teilgebiet handelt, soll auch nur das Gebiet eingereicht werden, das von der Änderung betroffen ist.

Die Formate und die Regeln, die zu beachten sind, bleiben die gleichen wie bei der Einreichung des gesamten Plans.

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass die Daten geometrisch präzise abgeliefert werden müssen. Da es hier zu Verschneidungsoperationen an den Daten des FNP kommt (wie man das auch am Beispiel des Space-Time-Composite Modell sieht), ist hier wiederum darauf zu achten, dass bestehende Grenzen, in diesem Fall bestehende Flächennutzungsgrenzen benutzt werden, wo diese identisch sind, um zu verhindern, dass es im Datensatz zu Sliverpolygonen kommt. Die neuen Nutzungen dienen nämlich dazu, die „alten“ Nutzungen aus dem FNP „herauszuschneiden“.

Zusätzlich zu den Daten soll ein Änderungsblatt im PDF-Format beiliegen, das nebeneinander die Situation vor und nach der Änderung darstellt.

Dieses Änderungsblatt soll folgendermaßen aussehen:

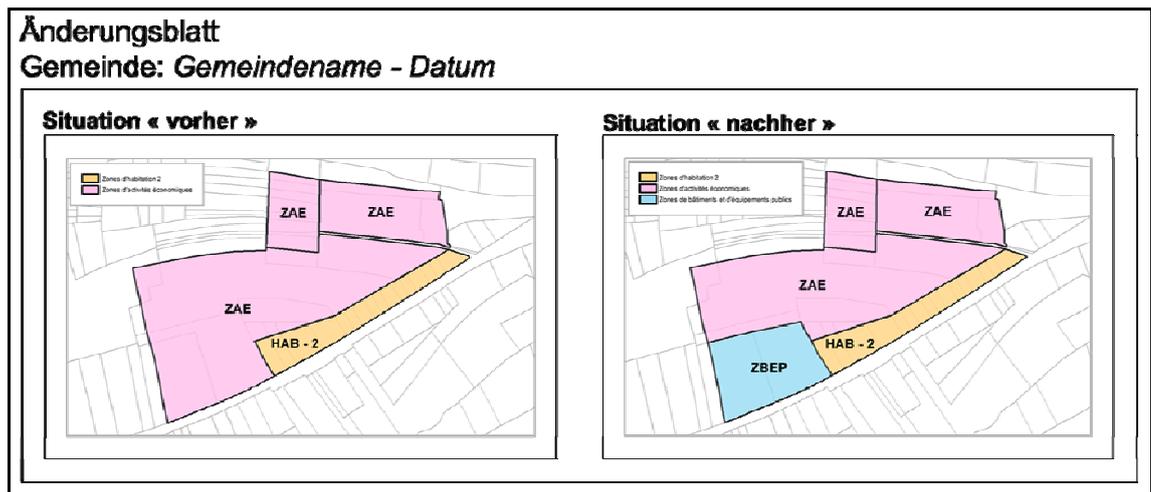


Abbildung 21: Änderungsblatt FNP „vorher“ – „nachher“

Die Dateneinreichung erfolgt nach den gleichen Prinzipien und Regeln wie für die Einreichung des gesamten Plans.

## 6.6 FAZIT

Die Berücksichtigung der Zeit im GIS nimmt einen immer größeren Stellenwert ein. Dies zeigt sich nicht nur daran, dass ArcGIS jetzt erstmals mit der Version 9.2 „out of the box“ Historisierungsfunktionalitäten anbietet. In den vorhergehenden Versionen gab es schon eine Applikation zum Herunterladen und Installieren, die sich ebenfalls diesem Thema gewidmet hat. Diese ist beschrieben im Whitepaper „Modeling and Using History in ArcGIS“, verfügbar ab der Version ArcGIS 8.2

Auch die beiden OGC-Spezifikationen WMS und GML lassen das Thema Zeit nicht außen vor.

Daneben bietet auch ein Tool wie Google Earth mit der Version 4 die Möglichkeit, die Zeit abzufragen, wobei Zeitpunkte und Zeitperioden unterstützt werden. Als Beispiel das „Control“, mit dem die Zeitauswahl durchgeführt werden kann

Abbildung 22: Google Earth 4 Beta - Time Support<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Quelle [http://www.gearthblog.com/blog/archives/2006/09/application\\_support.html](http://www.gearthblog.com/blog/archives/2006/09/application_support.html) (Abrufdatum: 01/10/2006)

Die zeitlichen Anforderungen, die an den FNP gestellt werden, können also auch mit Hilfe der heutigen Systeme implementiert werden. Dazu ist keine integrierte 4D Unterstützung unumgänglich, wie das bei anderen Anwendungen durchaus der Fall sein kann.

Hier wird die zeitliche Dimension als zusätzliches attributives Merkmal verwaltet, womit die integrierten Abfragemöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Zusätzlich mit der neuen Version 9.2 gibt es kleine Dialoge, die die Abfrage im Bereich Datumsabfrage für den Endanwender erleichtern, respektive die Entwicklung von Abfragemasken überflüssig machen.

## 7 DATENBEREITSTELLUNG

In diesem Kapitel sollen die Möglichkeiten der Datenbereitstellung an externe Anwender aufgezeigt werden. Unter diesen Anwendern befinden sich an erster Stelle andere Ministerien und Verwaltungen, die im Bereich ihrer Aufgaben Zugriff zu den Flächennutzungsplänen benötigen. Dazu zählen aber auch Anwender außerhalb der Verwaltung, wie zum Beispiel externe Studienbüros oder aber auch jene Gemeinden, die intern kein GIS betreiben.

Es geht also an erster Stelle um die Weitergabe an professionelle Anwender und erst in zweiter Linie um die Bereitstellung an ein interessiertes Publikum.

Um das Problem der Aktualität der Daten in den Griff zu bekommen, bietet es sich an, die Daten nicht mehr vom Original-Datensatz in das System des Anwenders zu integrieren, sondern dem Anwender Zugriff auf die Original-Daten zu geben.

Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die im Folgenden näher untersucht werden sollen.

### 7.1 ZUGRIFF ÜBER EINE WEBGIS ANWENDUNG

In diesem Fall geht es darum, eine interaktive WebGIS Anwendung auf Basis eines MapServers zu erstellen. Als Basis dient hierfür im Innenministerium der ArcIMS Server.

Da dieser MapServer auf die Original-Daten zugreift, ist die Aktualität der Daten absolut gewährleistet, denn jede Änderung an den Daten wird sofort in der WebGIS Anwendung sichtbar.

Der Benutzer einer solchen WebGIS-Anwendung kann jedoch nur auf die Daten zugreifen, die der Ersteller der Lösung in den Mapserver integriert hat.

Bezogen auf das Beispiel des FNP wären das typischerweise die Flächennutzungspläne mit den benötigten Hintergrundinformationen wie Katasterkarte, topographische Karte oder auch Orthophotos.

Stellen wir uns folgendes Szenario vor:

Ein Anwender aus dem Bereich Verkehrsplanung will die Vereinbarkeit eines größeren Projektes mit den jeweiligen Flächennutzungsplänen überprüfen. Dies kann er nur tun,

indem er die WebGIS Anwendung startet und visuell versucht, die Daten in seinem System mit den Daten im WebGIS zu vergleichen – diese Vorgehensweise wäre nicht sehr effektiv.

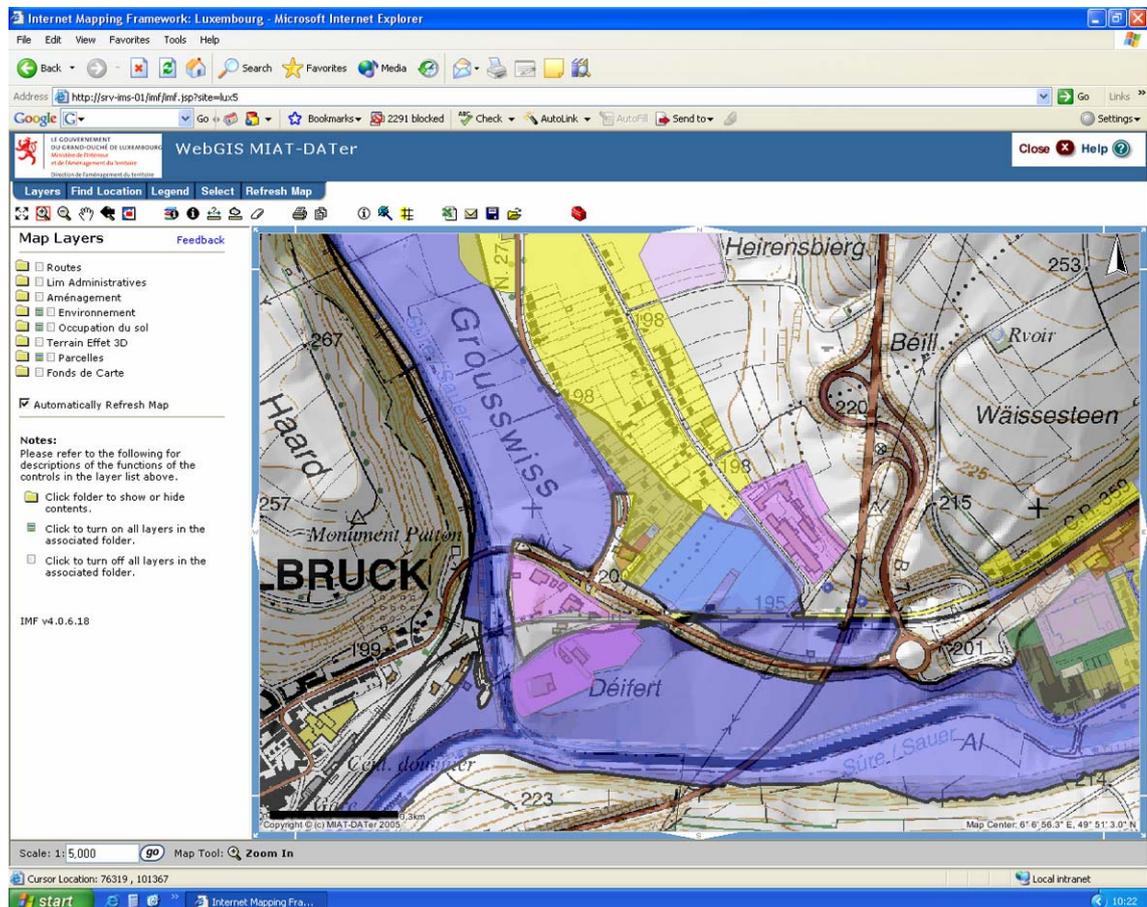


Abbildung 23: Bildschirmkopie des Intranet WebGIS im Innenministerium<sup>20</sup>

Eine solche WebGIS Anwendung hat sicherlich ihre Daseinsberechtigung. Jedoch beschränkt sie sich darauf, dass der Anwender Daten zu einer bestimmten Thematik auf relativ einfache Art und Weise visualisieren kann, mit weiteren Möglichkeiten wie Abfrage von Informationen oder auch das Ausdrucken von Karten.

