

# Master Thesis

im Studiengang UNIGIS MSc 2001 an der Universität Salzburg

## Entwicklung einer Low-Cost-Architektur zur Verwaltung, Verteilung und Visualisierung der Geodaten von Kompensationsflächenkatastern

Vorgelegt von  
Dipl.-Ing. (FH) Jens Schumacher  
LKZ: U841

8. Juli 2003

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Esslingen den 8. Juli 2003

---

Jens Schumacher

## Zusammenfassung

Die Umsetzung von Flächenpool- und Ökokontokonzepten stellt für Kommunen in Deutschland ein aktuelles Thema dar. Diese Arbeit richtet sich daher an Städte und Gemeinden, welche die ökologischen und ökonomischen Vorteile einer flexiblen Handhabung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung nutzen möchten und vor der Aufgabe stehen, die fachlichen und methodischen Anforderungen in einer geeigneten und kosteneffizienten GIS - Lösung umzusetzen. Die Fragestellung dieser Arbeit ist damit im wissenschaftlichen Umfeld der Landschaftsplanung und der Geoinformatik anzusiedeln.

In dieser Arbeit wurden allgemeine Anforderungen an Flächenpool- und Ökokontokonzepte formuliert und erstmalig für die Verwendung im Rahmen eines GIS-gestützten Kompensationsflächenkatasters operationalisiert. Im Ergebnis wurden inhaltliche und funktionale Mindestanforderungen erarbeitet und schließlich eine geeignete, auf den Komponenten GIS, Datenbank und Mapserver basierende Systemarchitektur empfohlen. Anhand einer Fallstudie für die Stadt Tettnang wurde der Nachweis der Realisierbarkeit der vorgeschlagenen Architektur geführt. Die vorgestellte Systemarchitektur basiert sowohl auf vorhandener Standardsoftware als auch auf frei verfügbaren Open Source Komponenten. Die Datenhaltung der Geometrien wird von ArcView 3.2 übernommen, die sensiblen Sachdaten werden in Access geführt. Der UMN Mapserver übernimmt die Verteilung der Informationen im Intranet.

In dieser Arbeit wurde aufgezeigt, dass die Verwendung von Standardsoftware in Kombination mit frei erhältlichen OpenSource Produkten die beschriebenen Anforderungen erfüllt und dadurch funktionale und wirtschaftliche Vorteile entstehen. Die Zielsetzung der Entwicklung einer Low-Cost Architektur kann vor diesem Hintergrund als erreicht bezeichnet werden. Nach der Analyse der Kostenfaktoren spricht einiges dafür, dass sich bei Kompensationsflächenkatastern eine Architektur auf Basis von Standardsoftware und Open Source Produkten im Vergleich mit kommerziellen Fachschalen als langfristig kostengünstiger erweist. In einer zu empfehlenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten aber den Einrichtungskosten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Der prinzipielle Kostenvorteil von Open Source Lösungen wird jedoch als offene Frage erachtet und könnte daher Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Die Ergebnisse verdeutlichten zudem, dass für Kompensationsflächenkataster wünschenswerte Eigenschaften im Low-Cost Bereich oft nicht zu realisieren sind. Neben topologischen Funktionen zur Konsistenzerhaltung gehört dazu die Konformität mit OGC Spezifikationen, die Interoperabilität herstellen und den Zugriff auf verteilte Datenbasen ermöglichen. Es wird daher empfohlen die weitere Entwicklung in diesem Bereich abzuwarten und die gewünschten Eigenschaften nach Interoperabilität und verteiltem Datenzugriff mittelfristig durch geeignete Produktauswahl sicherzustellen.

## Abstract

The implementation of area pool- and eco-account concepts is a topical problem of municipalities in Germany. This work thus addresses towns and villages willing to use the ecological and economic benefits of a flexible application of impact mitigation regulations within community development planning and facing the task of implementing the technical and methodological requirements by an appropriate and cost-effective GIS solution. So the subject of this work belongs to the scientific sphere of landscape planning and geoinformatics.

This work expresses general requirements of area pool and eco-account concepts and operationalizes these for the first time to the use within a GIS supported cadaster of mitigation areas. It results in content and functional minimum requirements and finally in the recommendation of an appropriate system architecture based on its components of GIS, database and map server. Feasibility of the suggested architecture was proven and tested by a case study of the South German town of Tettwang. The introduced system architecture is based on existing standard software as well as on freely available open-source components. Management of geometric data is done by ArcView 3.2, sensitive alphanumeric data are administrated in MS Access, whereas content distribution within the intranet is carried out by the UMN Mapserver.

This work shows that the use of standard software in combination with freely available open-source products fulfils the requirements specified and creates functional and economic advantages. In this respect it is justified to say that the aim of the development of low cost architecture has thus been achieved. This analysis suggests that an architecture based on standard software and open-source products in data banks of mitigation areas is more cost-effective on a long-term basis. However, an economic feasibility study is recommended, particularly focussing on installation costs. The overall cost advantage of open-source solutions is regarded as an unsettled matter and could be subject of further investigations.

The results show further that the desirable features of cadaster of mitigation areas often cannot be realised on a low cost level. Topological factors to maintain consistency and conformity with OGC specifications creating interoperability and enabling access to distributed data bases are some of these features. It is thus recommended to wait for further development in this field and to ensure the desired features of interoperability and distributed data access on a medium-term basis by selecting appropriate products.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	1
1.1 Ausgangslage .....	1
1.2 Grundlegende Begriffe und Definitionen .....	1
1.3 Sollzustand, Problemdefinition und Zielsetzung .....	3
1.4 Methodik und Vorgehensweise.....	7
<b>2. Grundlagen und Anforderungen</b> .....	9
2.1 Rechtliche Grundlagen.....	9
2.2 Funktionsweise und Arbeitsschritte .....	10
2.2.1 Funktionsweise .....	10
2.2.2 Regelablauf .....	13
2.2.3 Vorteile der Flächen- und Maßnahmenbevorratung .....	14
2.3 Fachliche Anforderungen.....	16
2.4 Funktionale Anforderungen.....	21
2.5 Organisatorische Anforderungen .....	23
2.6 Beurteilungen der Anforderungen und Schlussfolgerungen.....	25
<b>3. Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten und Thesen</b> .....	27
3.1 Komponenten und spezifische Problemstellungen .....	27
3.2 Überblick über am Markt existierende Lösungen.....	28
3.3 Kostenfaktoren.....	31
3.4 Thesen .....	34
<b>4. Diskussion der Komponenten</b> .....	35
4.1 GIS-Komponente .....	35
4.2 Datenbank-Komponente .....	39
4.3 Mapserver-Komponente .....	42
<b>5. Fallstudie – Projekt Kompensationsflächenkataster Tettngang</b> .....	52
5.1 Ausgleichsflächenkonzeption für die Stadt Tettngang .....	52
5.1.1 Bewertungsmodell - Bodenseekreis.....	52
5.1.2 Ableitung des fachlichen Konzepts .....	53
5.2 Organisatorisches Konzept und Workflow .....	54
5.3 System - Architektur .....	54
5.4 GIS Datenerstellung und Datenorganisation .....	56
5.5 Datenbankentwurf.....	58
5.5.1 Konzeptionelle Modellierung .....	58
5.5.2 Umsetzung in Access.....	62
5.5.3 Anpassungen der Datenbank.....	63
5.5.4 Optimierung des Datenbanksystems.....	66
5.6 Kopplung Datenbank und GIS-Applikation .....	66
5.7 Mapserver .....	68
5.7.1 Zielsetzung.....	68
5.7.2 Erstellung eines Prototyps.....	69

5.7.3 Funktionen .....	70
5.7.4 Möglichkeiten zur Optimierung.....	73
5.8 Zusammenfassung und Beurteilung der Fallstudie.....	74
<b>6. Zusammenfassung, Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>77</b>
6.1 Überprüfung der Thesen .....	77
6.2 Zusammenfassung der Arbeit und Schlussfolgerungen.....	80
<b>7. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>85</b>
<b>8. URL-Verzeichnis.....</b>	<b>88</b>
<b>9. Anhang.....</b>	<b>90</b>
9.1 Access Formular .....	90
9.2 Felddesreibungen Datenbank.....	93
9.3 Mapfile.....	97

#### Abbildungsverzeichnis

Abb. Nr. 1: Methodisches Vorgehen	S. 8
Abb. Nr. 2: Ausgleich auf Baugrundstück	S. 10
Abb. Nr. 3: Ausgleich im sonstigen Geltungsbereich	S. 10
Abb. Nr. 4: Planexterner Ausgleich	S. 11
Abb. Nr. 5: Vorgezogener Ausgleich	S. 12
Abb. Nr. 6: Ökokonto	S. 12
Abb. Nr. 7: Klassifikation von Web-Karten	S. 43
Abb. Nr. 8: Interaktiver Landschaftsplan Königslutter	S. 47
Abb. Nr. 9: Stadtplan Stadt Chur	S. 48
Abb. Nr. 10: Systemarchitektur Kompensationsflächenkataster Tettngang	S. 55
Abb. Nr. 11: Auszug aus dem Flächenpool	S. 57
Abb. Nr. 12: Entitätenblockdiagramm	S. 60
Abb. Nr. 13: Beziehungen Kompensationsflächenkataster Tettngang	S. 63
Abb. Nr. 14: Begrüßungsformular	S. 64
Abb. Nr. 15: Suchfunktionen	S. 65
Abb. Nr. 16: ArcView und Access	S. 68
Abb. Nr. 17: Erscheinungsbild des Prototyps	S. 71
Abb. Nr. 18: Maßnahmenflächen mit ALK	S. 71
Abb. Nr. 19: Kartenausschnitt mit Ortholuftebild und ALK	S. 72
Abb. Nr. 20: Datenbankauszug und Querymap	S. 72

#### Tabellenverzeichnis

Tabelle Nr. 1: Regelablauf für Einrichtung und Führung eines Ökokontos	S. 13
Tabelle Nr. 2: Mindestinhalte in einem Kompensationsflächenkataster	S. 19
Tabelle Nr. 3: Funktionale Anforderungen	S. 21
Tabelle Nr. 4: Potentielle Nutzer eines Kompensationsflächenkatasters	S. 23
Tabelle Nr. 5: Sammlung von Entitäten	S. 58
Tabelle Nr. 6: Bildung von Entitätsmengen	S. 59

## Abkürzungsverzeichnis

ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ASP	Active Server Pages
BauGB	Baugesetzbuch
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BPlan	Bebauungsplan
CGI	Common Gateway Interface
DBMS	Datenbank Management System
DDE	Dynamic Data Exchange
DXF	Data Exchange Format
DPI	Dots per inch
ESRI	Environmental Research Institut
FFH	Flora-Fauna-Habitat (- Richtlinie)
FGDC	Federal Geographic Data Commitee
FNP	Flächennutzungsplan
GI	Geo-Information
GIS	Geo-Informationssystem
GOP	Grünordnungsplan
GUI	Graphical User Interface
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
ISO	International Standardization Organisation
LANA	Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz (Baden-Württemberg)
LP	Landschaftsplan
ODBC	Open Data Base Connectivity
OGC	Open GIS Consortium
RDBMS	Relationales Datenbankmanagementsystem
SDI	Spatial Data Infrastructure
SQL	Structured Query Language
URL	Uniform Resource Locator
WFS	Web Feature Service
WGS	World Geodetic System
WMS	Web Map Service

## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangslage

Unter dem Begriff Kompensationsflächenkataster werden Flächenpoolkonzepte und Ökokonten zusammengefasst. Beides sind noch relativ junge Instrumente des deutschen Bauleitplanungs- und Naturschutzrechtes. Weder die Bezeichnungen noch die Inhalte sind in der Regel gesetzlich gefasst. In den von Behörden und Planern geführten Diskussionen stehen zum Teil sehr unterschiedliche Auffassungen gegenüber (BDLA, 1999). Entsprechend vielfältig bzw. uneinheitlich ist die Vorgehensweise, mit der sich in zunehmendem Maße Städte und Gemeinden diesem Thema annähern.

Unstrittig ist sicher, dass es sich bei der Konzeption eines Flächenpools und Führung eines Ökokontos um Planungsaufgaben handelt, die sehr hohe Anforderungen an die Kommune sowohl in fachlich-methodischer als auch in technischer Hinsicht stellen. Als Kernstück einer sinnvollen, den inhaltlichen und technischen Anforderungen entsprechenden Vorgehensweise ist die Konfiguration der Instrumente, die zur Verwaltung, Verteilung und Visualisierung der Informationen eingesetzt werden, zu nennen. Eine zentrale Stellung im kommunalen und planerischen Umfeld nehmen dabei Geo-Informationssysteme (GIS) sowohl im Allgemeinen als auch im Bereich Flächenpool und Ökokonto ein.

Der Ausgangspunkt systematische Überlegungen zum Thema GIS-Anwendung, Flächenpool und Ökokonto im Rahmen dieser Arbeit zu formulieren, wurde durch Überlegungen der Stadt Tettngang ausgelöst, parallel zum Aufbau ihres GIS-Systems ein derartiges Instrument zur Bewältigung der Eingriffsregelung zu konzipieren. In der Projektvorlaufphase wurde deutlich, dass analog zur wissenschaftlichen Diskussion in mehreren Punkten offene Fragen bestehen, jenseits der fertigen Lösungen von Softwarehäusern aber keine Leitfäden und Orientierungshilfen zur Vorgehensweise existieren.

Diese Arbeit richtet sich an Städte und Gemeinden, welche die ökologischen und ökonomischen Vorteile einer flexiblen Handhabung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung nutzen möchten und vor der Aufgabe stehen, die fachlich-methodischen Anforderungen in einer geeigneten und kosteneffizienten GIS-Lösung umzusetzen. Das Ziel ist eine Orientierungshilfe für Städte und Gemeinden bei derartigen Aufgabenstellungen. Die bei der Konzeption der Stadt Tettngang gewonnenen Erfahrungen finden Eingang in die Analyse der Problemstellung und münden in einen Lösungsvorschlag.

### 1.2 Grundlegende Begriffe und Definitionen

Es ist zunächst notwendig, als Basis für die weiteren Ausführungen einige grundlegende Begriffe im thematischen Umfeld des Bau- und Naturschutzrechtes in Deutschland einzuführen und abzugrenzen. Damit soll einer ausführlichen Beschäftigung mit den Grundlagen, der Funktionsweise und den rechtlichen Rahmenbedingungen (siehe

Kapitel 2.1 u. 2.2) nicht vorgegriffen werden. Im Anschluss werden einige Begriffe aus dem Bereich der Geoinformatik definiert.

Nach deutschem Baurecht ist die Eingriffsregelung auch im Rahmen der Bauleitplanung anzuwenden. Die Eingriffsregelung verpflichtet den Verursacher von Eingriffen, die durch einen Bauleitplan (z.B. Bebauungsplan) vorbereitet werden, vermeidbare Beeinträchtigungen zu unterlassen und unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege vorrangig auszugleichen. Unzulässig ist ein Eingriff, wenn Beeinträchtigungen nicht vermieden, ausgeglichen, oder in sonstiger Form kompensiert werden können und die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach Abwägung aller Anforderungen im Range vorgehen.

Die Definition von Eingriffen in Natur und Landschaft übernimmt das rahmensetzende Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Ein Eingriff im Sinne der Naturschutzgesetzgebung liegt nach § 18 BNatSchG vor, wenn die Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können.

Das Gesetz verpflichtet den Vorhabensträger, Eingriffe mit geeigneten Maßnahmen, den Ausgleichsmaßnahmen, auszugleichen. Auf der Ebene der Bauleitplanung wird keine Unterscheidung zwischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (synonym kann der Oberbegriff Kompensationsmaßnahmen Verwendung finden) getroffen. Als ausgeglichen gilt ein Eingriff, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushaltes wiederhergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist. Beispielhaft könnte bei einer Versiegelung von wertvollem Feuchtgrünland (Eingriff) an anderer Stelle ein im Auebereich eines Flusses gelegener Acker in Grünland verwandelt und dessen Drainagen entfernt werden, damit sich der natürliche Wasserhaushalt wieder einstellt (Ausgleich).

Ein Flächenpool ist nun eine Sammlung von derartigen potentiellen Ausgleichsflächen, auf denen die Gemeinde zukünftige Eingriffe (z.B. als Folge ihrer Siedlungsentwicklung) durch Maßnahmen für Naturschutz und Landschaftspflege kompensiert. Der Flächenpoolaufbau bezeichnet hier das Vorgehen von Kommunen, sich diese gesetzlich vorgeschriebenen Ausgleichsflächen zu beschaffen. Flächenpools sind das Ergebnis einer sachgerechten und zweckmäßigen Bodenpolitik der Kommunen, in deren Folge geeignete Flächen als potentielle Ausgleichsflächen bevorratet werden.

Für den Begriff des Ökokontos ist eine Abgrenzung von der Bezeichnung Flächenpool erforderlich. Mit Hilfe eines Ökokontos kann der Flächenpool bewirtschaftet werden. Das Konto ermöglicht die „Buchung“ von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Sie werden von den Kommunen freiwillig im Vorgriff potentieller Eingriffe durchgeführt und auf dem Konto bevorratet. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Maßnahmenbevorratung (z.B. WILKE, 2001). Diese im Vorgriff realisierten Maßnahmen stehen im Falle eines Eingriffs in Natur und

Landschaft als Ausgleichsmaßnahme zur Verfügung und können entsprechend abgebucht werden.

Bei den Instrumenten, die im Rahmen dieser Arbeit zur Verwaltung, Verteilung und Visualisierung von Geodaten eingesetzt werden, handelt es sich u.a. um Geo-Informationssysteme. An dieser Stelle soll auf eine im deutschsprachigen Raum gebräuchliche Definition von BILL (2001) zurückgegriffen werden:

„Ein Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.“

Ergänzend weist BEHR (2000) darauf hin, dass Geo-Informationssysteme im Wesentlichen durch die Interaktion zwischen Mensch und System bestimmt sind. Das System umfasst danach die notwendigen Hardware-, Software- und Kommunikationskomponenten sowie die damit gespeicherten Daten, die der Mensch durch Einsatz dieser Komponenten nutzbar macht.

Ein wesentlicher Bestandteil der in obiger Definition genannten Daten sind Geodaten. Diese Daten repräsentieren Erscheinungen oder Gegenstände unserer Umwelt (Entitäten) und weisen als charakterisierendes Merkmal den Raumbezug auf. Geodaten lassen sich über den Raumbezug miteinander verknüpfen, woraus unter Einsatz der Analysefunktionen von GIS neue Informationen abgeleitet werden können.

In der Definition wird deutlich, dass ein GIS vielfältige Aufgaben wahrnehmen kann. Während in früheren Zeiten monolithische Softwarelösungen alle diese Funktionen in sich zu vereinen versuchten, so festigt sich heute der Trend, unterschiedliche Aufgaben wie z.B. Datenerfassung, Datenanalyse und Datenausgabe von verschiedenen spezialisierten Softwarekomponenten erledigen zu lassen. Unter dem Stichwort „Interoperabilität“ wird die Eigenschaft der Daten und Systeme zusammengefasst, miteinander verlustfrei zu kommunizieren. Die Gesamtheit der Komponenten die in einem System zusammenwirken sollen, werden in dieser Arbeit als GIS-Architektur verstanden. Vom Open GIS Consortium (OGC, 2003) wird der Begriff wie folgt definiert:

„An abstract technical description of a system or collection of systems. Modern software architectures employ interoperability interfaces to enable enterprises and whole industries to establish coherent, flexible, integrated information flows that can be implemented with heterogeneous but intercommunicating software systems (...)“.

### 1.3 Sollzustand, Problemdefinition und Zielsetzung

Die Aufgabenstellung, ein Konzept für einen Flächenpool oder die Bevorratung von Maßnahmen im Rahmen eines Ökokontos umzusetzen, dürfte eine Vielzahl von Städten und Kommunen beschäftigen. Nach Ergebnissen eines aktuellen Forschungs- und

Entwicklungsvorhabens des Bundesamtes für Naturschutz (BFN, 2002) existieren in Deutschland mindestens 635 kommunale und interkommunale Flächenpools. Weitere 396 Flächenpools befinden sich in Vorbereitung. Dieser Trend wird sich durch die in den § 19 (4) BNatSchG eingefügte Länderermächtigung zur Erlassung weitergehender Regelungen weiter beschleunigen. In den Zahlen spiegelt sich der Bedarf nach Austausch und Diskussion wider. Von Seiten der Wissenschaft besteht die Forderung nach zielführenden und übertragbaren Lösungsansätzen (BFN, 2002).

Bei Konzeption und Umsetzung eines Flächenpools und Ökokontos werden fachliche, also inhaltlich-methodische, rechtliche, technisch-funktionale und organisatorische Fragestellungen zu beantworten sein. In technischer Hinsicht ist ein leistungsstarkes Werkzeug zur Konzeption und Führung des Flächenpools und Ökokontos in einem Kataster erforderlich. Es dürfte, auch angesichts des Verbreitungsgrades von GIS bei Kommunen (siehe JESCHKEIT, 2002), unstrittig sein, dass diese Projekte mit derartigen Systemen konzipiert und umgesetzt werden.

Zunächst soll ein Blick auf den Status Quo die Ausgangsposition dieser Arbeit verdeutlichen. BRUNS ET AL. (2001) haben in einer Untersuchung den Versuch unternommen, die noch „junge“ Flächenpool- und Ökokontolandschaft in Deutschland zu beschreiben und eine erste Typisierung vorzunehmen. Danach weist die Art der bereits bestehenden Poolkonzepte ein großes Spektrum an Lösungen auf. Für die Heterogenität dieser Ansätze gibt es viele Gründe.

Einer der wichtigsten Gründe dürfte in den unterschiedlichen naturschutzrechtlichen sowie untergesetzlichen Regelungen der Bundesländer bezüglich der Anwendung der Eingriffsregelung zu sehen sein. Dem Traum einer bundeseinheitlichen Vorgehensweise wie es z.B. vom LANA-Gutachten (UWMBW, 1993-1996) postuliert wird, konnte oder wollte der Bundesgesetzgeber bisher nicht entsprechen. Der Freistaat Bayern ist immerhin bemüht, eine Vereinheitlichung auf Landesebene zu erreichen, wohingegen sich das Bundesland Baden-Württemberg jeglichen gesetzlichen oder untergesetzlichen Regelungen zur Eingriffsregelung verschließt. Dies hat zur Folge, dass die Anwendung der Eingriffsregelung, die Bewertung von Eingriffen und das Ableiten des Kompensationsumfanges auf formal und methodisch unterschiedlichsten Modellen auf regionaler, kreisweiter oder gemeindlicher Ebene fußt. Nach SCHMIDT (1998) ist bundesweit zur Zeit von annähernd 30, zum Teil sehr stark mathematisierten Bewertungsverfahren auszugehen, deren Akzeptanz aufgrund teilweise zu großer Kompliziertheit, mangelnder Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit leidet. Den verantwortlichen Behörden und beauftragten Planungsbüros bleibt es weitgehend selbst überlassen, welche Methoden angewendet und umgesetzt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nun nicht die notwendige Diskussion über Möglichkeiten der Harmonisierung der gesetzlichen und untergesetzlichen Vorgaben geführt werden. Die beschriebene Uneinheitlichkeit führt dazu, dass ein nachweislich breites Spektrum an Pool-Lösungen besteht und dass für die jeweiligen örtlichen Anforderungen in der Regel problemadäquate Lösungen gefunden werden müssen, indem die typisierenden Poolmerkmale hinsichtlich Trägerschaft, inhaltlicher Reichweite, Poolnutzung, Refinanzierung und letztendlich auch GIS-Konzeption in unterschiedlichem Umfang

ausgeschöpft werden (vgl. BRUNS et al., 2001). Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass Kommunen, die einen Flächenpool oder ein Ökokonto erarbeiten wollen, in Abstimmung mit den entsprechenden, sofern existierenden, Vorgaben ein individuelles und angepasstes Vorgehensmodell erstellen müssen. Die Konzeption der GIS-Architektur wird sich folglich an den individuellen Merkmalen orientieren müssen.