Im Grunde handelt es sich hierbei um Anwendungen, die sich eher an ein interessiertes Publikum wenden und nicht so sehr an Fachanwender, die oft eine andere Sicht auf die Daten benötigen.

<sup>20</sup> Dieses WebGIS basiert auf dem ArcIMS Server und dem Internet Mapping Framework der Firma Moxi Media (<http://www.moximedia.com/>). Im Kartenfenster ist ein FNP der „alten“ Generation zusammen mit der Überschwemmungsfläche dargestellt.

Um den Nutzen auch für professionelle Benutzer zu erhöhen, können solche WebGIS Anwendungen durch folgende zwei Maßnahmen aufgewertet werden.

- **Einbinden von lokalen Daten:**

Eine solche WebGIS Anwendung bietet dem Anwender die Möglichkeit, einen lokalen Datensatz hochzuladen, um diesen dann im Kontext der WebGIS Anwendung visualisieren zu können. Hierbei stellt sich dann auch sofort wieder die Frage des geeigneten Formates.

- **Interaktives Einbinden von zusätzlichen Themen:**

Die Anwendung erlaubt dem Anwender, interaktiv zusätzliche Dienste in die WebGIS Oberfläche einzubinden. Das können sowohl OGC-konforme als auch proprietäre Dienste sein.

## 7.2 ZUGRIFF ÜBER OGC WEB SERVICES

In diesem Zusammenhang sollen die beiden Spezifikationen WMS und WFS näher betrachtet werden.

### 7.2.1 WEB MAP SERVICE WMS

Ein Web Map Service generiert eine Karte aus Geodaten. Dabei ist der Aufruf eines WMS standardisiert.

Somit kann ein Anwender von solch einem Service folgende Informationen bekommen:

- Er kann über den GetMap Request eine Karte anfertigen lassen, indem er folgende Parameter an den Dienst übergibt:
  - den geforderten Kartenausschnitt über eine Bounding Box,
  - die Layer, die er für seine Karte braucht,
  - die Größe des benötigten Bildes,
  - das Format des generierten Bildes (zum Beispiel PNG)
- Über ein GetFeatureInfo Request (optional) kann der Anwender alphanumerische Informationen innerhalb der Karte abfragen, wie zum Beispiel die Flächennutzung einer Zone.

- Der Anwender kann die graphische Gestaltung der Karte über einen Styled Layer Deskriptor (SLD, auch optional) ändern und so die graphische Ausgestaltung der Karte seinen Bedürfnissen anpassen.

Diese Requests können ganz einfach in einem Browser abgesetzt werden und das Resultat der jeweiligen Abfrage erscheint daraufhin dann auch im Browser.

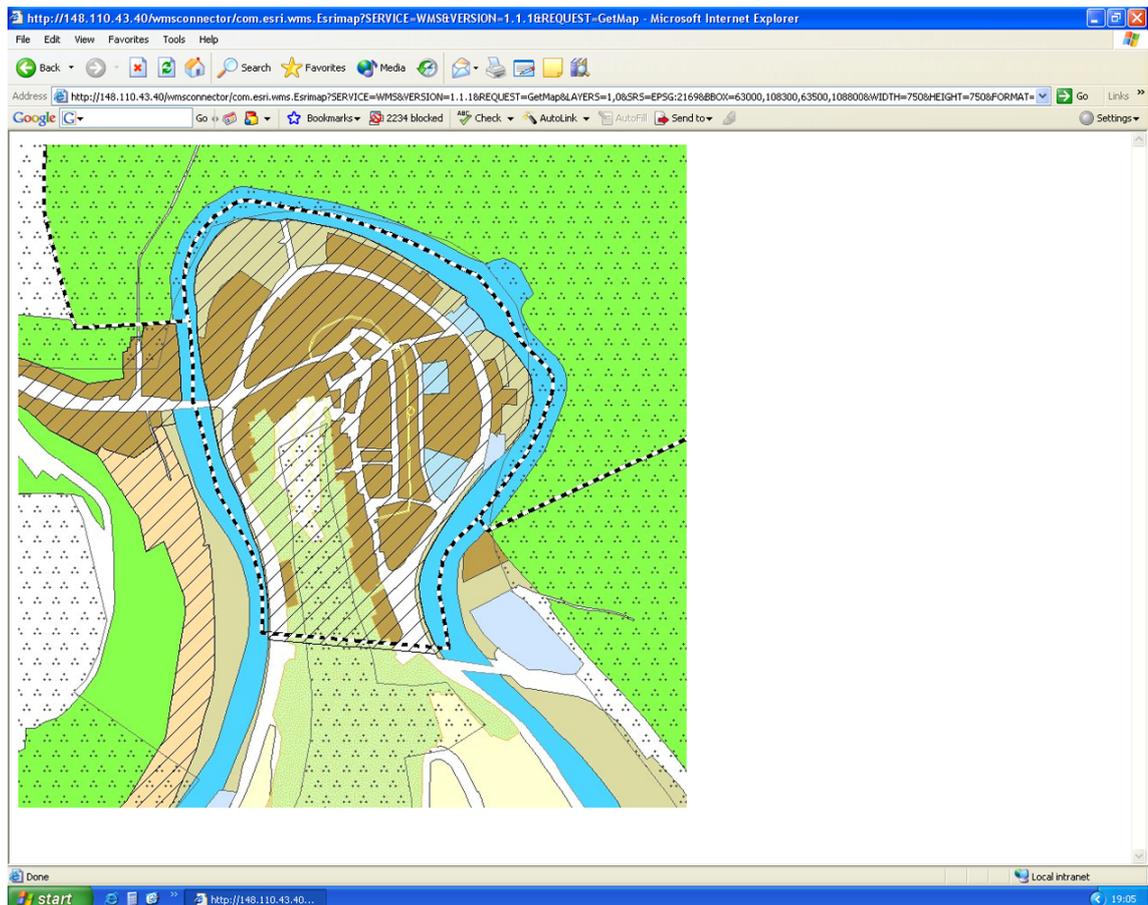


Abbildung 24: WMS GetMap Aufruf eines FNP im Internet-Browser<sup>21</sup>

Solche Requests können aber auch in einen WebGIS Client eingebaut werden.

Zum Beispiel kann so eine andere Verwaltung oder Ministerium in ihr Intranet entweder auf Client-Seite oder auf Server-Seite einen WMS Dienst einbinden, der dann mit den anderen Daten dieser Anwendung visualisiert werden kann.

Andererseits ist es auch möglich, solche WMS Dienste in ein Desktop-GIS einzubinden. Die gängigen Desktop-GIS Programme, wie zum Beispiel ArcGIS oder auch Autocad

<sup>21</sup> Dieser WMS-Dienst basiert auf einem ArcMap Image Service in ArcIMS. Es stehen somit die gleichen Symbolisierungsmöglichkeiten zur Verfügung wie in den ArcGIS-Desktop Produkten. Die graphische Darstellung entspricht demnach 1:1 der Zeichenvorschrift. Es sind nur die flächenhaften Elemente in diesem Dienst verfügbar.

MAP als auch Open Source Desktop Clients wie uDig oder DeeJump, bieten diese Möglichkeit.

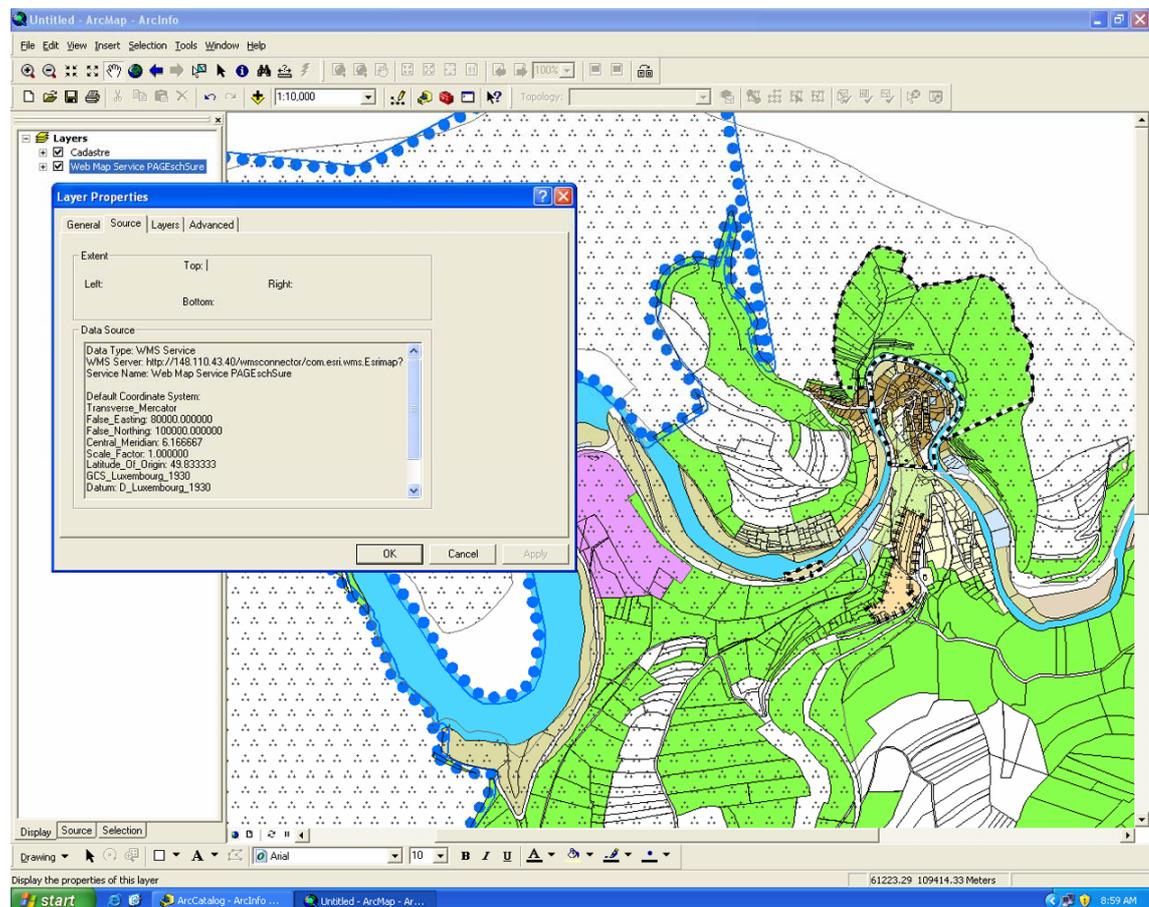


Abbildung 25: WMS Integration in einem Thick-Client<sup>22</sup>

Kommen wir zum Szenario des Verkehrsplaners aus unserem vorherigen Beispiel zurück: Dieser kann in seinem Projekt, das er möglicherweise in Autocad Map bearbeitet, den Flächennutzungsplan, der als WMS Service angeboten wird, als Hintergrund-Layer einbinden und so eine „visuelle“ Überprüfung durchführen.

Dies ist ein erster wichtiger Schritt zur Interoperabilität. Mit relativ einfachen Mitteln können unterschiedliche Systeme über Systemgrenzen hinweg miteinander kommunizieren, allerdings beschränkt sich diese Art von Interoperabilität auf den Austausch von georeferenzierten Kartenbildern.

<sup>22</sup> Hier wird der gleiche Dienst wie im vorherigen Beispiel in ArcGIS integriert und zusammen mit den lokalen Daten der Katasterkarte angezeigt.

## 7.2.2 WEB FEATURE SERVICE WFS

WFS ist eine zweite wichtige Spezifikation des OGC. Doch liefert im Gegensatz dazu eine WFS-Anfrage das Resultat nicht in Form einer georeferenzierten Rasterkarte, sondern überträgt die Daten in Form von Geo-Objekten als GML Stream und zwar nach der GML Spezifikation 2.1.1.

Auch hierbei richtet der Client verschiedene Requests an den Server.

Man unterscheidet zwischen einem lesenden und einem schreibendem Zugriff (transactional WFS) auf die Geodaten.

Solche Dienste können auch wieder in verschiedene Typen von Clients eingebunden werden, zum Beispiel in Thin-Clients (die einen Mapserver ansprechen der als Datenquelle einen WFS-Dienst einbindet) als auch in Thick-Clients sprich Desktop-GIS.

Hier sieht der Herstellersupport jedoch noch etwas dürftiger aus als beim WMS Support. Zum Beispiel kann ArcGIS 9.1 (zurzeit aktuelle Version) nur mit Hilfe der Data Interopability Extension, die kostenpflichtig ist, auf WFS Services zugreifen. Andere GIS Desktop Software bietet ebenfalls die Möglichkeit, auf WFS Services zurückzugreifen.

## 7.2.3 GEGENÜBERSTELLUNG WMS UND WFS

Beide Services können über verschiedene Clients aufgerufen werden, seien es nun Thin-Clients im Bereich einer Intranet-, Extranet- oder Internet-Lösung oder seien es Thick-Clients auf dem Desktop des Anwenders.

WMS erstellt aus den Geodaten eine Rasterkarte, die eigentlich nur zur Visualisierung einer Thematik genutzt werden kann und als Layer in die jeweilige Umgebung eingebunden wird. Der Benutzer muss also visuell die Informationen aus der Karte herauslesen.

Bei WFS werden die Geodaten an den Client in Form von GML übertragen. Die Geodaten an sich stehen also zur Verfügung und können entsprechend den Fähigkeiten des Clients bearbeitet werden. Mit solchen WFS Services können die Daten auf Client-Seite in gleichem Masse verarbeitet werden, als handele es sich um lokale Daten (zumindest

ist dies mit dem Client von ArcGIS der Fall). Die Daten können nach eigenen Wünschen symbolisiert werden. Es kann sowohl räumlich als auch attributiv selektiert werden. Mit diesen Daten können Verschneidungen mit anderen Daten durchgeführt werden und vieles mehr.

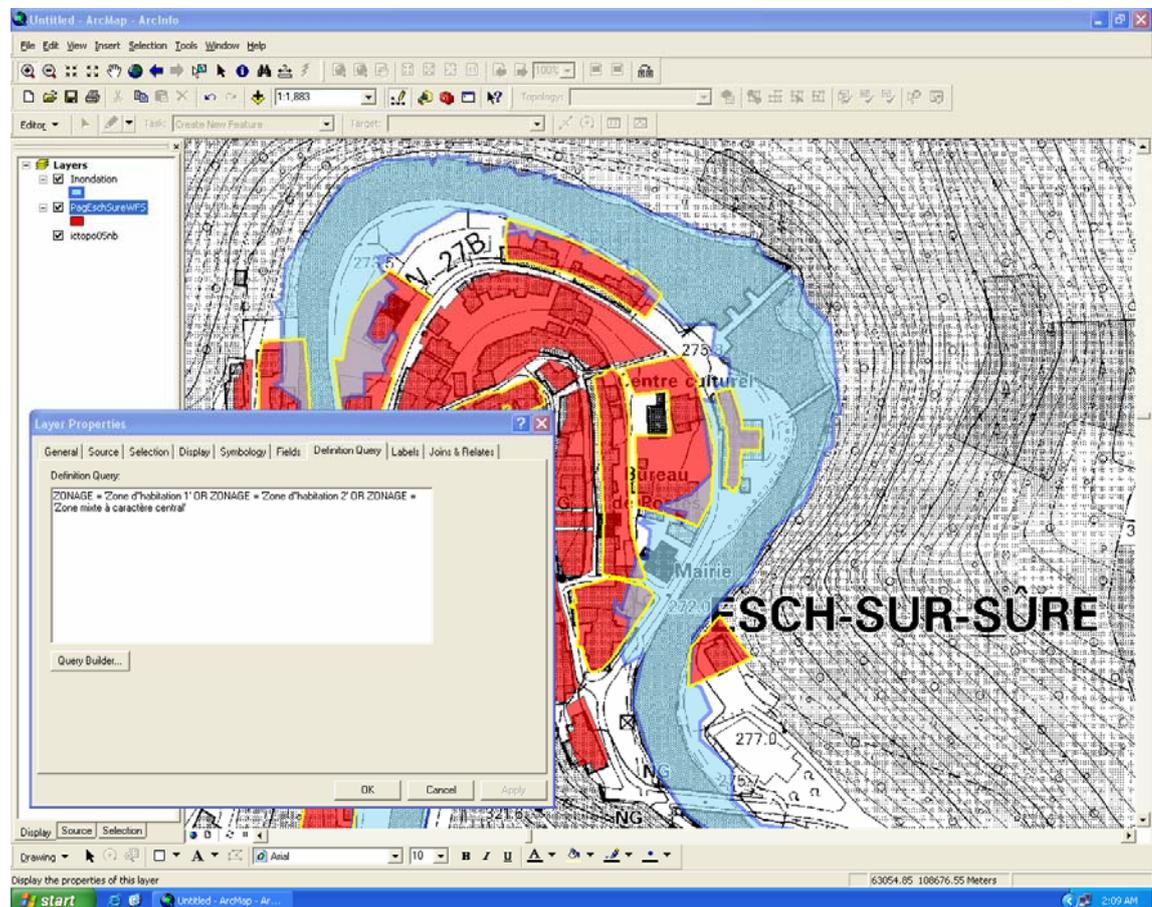


Abbildung 26: WFS Dienst im Thick-Client<sup>23</sup>

WFS geht also weit über die Einsatzmöglichkeiten des WMS hinaus und erlaubt so eine wirklich interoperable Nutzung der Geodaten mittels Geodiensten.

### 7.3 GEO WEB SERVICES UND SICHERHEIT

Trotz aller hier vorgestellten Vorteile, die solche Services bieten, stellen sich jedoch einige Fragen, was die Sicherheit von solchen Diensten angeht.

Ein OGC WMS- oder WFS-Service kann, insofern dessen Adresse bekannt ist, von jedermann ohne Einschränkung benutzt werden. Dies kann sicherlich für verschiedene

<sup>23</sup> In diesem Beispiel ist ein WFS-Dienst in ArcGIS integriert. Dieses ist nur möglich durch den Einsatz der Data Interopability Extension (respektive der FME Edition). Die Daten des WFS stehen in ArcGIS zur Verfügung: ein Query ist auf den Daten definiert und eine räumliche Intersektion dieses Resultats wurde mit dem Überschwemmungsgebiet durchgeführt (gelbe Umrandung).

Geo-Dienste ein limitierender Faktor sein, weil man nicht unbedingt will, dass die Daten jedem zugänglich sind.

Den Zugriff lässt sich einschränken, indem man die Dienste nur innerhalb eines Intranets (zum Beispiel dem Behördennetz innerhalb der Verwaltung, an dem alle Ministerien und Verwaltungen angeschlossen sind) zur Verfügung stellt, wobei dann wiederum jeder dieser Anwender vollen Zugriff, im Rahmen der Möglichkeiten der jeweiligen Spezifikation, auf diese Dienste und die darunter liegenden Daten hat.

Als Mindestansatz wäre hier zu fordern, dass ein Anwender sich erst einmal mit Benutzernamen und Passwort authentifiziert und dann erst Zugriff auf diese Dienste und deren Daten bekommt (ähnlich, wie das auch heute schon mit den proprietären ArcIMS Diensten - Image Service oder Feature Service – möglich ist).

Zu dieser Problematik gibt es auch einige Überlegungen und Lösungsvorschläge, die im Rahmen verschiedener Projekte umgesetzt wurden.

Eine dieser Lösungen ist zum Beispiel das Produkt „deegree iGeoSecurity“ der Firma lat/lon<sup>24</sup>. Dieses Produkt fungiert als so genannter Proxy und wird den OGC Geo-Diensten vorgeschaltet, um verschiedene Dienste verschiedenen Nutzern zugänglich zu machen.

Damit kann zwar die Forderung nach einer Authentifizierung erfüllt werden, jedoch bedeutet dies, dass die jeweiligen Clients an den Proxy angepasst werden müssen und nicht mehr dem Standard entsprechen. Ein standardkonformer Client kann auf solche Dienste nicht mehr zurückgreifen.

Es gibt weitere Bemühungen anderer Hersteller sowie Forschungen in diesem Bereich. Hier sei auf die Arbeiten der Universität der Bundeswehr in München hingewiesen.