Es stellt sich nun die Frage, welche Hilfsmittel den Kommunen dabei zur Verfügung stehen. In fachlich - methodischer Hinsicht haben Wissenschaft und Forschung im Umfeld der Landschafts- und Umweltplanung zahlreiche Publikationen zum Thema veröffentlicht. WILKE (2001), KÖPPEL ET AL. (1998) oder PRÖBSTL (2001) informieren beispielsweise über Grundlagen und Anforderungen. Veröffentlichungen von Ministerien oder Fachbehörden (z.B. STMLU 1999 oder MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ, 2000) sollen als Arbeitshilfe für Planer und Kommunen dienen. Kritische Reflexionen gibt es bereits von BRUNS (2001) sowie BREUER (2001). Auffällig ist, dass es kaum systematische Fachliteratur zur Frage einer möglichen GIS-Architektur gibt. So treffen PRÖBSTL ET AL. (1999) oder SCHILDWÄCHTER U. JERGENS (1999a) Aussagen über die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der Verwendung von GIS - Werkzeugen, machen aber keine Angaben über die Konfiguration und Aufbau derartiger Systeme. Einige Beiträge (z.B. SCHILDWÄCHTER UND JERGENS, 1999b) beziehen sich auf fertig konfigurierte Fachschalen und Applikationen, die als Orientierungshilfe bei der Einführung von GIS-Systemen Verwendung finden können. Die Übertragbarkeit der Lösungen wird aber oft nicht diskutiert und ist angesichts der beschriebenen Heterogenität zu prüfen. Es besteht daher einerseits Bedarf einer systematischen Zusammenstellung der fachlichen und organisatorischen Anforderungen als Ausgangspunkt für Überlegungen zur technischen Umsetzung, die in eine GIS-Architektur mündet und andererseits das Aufzeigen von konkreten Lösungsmöglichkeiten im Umfeld der Geoinformationstechnologie.

Als ein weiterer Ausgangspunkt für systematische Überlegungen zum Thema Flächenpool/Ökokonto und GIS sollte im Sinne der Definition von GIS (Kapitel 1.2) der „Anwender“ betrachtet werden. Da Bauleitplanung in Deutschland eine hoheitliche Aufgabe der Kommunen ist, fällt die Verwaltung eines Ökokontos und Führung eines Flächenpools in den Tätigkeitsbereich der Städte und Gemeinden. Ziel ist es daher, das Projekt „Ökokonto“ mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen an Arbeitskraft, Know-how und bestehenden GIS-Strukturen zu verwirklichen. Damit kommt der Diskussion von Kostenaspekten eine entscheidende Bedeutung zu. Dies ist durch die teilweise prekäre und angespannte Haushaltslage der Kommunen in Deutschland und des Investitionsrahmens gerade bei kleineren Kommunen begründet. Es geht im Rahmen dieser Arbeit daher darum, Kostenaspekte schon bei der Konzeption einer möglichen GIS-Architektur Rechnung zu berücksichtigen. Da, wie bereits erwähnt, oft schon Standardsoftware und Basis-Know-how bei den Kommunen vorhanden ist, soll versucht werden, eine Kostenoptimierung auf dieser Grundlage zu erreichen.

In diesem Zusammenhang muss auch neueren Entwicklungen in der Geoinformationstechnologie Rechnung getragen werden. Unter dem Stichwort Freeware (siehe z.B. FREEGIS, 2003) bieten frei verfügbare Softwarekomponenten Alternativen zu kommerziellen Produkten. Inwieweit diese Systeme im Rahmen einer

GIS-Architektur für Kompensationsflächenkataster (auch unter Kostenaspekten) ergänzend zu Standardsoftware eine Rolle spielen können, wird als offene Frage erachtet. Eigenentwicklungen stehen in Konkurrenz zu bereits auf dem Markt existierenden Tools und Fachschalen. Es stellt sich die Frage, ob die Aufgaben und Funktionen auch mit (bestehender) Standardsoftware realisiert werden können.

Zusätzliche Motivation FreeGIS Komponenten in die Überlegungen mit einzubeziehen ist die Tatsache, dass es sich bei diesen FreeGIS Komponenten teilweise um Open Source Produkte handelt, deren Programmcode jedem Entwickler zugänglich ist. Derartige Software kann somit an die individuellen Bedürfnisse der Anwender angepasst werden und scheint sich aufgrund der festgestellten Erfordernis zur individuellen Anpassung einer GIS-Architektur für den Einsatzzweck zu empfehlen.

Angesichts des Verbreitungsgrades von Geo-Informationssystemen (siehe JESCHKEIT, 2002) kann bei vielen Kommunen schon von vorhandener Software, meist Standardsoftware mit proprietären Datenformaten, ausgegangen werden. Proprietäre Datenformate und mangelnde Schnittstellen erweisen sich in der Praxis häufig als Hemmnis, wenn es um den Austausch und die Integration von Daten, insbesondere von Geobasisdaten, geht. Die ständige und kostenaufwändige Aktualisierung dieser Geobasisdaten soll im Zuge der fortschreitenden Etablierung einer Geodateninfrastruktur (SDI) in Zukunft der Vergangenheit angehören. Auf die Daten soll im Sinne einer verteilter Datenhaltung in Echtzeit zugegriffen werden können. Es stellt sich die Frage, inwieweit eine Architektur aus Standardsoftware und Freeware-Produkten diesen Anforderungen an Interoperabilität Rechnung trägt.

### Zusammenfassung

Als Oberziel soll im Rahmen dieser Arbeit eine allgemein gültige Orientierungshilfe für Städte- und Gemeinden, die im Begriff sind, ein GIS-gestütztes Kompensationsflächenkataster aufzubauen, geschaffen werden. Dies soll durch die Bearbeitung folgender Teilaspekte gewährleistet werden:

- Formulierung und Operationalisierung von fachlichen und allgemein gültigen Mindestanforderungen als Rahmen für die Informationen, die in einem Kataster enthalten sein müssen
- Formulierung von (Mindest-)Anforderungen hinsichtlich der Funktionalität eines Gis - gestützten Kompensationsflächenkatasters
- Orientierungsrahmen, welche Lösungsmöglichkeiten vor dem Hintergrund neuester Entwicklungen auf dem GIS-Sektor in Frage kommen und Empfehlung einer sinnvollen Architektur
- Optimierung der Architektur hinsichtlich Flexibilität und Interoperabilität
- Kostenoptimierung durch den weitgehenden Einsatz von Standardsoftware und frei verfügbarer Software
- Aufzeigen einer funktionierenden Architektur im Anwendungsbeispiel

Ziel der Arbeit ist zudem die Möglichkeit, die gewonnenen Erkenntnisse auf analoge Fragestellungen zu übertragen. Daher soll die Betrachtung und Diskussion allgemein gehalten werden.

#### 1.4 Methodik und Vorgehensweise

Ausgehend von der Beschreibung der rechtlichen Grundlagen, der Funktionsweise und des Regelablaufs von Flächenpool- und Ökokontokonzepten besteht der erste Schritt in der Ableitung von allgemeingültigen Anforderungen an derartige Instrumente und in der Operationalisierung dieser Anforderungen für die Umsetzung in einem Gis-gestützten Kataster. Diese Art der Vorgehensweise bildet die Basis, um die nachfolgend gewonnenen Erkenntnisse auf vergleichbare Aufgabenstellungen übertragen zu können.

Bei der Formulierung von Anforderungen sollen drei grundlegende Aspekte unterschieden werden. Dabei sind auf der einen Seite zunächst die fachlichen Anforderungen (Kapitel 2.3) relevant. Die Beschreibung von fachlichen Anforderungen soll sich hauptsächlich auf die Auswertung von Literatur und aktuellen Forschungsergebnissen aus dem Bereich der Landschaftsplanung stützen. Das Ergebnis soll als inhaltliche Mindestanforderung verstanden werden. Letztendlich lassen sich aus diesem Operationalisierungsschritt die Inhalte, die in einem Flächenpool und Ökokontokonzept im Allgemeinen und in einem Informationssystem im Besonderen vorgehalten werden müssen, ableiten. Der zweite Schwerpunkt bei der Beschreibung von Anforderungen besteht in der Erarbeitung funktionaler Anforderungen eines Systems. Ausgehend von der Beschreibung der Regelarbeitsschritte müssen funktionale Mindestvoraussetzungen beschrieben werden, die eine effiziente Führung und Verwaltung der Datenbestände gewährleisten und fachliche Aspekte ausreichend abbilden. Zu den weiteren Rahmenbedingungen, auf denen ein System aufbauen soll, muss das typische organisatorische Umfeld bei Kommunen Berücksichtigung finden. In Kapitel 2.5 werden daher organisatorische Anforderungen in den Vordergrund gestellt. Von Interesse ist der typische Workflow und die dann üblichen Interaktionen zwischen den Beteiligten im Rahmen von Ökokontoregelungen.

Auf Basis dieser Anforderungen kann dann die Frage nach einer geeigneten GIS-Architektur erörtert werden (Kapitel 3). Dazu ist es zunächst erforderlich, einige spezifisch technische Problembereiche, die sich aus der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion im Umfeld der Geoinformatik ergeben, im Hinblick auf ein Kompensationsflächenkataster herauszuarbeiten. Als ein weiterer Problemschwerpunkt müssen bestehende Tools in die Betrachtung mit einbezogen werden. Eigenentwicklungen stehen in Konkurrenz zu bereits existierenden Tools und Fachschalen. Eine Betrachtung wäre nicht vollständig, ohne bereits existierende Lösungen zu berücksichtigen. Ein grober Überblick (Kapitel 3.2) über gängige Umsetzungen soll es gestatten, die Einsatzmöglichkeiten hinsichtlich der zuvor formulierten Anforderungen zu beurteilen. Ein weiteres Problem für die Zielgruppe der kleineren und mittleren Gemeinden stellt die Kostenseite dar. In Kapitel 3.3 werden daher relevante Kostenfaktoren ermittelt, diskutiert und gewichtet. Vor dem Hintergrund der beschriebenen Problemfelder können in Kapitel 3.4 Arbeitsthesen

formuliert werden. Diese Thesen dienen u.a. dazu, die formulierten Zielstellungen dieser Arbeit kritisch zu hinterfragen.

In Kapitel 4 schließt sich eine Betrachtung und Diskussion der unterschiedlichen in Frage kommenden Technologien an. Diese werden hinsichtlich ihres Einsatzzweckes differenziert und bewertet. Für die Kategorien GIS, Datenbank und Mapserver sollen anhand aktueller Literatur und den bestehenden technischen Möglichkeiten Lösungsansätze herausgearbeitet und hinsichtlich ihrer Eignung für die Aufgabenstellung bewertet werden.

Ein weiterer Kernpunkt der Methodik besteht in der Bearbeitung der Fallstudie (Kompensationsflächenkataster Tettngang – siehe Kapitel 5). Die einzelnen Schritte zur Umsetzung der Architektur werden ausführlich und nachvollziehbar beschrieben. Eine fallstudiengestützte Untersuchung nur eines Beispiels kann nicht den Anspruch erheben, ein repräsentatives Bild der bundesweiten Praxis abzubilden. Die Stärke des Untersuchungsansatzes besteht vielmehr darin, spezifische Besonderheiten und Problemfelder in Ergänzung zur theoretischen Diskussion herauszuarbeiten und auf diese Weise zu einem tieferen Verständnis in der Praxis zu kommen. Letztendlich dient das Anwendungsbeispiel auch dem Nachweis der Realisierbarkeit und Funktionsfähigkeit der vorzuschlagenden GIS-Architektur, bzw. legt Schwachstellen und Probleme offen und gibt des Weiteren Hinweise auf offene Fragen.

Zu Beginn des Kapitel 6 werden die wesentlichen Aspekte und Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst, die Arbeitsthese überprüft sowie verbleibende, offene oder weiterführende Fragen im Sinne eines Ausblickes formuliert.

Zusammenfassend ist das methodische Vorgehen aus folgender Grafik ersichtlich:

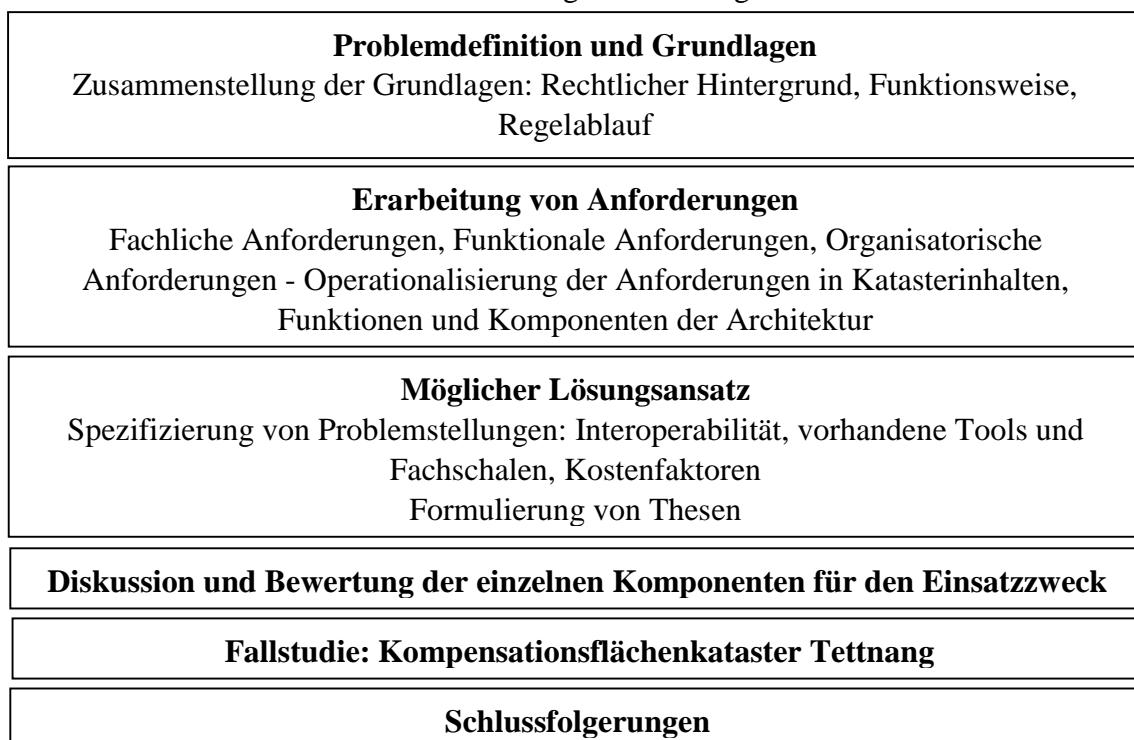


Abb. Nr. 1: Methodisches Vorgehen

## 2. Grundlagen und Anforderungen

### 2.1 Rechtliche Grundlagen

Die Rechtsgrundlagen für den Flächenpool und das Ökokonto in der Bauleitplanung bilden der § 21 BNatSchG in Verbindung mit den §§1a (3), 9 (1a), 135a (2) und 200a BauGB.

Bei der Eingriffsregelung handelt es sich um ein eingeführtes und inzwischen auch weitgehend akzeptiertes, jedoch nicht ohne Defizite angewandtes Instrument der Umweltvorsorge und der Bewältigung von Umweltfolgen. Die Eingriffsregelung wurde vor dem Hintergrund einer fortschreitenden Verschlechterung und Zerstörung der Umwelt bereits 1976 im Bundesnaturschutzgesetz festgeschrieben. In der Novellierung von 1993 mit dem Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz wurde das Verhältnis zum Bauplanungsrecht mit der Einführung der §§8a-8c BNatSchG neu definiert. Dieser teilweise auch als „Baurechtskompromiss“ bezeichnete Regelungskomplex betraf vor allem die Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. In der Folge zeigte sich jedoch, dass die Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung kaum einheitlicher wurde. Auch die angestrebten Ziele der Planungsvereinfachung und -beschleunigung konnten nicht erreicht werden. Insbesondere verblieb Klärungsbedarf bezüglich einer möglichen Ausweisung von Bebauungsplänen mit räumlich getrennten Geltungsbereichen (KÖPPEL ET AL., 1998). Erst die Neuformulierung des Baurechts brachte hier eindeutige Lösungen.

Die entscheidende Weiterentwicklung ist daher mit der Novellierung des Baugesetzbuches 1998 zu sehen. Der § 1a (2) Ziff. 2 BauGB stellt die Verbindung zum Naturschutzrecht her. In der Folge ergeben sich für Eingriffe aufgrund von Bauleitplänen die fachlichen Erfordernisse aus dem Naturschutzrecht. Das Baugesetzbuch bestimmt hingegen die Rechtsfolgen in Form von bauleitplanerischen Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen sowie den Vollzug.

Auf Grundlage der neu in das Baugesetzbuch eingeführten §§1a, 135a und 200a können Gemeinden zukünftig Maßnahmen für Naturschutz und Landschaftspflege im Vorgriff auf zukünftige Eingriffe durchführen und diese zu einem späteren Zeitpunkt den neuen Baugebieten zuordnen und durch den Vorhabensträger finanzieren lassen. Entscheidend ist die nun mögliche zeitliche und räumliche Flexibilisierung des Ausgleichs. Der Zeitpunkt der Realisierung der Ausgleichsmaßnahme kann vor dem Eingriff liegen, zu einem Zeitpunkt also, da der Eingriff noch gar nicht bekannt ist. Die Zuordnung der Ausgleichsmaßnahme erfolgt erst mit der Aufstellung des Bebauungsplanes (mit zugehörigem Grünordnungsplan als Fachplan). Speziell angesprochen ist der §135a. Dieser regelt die Kostenerstattung von Ausgleichsmaßnahmen und legt damit die Grundlage für das so genannte Ökokonto. Im Sinne der Rechtssicherheit sollte die Realisierung der Ausgleichsmaßnahme jedoch nicht vor dem 1.1.1998 liegen, wenn eine Refinanzierung der Maßnahme beabsichtigt ist. Räumlich können Eingriff und Ausgleich unter bestimmten Voraussetzungen voneinander entfernt sein. In Frage kommen sogar Flächen außerhalb des Gemeindegebietes.

## 2.2 Funktionsweise und Arbeitsschritte

Ehe in die Diskussion einer GIS-Architektur eingestiegen werden kann, muss eine genauere Betrachtung der Funktionsweise von Flächenpools und Ökokonten erfolgen und die Benennung der typischen Arbeitsschritte vorangestellt werden.

### 2.2.1 Funktionsweise

Bei der Beschreibung der Funktionsweise ist es sinnvoll, zunächst auf die bereits angesprochene räumliche und zeitliche Flexibilisierung von Kompensationsmaßnahmen einzugehen.

#### Räumliche Flexibilisierung

Nach dem Baugesetzbuch (vgl. Kap. 2.1) können Darstellungen und Festsetzungen im Bauleitplan für Ausgleichsmaßnahmen auch an anderer Stelle als am Ort des Eingriffs erfolgen. Diese Regelung ermöglicht den Gemeinden nunmehr auch beim Ausgleich „an anderer Stelle“ die Zuordnung der Ausgleichsflächen und -maßnahmen zu den Eingriffsgrundstücken und damit die Refinanzierung der Kosten. Die Abbildungen Nr.2 und Nr.3 zeigen die bisher gängige Praxis des Ausgleiches auf den Baugrundstücken selbst oder im erweiterten Geltungsbereich des Bebauungsplanes.

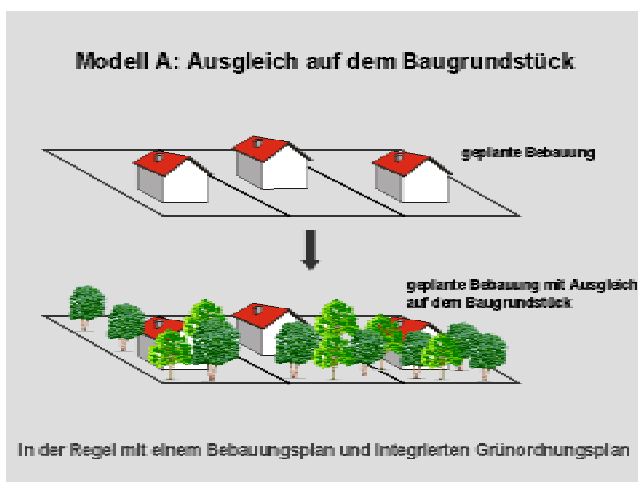


Abb. Nr.2: Ausgleich auf Baugrundstück (STMLU, 1999)

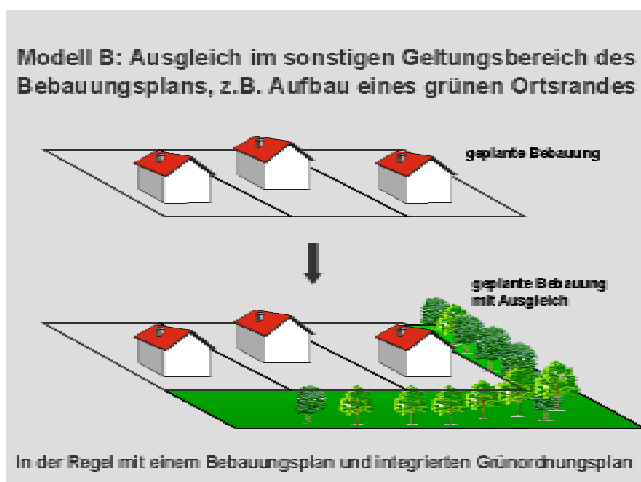


Abb. Nr.3: Ausgleich im sonstigen Geltungsbereich (STMLU, 1999)

Abbildung Nr. 3 verdeutlicht die Möglichkeit eines planexternen Ausgleichs, also eine räumliche Trennung (Flexibilisierung) vom Eingriffsort. Die spätere Zuordnungsmöglichkeit ist für den weiteren Vollzug der Ausgleichsmaßnahmen nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Refinanzierung, sondern auch unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten von Bedeutung. Größere zusammenhängende Ausgleichsflächen können so mehreren Flächen mit Eingriffsfolgen zugeordnet werden (Sammelausgleichsflächen). Aus der auf Einzelvorhaben bezogenen Betrachtungsweise der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung eröffnet sich den Gemeinden auf diese Weise die Möglichkeit, ein ganzheitliches städtebauliches und naturschutzfachliches Gesamtkonzept umzusetzen.

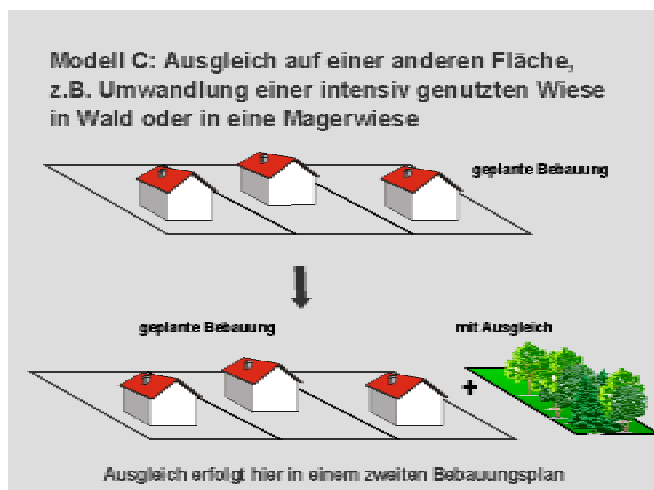


Abb. Nr.4: Planexterner Ausgleich z.B. in einem zweiten Bebauungsplan (STMLU, 1999)

Entscheidend für diese räumliche Flexibilisierung ist das Vorhandensein geeigneter Flächen. Das Instrument, mit dem durch vorausschauende Bodenpolitik potentielle Ausgleichsflächen erworben und damit bevorratet werden können, ist der Flächenpool. Die geeignete bauleitplanerische Ebene zur Identifizierung und Auswahl derartiger Bereiche und Flächen stellt vor allem die vorbereitende Bauleitplanung dar.

#### Zeitliche Flexibilisierung

Das Baugesetzbuch eröffnet die Möglichkeit, Maßnahmen zum Ausgleich bereits vor den Baumaßnahmen und der Zuordnung durchzuführen. Danach können Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen schon im zeitlichen Vorlauf zu einem Eingriff durchgeführt und erst zu einem späteren Zeitpunkt der Realisierung eines Bebauungsplanes zugeordnet sowie abgerechnet werden. Diese zeitliche Entkoppelung ermöglicht in Ergänzung des Flächenpools nun auch die Bevorratung von Maßnahmen.

Im Unterschied zum Flächenpool, der die Bevorratung von Flächen für potentielle Ausgleichsmaßnahmen zum Gegenstand hat, sieht der Maßnahmenpool bereits die zeitlich vorgezogene Durchführung und Bevorratung von Kompensationsmaßnahmen vor. Zum Zeitpunkt eines konkreten Eingriffs sollen dann zuordnungsfähige Ausgleichsmaßnahmen schon vorhanden und abrufbar sein (siehe Abb. Nr. 4).

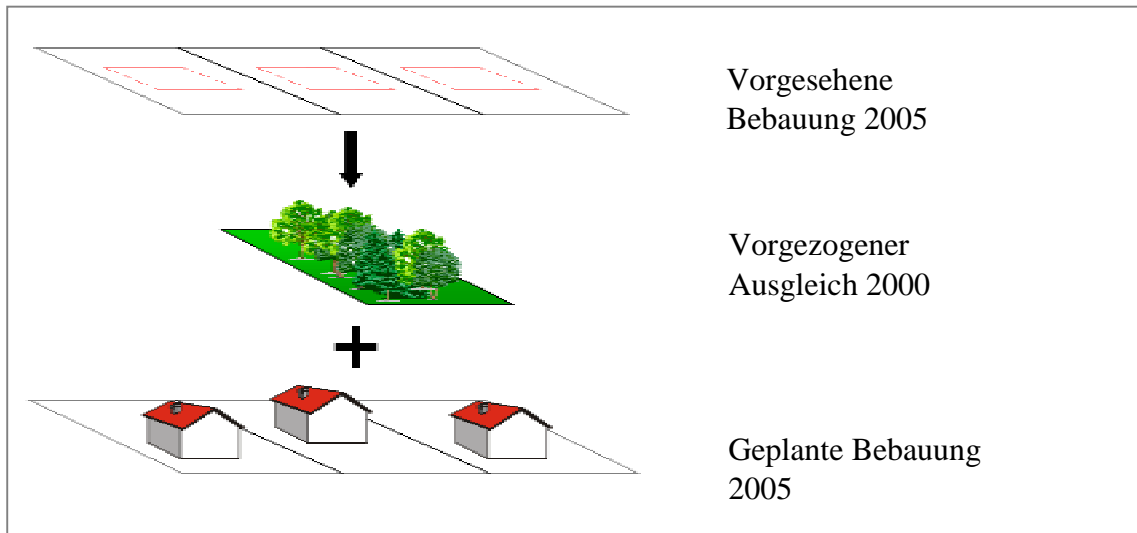


Abb. Nr. 5: Vorgezogener Ausgleich (STMLU, 1999), der Ausgleich wird zeitlich vorgezogen und erst später dem Bebauungsplan zugeordnet.

### Ökokonto

Das Ökokonto kann als besondere Form der Maßnahmenbevorratung gesehen werden. Durchgeführte Maßnahmen für Naturschutz und Landschaftspflege werden auf dem Ökokonto eingebucht bzw. eingezahlt (siehe Abb. Nr.5).

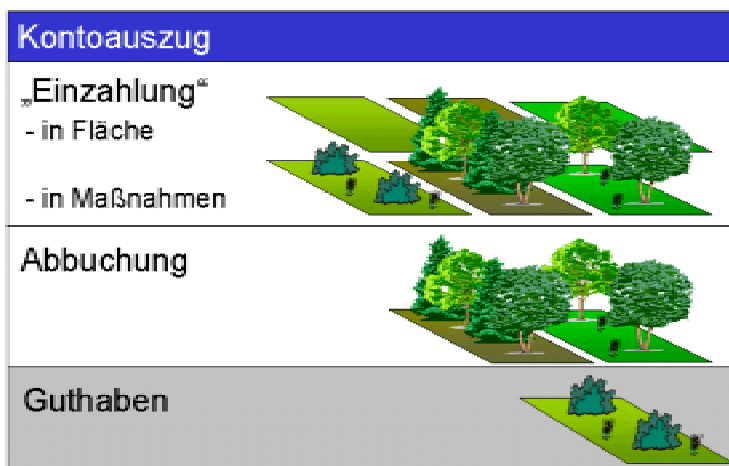


Abb. Nr. 6: Ökokonto (STMLU, 1999)

Die auf Grund der räumlichen und zeitlichen Flexibilisierung mögliche Realisierung von Ausgleichsmaßnahmen bereits vor der Aufstellung eines Bebauungsplanes verlangt jedoch nach Methoden zur späteren Anrechnung. Dies setzt eine stärkere Quantifizierung der Bewertungsvorgänge bei der Abarbeitung der Eingriffsregelung voraus, um die Verrechnung bevorrateter Maßnahmen mit einem konkreten Eingriff unter möglichst einheitlichen Gesichtspunkten zu gewährleisten.

Hierzu sind die so genannten und oft kritisierten Biotopwertverfahren geeignet, da sie ausgehend vom biotischen Potential oder dem Versiegelungsgrad einer Fläche dieser Zahlenwerte bzw. Biotoppunkte zuordnen. Damit lassen sich der Ausgangszustand einer Fläche und der Zielwert mathematisch fassen und sind damit einer rechnerischen

Bilanzierung von Eingriff und Ausgleich zugänglich. Die Diskussion über Unzulänglichkeiten und Probleme dieser Verfahren soll an dieser Stelle allerdings nicht geführt werden. Ein bekannter Vertreter dieser Biotopwertverfahren ist z.B. die so genannte „Hessenliste“. Teilweise wird die Anwendung dieser Verfahren durch verbalargumentative Bewertung ergänzt. Im Hinblick auf eine datentechnische Verarbeitung ist die Reduzierung von Flächeneigenschaften auf Zahlenwerte natürlich vorrangig geeignet.

### 2.2.2 Regelablauf

Nach der genaueren Betrachtung der Funktionsweise von Flächenpool und Ökokonten soll nun der Blick auf die daraus resultierenden Arbeitsschritte aus Sicht der Kommune gelenkt werden. Letztendlich muss eine GIS-Architektur die typischen Arbeitsschritte durch geeignete Funktionen sinnvoll unterstützen.

Nach Untersuchungen von BRUNS ET AL. (2001) ist die bisherige Praxis und die Ausprägungen sowie Reichweite der Pool-Landschaft heterogen und uneinheitlich. Dennoch lassen sich ausgehend von der Funktionsweise allgemeingültige Regelarbeitschritte formulieren.

Tab. Nr.1: Regelablauf für Einrichtung und Führung eines Ökokontos (vgl. STMLU, 1999 und BRUNS ET AL. 2001).

<b>Ausgleichskonzeption und Flächenpool</b>
<p>1. Planerische Konzeption als Grundlage für die Flächenauswahl</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschätzung des Ausgleichsbedarfs</li> <li>- Prüfung der grundsätzlich geeigneten Flächen und Maßnahmen</li> <li>- Gesamtörtliches Ausgleichskonzept (Ableitung aus der Landschaftsplanung)</li> <li>- Auswahl vorrangig geeigneter Flächen und Maßnahmen</li> <li>- Beratung durch die Naturschutzbehörden</li> </ul>
<p>2. Möglichkeiten der Flächenbereitstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abgleich mit konkurrierenden Planungen und Interessen</li> <li>- Flächen im Eigentum der Gemeinde</li> <li>- Erwerb, Tausch, Eintragung einer Grunddienstbarkeit</li> <li>- Bodenordnungsverfahren</li> <li>- Weitere Möglichkeiten zur Sicherung der Verfügbarkeit</li> </ul>
<p>3. Beschaffung der Flächen / Anlage eines Flächenvorrats (Eignungsflächen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenbevorratung</li> <li>- Dokumentation des Ausgangszustands</li> <li>- Dokumentation von Maßnahmen, Aufwertungsmöglichkeit und Zielen</li> </ul>

<b>Ökokonto</b>
<p>4. Durchführung vorgezogener Maßnahmen - „ökologische Verzinsung“ (Einbuchung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl geeigneter Ausgleichsmaßnahmen</li> <li>- Durchführung vorgezogener Ausgleichsmaßnahmen (Maßnahmenbevorratung)</li> <li>- Dokumentation der Maßnahmen</li> <li>- Ökologische Verzinsung</li> </ul>
<p>5. Abbuchung der Flächen und Maßnahmen in der Bauleitplanung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermittlung der Anrechenbarkeit der Ausgleichsmaßnahmen</li> <li>- Zuordnung der Ausgleichsflächen und -maßnahmen im Bebauungsplan</li> <li>- Refinanzierung der Maßnahmen</li> <li>- Bericht an zuständige Fachbehörde zur Genehmigung</li> </ul>

Die Aufstellung dieses Regelablaufes und die Aufteilung in die unterschiedlichen Komponenten erleichtert den systematischen Zugang, wenn es darum geht, die Anforderungen an eine GIS-Architektur abzuleiten.

### 2.2.3 Vorteile der Flächen- und Maßnahmenbevorratung

Die schwierige und kostenintensive Bereitstellung geeigneter Ausgleichsflächen stößt in der Praxis häufig auf Probleme und wird von Seiten der Kommunen als entscheidendes Planungshindernis gesehen. Auf der anderen Seite entsprechen verfügbare Flächen in vielen Fällen nicht den fachlichen Anforderungen der Eingriffsregelung. Mit der Bevorratung von Flächen und Maßnahmen kann die Kommune nun durch vorausschauende und aktive Bodenpolitik die Vorteile dieser gesetzlichen Regelungen nutzen. Die Möglichkeiten und Vorteile sollen im Folgenden kurz beschrieben werden (siehe dazu BDLA, 1999; BRUNS ET AL., 2001; BREUER, 2001):

- Flächenbevorratung kann für die Umsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen entscheidend sein, wenn Flächenknappheit, hohe Bodenpreise oder konkurrierende Interessen die Beschaffung geeigneter Flächen für Maßnahmen zum Ausgleich behindern. Verzögerungen im Planungsprozess durch Flächensuche und Maßnahmenplanung werden verhindert und die Planungssicherheit wird erhöht.
- Durch den frühzeitigen Flächenerwerb entstehen z.T. Kostenvorteile durch niedrigere Bodenpreise, da eine frühzeitige Erlangung von Verfügungsrechten für die Gemeinde in der Regel kostengünstiger ist und die entstandenen Kostenersparnisse an potentielle Vorhabensträger weitergegeben werden können.
- Eine Flächenbevorratung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn an die Ausgleichsflächen besondere Anforderungen gestellt werden, etwa hinsichtlich der Lage und Größe oder der Art und Koordination von Maßnahmen zum Ausgleich.

- Mit einem Flächenpool können Flächen für Maßnahmen zum Ausgleich leichter räumlich konzentriert und gleichzeitig für den Naturschutz wichtige Bereiche im Gemeindegebiet unter Berücksichtigung übergeordneter Naturschutzziele zurückgewonnen und dauerhaft gesichert werden. Eine bessere Einbindung in übergeordnete Konzepte des Naturschutzes (z.B. Biotopvernetzung) wird dadurch ermöglicht. Maßnahmen, die im Zusammenhang eines solchen Konzeptes realisiert werden, können zudem oft mit einer höheren Wertigkeit in die Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung eingestellt werden.
- Eine additive Ergänzung der einzelnen Flächen und Maßnahmen zu größeren und funktionsfähigeren Biotopkomplexen ist möglich.
- Dadurch entsteht ein größerer Handlungsspielraum und höhere Flexibilität für die Kommunen. Größere zusammenhängende Ausgleichsflächen und -maßnahmen können so mehreren im Bauleitplan dargestellten und festgesetzten Flächen mit Eingriffsfolgen zugeordnet werden (sog. Sammelausgleichsflächen).
- Die Pflege und Kontrolle der Maßnahmen werden durch räumliche Konzentration erleichtert. Das kann wiederum zu Kostenersparnissen führen, da sich Anfahrtswege minimieren und Flächenschläge größer werden.
- Die Maßnahmen können nun in Räume gelenkt werden, die nicht durch andere Beeinträchtigungen in ihren Entwicklungsmöglichkeiten beschränkt werden. Bei der bisher gängigen Praxis, den Ausgleich im räumlichen Geltungsbereich des Bebauungsplanes zu verwirklichen, wurden die ökologischen Maßnahmen oft von weiteren Siedlungsentwicklungen eingeholt.
- Der Time-Lag-Effekt, d.h. der zeitliche Verzug zwischen Eingriff und tatsächlich erreichter Ausgleichswirkung, kann nun verringert werden. Allerdings ist dies bei nur sehr wenigen Biotoptypen mit kurzen Entwicklungszeiten möglich.
- Es entfällt der Anreiz, vorsätzlich positive Entwicklungen auf zukünftigen Flächen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zu unterbinden, um bei Bedarf eine hohe „Aufwertung“ zu ermöglichen.
- Die Vorleistungen der Kommune sind vollständig refinanzierbar, d.h. die durch die Maßnahmenbevorratung verursachten Kosten können dem Verursacher des Eingriffs über Erschließungsbeiträge zugeordnet werden.
- Aus der auf Einzelvorhaben bezogenen Betrachtungsweise der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung eröffnet sich den Gemeinden auf diese Weise die Möglichkeit, ein städtebauliches Gesamtkonzept für den Planbereich auch hinsichtlich der Zuordnung von Flächen mit Eingriffsfolgen und Flächen für Ausgleichsmaßnahmen zu entwickeln.
- Eine andere Verwendung der Flächen ist bis zur Abbuchung möglich.

- Ein zusätzlicher Anreiz besteht in der Verzinsung von vorgezogenen Maßnahmen. Das bedeutet, dass nach Ablauf des für einen bestimmten Biototyp bestimmten Entwicklungszeitraumes der volle Wert dieses Biotops in die Bilanzierung eingestellt werden kann.

### 2.3 Fachliche Anforderungen

Die Beschreibung von fachlichen Anforderungen an ein Kompensationsflächenkataster wird als zentrale Voraussetzung angesehen, um die in einem System vorzuhaltenden Informationen einzugrenzen und die notwendigen Funktionalitäten zur Anwendung zu beschreiben.

Der Grundgedanke, Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege bereits im Vorgriff auf noch unbestimmte Eingriffe durchzuführen und diese später als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen anzurechnen, eröffnet zahlreiche Möglichkeiten und Chancen (siehe 2.2.3). Jedoch weisen zahlreiche Autoren (z.B. WILKE, 2001 sowie Breuer, 2001) auf damit im Detail verbundene Probleme und Risiken hin. Die Praxis zeige, so WILKE, dass eine Maßnahmendurchführung im Vorgriff auf noch unbestimmte Eingriffe mit den fachlichen Anforderungen und den erreichten methodischen Standards in der Eingriffsregelung nur schwer zu bewältigen sei.

Im Kernpunkt der Kritik an der bestehenden Praxis steht meist der immer weniger einfließende Ableitungszusammenhang zwischen beeinträchtigten Funktionen und einer funktional entsprechenden, sinnvollen Ausgleichsmaßnahme. Vielfach nivellieren mathematisch verrechnete Biotopwert- oder Ökopunkte den nach §19 BNatschG geforderten funktionalen Zusammenhang zwischen Eingriff und Ausgleichsmaßnahme. Der Trend hin zu rechnerischen, stark formalisierten Verfahren führe, so WILKE (2001), zum Verzicht auf eine Berücksichtigung der konkreten räumlichen Situation als Grundlage für die Bewertung von Eingriff und Ausgleich.

Vor dem Hintergrund des angestrebten Zieles der Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes ist es daher sinnvoll, (naturschutz-) fachliche Anforderungen an die Bevorratung von Flächen und Maßnahmen zu stellen. Die Anforderungen sollen im Folgenden beschrieben werden (siehe dazu auch LFU 1997, WILKE 2001). Die Systematik sieht dabei eine Zuordnung zu dem Regelablauf in Kapitel 2.2.2 vor. Im Anschluss sollen die Konsequenzen für eine GIS-Architektur herausgearbeitet werden.

#### 1. Ausgleichskonzeption und Flächenpool

##### Anforderungen an die planerische Konzeption

- Die Aussagen und Vorgaben der örtlichen und überörtlichen Landschaftsplanung sind zu berücksichtigen.

- Die Maßnahmen und Flächen sollen in ein naturschutzfachliches Gesamtkonzept eingebunden sein. Grundsätzlich geeignet sind die Darstellungen der Landschaftspläne, von Biotopvernetzungsplanungen oder speziellen Ausgleichskonzepten.
- Ein räumlicher Verbund von größeren zusammenhängenden Maßnahmenflächen, auch unter der Berücksichtigung der FFH-Richtlinie, ist anzustreben.
- Flächen für Ausgleichsmaßnahmen müssen naturschutzfachlich geeignet sein. Dies ist dann gewährleistet, wenn sie hinsichtlich der anzustrebenden Werte und Funktionen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes, aufgrund ihrer naturräumlichen Lage und der standörtlichen Voraussetzungen ein Entwicklungspotential aufweisen. Die für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen vorgesehenen Flächen müssen also aufwertungsbedürftig und aufwertungsfähig sein.
- Die Ausgleichsflächen dürfen nicht im Einwirkungsbereich von bestehenden, geplanten oder absehbaren Eingriffen liegen, die den Erfolg der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen gefährden können.
- Zum anderen sind Art und Umfang der Maßnahmen so festzulegen, dass diese die erforderlichen Kriterien der Eingriffsregelung erfüllen, d.h. die Maßnahmen müssen geeignet sein, die von den potenziellen Eingriffen voraussichtlich betroffenen Funktionen und Werte gleichartig bzw. gleichwertig wieder herzustellen.
- Der Umfang des Flächenpools sollte einerseits mit dem langfristig zu erwartenden Ausgleichsbedarf korrelieren, andererseits genügend Alternativmöglichkeiten anbieten.
- Als Voraussetzung zur Ableitung eines funktionalen Ausgleichs wird eine Bestandsaufnahme in ausreichender Tiefe erachtet.

#### Möglichkeiten der Flächenbereitstellung

- Ein frühzeitiger und vorausschauender Abgleich mit den Zielen der Raumordnung und Landesplanung steigert die Chancen der Bereitstellung der Flächen.
- Die Flächen müssen dauerhaft zur Verfügung stehen oder rechtlich gesichert sein. Das Ziel einer Flächenbevorratung sollte also in einer rechtlichen Sicherung geeigneter Flächen bestehen.

## Beschaffung der Flächen – Anlage eines Flächenvorrats

- Die in den Flächenpool einzustellenden Flächen sind kartographisch und verbal zu dokumentieren, deren Eignung, Aufwertungsmöglichkeit und Entwicklungsziele sind übersichtlich darzustellen und zu begründen.
- Maßnahmen sind mit den Entwicklungszielen der Landschaftsplanung unter Beteiligung der Naturschutzbehörden abzustimmen.
- Ein Kataster muss Auskunft über den Status der Flächen geben, damit Doppelbelegungen verhindert und Maßnahmen sinnvoll koordiniert werden können.

## 2. Ökokonto

### Durchführung vorgezogener Maßnahmen

- Die tatsächliche Anerkennung von vorab durchgeführten Maßnahmen darf nicht generell zu einer Reduzierung des Flächenbedarfs führen, sondern nur soweit, wie ohne die vorgezogene Durchführung ein Flächenzuschlag hätte festgelegt werden müssen. Ein genereller Flächenabschlag als Anreiz zur Maßnahmenbevorratung ist naturschutzfachlich nicht akzeptabel.
- In das Ökokonto können nur Maßnahmen eingestellt werden, welche die rechtlichen und fachlichen Anforderungen an Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erfüllen.
- Örtlicher Zusammenhang: Die Maßnahme muss die Funktion im betroffenen Raum wieder herstellen (funktionaler Zusammenhang zwischen Eingriff und Ausgleich).
- Dauerhaftigkeit: Bei Ausgleichsmaßnahmen, die eine regelmäßige Nutzung (z.B. extensive Landwirtschaft) oder eine regelmäßige Pflege erfordern, ist die Dauerhaftigkeit durch langfristige Verträge sicherzustellen.

### Abbuchung der Maßnahmen in der Bauleitplanung

- Auch bei der Bevorratung von Flächen und Maßnahmen zum Ausgleich muss die Anwendung der Eingriffsregelung in der Abfolge aufeinander aufbauender Arbeitsschritte erfolgen (Vorrang der Vermeidung nicht ausgleichbarer Beeinträchtigungen).
- Die Anforderungen der Eingriffsregelung sind auch bei Inanspruchnahme bevorrateter Maßnahmen in einem dem jeweiligen Verfahren entsprechenden landschaftspflegerischen Planungsbeitrag (LBP/GOP) zu bewältigen.

- Zeitnähe: Die betreffenden Funktionen müssen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes wieder hergestellt sein. Die Maßnahmen können auch vor Beginn des Eingriffs initiiert werden.
- Die Flächen für Maßnahmen müssen hinsichtlich der Lage, der Größe und der standörtlichen Voraussetzungen geeignet sein; es müssen hinreichende Erfolgsaussichten für die Durchführbarkeit der Maßnahme in naturschutzfachlicher wie technischer Sicht gegeben sein.
- Es muss sich um reale Maßnahmen handeln. Die rechtliche Sicherstellung als solche ist keine Ausgleichsmaßnahme.

Die Zusammenstellung der fachlichen Anforderungen verdeutlicht, dass ein Informationssystem auch bestimmte Mindestinhalte benötigt. Das sind Informationen, die sofern die beschriebenen fachlichen Anforderungen erfüllt werden sollen, in dem Informationssystem vorgehalten werden müssen. Die Mindestinhalte werden im Folgenden aus den fachlichen Anforderungen abgeleitet und aufgeführt (siehe Tabelle Nr.2). Bei den in einem Ausgleichsflächenkataster vorgehalten Flächen ist von einer grundsätzlichen, mit den Behörden abgestimmten fachlichen Eignung und mittelfristiger Verfügbarkeit auszugehen. Diese Informationen sind also nicht den Mindestinhalten zuzuordnen, da Sie Bestandteil der Ausgleichskonzeption sind.