Unter folgender Adresse <http://iisdemo.informatik.unibw-muenchen.de/ows3demo/> (Abrufdatum: 04/07/2006) kann man sich Demos anschauen, die eine Authentifizierung des Nutzers erfordern, bevor dieser die gewünschten Dienste nutzen kann.

Das OGC beschäftigt sich ebenfalls mit dieser wichtigen Thematik unter dem Begriff „Geo Digital Rights Management“ (GeoDRM). Dieser Ansatz geht jedoch weit über

---

<sup>24</sup> [http://www.latlon.de/latlon/portal/media-type/html/language/de/user/anon/page/default.psml/js\\_pane/produkte%2Csub\\_produkte\\_deegree-igeosec](http://www.latlon.de/latlon/portal/media-type/html/language/de/user/anon/page/default.psml/js_pane/produkte%2Csub_produkte_deegree-igeosec)

den Bereich der einfachen Benutzerauthentifizierung hinaus. Unter anderem geht es hier auch um das Lizenzmanagement.

Die Aktualität dieser Thematik wird unterstrichen durch folgende Meldung, die ich am 03.08.2006 auf der Internetseite [www.geobranchen.de](http://www.geobranchen.de) unter der Rubrik „Geonews“ gefunden habe.

Hier ein kleiner Auszug aus dieser Nachricht:

*Im Rahmen der kürzlich gestarteten »OGC Web Services 4 Initiative« (OWS-4) entwickeln das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Dortmund und die con terra GmbH aus Münster sowie andere internationale Partner Lösungen für den Zugriffsschutz und das Lizenzmanagement in Geodateninfrastrukturen (GDI). Die Arbeiten sind Bestandteil des OWS-4-Threads »Geo-Digital Rights Management (GeoDRM)«.*

*Die OGC Spezifikationen für Web-Services (z. B. WMS, WFS, CAT) enthalten derzeit keine Festlegungen für die Umsetzung standardisierter Zugriffsschutzmechanismen und die Berücksichtigung von Lizenzvereinbarungen beim Zugriff auf Geodienste und Daten. Für viele Dienste- und Datenprovider ist dies oftmals ein limitierender Faktor bei der Bereitstellung von Geoinformationen über OGC-konforme Dienste in interoperablen Geodateninfrastrukturen. Nicht zuletzt zeigen die aktuellen Debatten im Rahmen der EU INSPIRE Direktive hier einen klaren Bedarf.*

Es wäre zu wünschen, dass es zu diesem Thema in naher Zukunft auch Standards geben wird, die einen solchen Zugriffsschutz bieten, da ansonsten zu befürchten ist, dass einige Anbieter von Geodaten davor zurückschrecken werden, ihre Daten über einen solchen Dienst zur Verfügung zu stellen, ohne eine Kontrolle auf deren Zugriff zu haben.

## **7.4 DATENBEREITSTELLUNG DURCH DATENAUSTAUSCH ÜBER DATEIEN**

Die oben angeführten Ausführungen haben gezeigt, dass nicht alle Anwender die Möglichkeit haben, WFS-Services in ihr System einzubinden und dass eine WMS-basierte Lösung je nach Einsatzgebiet auch nur beschränkte Möglichkeiten bietet ebenso wie eine klassische WebGIS Anwendung, so dass neben diesen Direktzugriffen der Anwender Zugriff über Datenaustausch auf die Daten braucht.

Wie in den vorherigen Kapiteln auch schon des Öfteren der Fall, handelt es sich hier meistens um Clients aus dem CAD Bereich.

Dies ist die klassische Vorgehensweise, die in der Vergangenheit und teilweise auch noch heute gebräuchlich ist. Unter der Voraussetzung, dass ein Datenaustauschmodell

besteht und dass die Daten problemlos in das Zielsystem eingelesen werden können, bleibt jedoch ein Problem bestehen.

In der Praxis beobachtet man immer wieder in Fällen, wo mit Datenaustausch gearbeitet wird, dass Anwender nicht den aktuellen Datensatz benutzen, und das auch bei Datensätzen, die sich nicht häufig ändern. Oftmals fehlt ganz einfach der Reflex, sich zu erkundigen, ob ein neuer Datensatz für eine bestimmte Thematik verfügbar ist.

Diese Vorgehensweise hat also den großen Nachteil, dass immer wieder überprüft werden muss und zwar vom jeweiligen Anwender, ob die Daten, die er in sein System importiert hat, noch dem aktuellen Stand entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so müssen die ganzen Prozesse (Daten beschaffen, Daten integrieren) zusätzlich noch einmal durchgeführt werden.

Um diese Problematik in den Griff zu bekommen, kann man sich vorstellen, eine Art Webanwendung zu entwickeln, die es den Anwendern erlaubt, sich die gewünschten Daten im jeweils aktuellen Stand herunterzuladen. Um den Anwender von der Überprüfung zu entlasten, könnte man ein automatisches Benachrichtigungsmodul vorsehen, das diejenigen Anwender zum Beispiel über Email benachrichtigt, die einen FNP für die gleiche Gemeinde schon einmal in der Vergangenheit heruntergeladen haben und demnach Daten besitzen, die nicht mehr dem aktuellen Stand entsprechen. Dies stellt sicherlich eine Erleichterung für die Anwender dar und kann dazu beitragen, dass nicht mehr so oft mit veralteten Daten gearbeitet wird.

Über einen Trigger-Mechanismus könnte ein Datenexport batch-gesteuert immer dann angestoßen werden, wenn sich an den Daten etwas ändert (zum Beispiel, wenn Änderungen am FNP angenommen werden und dieses Ereignis dann in der Genehmigungsprozedur-Anwendung eingegeben wird). Dieser Export kann mit FME umgesetzt werden und es können die gleichen Formate und Strukturen genutzt werden, wie bei der Datenintegration.

Diese Funktionalität kann auch direkt in eine WebGIS-Anwendung integriert werden. Von Safe Software gibt es die Lösung „Spatial Data Direct“, mit deren Hilfe der WebGIS-Anwender direkt unterschiedliche Formate generieren kann (die Technologie ist die gleiche wie bei FME).

Damit ist jedoch immer noch der Anwender gefordert, sich zu erkundigen, ob seine heruntergeladenen Daten immer noch dem letzten Stand entsprechen.

Die zuvor beschriebene Lösung mit Benachrichtigungsmechanismus scheint mir deshalb benutzerfreundlicher.

## 7.5 FAZIT

In diesem Kapitel sind verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt worden, wie die bestehenden Geodaten sowohl intern als auch extern an die verschiedenen Nutzergruppen bereitgestellt werden können.

Die verschiedenen Angebote sind komplementär und sprechen jeweils einen anderen Nutzerkreis an: eine WebGIS-Anwendung richtet sich eher an Nutzer ohne GIS-Programme; ein WFS- oder WMS-Dienst kann in ein Desktop-GIS oder in ein Intranet-GIS eingebunden werden, setzt jedoch eine bestimmte Infrastruktur voraus.

Eine optimale Versorgung ist nur möglich, wenn parallel die verschiedenen Möglichkeiten angeboten werden: ein CAD-Nutzer ohne WFS-Schnittstelle kann nicht auf einen solchen Dienst zugreifen, kann aber sehr wohl mit einer DXF-Datei arbeiten, die er sich aus dem Internet herunterlädt.

Will man die verschiedenen Nutzer mit ihren jeweiligen Bedürfnissen optimal bedienen, so ist der Aufwand natürlich dementsprechend höher: es sind dann insgesamt vier Lösungen aufzubauen.

Auch die traditionellen Verfahren mit Dateiaustausch haben weiterhin ihre Daseinsberechtigung, können jedoch weiterentwickelt werden, um die Problematik der „veralteten“ Datensätze in den Griff zu bekommen.

Auch hier kann man wieder feststellen – wie auch schon in den vorhergehenden Kapiteln –, dass vieles einfacher wäre, wenn man es „nur“ mit GIS-Clients zu tun hätte. Die Realität sieht jedoch anders aus, so dass man diesem Umstand durch angepasste Lösungen Rechnung tragen muss.

## 8 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND FAZIT

In dieser Arbeit wurden die vier Themenschwerpunkte

- Datenintegration
- Datenqualität
- Zeit im GIS
- Datenbereitstellung

als zentrale Bestandteile für das Erreichen der zuvor aufgestellten Ziele ermittelt.

Zu den einzelnen Hauptthemen gibt es jeweils ein Fazit, die an dieser Stelle nicht noch einmal wiederholt werden sollen.

### 8.1 WIE GEHT ES WEITER ?

Die für die Datenübernahme relevanten Elemente aus den Kapiteln „Datenintegration“, „Datenqualität“ sowie „Zeit im GIS“ werden in einem Dokument zusammengefasst werden, das anschließend den Gemeinden respektive deren Auftragnehmern zur Verfügung gestellt wird.

Dieses Dokument wird also die Strukturierung der Daten sowohl auf DXF-Basis als auch im Shapefile Format enthalten.

Ein wichtiger Bestandteil wird ebenfalls die Beschreibung der Qualitätsmerkmale sein, die diese Daten zu erfüllen haben. Ein zusätzlicher Abschnitt beinhaltet Informationen, welche Daten bei einer Änderung des FNP abgeliefert werden müssen.

Dieses Dokument wird in französischer Sprache verfasst (die wichtigste und häufigste Amtssprache in Luxemburg) und wird in Form eines ministeriellen Reglements offiziellisiert und anschließend im Amtsblatt publiziert.

Parallel dazu wird, wie im Kapitel „Datenbereitstellung“ angedacht, die Infrastruktur aufgebaut werden, die notwendig ist, um die verschiedenen Möglichkeiten der Verteilung anzubieten (WMS, WFS, Datenvertrieb usw.). Unter Infrastruktur ist hier die benötigte Hardware zu verstehen. Im Laufe dieser Arbeit sind hierzu die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt worden. Die dafür benötigte Software ist vorhanden und einsatzbereit.

Was die EDV-gestützte Weitergabe über Dateien angeht, die komplementär zu den anderen Möglichkeiten wie WMS und WFS weiterhin Bestand hat, muss noch geklärt werden, ob hierfür eine eigene Anwendung aufgebaut werden soll (wie im Kapitel 7.4 beschrieben, Stichwort Webanwendung mit Benachrichtigungsmodul) oder ob dafür landesweit eine Lösung gesucht wird, um eventuell in das Projekt „E-Cadastre“ der Katasterverwaltung eingegliedert zu werden.