Tabelle Nr.2: Mindestinhalte in einem Kompensationsflächenkataster

Mindestinhalte	Erläuterung
Gemeinde / Stadt, Gemarkung, Gewann	Bezeichnung der Lage der potentiellen Ausgleichsfläche als Voraussetzung für eine räumliche Zuordnung außerhalb eines GIS.
Flurstücksnummer	Die entscheidende, für eigentumsrechtliche Fragen relevante Einheit. Bezug zur Basisgeometrie der Liegenschaftskarte und den Informationen des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB).
Maßnahmennummer	Bezeichnung einer „atomaren“ Flächeneinheit auf der Maßnahmen für Naturschutz und Landschaftspflege durchgeführt werden sollen mit eindeutiger Identifikationsnummer. Anmerkung: Auf einem Flurstück können sich mehrere Maßnahmenflächen befinden.
Flächengröße	Die Flächengröße stellt mit dem Biotopwert die Grundlage für die Ermittlung der Anzahl der Biotopwertpunkte dar.
Naturräumliche Einheit / Untereinheit	Die Aufnahme der naturräumlichen Einheit gewährleistet die Berücksichtigung des geforderten räumlich-funktionalen Ableitungszusammenhangs. Sicherstellen eines räumlich-funktionalen Ausgleichs vorzugsweise in derselben naturräumlichen Einheit.

Aussagen und Vorgaben der örtlichen und überörtlichen Landschaftsplanung oder sonstige naturschutzfachliche Vorgaben	Die Berücksichtigung der Erfordernisse und Ziele der örtlichen und überörtlichen Landschaftsplanung sowie der Naturschutzfachplanung erfüllt die Forderung nach einem integrierten Ausgleichskonzept, die Einbindung in ein Gesamtkonzept.
Funktionszuweisung für Schutzgüter	Die Benennung, welchen Schutzgütern oder Funktionen die Ausgleichsmaßnahme zugute kommt, stellt den funktionalen Ableitungszusammenhang der Ausgleichsmaßnahme sicher.
Rechtliche Sicherung	Eine Voraussetzung für eine dauerhafte Verfügbarkeit einer Ausgleichsmaßnahme ist die rechtliche Sicherstellung durch die hoheitliche Bauleitplanung der Kommune oder durch Verträge.
Eigentumsverhältnisse	Flächen, die sich bereits im Eigentum der Kommune befinden, sind am schnellsten verfügbar.
Ausgangszustand und Zielbiototyp mit Bewertung (Biotopwertpunkte); Biotopwertzuwachs	Die Differenz der Biotopwertpunkte des Ausgangszustandes und der Biotopwertpunkte des Entwicklungsziels ergibt den Biotopwertzuwachs bei Durchführung der Maßnahme.
Hinweise zum Zustand, ggf. Begründung und Erläuterung	Die Bewertung des Ausgangszustandes ergibt sich im Einzelfall oft aus zusätzlichen Rahmenbedingungen, wie dem augenblicklichen Zustand des Biotops.
Beschreibung der Ausgleichsmaßnahme	Die Maßnahmenbeschreibung ist für die Durchführung relevant.
Priorität der Maßnahme	Die Einstufung von Maßnahmen in Dringlichkeitsstufen (Prioritäten) kann argumentativ zu einer höheren Bewertung der Maßnahme führen.
Notwendige Pflegemaßnahmen nach Fertigstellung	Die Beschreibung der Pflegemaßnahmen nach Durchführung der Maßnahme ist für die Umsetzung relevant.
Ausführung der Maßnahme/ Pflegemaßnahme durch	Die Person, Institution oder Körperschaft, welche die Maßnahme durchführt.
Flächenstatus	Als Flächenstatus sind drei Zustände denkbar: „Eignungsfläche“, „Eingebucht“ und „Ausgebucht“.
Datum der Ein- und Ausbuchtung	Das Datum ist für die Berechnung der Verzinsung erforderlich.
Zins	Entwicklungszeitraum des Zielbiototyps. Wird die Maßnahme nach Ablauf des Zeitraum ausgebucht, so kann vielfach ein höherer Wert in Ansatz gebracht werden.
Verfahren	Bezeichnung des Bauleitplanverfahrens indem die Maßnahme in Anspruch genommen wird.
Ausgebuchte Wertpunkte und Restpunkte, Guthaben	Anzahl der bei Durchführung der Maßnahme in Anspruch genommenen Biotopwertpunkte. Ggf. Restpunkte, die als Guthaben zusammen mit eingebuchten Flächen bezeichnet werden.

## 2.4 Funktionale Anforderungen

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die inhaltlichen Voraussetzungen beschrieben wurden, muss das Augenmerk nun auf die funktionalen Anforderungen an ein Kompensationsflächenkataster gerichtet werden. Ausgehend von den Regelarbeitsschritten (Kapitel 2.2.2) sollen im Folgenden die zur Konzeption und Führung eines Flächenpools/Ökokontos notwendigen Funktionalitäten des Systems abgeleitet werden. Diese sind wiederum als Minimalanforderung bei der Umsetzung eines Kompensationsflächenkatasters zu sehen und dienen Kommunen als Orientierungshilfe bei einer Systementscheidung.

Tabelle Nr.3: Funktionale Anforderungen

Typische Arbeitsschritte	Anforderung an die Funktionalität des Systems
Regelarbeitsschritt Planerische Konzeption	
Berücksichtigung übergeordneter Vorgaben und Planungen als Rahmenbedingung zur Entwicklung der Ausgleichskonzeption.	Fähigkeit des Systems zur Datenübernahme. Integration von amtlichen Geobasisdaten und Fremddaten unterschiedlichster Formate. Vorhandensein gängiger Schnittstellen. Zusätzlich ist Konformität mit OGC-Standards auf lange Sicht von Vorteil bzw. Zugriff auf verteilte Datenbasen erwünscht.
Datenerfassung: Voraussetzung für das Kataster sind flächenscharfe, d.h. auf Grundlage der Flurkarte abgegrenzte Maßnahmenflächen (eigentumsrelevant, Grundlage für Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung und Verträge).	Funktionen zur Sicherstellung der Datenkonsistenz bei der Erfassung von Geometrien (Fangfunktionen, Umsetzung von Splinefunktionen, da in der ALK Kurven teilweise mit Splines umgesetzt werden).
Entwicklung einer schlüssigen Ausgleichskonzeption auf Basis eines naturschutzfachlichen Gesamtkonzeptes.	Kartographische Funktionen zur Darstellung relevanter Parameter als Voraussetzung zur Entwicklung und Diskussion einer Ausgleichskonzeption. Ausgereifte Kartographie- und Layoutfunktionen zur synoptischen Darstellung (z.B. als Diskussionsgrundlage und Dokumentation für politische Gremien und Behörden).
Bei der Konzeption: Forderung nach räumlichem Verbund größerer zusammenhängender Maßnahmenflächen.	Unterstützung von räumlichen Analysefunktionen (z.B. räumliche Selektion, Distanzanalysen, Nachbarschaftsanalysen).
Aggregation unterschiedlicher Kriterien bei Ableitung einer Ausgleichskonzeption.	Overlayfunktionen (z.B. Union, Clip und Intersect).

Überprüfung der naturschutzfachlichen Eignung von potentiellen Ausgleichsmaßnahmen.	Abfrage und Selektion nach Attributdaten, z.B. Biotoptypen. Verknüpfung mit externen Tabellen und Datenbanken (Join).
Konzeption am potentiellen Ausgleichsbedarf festmachen.	Flächenberechnung, statistische Funktionen, Overlayfunktionen (Overlay mit Flächennutzungsplan).
Regelarbeitsschritt Flächenbereitstellung	
Ausgleich mit konkurrierenden Planungen und Interessen.	Datenübernahme (Fremddaten) und Darstellung.
Auskunft über Eigentumsverhältnisse.	Ggf. Kopplung mit dem ALB, SQL Verknüpfungen sollten möglich sein. Abfragemöglichkeit.
Unterstützung beim Erwerb von Flächen (Flächentausch, Bodenordnung).	Dokumentation, Kartographie.
Vorausschauende Bodenpolitik. Berücksichtigen des Katasters von allen in Frage kommenden Stellen.	Schneller ortsunabhängiger Zugriff auf die Informationen durch Dritte.
Regelarbeitsschritt Flächenbevorratung	
Dokumentation des Ausgangszustandes, Darlegung der Entwicklungsziele, Beschreibung von Maßnahmen.	Zuverlässige Datenbanktechnologie. Effiziente Speicherung und Zugriff.
Führung des Flächenpools in einem Kataster.	Effizienter Zugriff auf Geometriedaten und Attributdaten.
Regelarbeitsschritt Maßnahmenbevorratung	
Auswahl geeigneter Ausgleichsflächen.	Räumliche Selektion, Selektion nach Attributen, Suchfunktionen, Parameterabfragen (z.B. nach Ausgleichswert, Wertzuwachs, Flächengröße, Naturraum, Schutzgut, Funktionen oder nach Kombinationen aus diesen Parametern).
Dokumentation der Maßnahmen	Kartographie, übersichtliche Darstellung der Attributinformationen z.B. auf einem Datenblatt.
Berücksichtigung der ökologischen Verzinsung.	Automatisierte Feldwertberechnungen und Benachrichtigungen.
Regelarbeitsschritt Führung Ökokonto (Abbuchung von Maßnahmen)	
Bereitstellung von Unterlagen für Genehmigungsbehörden.	Automatisierte Erstellung von Datenblättern, Genehmigungsformularen mit relevanten Daten.
Information der Beteiligten.	Kartographie und Dokumentation. Schneller ortsunabhängiger Zugriff auf die Informationen durch Dritte.

Anhand der allgemein typischen Arbeitsschritte im Rahmen der Konzeption und Anwendung eines Kompensationsflächenkatasters wird deutlich, dass das einzusetzende System zahlreiche Funktionalitäten in sich vereinen muss. Um einen sinnvollen Zugang

zur Bewertung dieser Funktionalitäten zu bekommen, ist zunächst eine Analyse der organisatorischen Anforderungen notwendig. In der Zusammenschau der Anforderungen (Kapitel 2.6) können dann Aussagen zu einer Systemarchitektur getroffen werden.

## 2.5 Organisatorische Anforderungen

Die Art und Weise der Integration eines GI-Systems in eine vorhandene Organisationsform stellt sich oft als das zentrale Element für einen erfolgreichen GIS - Einsatz heraus. Geographische Informationssysteme funktionieren immer in enger Integration mit den jeweils vorherrschenden Arbeitsabläufen und Organisationsformen. Normalerweise können für diese heterogenen Rahmenbedingungen in den deutschen Verwaltungen keine allgemein gültigen Regeln beschrieben werden. Es soll in diesem Abschnitt jedoch versucht werden, strukturelle Besonderheiten im Hinblick auf die GIS-Anwendung bei Kompensationsflächenkatastern zu diskutieren.

Nach bisheriger Praxis waren Katasterlösungen oft bestimmten Zuständigkeitsbereichen inselartig zugeordnet. Der Zugang zu Information für Interessierte und Beteiligte ist oder war mit Wartezeit, bürokratischen Hürden oder dem Gang ins Nachbargebäude verbunden. Im Falle des Kompensationsflächenkatasters ist von mehreren potentiellen Nutzern auszugehen. Folgende Tabelle soll dies für die Organisationsform von Verwaltungsbehörden verdeutlichen.

Tab. Nr.4: Potentielle Nutzer eines Kompensationsflächenkatasters

Behörde / Verwaltung	Beispielhafte Arbeits- oder Interessenschwerpunkte
Liegenschaftsamt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorausschauende Bodenpolitik</li> <li>- Flächenerwerb und Eigentumsverhältnisse</li> <li>- Abschließen von Verträgen</li> </ul>
Amt für Umweltschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bearbeitung der Eingriffsregelung</li> <li>- Führung Ökokonto</li> <li>- Vorschlag neuer Flächen</li> <li>- Beurteilung der Flächeneignung</li> <li>- Monitoring von Ausgleichsflächen</li> <li>- Integration in andere Konzepte (z.B. Biotopverbund)</li> </ul>
Stadtplanungsamt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitstellung und Sicherung von Ausgleichsflächen im Rahmen der Bauleitplanung</li> <li>- Berücksichtigung von bestehenden oder potentiellen Ausgleichsflächen in der Planung</li> </ul>
Grünflächenamt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation und Betreuung der Pflege und Bewirtschaftung von Ausgleichsflächen</li> </ul>
Übergeordnete Behörden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beteiligung als Genehmigungs- oder Fachbehörde</li> <li>- Information</li> </ul>
Politik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information und Entscheidung</li> </ul>
Öffentlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information und Beteiligung</li> </ul>

Aus dieser Zusammenstellung wird ersichtlich, dass für den allgemeinen Fall eines Kompensationsflächenkatasters eine Vielzahl von (möglichen) Nutzern und Interessenten existieren und dass im Rahmen eines verwaltungsinternen Workflows Informationen mit verschiedenen Stellen ausgetauscht werden müssen. Schließen sich Kommunen mit dem Ziel zusammen, ein interkommunales Kompensationsmanagement zu verfolgen, so lässt dies die Anzahl der möglich Nutzer um ein vielfaches ansteigen. Analysiert man die Bedürfnisse der beteiligten Stellen - auch vor dem Hintergrund des in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Regelablaufs - so lassen sich unterschiedliche Schwerpunktsetzungen der Nutzergruppen erkennen:

#### 1. Kompensationsflächenkataster zur operationellen Unterstützung von Arbeitsabläufen

Hierin dürfte die wichtigste Motivation für die Bewältigung der Eingriffsregelung bestehen. Ziel ist Steigerung der Effizienz von Verwaltungsabläufen und damit die Reduzierung von Arbeitszeit und die Beschleunigung von Verfahren.

#### 2. Dokumentation der Inhalte im Verwaltungsverfahren

Das Kataster bildet die Grundlage für Rechtsgeschäfte und öffentliche Verträge. Unterlagen müssen für Genehmigungsverfahren bereitgestellt werden. Inhalte müssen jederzeit dokumentiert werden können und rechtlichen Überprüfungen standhalten. Entscheidend ist ein schneller Zugriff auf vorab aufbereitete Daten.

#### 3. Entscheidungsunterstützung: Information interner und externer Stellen

Eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz und das Funktionieren eines Planungsinstrumentes im Allgemeinen sowie eines Kompensationsflächenkatasters im Besonderen stellt die Verteilung der Information an die relevanten Interessensgruppen dar. Nur wer einfachen Zugang zu Information hat, ist bereit sich mit den Inhalten der Informationen auseinander zu setzen.

#### 4. Werkzeug zur fachlichen Beurteilung von Ausgleichsflächen (Planungswerkzeug)

Das Werkzeug muss die Arbeit der Fachbehörde, die über die reine Führung eines Katasters hinausgeht, ermöglichen und effizient unterstützen. Im Mittelpunkt steht die Integrationsfähigkeit von GI-Systemen mit dem Ziel, fachliche Aussagen über die Eignung und Art von potentiellen Kompensationsflächen zu treffen.

Aus dieser Aufzählung wird ersichtlich, dass Kompensationsflächenkataster aus der Sicht der organisatorischen Einbettung in Verwaltung und in die Verfahren spezifische Anforderungen stellen. Des weiteren kann festgehalten werden, dass für die unterschiedlichen Interessengruppen eine unterschiedliche Intensität des GIS-Einsatzes erforderlich zu sein scheint. Der Bogen spannt sich von der reinen Auskunft über Führung und Verwaltung des Katasters bis zur Notwendigkeit, komplexere räumliche Analysen und Datenbankabfragen durchführen zu müssen. Alle Nutzergruppen greifen jedoch letztendlich gemeinsam auf die gleichen Informationen zurück. Im Ergebnis

scheint eine Vernetzung der Beteiligten zur Gewährleistung des Informationsflusses notwendig.

Abschließend sollte noch bemerkt werden, dass es vor dem Hintergrund der knappen Personalressourcen und des Mangels an Know-how bei der Zielgruppe der kleineren Kommunen ein wichtiges Ziel sein sollte, die Struktur des Systems möglichst einfach und übersichtlich zu halten.

## 2.6 Beurteilungen der Anforderungen und Schlussfolgerungen

Nach der Beschreibung und Analyse der fachlichen, funktionalen und organisatorischen Anforderungen (siehe Kapitel 2.3 - 2.5) sollen die erarbeiteten Gesichtspunkte einer abschließenden, zusammenfassenden Beurteilung unterzogen werden. Das Ergebnis dieser Zusammenschau soll die Leitlinien für eine mögliche Systemarchitektur eines Kompensationsflächenkatasters darstellen.

In Kapitel 2.3 wurden aus verschiedenen Quellen fachliche Mindestanforderungen zusammengetragen. Es konnten Mindestinhalte, die ein System für die Führung eines Flächenpools und Ökokontos zur Verfügung stellen sollte, eingegrenzt werden. Diese Anforderungen stellen sich als relativ vielschichtig dar. Die Aufnahme dieser Mindestinhalte soll einen Teil dazu beitragen, die fachlichen Anforderungen an ein Kompensationsflächenkataster ausreichend abzubilden. Die angesprochene Vielschichtigkeit kommt sowohl in der Anzahl der einzustellenden Sachinformationen als auch in ihrer Dynamik zum Ausdruck. Enthalten sind Objekte, die sich aus bestehenden anderen Daten über Berechnungen ableiten lassen (z.B. Biotopwertpunkte berechnen sich aus Biotopwert und Fläche). Zudem muss ein System in der Lage sein, zeitliche Dynamik - wie etwa bei der Verzinsung - mitzubertücksichtigen. Die Anforderungen an die Inhalte sowie deren Modellierung und Speicherung sind damit als sehr hoch einzustufen.

Um die fachlichen Anforderungen ausreichend abzubilden und um die Regelarbeitsschritte (siehe Kapitel 2.4) funktional optimal zu unterstützen, sind vielfältige Funktionen des Systems notwendig. Als ein Beispiel, wie eine Funktion dazu beitragen kann, den fachlichen Anforderungen gerecht zu werden, sei die Wahrung des angesprochenen Ableitungszusammenhangs von Eingriff und Ausgleich angeführt. Voraussetzungen bei der Suche nach geeigneten Ausgleichsflächen sind kombinierte Abfragen nach der Art der auszugleichenden Funktion und dem räumlichen Zusammenhang, der sowohl über eine einfache Distanzanalyse oder über ein Attribut (gleicher Naturraum) abgefragt werden kann.

Für das System ist des Weiteren eine optimale Unterstützung der typischen Arbeitsschritte im Rahmen eines Kompensationsflächenkatasters notwendig. Dazu wurden ausgehend von den Regelarbeitsschritten funktionale Mindestanforderungen beschrieben. Auch an dieser Stelle wird die Komplexität der Anforderungen deutlich. Bei den funktionalen Mindeststandards fällt auf, dass es die Grundfunktionalitäten eines Geo-Informationssystems voll beansprucht. Des Weiteren wurde die Bedeutung der

Attributdaten als besonders sensibler Bereich deutlich, da hier die meiste Dynamik an Änderungen und Verwaltungsaufwand entstehen wird. Das einzusetzende System muss diese Anforderungen optimal unterstützen. Nicht unberücksichtigt bleiben darf der Bereich der Datenerfassung, insbesondere der Geometriedaten, der wie in Kapitel 2.4 aufgezeigt, besondere Anforderungen an Genauigkeit und Konsistenz stellt.

Bei der Analyse der organisatorischen Anforderungen wurden unterschiedliche Schwerpunktsetzungen der potentiellen Nutzer des Systems herausgearbeitet. Als besonders wichtig erscheint das Kataster als Werkzeug zur effizienten Unterstützung von typischen Arbeitsabläufen, als Planungswerkzeug, zur Dokumentation von Inhalten und der Information interner und externer Stellen.

Als ein entscheidender Punkt muss die Verfügbarkeit der Information für unterschiedliche Nutzer- und Interessensgruppen genannt werden. Es wurde deutlich, dass für die Bewältigung der Eingriffsregelung und für die kommunale Bauleitplanung komplexe Planungs- und Abstimmungsvorgänge charakteristisch sind. Das einzusetzende Werkzeug muss demzufolge die Information an die relevanten Stellen in einer geeigneten, zeitsparenden und verständlichen Form verteilen.

Des Weiteren wurde deutlich, dass der Funktionsumfang des möglichen Systems über eine reine Verwaltungstätigkeit weit hinausgeht. Die Schwerpunktsetzung als Planungswerkzeug erfordert im Prinzip die Fähigkeit zur Durchführung von komplexeren (räumlichen) Analysen. Eine reine Kartographiekomponente erweist sich demnach, vor allem bei der Konzeption des Flächenpools, als nicht ausreichend.

Zusammenfassend liegen die Anforderungen, die von fachlicher, funktionaler und organisatorischer Seite an eine Systemarchitektur für ein Kompensationsflächenkataster gestellt werden, in den Bereichen Datenverwaltung, Datenvisualisierung und Kartographie sowie der Verteilung der relevanten Informationen. Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 vor dem Hintergrund der aktuellen technischen Möglichkeiten und der wissenschaftlichen Diskussion im Bereich der Geoinformatik ein Lösungsansatz entwickelt, der zusätzlich Kostenaspekte und bereits verfügbare kommerzielle Produkte berücksichtigt.

### 3. Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten und Thesen

#### 3.1 Komponenten und spezifische Problemstellungen

In Kapitel 2 wurden die Leitlinien für ein Gis-gestütztes Kompensationsflächenkataster erarbeitet und Schwerpunkte von besonderer Relevanz identifiziert. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Analyse grundsätzlicher Lösungsmöglichkeiten für diese Aufgabe. Ehe jedoch, aufbauend auf dem aktuellen Stand der Technik, konkrete Empfehlungen gegeben werden können, müssen einige weitere zu beachtende Problembereiche, die sich aus der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion im Umfeld der Geoinformatik ergeben, angesprochen werden. Diese Problembereiche münden in die Formulierung von Thesen, deren Überprüfung am Ende dieser Arbeit stehen soll.

In der abschließenden Bewertung des vorangegangenen Kapitels wurde die Komplexität von Inhalten, Funktionen und Nutzern sowie deren Bedürfnissen herausgestellt. Das vorzuschlagende System soll geeignet sein, die anfallenden Aufgaben in der bestmöglichen Weise zu unterstützen. Im Zuge der Entwicklung von GI-Systemen kann die Abkehr von monolithischen Systemen, die alle Funktionen in sich vereinen, beobachtet werden. Es entspricht der gängigen Praxis, bestimmte Aufgaben von einzelnen, für den jeweiligen Einsatzzweck besonders optimierten Modulen, wahrnehmen zu lassen. Diese einzelnen Module oder Komponenten werden in einer Architektur zusammengefasst und beschrieben.

Nach den genannten Anforderungen drängt sich für ein Kompensationsflächenkataster nach heutigem Stand der Technik eine Aufteilung in folgende Komponenten auf:

GIS Modul:	Aufgaben: Konzeption Flächenpool / Ökokonto, Datenerfassung, Datenhaltung Geometriedaten, räumliche Analyse, Kartographie
Datenbank Modul:	Aufgaben: Sachdatenhaltung, Verwaltung und Pflege der Sachdaten, Berechnungen,
Kartenserver:	Aufgaben: Verteilung von Informationen, Visualisierung

Eine ausführliche Diskussion und Bewertung der einzelnen Bestandteile wird in den folgenden Fachkapiteln vorgenommen. Dies gilt auch für die Frage, welches Modul die Speicherung der Geodaten übernimmt, da hier mehrere Möglichkeiten (z.B. integrierte Datenhaltung) bestehen. Es wird im Folgenden nun darum gehen, Gis-spezifische Problemfelder, die bei dieser Aufgabenstellung zu berücksichtigen sind, zu diskutieren.