Eine solche Anwendung ist sicherlich auch für andere Anwendungsgebiete denkbar, insbesondere für jene, wo die Daten sich innerhalb mehr oder weniger kurzen Zeitabständen ändern.

Außerdem wird die Problematik der automatischen Qualitätsprüfung im Hinblick auf den Aufbau eines Online-Prüfdienstes weiter verfolgt, das im Fazit des Kapitels zur Qualitätskontrolle kurz umrissen wurde.

Auch hier bietet es sich an, einen solchen Dienst für mehrere Anwendungsfelder aufzubauen. Das einzig Spezifische pro Anwendungsgebiet sind die entsprechenden Prüfprogramme, abgeleitet von den jeweiligen Richtlinien.

Hierbei könnte das Innenministerium eine Vorreiterrolle spielen und ein erstes Pilotprojekt entwickeln, das die aufgestellten Richtlinien zum FNP implementiert.

Im Kapitel „Zeit im GIS“ wurden zum Schluss die neuen Möglichkeiten von ArcGIS 9.2 zum Thema Historisierung anhand der mir zur Verfügung stehenden Dokumentation in Form der Online-Hilfe aufgezeigt.

Diese neuen Möglichkeiten scheinen sehr viel versprechend zu sein und werden, sobald die Version 9.2 verfügbar ist, an einem konkreten Beispiel überprüft werden.

Wie in der Einleitung schon angemerkt, ist dieser Punkt am wenigsten prioritär. Dieses beruht darauf, dass die neuen Flächennutzungspläne erst einmal erstellt werden müssen, bevor es Änderungen an diesen gibt, so dass es hier bezüglich der definitiven Implementierung noch etwas Spielraum besteht.

## **8.2 ÜBERTRAGBARKEIT**

Wie schon in den vorherigen Abschnitten angedeutet, gibt es mehrere Ansätze, die im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigt wurden und sich auf andere Anwendungen übertragen lassen.

Zum Abschluss will ich daher noch auf ein ganz konkretes Beispiel hinweisen.

Im Rahmen der Arbeiten zum sektoriellen Plan „Transport“ (Plan sectoriel Transport) befasst sich eine interministerielle Arbeitsgruppe – die sich aus Mitgliedern des Innen-, des Umwelt- und des Transport-Ministeriums sowie der Straßenbauverwaltung zusammensetzt – mit der Definition einer Struktur für den Austausch der Daten zu Verkehrsprojekten, im Hinblick auf eine Integration in die GIS-Systeme der Verwaltung.

Die gestellte Problematik ist sehr vergleichbar mit derjenigen der Flächennutzungspläne. Zum überwiegenden Teil werden diese Projekte mit CAD-Systemen erstellt und müssen nachher ins GIS integriert werden, was aufgrund nicht harmonisierter Strukturen und Definitionen oftmals mit sehr viel Handarbeit und Nachbesserung verbunden ist.

Der gewählte Ansatz, ausgehend von den Überlegungen, die im Rahmen dieser Arbeit zu Flächennutzungsplänen angeführt wurden, ist der gleiche und die Arbeitsgruppe beschäftigt sich momentan mit der Definition der Datenstruktur. Auch hier wurden die Formate DXF und Shapefile als Standardformate ausgewählt.

Ebenso stellt sich hier die Frage nach der Daten-Qualität und ihrer Überprüfbarkeit !

### **8.3 SCHLUSSBEMERKUNG**

Für die gesteckten Ziele, die im Einführungskapitel aufgeführt wurden, sind in dieser Arbeit verschiedene Lösungsansätze diskutiert worden, um schlussendlich zu einer praktikalen Lösung für das bestehende Umfeld und die gestellte Problematik in Luxemburg zu kommen.

Einige dieser Lösungen zu den vier Themenschwerpunkten konnten bereits im Rahmen dieser Arbeit implementiert und praktisch eingesetzt werden: Strukturierung der Daten; Datenintegration mit Hilfe von FME; Datenbereitstellung über WebGIS, WMS, WFS.

Andere Lösungen, wie zum Beispiel die Idee eines Online-Prüfdienstes für Geodaten, das im Kapitel zur Qualitätsprüfung diskutiert wurde, bedürfen jedoch einer tiefergehenden Analyse, um auch für weitere Anwendungsfelder – eventuell im Rahmen eines größeren verwaltungsübergreifenden Projektes – eingesetzt werden zu können.

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

ANDRAE, C. (2003): OpenGIS für die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen, Master Thesis, Universität Salzburg

ANNEN, A., BLEISCH, S., NEBICKER, S. (2004): INTERLIS 2 – GML 3 Eine Vergleichsstudie, FHBB Fachhochschule beider Basel, Abteilung Vermessung und Geoinformation  
[http://www.fhbb.ch/tools/publikationen/pdf/0203\\_29\\_Vergleichsstudie\\_ILI\\_GML\\_revidiert.pdf](http://www.fhbb.ch/tools/publikationen/pdf/0203_29_Vergleichsstudie_ILI_GML_revidiert.pdf) (Abrufdatum: 24/07/2006)

BARTELME, N. (2005): Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. 4. Auflage, Springer Verlag Berlin, Heidelberg

BENNER J., KRAUSE K.-U., MÜLLER M.U. (2005): Elektronische Planzeichenverordnung, Modellierung, Datenaustausch und Visualisierung von Bauleitplänen mit OGC-Standards  
[http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/\\_GemeinsameDokumente\\_de/XPlanung\\_Corp.property=dokument.pdf](http://www.mediakomm-transfer.de/Content/de/Homepage/_GemeinsameDokumente_de/XPlanung_Corp.property=dokument.pdf)  
 (Abrufdatum: 25/04/2006)

BERNHARD, FITZKE, WAGNER (Hrsg.) (2005): Geodateninfrastruktur - Grundlagen und Anwendungen, Wichmann

BOZEN (2005): Technische Definitionen für die digitale Bearbeitung, den Datenaustausch zwischen CAD- und GIS- Systemen und einzusetzende Kartengrundlagen, Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Abteilung 9 Informationstechnik Amt für raumbezogene Informatik, Abteilung 27 Raumordnung Amt für überörtliche Raumordnung,  
[http://www.provinz.bz.it/raumordnung/downloads/gb2utm/BLP\\_Datenausch-05-2005.pdf](http://www.provinz.bz.it/raumordnung/downloads/gb2utm/BLP_Datenausch-05-2005.pdf) (Abrufdatum: 25/04/2006)

BRAWER, S., DORFSCHMID, J.: Modellieren raumbezogener Daten – Eine Einführung unter Berücksichtigung von UML und INTERLIS. Koordination der geografischen Information und geografischen Informationssysteme (KOGIS/COSIG), Wabern, www.kogis.ch  
[http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman\\_2006-04-13\\_d.zip](http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman_2006-04-13_d.zip) (Abrufdatum: 25/04/2006)

CAROSIO, A. (2005): Interoperabilität in GIS. Anforderungen, Strategien, Lösungsansätze. Aus: Carosio, A. (Hrsg.): Interoperabilität für die breite Nutzung von Geoinformationen. Weiterbildungstagung 17. und 18. März 2005. Zürich 2005  
[http://www.gis.ethz.ch/Interoperability2005/Text/Interop\\_01\\_DE.pdf](http://www.gis.ethz.ch/Interoperability2005/Text/Interop_01_DE.pdf) (Abrufdatum: 10/06/2006)

DATENMODELL (2005): Datenmodell Digitaler Zonenplan, Handbuch Amt für Geoinformation des Kantons Bern, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern  
[http://www.bve.be.ch/site/bve\\_agi\\_dat\\_npl\\_dm04npl\\_be\\_handbuch.pdf](http://www.bve.be.ch/site/bve_agi_dat_npl_dm04npl_be_handbuch.pdf) (Abrufdatum: 25/04/2006)

DDGI (2005): Modell des DDGI für die Beschreibung der Qualität von Geodaten (DDGI Qualitätsmodell) Version 2.1, [http://www.ddgi.de/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=64&Itemid](http://www.ddgi.de/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=64&Itemid) (Abrufdatum: 03/08/2006)

DONAUBAUER, A. (2004): Interoperable Nutzung verteilter Geodatenbanken mittels standardisierter Geo Web Services, Dissertation, Technische Universität München <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/bv/2004/donaubauer.html> (Abrufdatum: 25/03/2006)

ESRI (1998): ESRI Shapefile Technical Description. <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf> (Abrufdatum: 04/06/2006)

ESRI (2002): Modeling and Using History in ArcGIS™ An ESRI® Technical Paper • [http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao/Modeling\\_and\\_Using\\_History\\_in\\_ArcGIS.pdf](http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao/Modeling_and_Using_History_in_ArcGIS.pdf) (Abrufdatum: 04/06/2006)

ESRI (2006): What's New in ArcGIS 9.2 Draft [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/Whats\\_New\\_In\\_ArcGIS\\_92.pdf](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/Whats_New_In_ArcGIS_92.pdf) (Abrufdatum: 25/09/2006)

ESRI (2006): ArcGIS 9.2 Desktop Help (Draft) <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome> (Abrufdatum: 25/09/2006)

GML2.1.2 (2002): Open Geospatial Consortium: Geography Markup Language, Version 2.1.2, Implementation Specification, OpenGIS Project Document 02-069 [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=11339](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=11339) (Abrufdatum: 26/04/2006)

GML3.1.1 (2004): Open Geospatial Consortium: Geography Markup Language, Version 3.1, Recommendation Paper, OpenGIS Project Document 03-105r1, 2004 [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=4700](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4700) (Abrufdatum: 26/04/2006)

GUHSE, B. (2005): Kommunales Flächenmonitoring und Flächenmanagement, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg

HOSSE, K. E. (2005): Objektorientierte Modellierung und Implementierung eines temporalen Geoinformationssystems für kulturelles Erbe, Dissertation, Technische Universität München [http://mediatum.ub.tum.de/mediatum/servlets/MCRFileNodeServlet/mediaTUM\\_derivate\\_00000000002694/hosse\\_karin.pdf?hosts=local](http://mediatum.ub.tum.de/mediatum/servlets/MCRFileNodeServlet/mediaTUM_derivate_00000000002694/hosse_karin.pdf?hosts=local) (Abrufdatum: 03/08/2006)

HUBER, U. (2002): Das Referenz-Geoinformationssystem „Nationalpark Bayerischer Wald“ eine fachübergreifende Forschungsplattform für die Geoinformatik, Dissertation, Technische Universität München