Eine zentrale Frage besteht in der Kommunikation zwischen den Einzelkomponenten der Architektur und des Systems nach außen, da sowohl die Verwaltung als auch die Manipulation und Verteilung von Geodaten häufig in einer Vielzahl von proprietären Datenformaten und Systemarchitekturen erfolgt. Der Austausch von Informationen zwischen den Systembestandteilen ist nicht nur durch die gravierenden Unterschiede der Datenformate stark eingeschränkt, sondern wird auch durch die damit einhergehenden Differenzen in der Datenmodellierung erschwert. Diese Problematik ist auch verantwortlich für die Probleme, die bei der Integration und Verteilung von Geoinformationen auftreten. Für den Bereich von Kompensationsflächenkatastern ist

hier vor allem die Integration von Geobasisdaten zu nennen, welche im Rahmen einer zunehmend vernetzten GI-Infrastruktur dezentral zur Verfügung gestellt werden. Derzeit ist ein Informationsinteressent für die Abfrage, Aufbereitung und Visualisierung von Geodaten oft auf proprietäre Werkzeuge und deren Formate ohne geeignete Schnittstellspezifikationen angewiesen. Der Einsatz solcher Werkzeuge garantiert zwar, dass alle Aspekte des entsprechenden Systems genutzt werden können, verursacht jedoch gerade bei der Datenübernahme und dem direkten Zugriff auf Fremddaten einen unverhältnismäßigen hohen Verwaltungs-, Kosten- und unter Umständen Zeitaufwand.

Aktuelle internationale Bestrebungen verfolgen die Absicht, das Zusammenspiel von verschiedenen und/oder verteilten Komponenten durch die Formulierung von Standards sicherzustellen. Das Zusammenspiel einzelner Bestandteile eines Systems wird als Interoperabilität bezeichnet. Für den Bereich der Speicherung von Geoinformation über Hersteller- und Technologiegrenzen hinweg zeigt sich das OpenGIS Konsortium federführend. Diese Ansätze, eine offene, objektorientierte Geodaten-Spezifikationen zu entwickeln, helfen die Problematik von der Seite der Datenmodellierung zu lösen. Allerdings ist eine OpenGIS - konforme Datenhaltung in einfacheren Desktop-GIS Produkten bisher oft nicht umgesetzt. Auf dem Markt existieren inzwischen hochentwickelte Systeme mit integrierter Datenhaltung, welche diese Anforderungen hinsichtlich der Interoperabilität erfüllen. Im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Arbeit muss jedoch festgestellt werden, dass derart hochentwickelte Systeme aus Sicht der Kosten und der Komplexität sich vermutlich für die Zielgruppe kleiner und mittlerer Kommunen noch nicht aufdrängen. Es muss daher die Frage geklärt werden, ob durch die sinnvolle Kombination einzelner Bestandteile innerhalb einer Systemarchitektur die Nachteile proprietärer Datenformate und mangelnder Schnittstellen ausgeglichen werden können.

### 3.2 Überblick über am Markt existierende Lösungen

Eine Systemempfehlung für ein Kompensationsflächenkataster kann nicht erfolgen, ohne sich mit bereits auf dem Markt befindlichen kommerziellen Angeboten auseinander zu setzen. Denn diese stehen in Konkurrenz zu Eigenentwicklungen auf der Basis von Standardsoftware. In diesem Kapitel sollen daher einige derartige Tools beschrieben werden. Es ist an dieser Stelle nicht das Ziel, eine Marktstudie zu erstellen. Es soll anhand der Beschreibung eine überschlägige Beurteilung vorgenommen werden, inwieweit diese kommerziellen Produkte die zuvor beschriebenen Anforderungen abbilden. Zusätzlich sollen Vor- und Nachteile im Hinblick auf die zentralen Fragestellungen dieser Arbeit diskutiert werden.

Nach einer durchgeführten Recherche können zwei Gruppen von kommerziellen Produkten ausgemacht werden: eigenständige Lösungen sowie Lösungen, die auf ein GIS - Produkt aufsetzen. Eigenständige Beispiele stellen die Software „Ökokontoplus“ der Fa. Gisplus und das Eingriffs- und Ausgleichsflächenkataster der LFU (2002) dar. Stellvertretend für die zweite Gruppe wird das Ökokontool der Fa. Zeeb, Ökologie und Umweltplanung, Digiterra Ökokonto sowie GemGIS Ökokonto der Fa. Synergis einer genaueren Betrachtung unterzogen.

Ohne nähere Einzelbeschreibungen der einzelnen Lösungen gegenüberzustellen, sollen an dieser Stelle die besonderen Merkmale der beiden Gruppen im Folgenden vorgestellt werden.

Die als „eigenständig“ bezeichneten Lösungen benötigen keine Basissoftware. Bei der Software „Ökokontoplus“ der Fa. Gisplus handelt es sich um eine eigenständige Softwarelösung. Als technische Voraussetzung gibt der Hersteller ein vorhandenes skalierbares DBMS wie Oracle oder Sybase an. Optional kann die Anbindung an gängige GIS-Produkte hergestellt werden. Im Prinzip versteht sich die angebotene Software als Interface, das auf ausgereiften Datenbanktechnologien aufsetzt, was prinzipiell als sehr positiv zu werten ist. Das Interface scheint allerdings primär auf die Bedürfnisse des Bundeslandes Bayern abgestimmt zu sein. Eigene Anpassungen sind kaum möglich. Die Flexibilität ist gering.

Das Bundesland Baden-Württemberg bietet eine eigenständige Entwicklung an. Das Tool zur Verwaltung von Ausgleichsflächen läuft unter der Oberfläche des Microsoft Internet Explorers. Mittels ASP-Technologie (Active Server Pages) von Microsoft fungiert der Browser als Benutzeroberfläche für eine Datenbank. Optional kann ein Viewer installiert werden, der auf einfache Art Geometriedaten integriert und visualisiert. Zu bemerken ist, dass die Lösung sich auf den ersten Blick als sehr kostenneutral zeigt, da keine Lizenzen - auch nicht für die Datenbank - erworben werden müssen. Es gibt in geringem Umfang vorgefertigte Abfragen, welche die Selektion von flurstücksbezogenen Inhalten und Maßnahmen gestatten. Die plattformunabhängige Benutzeroberfläche macht einen bedienerfreundlichen Eindruck. Allerdings ist wiederum die geringe Flexibilität bei individuellen Fragestellungen und die fehlende Möglichkeit, eigene Abfragen zu generieren, als limitierender Faktor zu nennen.

Das Ökokontotool der Fa. Zeeb und Digiterra Ökokonto setzen beide auf ArcView 3.x auf und verstehen sich als zuschaltbare Erweiterung. Die wichtigsten Funktionalitäten zur Führung und Verwaltung eines Ökokontos sind mittels Avenue in die gewohnte Benutzeroberfläche integriert. Im Gegensatz zu den beiden eigenständigen Softwarelösungen verwenden die beiden Tools das proprietäre Daten (-bank)format von ArcView. Ein geübter Anwender wird in der Lage sein, eigene Abfragen und Auswertungen direkt aus der Anwendung heraus zu konzipieren. Ein weiterer Vorteil ist sicher auch in der ausgereiften Kartographiekomponente der GIS Software zu sehen. Die Architektur ist einfach und übersichtlich. Probleme in der Anwendung ergeben sich, wenn das eingesetzte Verfahren zur Anwendung der Eingriffsregelung nicht in das angebotene Schema passt und Modifikationen notwendig wären.

GemGIS Ökokonto, welches als Basistechnologie, das gleichnamige GemGIS voraussetzt, stellt sich schon als umfangreicheres und gut konzipiertes Softwarepaket dar. Die Anwendung setzt allerdings auch eine Entscheidung für das System GemGIS der Fa. Synergis voraus. Die Kosten sind daher um einiges höher, als bei Tools, die auf einem Desktop-GIS aufsetzen. Im Prinzip gelten dann dieselben Vorteile und Einschränkungen wie bei den zuvor bewerteten Tools, jedoch ist die Anbindung an eine externe Datenbank möglich.

Die folgenden Aufstellungen sollen nun den Versuch einer synoptischen Auswertung der untersuchten Softwaretools darstellen, indem die Vor- und Nachteile der Lösungen am Maßstab der Fragestellung dieser Arbeit gemessen werden. Es soll zunächst mit den augenscheinlichen Vorteilen dieser Lösungen begonnen werden.

- Ein relativ günstiger Anschaffungspreis, der mit Ausnahme der kostenlosen Lösung der LfU, im Bereich von 500 – 1000 € zu liegen kommt, macht die Anschaffung attraktiv.
- Ein weiterer kostendämpfender Faktor ist in der Einsparung von Entwicklungskosten für die Softwarelösung zu sehen.
- Die meisten der Tools weisen eine ansprechende Benutzeroberfläche auf, welche die Bedienung der Software vereinfacht.
- Es ist damit zu rechnen, dass die Integration in bestehende und leistungsfähige GIS Programme vom geübten Anwender als Vorteil gesehen wird, da dieser mangelnde Flexibilität der angebotenen Funktionen durch den Einsatz von „Bordmitteln“ des GI-Systems teilweise ausgleichen kann.
- Die einfache und übersichtliche Architektur wird von den Anwendern als positiv aufgenommen werden.

Diese positiven Faktoren stehen einige Nachteile gegenüber, die im Folgenden genannt werden:

- Es handelt sich meist um Lösungen von kleinen Softwarehäusern. Standardsoftware der großen Marktführer dürfte eher weiterentwickelt werden und langfristig die bessere Perspektive darstellen.
- Die Tools sind oft an bestimmte Softwareprodukte gekoppelt, deren Lizenzen erworben werden müssen. Die Entscheidung für GemGIS setzt auf diese Weise auch eine Systementscheidung für das Basismodul von Synergis voraus. Teilweise werden sehr hohe Anforderungen der eigenständigen Lösungen an die Datenbanken gestellt.
- Bei voller Integration der Funktionalitäten ein GI-System sind bei dem Anwender GIS-Kenntnisse erforderlich.
- Ein wesentlicher limitierender Faktor bei allen angebotenen Produkten ist in der mangelnden Flexibilität zu sehen. In den einleitenden Kapiteln wurde die Uneinheitlichkeit der Vorgehensweise bei der Abarbeitung der Eingriffsregelung unterschiedlicher Gebietskörperschaften aufgezeigt. Die umgesetzten Bewertungsverfahren werden im planerischen Alltag nur selten ohne Modifikationen auskommen.
- Als eine wichtige Grundfunktionalität wurde die Fähigkeit zur Generierung eigener kombinierter (räumlicher) Abfragen nach unterschiedlichen Parametern genannt. Dies ist wichtig, um fachlich sinnvolle Ausgleichsmaßen aus einem Flächenpool zu identifizieren. Die Flexibilität der untersuchten Werkzeuge ist jedoch als gering einzustufen.
- Die meisten der Werkzeuge sind an proprietäre Datenformate gebunden. OpenGIS-konforme Schnittstellen sind nicht umgesetzt. Dies wird Probleme bei der Weitergabe der Daten, die in unterschiedlichen Planungsprozessen benötigt werden, bereiten. Werkzeuge zur Integration verteilter Datenbasen sind nicht vorhanden.

- Funktionen zum Verteilen der Informationen an Beteiligte und Interessierte sind nicht umgesetzt und müssen daher extra realisiert werden. Dieser Umstand ist als zusätzlicher Kostenfaktor mitzubersichtigen.
- Bei den beschriebenen eigenständigen Lösungen ist die Kartographie - Komponente oft nicht standardmäßig enthalten.

Als Ergebnis der Zusammenschau bereits existierender Lösungen auf dem Softwaremarkt kann Folgendes festgehalten werden: Einige der untersuchten Werkzeuge zeigen sich als bedienerfreundliche und ausgereifte Tools. Die Anschaffungskosten erscheinen relativ gering. Setzt man jedoch den in den vorangegangenen Kapiteln für wünschenswert befundenen Funktionsumfang voraus, so werden die Kosten durch den Kauf oder die Programmierung von Zusatzmodulen schnell in die Höhe schnellen. Als entscheidender und gravierender Nachteil ist die mangelnde Flexibilität der Lösungen zu nennen, die zu fachlichen Defiziten bei der Abarbeitung der Eingriffsregelung führen können. Die Anforderungen an die Integration und Verteilung von Daten sind ebenfalls nicht umgesetzt. Abschließend wird damit die Zielrichtung der Arbeit, eine Systemarchitektur auf der Basis von Standardsoftware zu entwickeln, weiter gestützt.

### 3.3 Kostenfaktoren

Eine der entscheidenden Fragen, die im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden sollen, ist die Erörterung der Kosten einer möglichen Systemarchitektur bzw. deren Einzelkomponenten. Der Titel dieser Arbeit fokussiert auf die Entwicklung einer Low-Cost Architektur. Unter diesem Terminus soll im Folgenden eine größtmögliche Minimierung der Kosten durch die Wahl einer geeigneten Systemarchitektur verstanden werden. Nachfolgend sollen daher Kostenfaktoren ermittelt und beschrieben sowie deren Relevanz für die vorliegende Fragestellung herausgestellt werden. In Abgrenzung dazu stellt die folgende Diskussion keine Kosten-Nutzen-Analyse von Kompensationsflächenkatastern dar. Es wird davon ausgegangen, dass die Anwendung einer ausgereiften, GIS-gestützten Katasterlösung generell in einem quantifizierbaren Nutzen zum Ausdruck kommt (z.B. durch die Rationalisierung und Beschleunigung von Arbeitsschritten).

KLEMMER (1997) (aus H. EVERS / G. KASTIES, 1999) sowie BEHR (2000) beschreiben allgemeine Kostenfaktoren beim Einsatz von Geo-Informationssystemen. Danach lässt sich eine erste Unterscheidung zwischen Einführungskosten und Betriebskosten vornehmen.

Die Einführungskosten umfassen neben Hardware, Software, Schulung und Beratung vor allem Kosten für die Geodatenbeschaffung bzw. deren Erstaufnahme. KLEMMER geht von folgender Aufteilung der Kosten aus:

Daten und Datenerfassung (65%),  
Hardware (10 %) und Software (15 %)  
Beratung (5 %) und Training (5 %)

Die Betriebskosten umfassen die Pflege und Aktualisierung der (Geo-)daten (Geodatenmanagement), laufende Lizenzgebühren und Kosten für Anpassung der eingesetzten Software sowie die Betreuung der Nutzer des Systems. KLEMMER nennt einen prozentualen Erfahrungswert von 15-25% für die Betriebskosten.

Bei fast allen Autoren (ergänzend auch BUHMANN, 2002) besteht Einigkeit, dass Daten den teuersten Kostenfaktor bei GIS - Projekten ausmachen. Für die vorliegende Fragestellung ist diese Einschätzung allerdings von geringer Relevanz, da die Kosten für die Datenaufnahme, Vereinheitlichung und Fortschreibung sich unabhängig von eingesetzter Software oder Systemarchitektur zeigen (sofern ein sinnvolles Werkzeug eingesetzt wird). Auch die Nutzungsentgelte für kommerzielle oder amtliche Geobasisdaten liefern keine Unterscheidungskriterien. Kostendämpfend sollte es sich im Hinblick auf die Nachführung der Geobasisdaten auswirken, wenn über geeignete Schnittstellen ein Zugriff auf verteilte Datenbasen möglich ist (Auswirkungen auf die Betriebskosten). Ebenfalls keine aussagekräftigen Unterschiede bei der Kostenfrage dürften für die Aufwendungen der Hardware festgehalten werden. Da die Zielgruppe, wie einleitend festgelegt, aus kleineren bis mittleren Kommunen besteht, werden weder Großrechner noch besonders leistungsfähige Datenbankserver für das Kompensationsflächenkataster benötigt. Zudem stellt die Führung eines Katasters mit möglicherweise 1000 potentiellen Ausgleichsflächen keine herausragenden Anforderungen an die Performance der Hardware. Vor diesem Hintergrund bleibt festzuhalten, dass auch die Hardwarekosten für eine Systemarchitektur in diesem Falle keine differenzierenden Kostenargumente hervorbringen.

Bei der eingesetzten Software und den damit verbundenen Beratungs- und Schulungskosten dürfte der Fall anders gelagert sein. Ein Grundgedanke dieser Arbeit geht von der Tatsache aus, dass bei den Kommunen Standardsoftware bereits im Einsatz ist. Desktop-GIS Produkte und Datenbank Managementsysteme (DBMS) dürften in nahezu jeder Kommune zu finden sein. Für kommerzielle Fachschalen und Tools müssen dagegen die Anschaffungskosten verbucht werden. Dem ist jedoch die Tatsache entgegenzustellen, dass auf der Basis der Standardsoftware erst eine Datenbank oder Benutzeroberfläche konzipiert werden muss, was deutlich über dem Anschaffungspreis bereits existierender Produkte angesetzt werden kann. Ausgehend von den im vorangegangenen Kapitel diskutierten Nachteilen bereits bestehender Lösungen kann die These formuliert werden, dass Eigenentwicklungen die individuellen Anforderungen besser abbilden, die Flexibilität höher ist und Anpassung an den jeweiligen Workflow in der Kommune besser vorgenommen werden können. Demzufolge kann eine längerfristige Amortisierung der Kosten Eigenentwicklungen auf längere Sicht rentabler machen. Als ein Beispiel sei die Situation im Bodenseekreis genannt. Das Verwaltungsverfahren erfordert die Darlegung der Ökokontofläche, deren Eigenschaften, abgebuchter Wert etc. in einem Formblatt. Es ist mit gängiger Standardsoftware kein Problem, dieses Formblatt direkt aus der Datenbankanwendung heraus zu erstellen. Der Zeit- und Kostenvorteil im Vergleich zu einer manuellen Erstellung mit einem Ökokonto-Tool ist als relativ hoch einzuschätzen.

Aufgrund der Tatsache, dass Standardsoftware wie z.B. gängige RDBMS Clienten oft schon seit Jahren in der Verwaltung eingesetzt werden, kann auch davon ausgegangen

werden, dass Basiswissen für die Bedienung vorhanden ist. Dies reduziert die Ausbildungskosten für das System. Als ein weiterer Vorteil erhöht sich damit der Kreis der möglichen Anwender. Die Bedienung des Kompensationsflächenkatasters bleibt damit nicht ausschließlich Spezialisten vorbehalten, was sich positiv im Hinblick auf die Akzeptanz dieses Planungswerkzeugs auswirken kann.

Neben Standardsoftware besteht die Möglichkeit ganz oder teilweise auf leistungsfähige Freeware, meist Open Source Produkte, auszuweichen, bzw. Standardsoftware mit diesen frei erhältlichen Komponenten zu kombinieren. Open Source Produkte sind in für alle Bestandteile der empfohlenen Systemarchitektur (GIS, Datenbank und Mapserver) verfügbar. Im allgemeinen Fall kann davon ausgegangen werden, dass diese Software im Hinblick auf Ergonomie, Benutzerfreundlichkeit und Benutzeroberflächen hinter kommerziellen Produkten und auch Standardsoftwareprodukten zurückstehen. Demgegenüber fallen aber auch keine Lizenzgebühren an. Allerdings ist wie bei der Standardsoftware von einer ausgesprochen guten Möglichkeit der Anpassung an die individuellen Bedürfnisse auszugehen. In der Kostenabwägung sollten daher, wie bereits formuliert, die langfristig möglichen positiven Kostenaspekte gesehen werden.

Im Vergleich zu Standardsoftware muss auf einen häufigen Nachteil frei erhältlicher Software hingewiesen werden. Während bei Standardsoftware einfache Anpassungen oft mit integrierten Makrosprachen, die effektiv durch Benutzerführung und Benutzeroberflächen unterstützt werden, möglich sind, liegt die Hürde bei Open Source Produkten oft höher. Bei Anpassungen ist daher die Kenntnis von (teilweise höheren) Programmiersprachen erforderlich. Einhergehend können diese Arbeiten nur von speziellem Fachpersonal ausgeführt werden. Die Kosten können erheblich sein. Es muss darauf geachtet werden, dass diese Anpassungen einmaliger Natur sind und nicht als laufende Betriebskosten anfallen. Auch die Bedienung der Open Source Komponenten kann aus den geschilderten Gründen höhere Kosten verursachen, da eine speziellere Ausbildung der Anwender erforderlich ist. Die Auswahl an Supportmöglichkeiten ist im Vergleich zu Standardsoftware auch eher gering einzustufen.

Bei den Betriebskosten sollte im Hinblick auf die Standardsoftware ein weiterer Aspekt in die Betrachtung mit einbezogen werden. Aufgrund des potentiell höheren Verbreitungsgrades dürfte der Markt für Dienstleistungen und Beratung größer sein. Die Kommune hat damit mehr Auswahl. Der Wettbewerb wirkt sich in der Regel positiv auf die Preisgestaltung bei Dienstleistungen aus. Bei speziell entwickelten Fachschalen besteht die Abhängigkeit von der Herstellerfirma in Supportfragen, laufenden Lizenzgebühren und Anpassungen.

Abschließend zur Diskussion der Kostenfaktoren kann Folgendes festgehalten werden: Die Verwendung von Standardsoftware in Kombination mit frei erhältlichen Open Source Produkten kann sich langfristig als zielführend erweisen, wenn eine Minimierung der Einführungs- und Betriebskosten angestrebt werden soll. Es wird daher als sinnvoll erachtet, diese Fragestellung in den weiteren Kapiteln dieser Arbeit genauer zu untersuchen.

### 3.4 Thesen

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Problemfelder in den vorangegangenen Kapiteln können nun Arbeitsthesen formuliert werden. Diese Thesen dienen u.a. dazu, die formulierten Zielstellungen dieser Arbeit kritisch zu hinterfragen.

Die fachlichen, funktionalen und organisatorischen Anforderungen an die Konzeption eines Flächenpools sind komplex, die Umsetzung und Anwendung dieses Instrumentes ist bundesweit aufgrund rechtlicher, verwaltungstechnischer und organisatorischer Aspekte uneinheitlich. Eine GIS-Architektur zur Erfüllung dieser Anforderungen muss individuell angepasst und entwickelt werden.

Auf dem Markt werden verschiedene Ökokonto-Tools angeboten. Beim Auftraggeber ist meist Standardsoftware und Basis Know-how vorhanden.

**These 1: Durch Verwendung von Standardsoftware und Open Source Produkten können die individuellen Anforderungen in fachlicher, funktionaler und organisatorischer Hinsicht in einer sinnvollen GIS-Architektur umgesetzt werden.**

Eine oft unüberwindbare Hürde bei der Einführung von GIS-Lösungen und deren Betrieb stellt für kleine und mittlere Kommunen die Kostenseite dar.

**These 2: Es ist möglich, eine effiziente Umgebung zur Verwaltung eines Kompensationsflächenkatasters mit einer Low-Cost Lösung auf der Basis von Standardsoftware und Freeware Produkten zu realisieren.**

Probleme bei der Integration und Weitergabe von Informationen entstehen häufig durch den ausschließlichen Einsatz von Systemen mit proprietären Datenformaten bzw. einer unzureichenden Ausstattung mit standardisierten Schnittstellen. Der Einsatz hochentwickelter Systeme, welche diese Art von Interoperabilität sicherstellen, sind für die vorliegende Zielgruppe oftmals zu teuer. Eine praktikable Lösung muss also von der eingesetzten Standardsoftware und den sonstigen Komponenten ausgehen.

**These 3: Die Kombination von Standardsoftware und Open Source Komponenten im Rahmen einer Systemarchitektur ist sinnvoll, um Nachteile von proprietären Datenformaten und mangelnden Schnittstellen einzelner Komponenten auszugleichen.**

## 4. Diskussion der Komponenten

Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden, dass die zahlreichen erforderlichen und teilweise komplexen zu leistenden Funktionalitäten (vgl. Kap. 2.4) am besten von spezialisierten Komponenten bewältigt werden können. Diese Komponenten werden in einer Architektur zusammengefasst. Es gilt nun im Folgenden, die in Frage kommenden Bestandteile genauer zu beschreiben, für Kompensationsflächenkataster wichtige Teilaspekte herauszuarbeiten und zu diskutieren inwieweit die Komponenten hinsichtlich der in Kapitel 3 aufgeworfenen Problemfelder zu optimieren sind.