INTERLIS (2003): INTERLIS 2 –Referenzhandbuch, KOGIS Koordination der Geoinformation und geografischen Informationssysteme, Wabern, www.kogis.ch [http://www.interlis.ch/interlis2/docs22/Handbuch\\_final.zip](http://www.interlis.ch/interlis2/docs22/Handbuch_final.zip) (Abrufdatum: 25/04/2006)

JOOS, G.: Geographic Information - Data Quality ISO 19113 - ISO 19114 - ISO 19138

[http://www.isotc211.org/WorkshopsBerlin/Tutorial/Presentations/Joos\\_tutorial.ppt](http://www.isotc211.org/WorkshopsBerlin/Tutorial/Presentations/Joos_tutorial.ppt)

(Abrufdatum: 02/09/2006)

KETTEMANN, R., SCHULTHEISS, A. (2005): Die Lösung aller Konvertierungsprobleme

[http://www.ag-edv-stadtplanung.de/Vortraege/Berlin\\_2005/Berlin\\_KTM\\_Schnittstellen.pdf](http://www.ag-edv-stadtplanung.de/Vortraege/Berlin_2005/Berlin_KTM_Schnittstellen.pdf)

(Abrufdatum: 25/05/2006)

OTT, Th., SWIACZNY, F. (2001): Time-Integrative Geographic Information Systems. Management and Analysis of Spatio-Temporal Data. Berlin, Heidelberg (Springer)

LAKE, R., BURGGRAF, D., TRNINIC, M., RAE, L. (2004): GML Geography Mark-Up Language, Wiley

PEUQUET, D.J. (2002): Representations of Space and Time New York, London (The Guilford Press)

RUNDER TISCH GIS (2005): Leitfaden zur Datenqualität für Planungsbüros und Behörden, Runder Tisch GIS, München

<http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/filemanager/download/363/Leitfaden%20zur%20Datenqualit%E4t.pdf/>

(Abrufdatum: 14/07/2006)

SCHILCHER, M., (2005): Die Dimension Zeit in GIS, Vorlesung, Technische Universität München

SIR (1998): Beschreibende Datenschnittstelle für Digitale Flächenwidmungspläne im Bundesland Salzburg, Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen (SIR)

[http://www.salzburg.gv.at/kapitel1\\_6.pdf](http://www.salzburg.gv.at/kapitel1_6.pdf) (Abrufdatum: 15/03/2006)

TIRIS (2004): Leitfaden zur digitalen Übergabe der örtlichen Raumordnungskonzepte an das Landesinformationssystem tiris

<http://www.tirol.gv.at/fileadmin/www.tirol.gv.at/raumordnung/downloads/ork-leitfaden.pdf>

(Abrufdatum: 15/03/2006)

WFS1.0.0 (2002): Open Geospatial Consortium: Web Feature Service Implementation Specification, Version 1.0.0, OpenGIS Project Document 02-058, 2002

[https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=7176](https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7176) (Abrufdatum: 04/08/2006)

WMS1.1.1 (2002): Open Geospatial Consortium: Web Map Service Implementation Specification, Version 1.1.1, OpenGIS Project Document 01-068r3

[http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=1081&version=1&format=pdf](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=1081&version=1&format=pdf)

(Abrufdatum: 04/08/2006)

WMS1.3.0 (2004): Open Geospatial Consortium: Web Map Service Implementation Specification, Version 1.3.0, OpenGIS Project Document 04-024

[http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=4756](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4756) (Abrufdatum: 04/08/2006)

# 10 ANHANG

## 10.1 ZEICHENVORSCHRIFT FNP

Diese Zeichenvorschrift liegt als ESRI Style Datei vor, um in ArcGIS benutzt werden zu können.

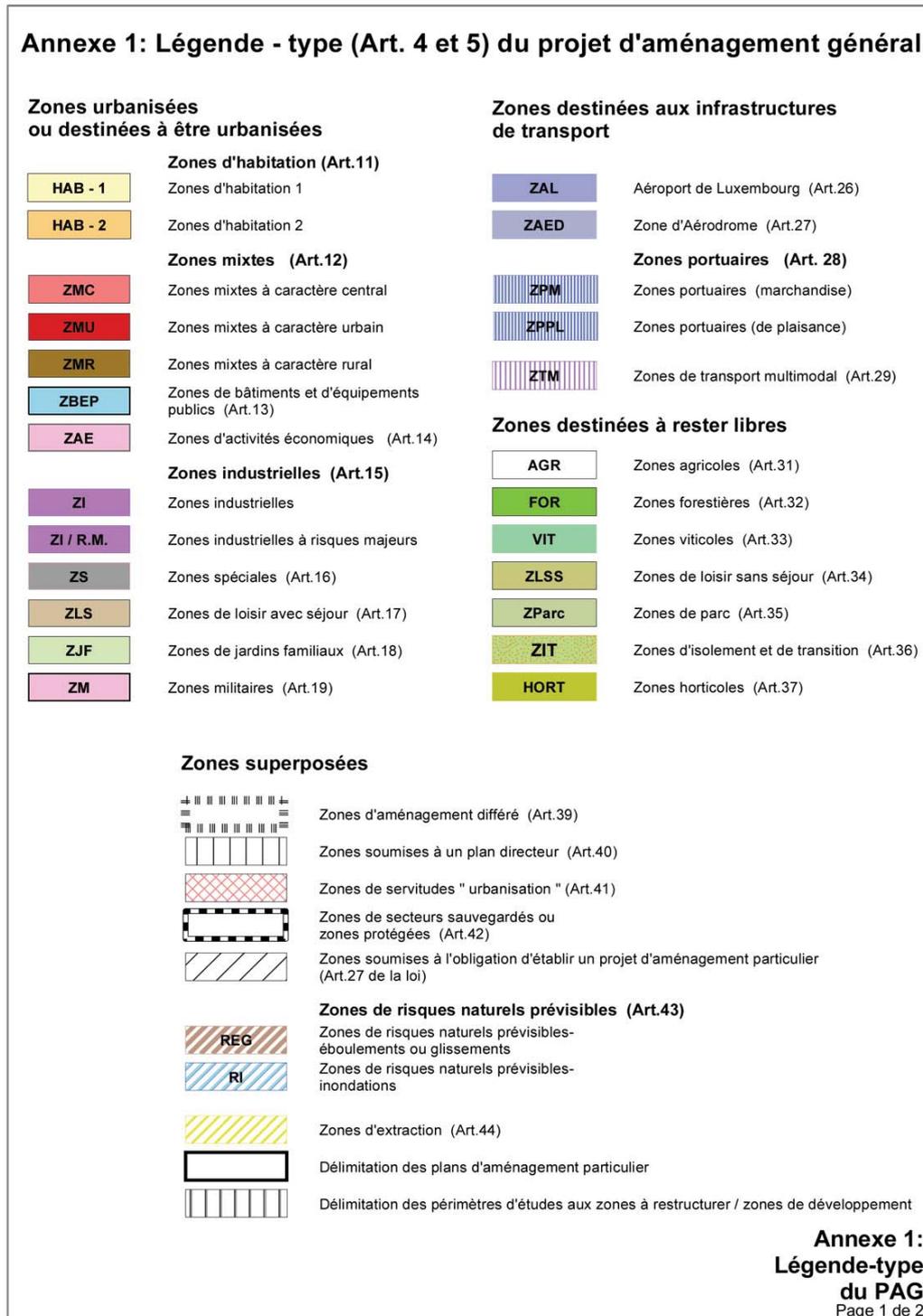
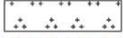
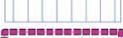


Abbildung 27: Zeichenvorschrift FNP

**Espaces ou zones définies en exécution d'autres dispositions légales, réglementaires ou administratives (à titre indicatif)**

	Parcs naturels (Art.46)
	Zones de reboisement (Art.47)
	Espaces et couloirs d'intérêt écologique et paysager (Art.48 & Art.49)
	Zones protégées d'intérêt national (Art.50) (Zone centrale et Zone tampon)
	Zones protégées d'intérêt communautaire et international (Art.51) Réseau Natura 2000
	Zones protégées d'intérêt d'importance communale (Art.52)
	Zone de protection du lac de la Haute-Sûre (Art.53)
	Zones de bruit (Art.54)
	Sites archéologiques (Art.55)
	Sites et monuments et ensembles classés (Art.56)
	Zones inondables imposées par voie de règlement grand-ducal (Art.57)
	Zones industrielles à caractère national (Art.58)
	Zones d'activités spécifiques à caractère national (Art.59)
	Zones d'activités économiques à caractère régional (Art.60)

**Les réseaux de circulation (Art.61)  
(à titre indicatif)**

	Autoroutes
	Routes nationales (RN)
	Chemins repris (CR)
	Projets routiers
	Lignes ferroviaires
	Lignes tramway urbain
	Lignes train - tram
	Projets lignes train - tram
	Pistes cyclables
	Projets pistes cyclables
	Couloirs pour projets routiers et ferroviaires (Art.62)

**Réseaux d'infrastructures techniques (Art.63)  
(à titre indicatif)**

	Conduites d'eau
	Conduites d'eau en projet
	Couloirs de canalisation
	Couloirs pour projets de canalisation
	Réseaux de communication
	Lignes à haute tension (60 KV / 150 KV etc)
	Lignes à haute tension en projet (60 KV / 150 KV etc)
	Gazoducs
	Gazoducs en projet

**Les éléments constitutifs des réseaux d'infrastructures techniques (Art.64)  
(à titre indicatif)**

	Gare
	Arrêt Autobus
	Port de plaisance
	Port commercial
	Barrage
	Source captée
	Source
	Usine de traitement d'eau
	Station de pompage
	Source d'eau minérale
	Réservoir d'eau
	Station d'épuration
	Station de transformation
	Centrale hydroélectrique
	Station éolienne
	Centrale TGV