### 4.1 GIS-Komponente

Wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben sollte das einzusetzende Geo-Informationssystem alle gängigen Grundfunktionalitäten von der Datenerfassung, Datenintegration, Analyse und Kartographie in sich vereinen. Obwohl bereits sehr kostengünstige oder gar kostenlose GIS (z.B. GRASS, Manifold) angeboten werden, spielt deren Einsatz in der kommunalen Praxis keine nennenswerte Rolle (siehe JESCHKEIT, 2002). Eingesetzt werden die Standardprodukte der größeren Softwarehäuser. Bei den Kommunen sind also in der Regel Desktop-GIS Produkte bereits im Einsatz. Diese Tatsache stützt den Ausgangspunkt dieser Arbeit für die Konzeption eines Kompensationsflächenkatasters auf die bereits vorhandenen Produkte zurückzugreifen.

Eine der primäre Aufgaben der GIS Komponente ist in der Verwaltung und Pflege der Geometriedaten zu sehen. In Hinblick auf die Modellierung der Geodaten sind keine besonderen Herausforderungen zu erwarten. Der Komplexitätsgrad ist als eher gering einzustufen, da lediglich einfache Polygondatensätze vorgehalten und verwaltet werden müssen. Allerdings muss bei der Speicherung der Geodaten eine grundsätzliche Fragestellung angesprochen werden. Nach STROBL (2001) geht die Tendenz der Speicherung von Geoinformation eindeutig von der Datei zu einer zu einer DBMS-basierten Speicherung. Nur so könne Geoinformation längerfristig ausreichend sicher redundanzarm und transaktionsorientiert zur Verfügung gestellt werden. Damit sind zwei grundsätzliche Möglichkeiten der Speicherung von Geodaten angesprochen. Der klassische Ansatz, der momentan noch von gängigen Standard Desktop-GIS Produkten umgesetzt wird, ist die so genannte Datenhaltung in dualen Datenbasen. Dieser Ansatz sieht eine Trennung der Speicherung der Lageinformationen in proprietären Geometriedateien und der Speicherung der zugehörigen Attributdaten in angegliederten einfachen DBMS vor. Da Geometrie und Sachdaten ohnehin meist (auch zeitlich) unabhängig voneinander manipuliert werden, stellt dies eine effiziente Herangehensweise dar. Die meisten der gängigen Desktop-GIS verfahren nach dieser dualen Datenhaltung.

In Konkurrenz zum dualen Ansatz stehen zunehmend integrierte Datenbasen (integrierte Datenhaltung). Bei diesem Ansatz werden räumliche Informationen in zumeist relationalen DBMS gespeichert. Die zu Beginn dieser technologischen Entwicklung augenscheinlichen Performancenachteile werden durch die Verbesserung der

Datenbanktechnologie und der Hardware inzwischen weitgehend ausgeglichen. Zunehmend werden in derartigen Systemen die Lagedaten nicht nur gespeichert, sondern können mit speziellen räumlichen Operatoren über standardisierte Abfragesprachen ausgewertet werden. In der Nutzung etablierter Datenbanktechnologie zur Speicherung von Geoinformationen sind einige Vorteile zu sehen. Die DBMS-Technologie, hinter der eine große Interessengemeinschaft besteht, wird von den etablierten Herstellern laufend weiterentwickelt. Mit den räumlichen Operatoren können Auswertungen der bestehenden Daten vereinfacht und effizienter gestaltet werden. Es entsteht dadurch ein Mehrwert für die vorhandenen Daten. Zusätzlich von Interesse ist die Möglichkeit der Modellierung und Formulierung von Konsistenzbedingungen, die im Umfeld von DBMS besser entwickelt und unterstützt werden als bei Geoinformationssystemen. Als ähnlich vorteilhaft sind die ausgereiften Schutz- und Sicherungsmechanismen bei DBMS zu nennen.

In konventionellen DBMS ist die Speicherung und Verwaltung räumlicher Daten noch mit Problemen verbunden. Es sind derzeit nur wenige DBMS wie z.B. Oracle in der Lage, explizit räumliche Informationen als mehrdimensionalen Datentyp mit entsprechender räumlicher Indizierung zu verwalten. Während bei gängigen RDBMS für Attributdaten umfassende Möglichkeiten zu Aufbau und Wartung von Indizes bereitgestellt werden, sind solche mit besonderer Eignung für Geodaten und der Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften oft nicht implementiert (räumliche Indizes). Oft werden bei der Datenbankkopplung daher so genannte Middleware-Produkte eingesetzt, welche die Funktionen eines räumlichen Zugriffs auf Datenbasen ermöglichen. Als Beispiel sei an dieser Stelle ArcSDE von ESRI genannt.

Nach der Gegenüberstellung der beiden Möglichkeiten ist Folgendes festzuhalten. Trotz des Trends und der steigenden Verbreitung integrierter Systeme überwiegen für das Kompensationsflächenkataster zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Nachteile:

- Die Datenbanksoftware, welche eine integrierte Datenhaltung ermöglicht, ist relativ teuer. Im Desktop-GIS Bereich werden mit Ausnahme von ArcGIS keine wirklich günstigen Lösungen angeboten. Zudem steht die Entwicklung (siehe ArcGIS) noch am Beginn und erweist sich noch nicht als ausreichend stabil.
- Mit verbreiteten Standard-GIS-Produkten, wie sie bei den Kommunen verbreitet sind, ist integrierte Datenhaltung weitgehend noch nicht möglich.
- Der Ansatz erweist sich als komplex. Ausgebildetes Personal ist erforderlich.
- Eine Anschaffung von leistungsfähigen Großdatenbanken, wie z.B. Oracle, zur Führung eines Kompensationsflächenkatasters ist unwirtschaftlich.

Zusammenfassend kann festgehalten werden dass sich der Einsatz von integrierter Datenhaltung für das Kompensationsflächenkataster aus wirtschaftlichen Gründen und teilweise auch aus technologischer Sicht für die Zielgruppe der kleineren und mittleren Kommunen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht aufdrängt. Für das Kataster dürfte sich daher die „bewährte“ duale Datenhaltung in Desktop-GIS Systemen als stabil und funktional ausreichend erweisen.

Ein weiterer zentraler Aspekt bei der Formulierung von Mindestanforderungen eines GIS besteht in der Eigenschaft, Daten unterschiedlicher Herkunft, unterschiedlicher Formate und von unterschiedlichen Orten zu integrieren. Damit ist die in Kapitel 3.1 bereits diskutierte Interoperabilität angesprochen, die gerade im Hinblick auf die Geobasisdaten aber auch auf externe Planungsdaten ein Qualitätskriterium darstellt. Um verteilte Datenbasen (Geoinformationsserver) nutzen zu können, muss es unabhängig von Hersteller und Produkt vereinbarte Standards geben. Interoperabilität zielt nun im Gegensatz zu früheren Format Standards auf die Normierung von Schnittstellen ab. Die konkrete Speicherung von Geoinformation bleibt weiterhin dem jeweiligen System bzw. Hersteller überlassen. Das Open GIS Consortium zertifiziert Produkte hinsichtlich der Konformität mit diesen Schnittstellen-Spezifikationen. Wenn man nun bei gängigen „günstigen“ Desktop-GIS Produkten sucht, so wird man jedoch noch relativ lange nach zertifizierter Software suchen müssen. An dieser Stelle mag manchen Herstellern ein gewisser Protektionismus der eignen proprietären Formate unterstellt werden. Bei neueren Desktop-GIS, wie z.B. ArcGIS Produkten, besteht zumindest ein Lesezugriff auf verteilte Datenbasen mit OpenGIS-Spezifikation. Prinzipiell könnte mit dieser Software auch, das notwendige Know-how vorausgesetzt, eine OpenGIS-konforme Personal Geodatabase aufgebaut werden.

Da die Anzahl zertifizierter und effizienter Produkte noch überschaubar ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Marktdurchdringung noch nicht sehr weit fortgeschritten ist. Aus Kosten- und Know-how -Gründen sollte ein Abwarten der weiteren technologischen Entwicklung der Umsetzung der Standards in Betracht gezogen werden. Aus diesem Grund die eventuell bereits vorhandene GIS-Standardsoftware zu erneuern, scheint sich nicht unbedingt aufzudrängen.

Prinzipiell muss bei der Neuanschaffung von Softwareprodukten das Vorhandensein der OGC-Konformität empfohlen werden. Wird auf vorhandene Software zurückgegriffen, so sollte das einzusetzende GIS eine größere Zahl von Schnittstellen zu gängigen proprietären Datenformaten aufweisen. Da eine OpenGIS-konforme Datenhaltung mit Desktop-GIS Produkten oft noch nicht möglich ist, sollte die Überlegung angestellt werden, ob eine andere Komponente der Architektur Teilaufgaben übernehmen kann. Da der Begriff der verteilten Datenhaltung eng mit WebGIS verknüpft ist, muss die Diskussion auch in Kapitel 4.3 geführt werden.

Bei der Auswahl eines GIS für ein Kompensationsflächenkataster sind weitere wichtige Funktionalitäten und Eigenschaften zu diskutieren. Als ein Aspekt sollte dabei die Konsistenzerhaltung bei der Datenerfassung thematisiert werden. Die Erfassung bzw. Änderung neuer Flächengeometrien von potentiellen oder bestehenden Ausgleichsflächen gehören zu den häufig auftretenden Arbeiten. Das GI-System sollte die notwendigen Arbeitsschritte in der bestmöglichen Weise unterstützen. Notwendig sind Funktionalitäten zur konsistenten Datenerfassung auf Grundlage des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK). Um Inkonsistenzen zur Basisgeometrie der ALK zu meiden, müssen im System Fangfunktionen („Snapping“) auf die bestehenden Endpunkte und Vertics möglich sein. Von gängiger Standardsoftware werden diese Funktionen unterstützt oder können als Zusatzmodule zur konsistenten Datenerfassung hinzugekauft werden. Eher rudimentär ausgeprägt oder gar nicht vorhanden bei

Softwareprodukten der unteren Preiskategorien sind Funktionen zur Konsistenzprüfung. Diese Tatsache liegt schon darin begründet, dass hier nicht mit einem topologischen Datenmodell gearbeitet wird. Topologische Funktionen erlauben die Identifikation von Fehlern wie Überlappungen, Überständen, Unterständen, Sliverpolygonen etc. Topologisch korrekte Datenbestände erweisen sich bei der Kartographie oft als nicht störend. Bei räumlichen Analysen und Statistiken sind korrekte Datensätze jedoch erforderlich. Ein Teilaspekt, welcher bei der Datenerfassung zum Tragen kommt, ist in der Verwendung von Kreisbögen (Splines) bei der Basisgeometrie (ALK) zu sehen. Desktop-GIS Produkte arbeiten in der Regel ohne komplexe Splinefunktionen und zeigen Kreisbögen, die oft z.B. bei Straßen-einmündungen verwendet werden, nicht topologisch korrekt an. Dieser Umstand kann zu Fehlern bei der Datenerfassung führen. Da Produkte der unteren Preissegmente selten mit topologischem Datenmodell arbeiten oder Splinefunktionen unterstützen, sollte die Inanspruchnahme von spezialisierten Dienstleistern für Datenerstellung und die Konsistenzprüfung in Betracht gezogen werden.

Da im Gegensatz zu den Geometrien der Ausgleichsflächen deren Attribute als sehr sensibel anzusehen sind (Diskussion wird in Kapitel 4.2 geführt), muss auf die Möglichkeit geachtet werden, das Geoinformationssystem an Datenbanken anbinden zu können.

Wie beschrieben, besteht eine wichtige fachliche Anforderung darin, geeignete Ausgleichsflächen für bestimmte Eingriffe zu finden. Damit müssen bei einem GIS ausgeprägte Analysefunktionen vorhanden sein. Über die Geometrien und Attributinformationen aus der Datenbank sollten räumliche Selektionen von Inhalten möglich sein. In den Abfragen sollten mehrere Parameter gleichzeitig abgefragt werden können. Als gängige Analysefunktionen seien Aggregationen durch Overlays, Distanz- und Nachbarschaftsanalysen genannt. Bei Standardprodukten bestehen oft gravierende Unterschiede im Implementierungsgrad dieser Funktionen und sollten daher überprüft werden.

Die Inhalte von Kompensationsflächenkatastern werden innerhalb von Planungsprozessen benötigt. Diese Prozesse erfordern die Abstimmung des Ausgleichsbedarfs sowie die rechtliche Sicherung von Ausgleichsflächen. Informationen werden im Planungsstadium fortwährend in unterschiedlichen Gremien diskutiert. Ein GIS kann mit einer ausgereiften Kartographiekomponente einen wesentlichen Beitrag leisten und zwar:

- indem kartographisch hochwertige und problembezogene Karten erzeugt werden können (Integration von topographischen Informationen, Luftbildern) und
- indem die Kartenerstellung sich mit wenigen Arbeitsschritten effizient und wirtschaftlich bewältigen lässt.

Damit sind wesentliche Eigenschaften, die ein GIS-Produkt für die Anwendung im Rahmen von Flächenpool- und Ökokontokonzepten aufweisen sollte, genannt worden. Es bleibt festzuhalten, dass gängige Standardprodukte in der Regel den funktionalen Anforderungen weitgehend entsprechen können.

## 4.2 Datenbank-Komponente

Daten bilden den Kern aller Informationssysteme. Ohne Daten können keine Fragen beantwortet werden. Zur systematischen Datenbereitstellung sind nach ZEHNDER (1998) nur Datenbanken geeignet. Daten können darin nicht nur aufbewahrt und für Abfragen zur Verfügung gestellt werden, sondern können auch unter überprüfbareren Bedingungen nachgeführt und aufbereitet werden.

Der Diskussion um die Eignung von Datenbanksystemen im Rahmen von Kompensationsflächenkatastern sollen zunächst zwei Definitionen zur Eigenschaft von Datenbanken vorangestellt werden (siehe ZEHNDER, 1998):

*„Eine Datenbank ist eine selbständige, auf Dauer und für flexiblen und sichereren Gebrauch ausgelegte Datenorganisation, die einen Datenbestand (Datenbasis) und die dazugehörige Datenverwaltung (das sogenannte Datenverwaltungssystem) umfasst“.*

*„Das Datenverwaltungssystem (DBMS = database management system) ist ein leistungsfähiges Programm für die flexible Speicherung und Abfrage strukturierter Daten“.*

Im Hinblick auf die in einem Kompensationsflächenkataster zu verwaltenden Attributdaten muss zunächst die Frage diskutiert werden, ob die Datenhaltung mit den Funktionen des eingesetzten Geoinformationssystems bewältigt oder ob die Aufgabe von einem Standard-Datenbanksystem übernommen werden soll.

Für eine Speicherung und Verwaltung der Attributdaten innerhalb eines Desktop-GIS spricht die einfache (eindimensionale) Architektur sowie die daraus resultierende Übersichtlichkeit und direkte Zuordnung der Sachdaten zu den Geometrien. Von Seiten des Anwenders ist die Kenntnis von Datenmodellierung und Datenbanksoftware zwar äußerst sinnvoll, jedoch nicht generell zwingend. In der Art der Verwaltung von Attributdaten gibt es bei Geoinformationssystemen jedoch teilweise große Unterschiede. In Abgrenzung zu anspruchsvollen GI-Systemen mit eigenständigen Datenbankmodulen verfügen die einfachsten Systeme auf dem Markt oft lediglich über eine rudimentäre Tabellenverwaltung mit Listenstruktur. Beim Marktführer ArcView beispielsweise ist die Modellierung von 1:n Beziehungen nicht möglich. Eine redundanzfreie Datenhaltung ist kaum gegeben, da Normalisierungsprozesse nicht durchgeführt werden können. In der Folge besteht bei der Manipulation von großen Datenbeständen die Gefahr von Redundanzanomalien. Gerade im Falle der Kompensationsflächenkataster dürfte aber eine Vielzahl von redundanten Informationen vorhanden sein. Ohne die Durchführung von Normalisierungen und Auslagerung von Entitäten ist die Wahrung der Datenkonsistenz dann nicht mehr gewährleistet. Durch die redundante Datenhaltung liegt ein weiterer Nachteil in einem größeren Speicherplatzbedarf durch die mehrfache Speicherung derselben Information.

Ein weiterer Nachteil der Attributdatenverwaltung gängiger Desktop-GIS ist in den fehlenden oder oft spärlich vorhandenen Funktionen einer effizienten Datenverwaltung zu sehen. Gemäß den beschriebenen Anforderungen aus Kapitel 2.6 wird es bei der

Suche nach geeigneten Ausgleichsflächen vor allem auf die flexible Auswertung und Abfrage der Attributdaten ankommen. Hier dürften die Vorteile vor allem auf der Seite von Standard-Datenbanksystemen liegen.

Standard-Datenbanksysteme eignen sich hervorragend, um Attributdaten in einem Geoinformationssystem zu verwalten. Im Falle der Kompensationsflächenkataster ist bezüglich der Attributdaten von einem besonders sensiblen Bereich im Rahmen einer GIS-Architektur auszugehen. In Abgrenzung zu den geometrischen Daten dürften die Sachdaten einer stärkeren Dynamik unterliegen. Die Aktualisierung von neuen Informationen in Abhängigkeit des Verfahrensstandes dürfte an der Tagesordnung stehen: Der Eigentümer der Fläche wechselt, der Ausgangszustand wird neu bewertet, die Fläche wird eingebucht, ausgehend vom Datum wird eine Verzinsung berechnet, die Fläche wird in Teilen in Anspruch genommen und damit ausgebucht, das Restguthaben muss automatisch berechnet werden. Dieser Dynamik Rechnung tragend, muss das Datenbanksystem leistungsstarke Verwaltungsfunktionen aufweisen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei Flächenpool- und Ökokontokonzepten sich eine Verwaltung der Attributdaten in einer unabhängigen Datenbanklösung eher aufdrängt. Zudem ist bei den Herstellern von Standard-Datenbanksystemen eher von kontinuierlichen Weiterentwicklungen auszugehen, als bei integrierten Datenbankmodulen.

Bei der Wahl eines Datenbanksystems sind weitere Aspekte von Bedeutung. Bei den Datenbanktypen besteht die Wahl zwischen hierarchischen Datenbanken und Netzwerkdatenbanken sowie objektorientierten und relationalen Datenbanken. Die beiden erstgenannten Datenbanktypen verfügen über eine solide Technik, welche im Bereich der Großdatenbanken verbreitet ist und sich für die vorliegende Aufgabe daher nicht aufdrängt. Ein Nachteil besteht in den Einschränkungen bei der Datenmodellierung. Hier bieten vor allem die beiden letztgenannten Typen sehr gute Lösungen, wobei der moderne objektorientierte Ansatz die vielfältigeren Möglichkeiten bereitstellt. Allerdings ist bei diesen Systemen noch keine starke Marktdurchdringung, vor allem im kostengünstigeren Bereich, zu beobachten. Zudem erweist sich die Datenmodellierung und der Betrieb der objektorientierten Datenbanksysteme als vergleichbar komplex. Unter dem Strich erscheint für ein Kompensationsflächenkataster ein Relationales Datenbanksystem (RDBMS) sehr gut geeignet zu sein.

Nach ZEHNDER (1998) soll eine Datenbank:

- ermöglichen, dass die Daten effizient und sicher gespeichert und abgerufen werden können,
- vermeiden, dass jeder Benutzer sich mit der inneren Organisation des Datenbestandes befassen muss,
- verhindern, dass einzelne Benutzer unkontrolliert an die Datenbestände gelangen und damit die Integrität der Daten gefährden können.

Die Voraussetzung für die Umsetzung dieser Ziele ist die strikte Trennung der Daten von den Benutzern. Dies kommt auch in den von ZEHNDER beschriebenen charakteristischen Datenbankeigenschaften (folgende Seite) zum Ausdruck.

### Charakteristische Datenbank-Eigenschaften

- Strukturierte Daten, keine unnötige Redundanz
- Trennung der Daten von den Anwendungen
- Datenintegrität: Die Datenbasis muss hohen Integritätsansprüchen genügen
- Datenpersistenz
- Transaktionsorientiertes Arbeiten
- Spezifische Datensicht für verschieden Benutzer

Nicht alle Datenbanksysteme, die heute als Datenbankverwaltungssystem verkauft werden, verfügen über die vorstehend genannten Eigenschaften. Trotzdem ist der Einsatz einfacherer Systeme oft sinnvoll. Gerade bei den RDBMS werden auf dem Markt auch kostengünstigere Lösungen angeboten, die eine Vielzahl der angesprochenen Eigenschaften aufweisen und diese durch eine Benutzeroberfläche effizient unterstützen. Zu nennen ist dabei das Datenbanksystem Access von Microsoft. Im Low-Cost-Bereich scheinen sich leistungsfähige relationale Datenbanken wie PostgreSQL und MySQL (auch Unterstützung der Speicherung von Geodaten nach OpenGIS-Standard) weiter zu verbreiten. Allerdings setzen derartige Open Source Produkte ein gewisses Maß an Know-how voraus und führen zu Kompromissen bei der Ergonomie und Bedienerfreundlichkeit. Aus funktionaler Hinsicht könnten derartige Produkte im Rahmen eines Flächenpool Ökokontos durchaus eingesetzt werden.

In einer relationalen Datenbank werden die Daten als Tabellen gespeichert. Zwischen diesen Tabellen können Beziehungen definiert werden. Für die Modellierung und Auswertung der Daten hat sich die Structured Query Language (SQL) als Standard Etabliert. Durch den Einsatz von SQL wird ein hohes Maß an Übertragbarkeit von Anwendungen erreicht. Diese Abfragesprache wird von zahlreichen GI-Systemen unterstützt. Die Verfügbarkeit weiterer Schnittstellen wie ODBC (Open Database Connectivity) ermöglicht den Zugriff auf Datenbanken von unterschiedlichen Werkzeugen aus. Eine direkte Anbindung der Attributdatenbank an das GIS ist über SQL also möglich und drängt sich für das Kataster als effiziente Lösung auf. Der Einsatz des SQL Standards vermeidet zudem Probleme, die entstehen würden, wenn im Laufe der Zeit die Daten in Verbindung mit anderen Software-Produkten eingesetzt werden sollen. Der Standard macht sowohl unabhängig von Softwareprodukten als auch von deren proprietären Datenbankformaten und ist hervorragend geeignet im Rahmen einer GIS-Architektur mit anderen Werkzeugen zusammenzuwirken.

Zusammenfassend kann für das Kataster ein Standard-DBMS welches, den SQL - Standard unterstützt, empfohlen werden. Im Hinblick auf die Aufgabe sollten wichtige Datenbankeigenschaften wie eine effiziente, ergonomische und strukturierte Verwaltung der Daten, die Wahrung der Integrität und Konsistenz der Daten sowie die Trennung des Benutzers von der inneren Organisation im System realisiert sein. Funktionen zur Anpassung und Automatisierung von Arbeitsschritten müssen ebenso implementiert sein. Unter diesen Voraussetzungen ist festzustellen, dass die fachlichen, funktionalen und organisatorischen Anforderungen umgesetzt werden können.

### 4.3 Mapserver-Komponente

Innerhalb der Systemarchitektur für ein Kompensationsflächenkataster soll eine Komponente die Verteilung der (Geo-)Informationen an Interessierte und Beteiligte sicherstellen (vgl. Anforderungen Kapitel 2.5). Die rasche technologische Entwicklung der letzten Jahre im GIS-Bereich integriert zunehmend die Möglichkeiten des Internet und scheint sich daher für die vorliegende Fragestellung aufzudrängen. Das Potenzial der Verknüpfung globaler Datennetze mit GI-Systemen besteht in der dezentralen, zugleich vernetzten Erzeugung, Nutzung und zeitunabhängigen Verbreitung von Geodaten (ASCHE 2001).

Folgende Problembereiche motivieren zur Diskussion einer zeit- und ortsunabhängigen Verteilung der Katasterinformationen mittels Internettechnologie: Bei einem größeren Nutzerkreis müsste eine große Anzahl von Softwarelizenzen für die notwendigen Werkzeuge beschafft werden. Benötigt ein Informationsinteressent Zugriff auf mehrere Systeme, so müssten Programme für jedes einzelne System beschafft werden. Der Informationsinteressent ist in der Folge gezwungen, den Umgang mit allen benötigten Werkzeugen zu erlernen. Dies wird durch unterschiedliche Designprinzipien sowie der zu großen Komplexität der Aufbereitungs- und Visualisierungswerkzeuge erschwert. Die Ausbildung aller potentieller Nutzer an GI-Systemen dürfte weder finanziell noch personell tragbar sein. Zudem stellen die Systeme im Allgemeinen unterschiedlich hohe Ansprüche an die Hardware- und Betriebssystemkonfiguration. Gerade der Umgang mit Geodaten erfordert leistungsfähige und spezialisierte Rechner. Oft kann beobachtet werden, dass die überwiegende Anzahl von Informationsinteressenten nur einen durchschnittlichen, für den Büroalltag ausgelegten, PC besitzen. Die breitflächige Installation von Software und deren lokale Administration würde einen großen Wartungs- und Kostenaufwand verursachen. Änderungen der Rechnerkonfigurationen oder Aktualisierungen von Softwarekomponenten würde den Betriebsaufwand zusätzlich vergrößern.

Ein Lösungsansatz besteht nun in der netzbasierten Informationsverarbeitung. Diese arbeitet nach dem so genannten Client-Server-Prinzip. Dabei kommunizieren zwei oder mehrere Rechner bzw. deren Software über ein standardisiertes Protokoll (z.B. http). Das Rechnernetz kann, wie das Internet, allgemein und global verfügbar sein oder wie im vorliegenden Fall ein privilegierten Nutzern vorbehaltenes, geschlossenes Netzwerk, ein Intranet der Kommune bilden. Als Client-Programm zur netzbasierten Kommunikation kommt lediglich ein gängiger Webbrowser zum Einsatz, indem der Nutzer eine spezifische Netzadresse (URL) aufruft. Der Zugriff auf Daten geschieht dann häufig über so genannte Middleware (z.B. CGI), die eine kriteriengesteuerte Abfrage von Daten ermöglicht. Zudem ist die Bedeutung dieser webbasierten Internettechnologie für den Zugriff auf verteilte Datenbasen hervorzuheben.

Ehe nun konkrete Empfehlungen für den Einsatz von Internettechnologie gegeben werden können, müssen als grundlegende Voraussetzung zunächst einige Begrifflichkeiten geklärt werden. Bisher wurde noch relativ undifferenziert von einem Mapserver als sinnvoller Komponente zur Verteilung von Geoinformation gesprochen. In der Literatur werden jedoch einige signifikante Unterscheidungen zu diesem

Themenkomplex getroffen. Die folgende Diskussion soll daher einerseits Begrifflichkeiten klären und andererseits dazu beitragen, die geeignete Technologie für das Kompensationsflächenkataster auszuwählen.

STORCH (1999) betont die Unterschiede zwischen den Begriffen WebGIS und WebMapping. Der Autor beschreibt WebMapping als Technologie zur breiten, öffentlichen Verteilung von Karten als klassischen Endprodukten der geographischen Informationsverarbeitung. Die Interaktionsmöglichkeiten des Nutzers beschränken sich in erster Linie auf eine räumliche und thematische Navigation durch kartographisch aufbereitete Datenbestände. Der Endnutzer dieser Information besitzt keine eigenen Daten und hat kein Interesse, eigene Karten zu generieren oder aus dem Datenmaterial weitere Informationen abzuleiten. Ihm genügt die Bereitstellung von fertigen Informationen. Das System soll ihn bei der Erschließung der Inhalte auf die bestmögliche Weise, z.B. durch interaktive Funktionen unterstützen. Unter WebGIS sollte dagegen eine Technologie verstanden werden, welche wesentliche GIS-Grundfunktionalitäten dem Internetnutzer nebst Datenzugriff ermöglicht. WebGIS bedeutet in seiner reinsten Form also den Zugriff auf raumbezogene Rohdaten mit der clientseitigen Möglichkeit, eigene Analysen und Karten zu erstellen und einen Schritt weiter gedacht, Daten direkt zu manipulieren.

Für die Verteilung von Informationen des Katasters reichen WebMapping-Funktionalitäten vollkommen aus. Die Interessenten, welche nicht unmittelbar mit der Konzeption, Führung oder Verwaltung des Katasters betraut sind, haben ein ausschließliches Interesse an kartographisch aufbereiteter Information, die einen Zugriff auf die Information ortsunabhängig, in kurzer Zeit und ohne zusätzliche Kenntnisse der Programmbedienung ermöglicht. Darauf aufbauend können nun als Grundlage für die Auswahl einer geeigneten Technologie verschiedene Ansätze webbasierter Karten unterschieden werden (siehe Abb. Nr.6, ITC 2003).

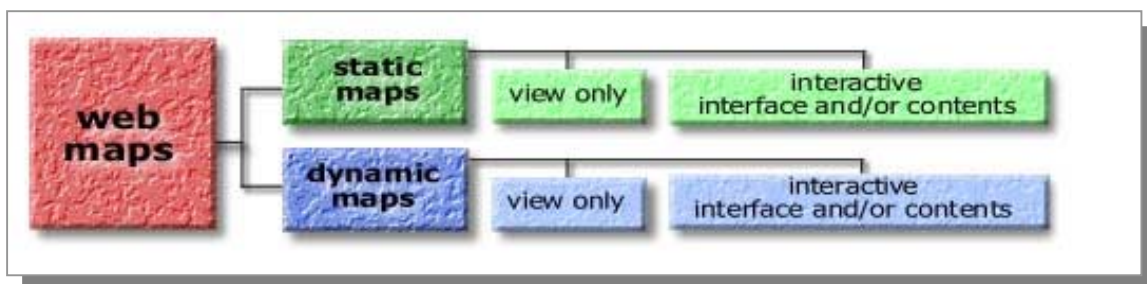


Abb. Nr.7: Klassifikation von Web-Karten

Die Klassifizierung webbasierter Karten unterscheidet zwischen statischen und dynamischen WebMaps. Die Kategorien werden dann in interaktive Karten bzw. in Karten ohne Interaktivität unterteilt. Ein Beispiel einer statischen nicht-interaktiven Karte stellt eine gescannte Papierkarte dar. Es wird schnell klar, dass diese Art der Informationsbereitstellung für die Exploration der Daten eines Gemeindegebietes aufgrund Komplexität, Informationsdichte und Maßstab nicht zielführend ist. Das System muss zur Erschließung und optimalen Nutzung der Daten ein gewisses Maß an interaktiven Funktionalitäten bereitstellen. Dazu gehören Zoom und Panfunktionen, Navigationswerkzeuge, das zu- und abschalten thematischer Layer oder von

Geobasisdaten sowie die einfache Abfrage von Informationen durch „Klicken“ auf eine Fläche. Dynamische Karten (z.B. Satellitenfilme) sind für die Internetkomponente des Kompensationsflächenkatasters nicht von Bedeutung. Es bleibt also festzuhalten, dass eine WebMapping-Komponente, also ein Mapserver, mit interaktiven Funktionen zur Exploration der aufbereiteten Informationen, den Anforderungen am besten entspricht.

Im Folgenden sollen nun einige weitere spezifische Anforderungen an einen Mapserver, der in die Systemarchitektur eines Ausgleichsflächenkatasters eingebunden wird, formuliert werden:

- Die Inhalte des Katasters, also die Geometrien und Attribute, sind mehr oder weniger regelmäßigen Änderungen unterworfen. Es ist daher entscheidend, dass eine WebMapping-Applikation direkt auf die Originaldaten (Geometrie und DBMS) zugreift und keine zusätzlichen Aufbereitungsschritte dazwischen erfolgen müssen. Dies hilft einerseits den Aufwand zu minimieren und andererseits redundante Datenhaltung und damit verbundene Fehlermöglichkeiten auszuschließen. Zudem werden die Nutzer jederzeit mit aktuellen Daten versorgt. Damit scheidet einige auf dem Markt erhältliche Tools (z.B. WebView, MapViewSVG und Imagemapper), die Karteninhalte in internetfähige Formate exportieren, aus, da diese Arbeitsschritte bei jeder Änderung wiederholt werden müssten.
- Die Kartographie der Applikation muss optisch und funktional ausgereift sein. Dazu gehören skalierbare Kartensignaturen, Kartenschriften, Kombination der Darstellung von Vektordaten und Rasterdaten (z.B. Grundkarte, Ortholuftbild) sowie vertretbare Ladezeiten und gute Performance bei häufigem Zugriff.
- Skalierbarkeit: Das Erscheinungsbild des Klienten und die angebotenen Funktionen sollten sich flexibel an die jeweiligen Bedürfnisse (durch Programmiersprachen) anpassen lassen.
- Clientseitig sollte keine Installationen oder Plug-Ins erforderlich sein. Die Hürde für die Nutzung sollte möglichst gering gehalten werden um eine hohe Akzeptanz zu erreichen.
- Mapserver übertragen in der Regel zwei unterschiedliche Typen von Daten an die anfragenden Clients im Rechnernetz. Man unterscheidet dabei Raster- und Vektordatenübertragung. Die Übertragung von Vektordaten ist an so genannte Feature Server gebunden, die zu diesem Zweck in der Regel auf Java basieren. Dabei wird ein Plug-In benötigt. Prinzipiell hat der Informationsnutzer auch Zugriff auf die Daten und kann sich diese theoretisch widerrechtlich aneignen. Bei der Rasterdatenübertragung besteht diese Gefahr nicht, Plug-Ins sind in der Regel nicht erforderlich. Hier wird durch den Mapserver auf Anfrage des Client aus den Geodaten auf dem Server ein Kartenbild in einem gängigen Rasterformat generiert und in eine HTML-Seite eingebettet. Diese Technik ist relativ einfach zu realisieren. Da der Nutzer des Katasters lediglich an der aufbereiteten Information interessiert ist, ist daher eine Rasterdatenübertragung ausreichend und sinnvoll.

- Einleitend wurde bereits die Bedeutung der Internettechnologie für den Zugriff auf verteilte Datenbanken herausgestellt. Durch die im Internet gegebene Vernetzung aller Rechner wird nach STROBL (2001) das Anwendungspotential offener Systeme erst erschlossen. So genannte GeoBrowser (STORCH, 1999 spricht vom Spatial Browser) sollen ebenso wie die derzeit gewöhnlichen Browser in der Lage sein, auf räumliche Informationen von verschiedenen Quellen zuzugreifen. Eine zentrale Rolle spielt dabei der OpenGIS Schnittstellenstandard. Ein wesentliches Element, um auf verteilte Datenbanken zugreifen zu können, ist in der Vereinheitlichung der Datenübertragung durch das Open GIS Consortium zu sehen. Ein Mapserver, der die „Web Map Service Implementation Specification“ (OGC, 2003b) erfüllt, bietet Klienten eine einheitliche Schnittstelle für den Zugriff. Client Programme können damit auf Daten unterschiedlicher, verteilter Datenbanken herstellerunabhängig zugreifen. Entscheidend ist nur, dass der Mapserver oder Client über die entsprechenden geeigneten Schnittstellenspezifikationen verfügt und Daten in geeigneter Art zur Verfügung stehen, wovon in der Zukunft aber auszugehen ist. Von zusätzlichem Interesse ist die OpenGIS „Catalog Services Implementation Specification“ (OGC, 2003c). Damit lassen sich Katalog Dienste aufbauen, die das Angebot OGC-konformer Mapserver zusammenstellen und damit einen Grundpfeiler für den Zugriff auf eine verteilte Geodateninfrastruktur darstellen.
- Kostenaspekte: Bei Kommunen mittlerer Größe kann davon ausgegangen werden, dass ein Webserver mit der Fähigkeit zur Ausführung von CGI-Programmen schon vorhanden ist, bzw. bei einem Dienstleister „gehostet“ wird. Daher muss an dieser Stelle keine Diskussion über Serverhardware oder Serversoftware als Unterscheidungskriterium einzelner Lösungsansätze geführt werden. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, ist der Blick auf Einführungs- und Betriebskosten zu richten. Im weiteren sollen daher auch Unterschiede in den Kostenfaktoren zwischen kommerziellen und frei erhältlichen OpenSource-Produkten behandelt werden.

Zusammenfassend sind bei der Auswahl eines Mapserver-Systems folgende Punkte in Betracht zu ziehen:

- ausreichende bzw. sehr gute Kartographiefunktionen
- Interaktive Funktionalitäten zur Erschließung der Information, einfache Abfragemöglichkeiten
- Zukunfts- und Investitionssicherheit durch die Implementation verschiedener OGC Standards
- Skalierbarkeit und Anpassung
- Integration von Vektor- und Rasterdaten, Übertragung von Rasterdaten
- Gute Performance
- Kein Plug-In sollte erforderlich sein, Browserunabhängigkeit
- Kostenaspekte hohe Wertschöpfung der Investition

Es stellt sich nachfolgend die Frage, welche geeigneten WebMapping/WebGIS Anwendungen auf dem Markt erhältlich sind. Zunächst ist festzuhalten, dass inzwischen alle größeren Softwarehäuser derartige Internet-Applikationen im Programm haben. Beispiele dafür sind der AutoDesk MapGuide, ArcIMS von ESRI, GeoMedia WebMap, MapInfo's MapXtreme und die SICAD Internet Suite. Nach STROBL (2001)

unterscheiden sich die einzelnen Produkte signifikant in ihren spezifischen Leistungsmerkmalen und in der jeweiligen Server-Architektur. Zusätzlich finden sich auf dem Markt auch frei erhältliche Applikationen: Allen voran sei hier der inzwischen weit verbreitete Mapserver der Universität Minnesota (UMN Mapserver) genannt. Daneben existieren noch andere Programme wie z.B. Jshape.

Ein Leistungsvergleich der Systeme ist im Rahmen dieser Arbeit nicht zu leisten. Es ist auch nicht das Ziel, zu einer abschließenden Aussage über die Fähigkeiten einer Software zu gelangen, sondern vielmehr die Problemfelder herauszuarbeiten, die bei einer Systementscheidung zu beachten sind. Daher sollen im Folgenden exemplarisch ein repräsentatives kommerzielles und ein frei erhältliches Produkt vorgestellt werden. Die Beschreibungen stützen sich einerseits auf Produktinformationen bzw. auf die einschlägigen Internetquellen, praktische Erfahrungen im Umgang mit den Systemen sowie auf eine Diplomarbeit der UNIVERSITÄT HANNOVER (2001).

Kurzcharakteristik UMN Mapserver (UNIVERSITY OF MINNESOTA, 2003):

Der UMN Mapserver wurde auf Initiative der gleichnamigen Universität entwickelt. Es handelt sich dabei um ein Open Source Produkt. Entwickler aus aller Welt beteiligen sich an Diskussion und Fortführung des Mapservers. Der Quellcode ist für jedermann einsehbar und kann kostenlos aus dem Internet geladen werden. Inzwischen liegt der Mapserver in der stabilen und dokumentierten Version 3.6.6 vor. Die Version 4.x befindet sich im Betastadium. Der Bezug des Mapservers ist kostenlos. Es fallen keine Lizenzgebühren an.

Bei dem UMN Mapserver handelt es sich im Prinzip um eine Entwicklungsumgebung für WebMapping Applikationen. Im klassischen Fall funktioniert der Mapserver als CGI-Programm, das auf einem Webserver basiert. Das Programm wird über die Eingabe einer URL aufgerufen, um damit bestimmte Parameterwerte wie z.B. die Koordinaten des Interessengebietes und die gewünschten thematischen Information an den Mapserver zu übergeben. Die generierte Karte wird ausgeliefert, indem diese in einem Rasterdatenformat (z.B. PNG) in ein vorbereitetes HTML-Template eingebettet wird. Der Mapserver wurde ursprünglich entwickelt, um qualitativ hochwertige Karten, die direkt aus Geodaten generiert werden, auszuliefern. Die kartographischen Funktionalitäten umfassen dabei automatische Legenden, Maßstabsleisten, Referenzkarten, Integration von Kartensignaturen, das An- und Ausschalten thematischer Layer, Sichtbarkeit von Layern in Abhängigkeit des Maßstabs sowie skalierbare Kartenschriften. Das Erscheinungsbild des Kartenbildes wird durch eine zentrale Datei, dem sogenannten Mapfile, gesteuert. Zusätzlich können über Programmiersprachen (z.B. clientseitig Javascript) auch erweiterte (GIS-) Funktionalitäten, wie Attributdatenabfrage oder ähnliches implementiert werden.

Neben dieser klassischen Funktion kann der Mapserver über ein Applikation Interface (API) von verschiedenen Programmiersprachen wie Perl, JAVA, TCL, Python oder PHP erschlossen werden. Somit können über das integrierte MapScript eigene Anwendungen erstellt werden, die lediglich die Programmbibliotheken des Mapservers verwenden.

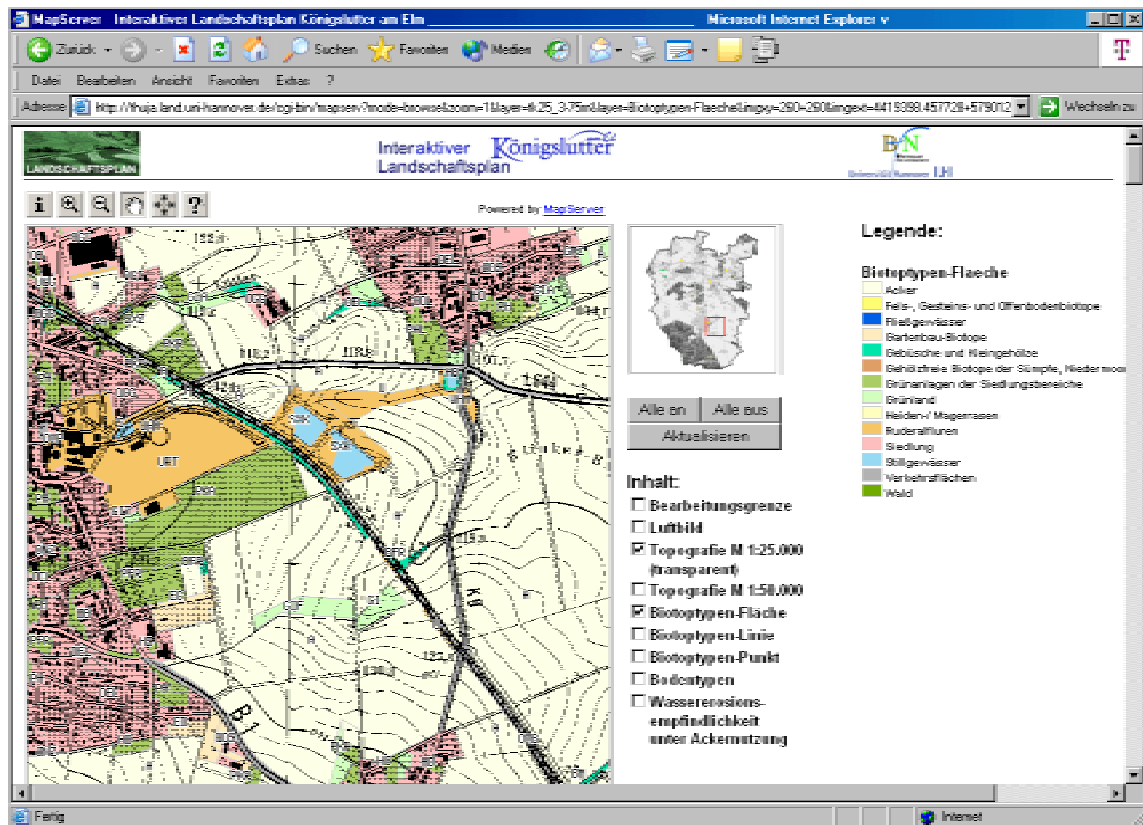


Abb. Nr. 8: Interaktiver Landschaftsplan Königsutter auf Basis des UMN Mapservers (<http://www.koenigsutter.de/landschaftsplan.htm>)

Der Mapserver kann auch als OGC-konformer Dienst eingesetzt werden. Dabei definiert der WMS Standard (Web Map Service) das Aussehen der Parameter, die an einen konformen Mapserver übergeben werden. Durch diese gemeinsame Schnittstelle sind solche Server dann auch in der Lage, untereinander zu kommunizieren. Der UMN Mapserver kann im WMS Modell sowohl als Server als auch als Client fungieren (siehe dazu FISCHER, 2002).

Der Mapserver wird als höchst flexibel eingestuft. Hervorzuheben ist die unerschöpfliche Skalierbarkeit dieses Open Source Produktes, der nur die Programmierkenntnisse des Anwenders Grenzen setzen. Im Vergleich mit konkurrierenden kommerziellen Anbietern wird ihm eine sehr gute Performance - auch bei vielen konkurrierenden Zugriffen - bescheinigt. Der Mapserver funktioniert plattform- und browserunabhängig und kann nahezu in jede GIS-Architektur und Betriebssystemumgebung eingepasst werden. Der Mapserver arbeitet mit zahlreichen Datenformaten wie z. B. ESRI, MapInfo, Intergraph und PCI. Die dynamische Anbindung von allen gängigen Standarddatenbanken gehört ebenso zum Leistungsumfang. Der Funktionsumfang kann durch das Hinzufügen weiterer Programmbibliotheken weiter erhöht werden.

Kurzcharakteristik ArcIMS (ESRI, 2003b):

ArcIMS (Internet Mapserver) ist ein kommerzielles Produkt der Firma ESRI und liegt momentan in der Version 4.x vor. Von Seiten des Herstellers wird der IMS als internetbasiertes GIS beschrieben, mit dem Geodaten in Form digitaler Karten oder

interaktiver Anwendungen zentral aufbereitet und für andere Nutzer sowohl innerhalb Ihrer Organisation (Intranet) als auch über das Internet zugänglich gemacht werden können.

ArcIMS verfügt sowohl über Client- als auch über Server-Technologie. In der Grundversion werden leistungsfähige HTML- und Java-Clients (Viewer) mit ArcIMS ausgeliefert. Diese Viewer enthalten die Kartendienste und werden den Internetnutzern zur Verfügung gestellt. Vor allem der Java Viewer bietet GIS-Funktionalität durch die Verteilung von spezifischen Geodaten und - Diensten. Den Anwendungen können auch lokal eigene Daten hinzugefügt werden.

Mit dem seit Version 4.0 als kostenfreie Erweiterung hinzugekommenen Metadata Server, der mit der Version 4.0.1 nochmals erheblich ausgebaut wurde, übernimmt ArcIMS nach Abgaben von ESRI auch die Vorreiterrolle für den Aufbau von Geodateninfrastrukturen über das Netz. Dies kann innerhalb eines Unternehmens, aber auch auf nationaler oder internationaler Ebene erfolgen. Der Metadata Server erlaubt das Einstellen und damit das Suchen nach Metadaten, die zuvor nach Standards wie ISO oder FGDC erfasst wurden.