## 10.2 LAYERNAMEN FNP IN DXF

Offizielle Bezeichnung	Layername DXF
Zones d'habitation 1	S_habitation1
Zones d'habitation 2	S_habitation2
Zones mixtes à caractère central	S_mixtes_central
Zones mixtes à caractère urbain	S_mixtes_urbain
Zones mixtes à caractère rural	S_mixtes_rural
Zones de bâtiments et d'équipements publics	S_batiments_equipements_publics
Zones d'activités économiques	S_activites_economiques
Zones industrielles	S_industrielles
Zones industrielles à risques majeurs	S_industrielles_risques_majeurs
Zones spéciales	S_speciales
Zones de loisir avec séjour	S_loisir_avec_sejour
Zones de jardins familiaux	S_jardins_familiaux
Zones militaires	S_militaires
Aéroport de Luxembourg	S_aeroport_Luxembourg
Zone d'Aérodrome	S_aerodrome
Zones portuaires (marchandise)	S_portuaires_marchandise
Zones portuaires (de plaisance)	S_portuaires_plaisance
Zones de transport multimodal	S_transport_multimodal
Zones agricoles	S_agricoles
Zones forestières	S_forestieres
Zones viticoles	S_viticoles
Zones de loisir sans séjour	S_loisir_sans_sejour
Zones de parc	S_parc
Zones d'isolement et de transition	S_isolement_transition
Zones horticoles	S_horticoles
Zones d'aménagement différé	S_aménagement_differe
Zones soumises à un plan directeur	S_plan_directeur
Zones de servitudes "urbanisation"	S_servitudes_urbanisation
Zones de secteurs sauvegardés ou zones protégées	S_secteurs_sauvegardes_zones_protegees
Zones soumises à l'obligation d'établir un projet d'aménagement particulier	S_obligation_pap
Zones de risques naturels prévisibles-éboulements ou glissements	S_risques_éboulements_glislements
Zones de risques naturels prévisibles-inondations	S_risques_inondations
Zones d'extraction	S_extraction
Délimitation des plans d'aménagement particulier	S_delimitation_pap
Délimitation des périmètres d'études aux zones à restructurer / zones de développement	S_delimatation_zones_restructurer_developpement
Parcs naturels	S_parc_naturels
Zones de reboisement	S_reboisement
Espaces et couloirs d'intérêt écologique et paysager	S_interet_ecologique_paysager
Zones protégées d'intérêt national	S_protegee_interet_national
Zones protégées d'intérêt communautaire et international	S_protegees_interet_communautaire_international
Zones protégées d'intérêt d'importance communale	S_protegees_interet_communal

Zone de protection du lac de la Haute-Sûre	S_protection_lac_haute_sure
Zones de bruit	S_bruit
Sites archéologiques	S_sites_archeologiques
Sites et monuments et ensembles classés	S_sites_monuments_classes
Zones inondables imposées par voie de règlement grand-ducal	S_zones_inondables_imposees
Zones industrielles à caractère national	S_industrielles_national
Zones d'activités spécifiques à caractère national	S_activites_specifiques_national
Zones d'activités économiques à caractère régional	S_activites_economiques_regional
Couloirs pour projets routiers et ferroviaires	S_couloirs_projets_routiers_ferroviaires
Autoroutes	L_autoroutes
Routes nationales (RN)	L_routes_nationales
Chemin repris (CR)	L_chemin_repris
Projets routiers	L_projets_routiers
Lignes ferroviaires	L_ferroviaires
Lignes tramway urbain	L_tramway_urbain
Lignes train - tram	L_train_tram
Projets lignes train - tram	L_projets_train_tram
Pistes cyclables	L_pistes_cyclables
Projets pistes cyclables	L_projets_cyclables
Conduites d'eau	L_conduites_eau
Conduites d'eau en projet	L_projets_conduites_eau
Couloirs de canalisation	L_couloirs_canalisation
Couloirs pour projets de canalisation	L_projets_couloirs_canalisation
Réseaux de communication	L_reseaux_communication
Lignes à haute tension	L_haute_tension
Lignes à haute tension en projet	L_projets_haute_tension
Gazoducs	L_gazoducs
Gazoducs en projet	L_projets_gazoducs
Gare	P_gare
Arrêt Autobus	P_arret_autobus
Port de plaisance	P_port_plaisance
Port commercial	P_port_commercial
Barrage	P_barrage
Source	P_source
Source captée	P_source_captee
Usine de traitement d'eau	P_usine_traitement_eau
Station de pompage	P_station_pompage
Source d'eau minérale	P_source_eau_minerale
Réservoir d'eau	P_reservoir_eau
Station d'épuration	P_station_epuration
Station de transformation	P_station_transformation
Centrale hydroélectrique	P_centrale_hydroelectrique
Station éolienne	P_station_eolienne
Centrale TGV	P_centrale_tgv

Table 1: Layernamen FNP in DXF

## 10.3 BASIS- UND ÜBERLAGERUNGSFLÄCHEN

<b>Basisflächen</b>
Zones d'habitation 1
Zones d'habitation 2
Zones mixtes à caractère central
Zones mixtes à caractère urbain
Zones mixtes à caractère rural
Zones de bâtiments et d'équipements publics
Zones d'activités économiques
Zones industrielles
Zones industrielles à risques majeurs
Zones spéciales
Zones de loisir avec séjour
Zones de jardins familiaux
Zones militaires
Aéroport de Luxembourg
Zone d'Aérodrome
Zones portuaires (marchandise)
Zones portuaires (de plaisance)
Zones de transport multimodal
Zones agricoles
Zones forestières
Zones viticoles
Zones de loisir sans séjour
Zones de parc
Zones d'isolement et de transition
Zones horticoles
<b>Überlagerungsflächen</b>
Zones d'aménagement différé
Zones soumises à un plan directeur
Zones de servitudes "urbanisation"
Zones de secteurs sauvegardés ou zones protégées
Zones soumises à l'obligation d'établir un projet d'aménagement particulier
Zones de risques naturels prévisibles-éboulements ou glissements
Zones de risques naturels prévisibles-inondations
Zones d'extraction
Délimitation des plans d'aménagement particulier
Délimitation des périmètres d'études aux zones à restructurer / zones de développement
Parcs naturels
Zones de reboisement
Espaces et couloirs d'intérêt écologique et paysager
Zones protégées d'intérêt national
Zones protégées d'intérêt communautaire et international
Zones protégées d'intérêt d'importance communale
Zone de protection du lac de la Haute-Sûre
Zones de bruit
Sites archéologiques
Sites et monuments et ensembles classés
Zones inondables imposées par voie de règlement grand-ducal
Zones industrielles à caractère national
Zones d'activités spécifiques à caractère national
Zones d'activités économiques à caractère régional
Couloirs pour projets routiers et ferroviaires

Tabelle 2: Basis- und Überlagerungsflächen

## 10.4 FME: KURZE BESCHREIBUNG

FME steht für Feature Manipulation Engine und ist eine Software aus dem Bereich Spatial ETL (Extract, Transform und Load). Mit FME kann man Geodaten bearbeiten und das in den gängigsten Formaten, sowohl aus dem GIS- als auch aus dem CAD-Bereich (insgesamt mehr als 100 verschiedene Formate).

Neben dem reinen Lesen und Schreiben der Daten können diese auch bearbeitet werden (Filtern, Verschneiden, Flächenbildung, Clip).

Dazu werden die Daten in ein systemneutrales Format umgewandelt (auch als FME Format bezeichnet), auf dem alle Arbeitsschritte durchgeführt werden.

Die Software besteht aus verschiedenen Komponenten:

- einem Universal Viewer, mit dem die verschiedenen Formate auf interaktive Art und Weise betrachtet werden können
- einer Workbench, die dazu dient, Arbeitsschritte interaktiv und graphisch zu modellieren (ähnlich dem Modelbuilder, der vielen aus ArcGIS bekannt sein dürfte)
- eine Translator Engine, die die Übersetzung und Bearbeitung der eigentlichen Daten durchführt

Die Software wird von der kanadischen Firma Safe Software hergestellt (<http://www.safe.com>).

## 10.5 INTEGRIEREN EINER DXF-DATEI MITTELS FME

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieses Teils standen nur „provisorische“ Daten der Gemeinde Esch-sur-Sûre zur Verfügung. Nichtsdestotrotz kann mit diesen Daten gezeigt werden, wie die Integration vor sich geht.

Die folgende DXF-Datei ist auf Basis der gelieferten Daten so umstrukturiert worden, dass sie der Datenstruktur FNP-DXF entspricht, wie sie in dieser Arbeit erläutert wurde. Da diese zuvor vorgestellte Datenstrukturierung dem Auftragnehmer jedoch bei der Bearbeitung nicht bekannt war, sah der Aufbau seiner DXF-Datei natürlich anders aus. Diese Umstrukturierung ist ebenfalls mit FME durchgeführt worden.

Diese umgewandelte DXF-Datei sieht folgendermaßen im FME Viewer aus:

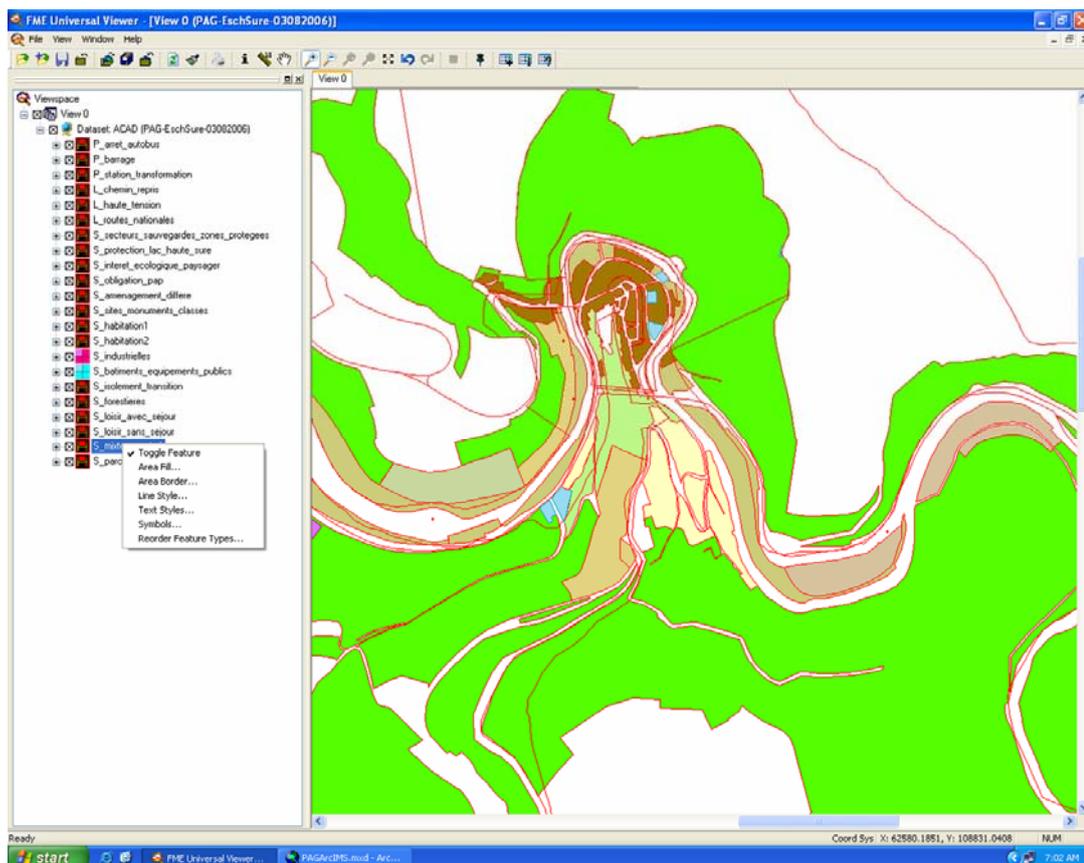


Abbildung 28: FNP-DXF Datei im FME Viewer

Diese Abbildung soll die Layerstruktur dieser Datei aufzeigen. Sie entspricht der definierten Vorgabe.

Die Ausgestaltung der verschiedenen Zonen entspricht hier nicht der Zeichenvorschrift: die Basisflächen haben die gleichen Farben wie in der Zeichenvorschrift vorgegeben, die Überlagerungsflächen sind jedoch nur als roter Umriss dargestellt. Die linearen und punktuellen Elemente sind ebenfalls nur in Rot wiedergegeben.

Um diese DXF-Datei in eine Geodatabase zu integrieren wird folgendermaßen vorgegangen.

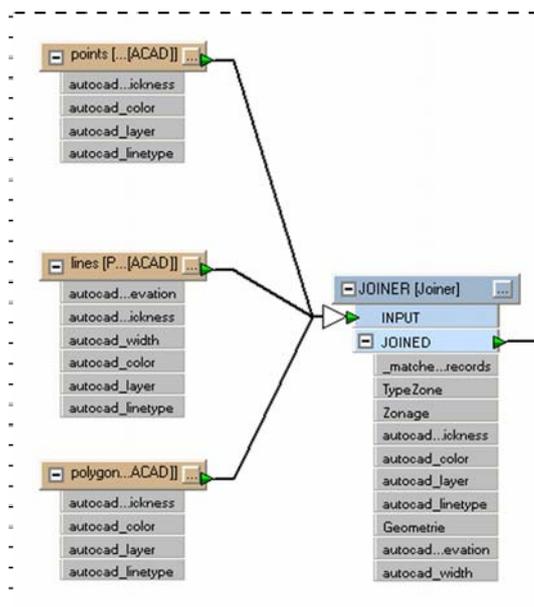


Abbildung 29: FME Joiner

Die DXF-Datei enthält verschiedene Geometrien und zwar sowohl Punkte, Linien als auch Flächen. Diese 3 Geometriertypen finden wir hier auch wieder als points, lines und polygons.

Als erstes wird mit Hilfe des „JOINER“- Transformers ein Join durchgeführt.

Dabei fließen die DXF-Datei und eine Tabelle einer Access Datenbank ein.

Die Struktur dieser Tabelle ist folgende:

- DXFLayername
- Bezeichnung
- Geometrie
- Typ der Fläche: Basis- oder Überlagerungsfläche

Für jeden der vorgeschriebenen Nutzungsarten enthält diese Tabelle einen Eintrag (insgesamt 85) sowie die dazugehörigen Elemente.

Die Verbindung wird über den DXF-Layernamen hergestellt.

So bekommt jedes Feature der DXF-Datei die zusätzlichen Attribute „TypeZone“, „Zonage“ und „Geometrie“ neben den Standardattributen einer DXF-Datei wie „autocad\_layer“ oder „autocad\_color“ usw.

Jedes Feature der DXF-Datei, das über den Layernamen in der Tabelle zu finden ist, wird ge“joined“ und die Verarbeitung in FME geht mit dem nächsten Schritt weiter. Alle anderen Features, für die dieses JOIN nicht klappt (weil es in der Tabelle keine

Übereinstimmung gibt), „fallen“ aus den nächsten Bearbeitungsschritten heraus (was gewollt ist: es sollen nur die Informationen übernommen werden die für die Integration auch gebraucht werden).

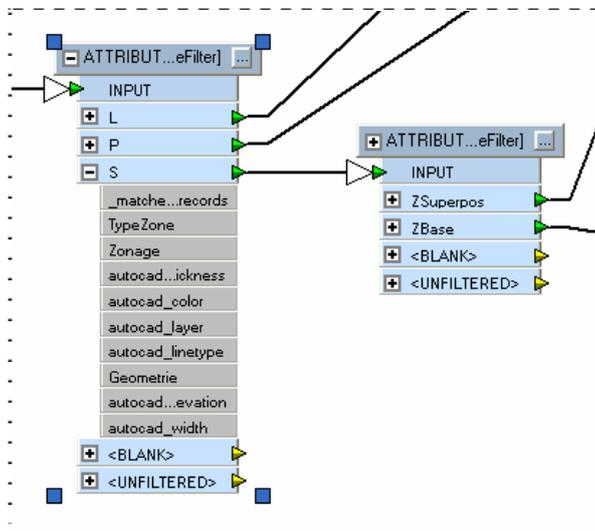


Abbildung 30: FME Attributefilter

Danach werden zwei ATTRIBUTEFILTER eingesetzt.

Zuerst wird über die Geometrie gefiltert, um wieder die Punkte, Linien und Flächen voneinander zu trennen, da eine Feature-Class immer nur einen einzigen Geometrietyt aufnehmen kann.

Als zweites werden die Flächen noch mal unterteilt und zwar in Basisflächen („ZBase“) und Überlagerungsflächen („ZSuperpos“).

So entstehen insgesamt aufgrund dieser beiden Attributfilter vier „Ausgänge“.

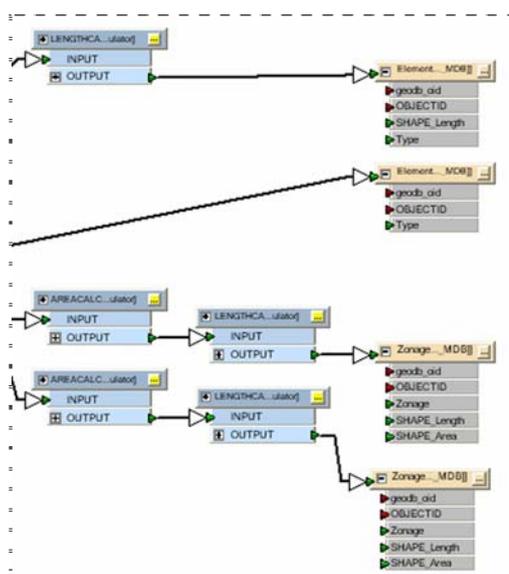


Abbildung 31: FME Area- und LengthCalculator

Als nächstes, wie in der vorherigen Abbildung zu erkennen ist, können die 4 Feature-Klassen der Geodatabase mit den FME-Features „gefüllt“ werden.

Es werden zuvor nur noch Berechnungen für Flächen (Flächengröße, Perimeter) und Linien (Länge) durchgeführt.

Der folgende Bericht wird erstellt, wenn wir dieses Modell mit der vorher beschriebenen DXF-Datei durchlaufen lassen:

```
-----  
                          Features Read Summary  
-----  
TableConversion                      85  
lines                                115  
points                               8  
polygons                             105  
=====
```

Total Features Read	313
---------------------	-----

```
-----  
                          Features Written Summary  
-----  
ElementLigne                          115  
ElementPoint                           8  
ZonageBase                             90  
ZonageSuperpose                        15  
=====
```

Total Features Written	228
------------------------	-----

```
-----  
Translation was SUCCESSFUL (228 feature(s)/11527 coordinate(s) output)  
FME Session Duration: 2.7 seconds.
```



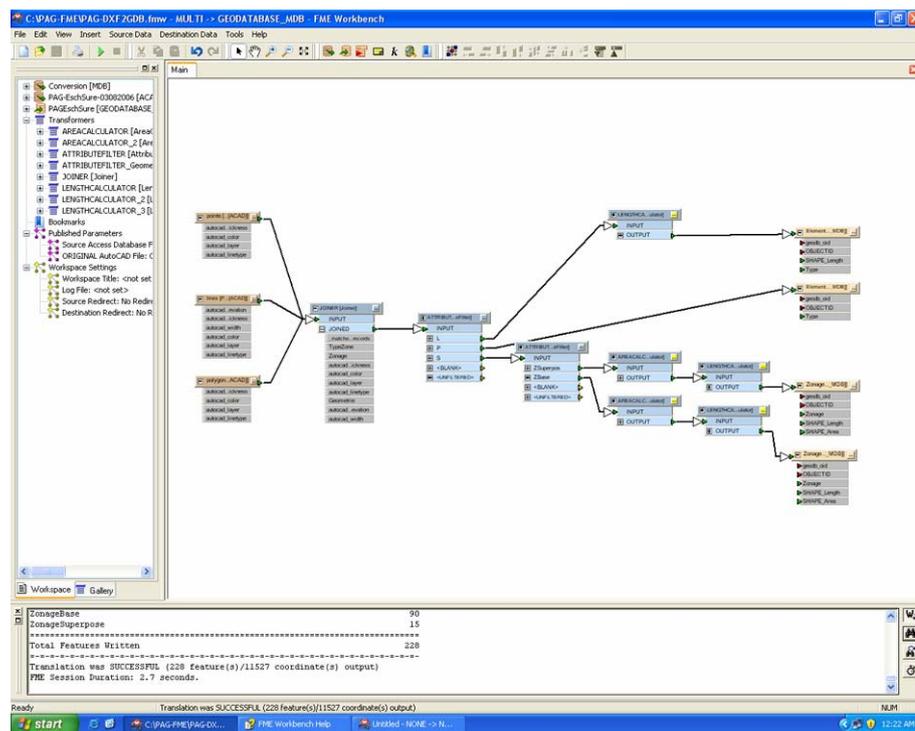


Abbildung 33: Komplettes FME Modell in der Workbench

Es besteht ein ähnliches Modell für die Übernahme der Daten aus einem Shapefile. Dieses Modell ist einfacher aufgebaut, da hier ja eigentlich nur eine Formatumwandlung durchgeführt wird. Die Daten haben schon eine GIS-Struktur mit Attributen, die nur noch überführt werden müssen.