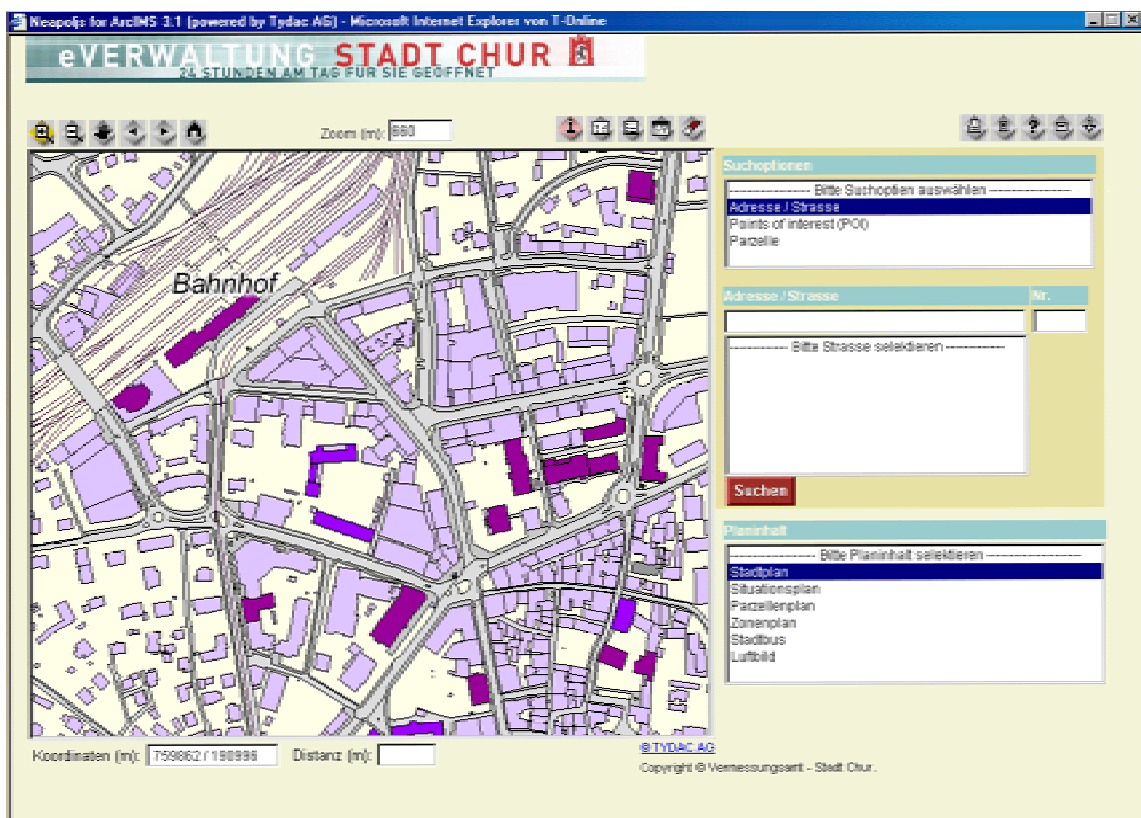


Abb. Nr.9: Stadtplan Stadt Chur auf ArcIMS 3.1  
(<http://www.chur.ch/d/stadtplan/index.cfm?tid=1>)

Das System besteht auf der Serverseite in seinem Kern aus einem Java-Servlet. Dafür ist die Installation der passenden Java Runtime Environment von Sun Microsystems erforderlich. Beim Aufrufen des ArcIMS muss auf dem Webserver der direkte Zugriff auf das Servlet sichergestellt sein.

Sendet ein Client eine Anfrage an einen ArcIMS Server, wird diese vom Applikationsserver zur Bearbeitung an den entsprechenden Spatial Server weitergegeben. Typische ArcIMS Anfragen erzeugen Karten oder selektieren Kartenelemente.

Wie bereits thematisiert, kann der ArcIMS sowohl Raster- als auch Vektordaten ausliefern. Die Rasterbilder, welche ein Abbild der Informationen darstellen, werden üblicherweise als komprimierte JPEG-, PNG- oder GIF-Dateien gesendet. Derartige Image Dienste können bereits in einfache HTML Seiten integriert und von jedem Browser genutzt werden. Der so genannte Feature MapService überträgt komprimierte Vektordaten zum jeweiligen Clienten (Feature Streaming). Vektordaten auf der Clientenseite ermöglichen die individuelle Kartengestaltung und Durchführung komplexer Aufgaben, z.B. erweiterte Beschriftungsmöglichkeiten, freie Symbolauswahl und MapTips. Auch andere Aufgaben wie Selektionen oder Attributabfragen (durch den Query Server) können ohne erneuten Serverkontakt direkt auf dem Clienten erfolgen. Eine weitere bemerkenswerte Möglichkeit besteht auch u.a. darin, clientseitige Änderungen der Karte an den Server zurückzuschicken. Die Feature Streaming Funktion kann nur vom High End Client genutzt werden. Hierzu zählen ArcExplorer (Java-Edition), ArcMap und ArcIMS Java Viewer. Dort hinzugefügte Feature Dienste eines ArcIMS Servers können beliebig mit lokalen Daten und weiteren Feature Diensten anderer ArcIMS Server kombiniert werden. Dies gilt sowohl für die Darstellung als auch für die Analyse.

Neben dem Shape Format können weitere Daten nur über den Einsatz von Middleware (über ArcSDE) eingelesen werden. ArcIMS enthält im Lieferumfang auch serverseitige Connectoren, die ArcIMS zum OGC-konformen WMS und WFS Server machen. Diese Connectoren werden von ESRI permanent weiterentwickelt und frei angeboten.

Für die Erstellung von Kartendiensten stehen Autorenprogramme zur Verfügung. Hier können, unterstützt durch eine grafische Benutzeroberfläche Karteninhalte und -ebenen sowie die Übertragungsart gewählt werden (Raster- oder Vektorübertragung). Dazu kann die Art und der Funktionsumfang des Clients festgelegt werden. Hier kann zwischen einem fertig aufgebauten HTML-Client oder einem komplexen Java-Programm gewählt werden. Das Erstellen eines Kartendienstes bei ArcIMS ist mit der graphischen Benutzeroberfläche sehr einfach.

Neben den schon erwähnten Image und Feature Diensten des ArcIMS stehen bei den High End Clienten weitere wesentliche GIS-Funktionen zur Verfügung. So können beispielsweise Geodaten vom Extract Server zum Download angefordert werden, wenn dies serverseitig als Dienst vorgesehen ist. Der Server reagiert auf Datenanfragen, indem er entsprechende Shapefiles (\*.shp) erstellt, in ein Zip-Archiv packt und zum Anwender sendet. Der Anwender, der diese Daten empfängt, kann dann die enthaltenen Shapefiles extrahieren, auf der Festplatte speichern und lokal einsetzen. Mit der Geocodierungsfunktion können Adressen lokalisiert werden. Der Geocoding Server sendet entweder die exakten geographischen Daten/Koordinaten zurück oder stellt eine Auswahlliste mit möglichen Treffern zur Verfügung.

Nach der Vorstellung der beiden typischen Vertreter sollen anhand der formulierten Anforderungen für den konkreten Anwendungsfall mögliche Vor- und Nachteile diskutiert werden.

Zunächst ist festzustellen, dass der kommerzielle ArcIMS weitaus umfangreichere Werkzeuge bereitstellt als der UMN Mapserver. Dies liegt in der Möglichkeit, die Vorzüge eines Feature Servers zu nutzen, begründet. Die übertragenen Vektordaten können client- oder serverseitig analysiert oder ihr Aussehen verändert werden. Mit hochentwickelten java-basierenden Clients können echte GIS-Funktionalitäten (vgl. Diskurs WebGIS und Webmapping) genutzt werden. Abgesehen von den Nachteilen, die mit der Notwendigkeit der Verwendung eines Plug-Ins verbunden sind, werden für den vorliegenden Fall derlei Funktionen nicht benötigt. Perspektivisch sei angemerkt, dass in neueren Versionen des UMN Mapservers ebenfalls ein Featuredienst auf der Basis der Flash-Technologie entwickelt wird. Ungeachtet dessen sind die Funktionalitäten eines Rasterdatentransfers für die Informationsvermittlung eines Kompensationsflächenkatasters ausreichend. Das lokale Einbinden eigener Daten ist ebenfalls nicht erforderlich. Im Zuge einer sich entwickelnden Geodateninfrastruktur ist der Zugriff auf verteilte Datenbasen dennoch wichtig. Derartige Funktionalitäten sollten bei der Systementscheidung eine Rolle spielen, um eine Investitionssicherheit für die Zukunft zu haben. Beide vorgestellten Systeme bieten auf der Basis der OGC Standards Möglichkeiten für den verteilten Zugriff.

Standardmäßig kann mit dem Mapserver auf eine weitaus größere Zahl von Fremdformaten und externen Datenbanken zurückgegriffen werden. Der ArcIMS benötigt über das Shape-Format hinaus die Middleware SDE. Hier kommt die etwas größere Flexibilität des Mapservers zum Ausdruck. Durch das Hinzufügen weiterer Bibliotheken können weitere Raster- und Vektordatenformate direkt erschlossen werden. Ein Vorteil des UMN Mapserver besteht zudem in der Flexibilität und Skalierbarkeit. Über das MapScript API ist der Zugang durch zahlreiche Programmiersprachen möglich und daher die Anpassung an die individuellen Bedürfnisse der Nutzer leichter zu bewältigen.

Ausreichende kartographische Qualitäten in der Darstellung dürften bei beiden Systemen in ausreichendem Maße vorhanden sein. Als wichtig ist die Kombination von Raster- und Vektordaten zu sehen. Hierbei handelt es sich zudem um eine spezifische Stärke des Open Source Produktes. Interaktive Funktionen zur Exploration der Informationen sind im ArcIMS und dem UMN Mapserver integriert.

Es kann somit festgehalten werden, dass im Hinblick auf die Anforderungen an ein Kataster beide Produkte aus technologischer Sicht in ihrem Funktionsumfang ausreichend für die Aufgabenstellung sind. Alle notwendigen Funktionalitäten finden sich in den Applikationen wieder. Interoperabilität im Sinne der OGC und verteilter Datenzugriff sind sowohl mit dem Mapserver und dem ArcIMS möglich. Es ist wahrscheinlich, dass im Hinblick auf die Entwicklung einer Low-Cost-Architektur andere entscheidungsrelevante Kriterien auf der Kostenseite zu suchen sind.

Nur auf den ersten Blick scheint der Vergleich zwischen einem Freeware Produkt und einer kommerziellen Software eindeutig zu sein. Die Einführungskosten schlagen beim ArcIMS mit bemerkenswerten 15-30.000 € zu Buche. Zuzurechnen sind die jährlichen Lizenzgebühren. Der Installationsaufwand der beiden Mapserver-Systeme ist in etwa vergleichbar (UNIVERSITÄT HANNOVER, 2001) und erfordert Kenntnisse des Serverbetriebssystems sowie der Webserverkonfiguration. Eine Schulung des Personals wird bei beiden Lösungen eine Grundvoraussetzung sein und liefert daher kein Unterscheidungsmerkmal. Anders sieht die Gestaltung des Clienten aus. Während bei dem ArcIMS voll funktionsfähige Templates bereits im Lieferumfang enthalten sind, müssen beim UMN Mapserver leistungsfähige Clienten erst entwickelt werden. Allerdings dürften für den vorliegenden Einsatzzweck die Entwicklungskosten weit unter den Anschaffungskosten des ArcIMS liegen. Sollen unterschiedliche Fremddatenformate eingelesen werden, so ist beim ArcIMS der zusätzliche Erwerb von ArcSDE in Betracht zu ziehen. Die anfallenden Kosten müssen als erheblich bezeichnet werden. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass das Freeware Produkt der Universität Minnesota bei den Einführungskosten deutlich günstiger einzustufen ist.

Neben den Einführungskosten ist der Blick auf die Betriebskosten zu richten. Hier können verschiedene kostensensitive Faktoren ausgemacht werden:

- Ein wesentliches Merkmal ist die Wirtschaftlichkeit eines Systems im laufenden Betrieb. Eine etwas häufiger anfallende Arbeit wird die Neueinrichtung des Kartendienstes darstellen. Dessen Einrichtung ist bei dem UMN Mapserver etwas umständlich und erfordert Know-how. Inzwischen werden jedoch Programme entwickelt, die das Mapfile automatisch aus dem GIS heraus schreiben. Auch grafische Benutzeroberflächen (GUI) sind in der Entwicklung. Beim kommerziellen ArcIMS sind eigens Verwaltungswerkzeuge zur effizienten und leichteren Unterstützung wiederkehrender Arbeitsschritte enthalten. Zudem zeigt sich deutlich, dass das Einrichten von Attributabfragen mit dem ArcIMS deutlich schneller geht. Grundsätzlich ist das Einrichten eines Kartendienstes und die Verwaltung von Funktionen auch mehrerer Kartendienste unter ArcIMS leichter, einfacher und wirtschaftlicher.
- Freeware Produkte sind häufiger schlechter dokumentiert. Dies trifft für das vorliegende System zu. Für den Mapserver gibt es keine autorisierte und vollständige Dokumentation. Informative Fragmente einzelner Fragestellungen können in englischer Sprache aus dem Internet oder Newsgroups bezogen werden. ArcIMS liefert dagegen eine offizielle Dokumentation. Zudem besteht mit dem Erwerb ein Anspruch auf zeitnahen Herstellersupport. Bei Problemen kann hier das kommerzielle Produkte kostengünstiger sein.

Abschließend erweist sich das Freeware-Produkt UMN Mapserver als die kostengünstigere Lösung. Die Vorteile des ArcIMS bei den geringen Betriebskosten werden durch die Nachteile der hohen Einführungskosten und Lizenzgebühren aufgehoben. Bei Kartendiensten, deren Änderungsfrequenz - wie im vorliegenden Fall - relativ gering ist und deren Anforderungen an die Funktionen des Clients nicht allzu hoch sind, stellt der UMN Mapserver wohl die günstigere Alternative dar.

## 5. Fallstudie – Projekt Kompensationsflächenkataster Tettngang

### 5.1 Ausgleichsflächenkonzeption für die Stadt Tettngang

Die Stadt Tettngang liegt im Bodenseehinterland im Bundesland Baden-Württemberg und gehört zur Region Bodensee-Oberschwaben. Naturräumlich ist das Plangebiet dem Bodensee-Jungmoränenland zuzuordnen.

Das Stadtgebiet Tettngang, am Ostrand des Schussentals gelegen, ist Teil des Verdichtungsbereichs Friedrichshafen-Ravensburg. Die Landesentwicklungsachse führt von Friedrichshafen über Meckenbeuren und Tettngang nach Ravensburg und von dort Richtung Ulm. Die günstige Lage der Stadt im Verflechtungsbereich von wirtschaftlichen Zentren und hochwertigen Erholungslandschaften äußert sich in einer ungebrochenen Nachfrage nach neuer Wohn- und Gewerbebebauung. Als Planungshemmnis hat sich dabei die schwierige, abstimmungs- und kostenintensive Suche nach geeigneten Ausgleichsflächen herausgestellt. Hinzu kommt der Wille der Stadt, die in weiten Teilen hochwertige Kultur- und Erholungslandschaft durch sinnvolle Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege aufzuwerten. Vor diesem Hintergrund hat sich die Stadt Tettngang entschlossen, eine Konzeption für einen Flächenpool bzw. ein Ökokonto zu erstellen. Die entscheidende Vorgabe für die Behandlung der Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung ist im Bewertungsmodell des Bodenseekreises zu sehen. Dieses Bewertungsmodell muss letztendlich von der vorzuschlagenden Systemarchitektur effizient unterstützt werden. Auf das Bewertungsmodell soll nachfolgend kurz eingegangen werden.

#### 5.1.1 Bewertungsmodell - Bodenseekreis

Bei der Vorbereitung der Einführung eines Ökokontos in den Gemeinden des Bodenseekreises zeigte sich, dass ein einheitliches System sowohl zur Bewertung der Eingriffe in Natur und Landschaft, als auch der möglichen Ausgleichsflächen notwendig ist. Deshalb hat das Landratsamt Bodenseekreis ein kreiseinheitliches Bewertungssystem bei Eingriffen in Natur und Landschaft konzipiert, welches von den meisten Kommunen inzwischen akzeptiert wird.

Das Bewertungssystem soll eine Gleichbehandlung von Vorhabensträgern, Verfahrenserleichterungen in der Bauleitplanung und eine hohe Rechtssicherheit bieten. Nicht zuletzt ist es die Rahmenvorgabe zur Bewirtschaftung eines Flächenpools und Führung eines Ökokontos in den Städten und Gemeinden des Landkreises.

Oberstes Ziel bei der Ermittlung von Ausgleichsmaßnahmen ist die funktionsgerechte Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes. Daher werden in dem Bewertungssystem die Eingriffe in die einzelnen Schutzgüter Flora/Fauna, Boden, Wasser, Klima/Luft, Landschaftsbild und Naherholungsfunktion untersucht und die Ausgleichsmaßnahmen entsprechend berechnet.

Der Eingriff in das Schutzgut Boden wird über die Flächenversiegelung berechnet. Für Flora und Fauna wird das Biotopwertdefizit durch Vergabe von Biotopwertpunkten ermittelt. Dazu wurde nach dem Vorbild der anerkannten „Hessischen Biotopwertliste“ eine Biotopwertliste für den Bodenseeraum erarbeitet. Für die übrigen Schutzgüter Klima/Luft, Wasser, Biotopverbund, Landschaftsbild, Naherholung wird der Eingriff drei Bewertungsstufen zugeordnet und deskriptiv begründet.

Die Anwendung des Bewertungsmodells soll ausschließlich durch Fachleute wahrgenommen werden, da besondere Standorteigenschaften und Beeinträchtigungen im Einzelfall gutachterlich untersucht und die daraus resultierenden Ausgleichsmaßnahmen entsprechend festgelegt und begründet werden müssen.

### 5.1.2 Ableitung des fachlichen Konzepts

Das im vorangegangenen Kapitel vorgestellte Bodenseemodell gibt explizit vor, wie bei der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung Flächen zu bewerten sind. Es trifft keine Aussagen darüber, welche Flächen Gegenstand eines Flächenpools sein sollen. Es ist daher die Aufgabe der Stadt, fachlich geeignete Flächen zu finden.

Der aktualisierte Landschaftsplan bildet dafür die übergeordnete fachliche Grundlage. Dieser Plan stellt die örtlich erforderlichen Ziele und Maßnahmen von Naturschutz und Landschaftspflege dar. Kernstück des Landschaftsplanes sind die „Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft“ (§ 5 (2) Nr.10 BauGB). Darin können potentielle Ausgleichsflächen enthalten sein. Die Flächen sind im Maßstab 1:10.000 abgegrenzt und damit nicht parzellenscharf.

Um naturschutzfachlich aussagekräftige und parzellenscharfe Flurstücke zu erhalten, ist in einem sich anschließenden Arbeitsschritt eine Verfeinerung der Maßnahmenflächen des Landschaftsplanes notwendig. Die Stadt Tettnang hat sich daher entschlossen, als naturschutzfachliches Konzept eine Biotopvernetzungsplanung zu erarbeiten (vgl. fachliche Anforderungen Kapitel 2.3). Diese konkretisiert die Maßnahmenflächen des Landschaftsplanes sowohl inhaltlich als auch maßstäblich. Auf Grundlage genauerer Kartierungen und Untersuchungen der naturräumlichen Potentiale können der Ausgangszustand, die Maßnahmen zur Aufwertung von Flächen und die Zielbiotope exakter ermittelt und beschrieben werden. Der Bearbeitungsmaßstab liegt zwischen 1:5.000 und 1:2.500 und ist damit parzellenscharf.

Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes stellen Flächen dar, die fachlich aus verschiedenen Gründen geeignet sind, die potentiell von Eingriffsvorhaben betroffenen Funktionen auszugleichen. In der Datenbank werden diese Flächen als „Eignungsflächen“ geführt und können im begründeten Bedarfsfall in Anspruch genommen werden. Um dem Ziel der operationellen Unterstützung von Arbeitsabläufen nachzukommen, müssen die Informationen dieser Flächen (Biotopwert, Ausgleichsfunktion etc.) in einer den Standards des Bewertungsmodell Bodenseekreis entsprechenden Form aufbereitet werden.

## 5.2 Organisatorisches Konzept und Workflow

Die organisatorischen Rahmenbedingungen bei der Stadt Tettngang stellen sich wie folgt dar: In der Verwaltung existiert ein ArcView GIS Arbeitsplatz, der von einer kompetenten Person betreut wird. Es ist vorgesehen, einen Teil der Arbeitszeit dieses Angestellten auch für die Verwaltung des Kompensationsflächenkatasters zu beanspruchen. Die fachliche Betreuung und Beratung im Anwendungsfall wird von einem externen Dienstleister sichergestellt.

Bei der Stadt existieren jedoch mehrere Abteilungen, welche die Informationen aus dem Kataster für die tägliche Arbeit benötigen. Allen voran sei das Stadtplanungsamt, das Liegenschaftsamt und das Bürgermeisteramt genannt. Die Anschaffung von weiteren GIS-Arbeitsplätzen wurde aus Kostengründen schnell verworfen. Als ein wesentlicher Problempunkt wurde in diesem Zusammenhang die kostenintensive Ausbildung der Mitarbeiter gesehen. Auf der anderen Seite handelt es sich um Nutzer, die im Normalfall an der fertig aufbereiteten Information interessiert sind (vgl. Kapitel 2.5). Die Durchführung von aufwändigen Analysen und Auswertungen ist für diesen Nutzerkreis nicht vorgesehen und nicht notwendig. Es liegt daher nahe, die aufbereiteten Informationen mittels eines Standard-Browsers im Intranet den Interessenten zugänglich zu machen. GIS-Kenntnisse sollen nicht erforderlich sein. Die Bedienung des Clients soll einfach und intuitiv sein. Mit diesen Informationen ausgestattet, ist das Stadtplanungsamt Tettngang in der Lage vorrausschauende Bodenpolitik zu betreiben.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die rationelle Unterstützung sich häufig wiederholender Arbeitsschritte. Dazu muss die Pflege der Attributdaten und die Verwendung der Informationen im Rahmen eines Verwaltungsverfahrens (v.a. Bebauungsplanung) gerechnet werden. Wird im Bedarfsfall eine Maßnahmenfläche zum Zwecke der Durchführung des gesetzlichen Ausgleichs in Anspruch genommen, so pflegt der Mitarbeiter die entsprechenden Aussagen in die Datenbank ein. Auf Knopfdruck wird ein Datenblatt erstellt, das alle notwendigen Angaben für das Rechtsverfahren enthält und - versehen mit Unterschriften - an die zuständige Genehmigungsbehörde oder Anzeigestelle weitergeleitet werden kann. Für die Situation in Tettngang erscheint es sinnvoll, für diese Tätigkeit ein Standarddatenbanksystem einzusetzen, da erstens bereits mehrere Lizenzen verfügbar sind und zweitens der Personenkreis, der zur Anwendung einer Datenbank befähigt ist, größer ist.

## 5.3 System - Architektur

Die System-Architektur für das Kompensationsflächenkataster Tettngang sieht die Kombination von drei eigenständigen Softwarekomponenten vor. Bei diesen Bestandteilen handelt es sich einerseits um Standardsoftware, die bereits im Einsatz ist und auf der anderen Seite um ein frei erhältliches Open Source Produkt. Die unterschiedlichen Aufgaben werden daher von einem GIS, einer Datenbank und einem Mapserver übernommen. Entscheidend ist die Nutzung der spezifischen Stärken der

jeweiligen Programme. Dies wird durch die Integration der einzelnen Komponenten in einer Architektur ermöglicht (siehe Abbildung Nr.10).

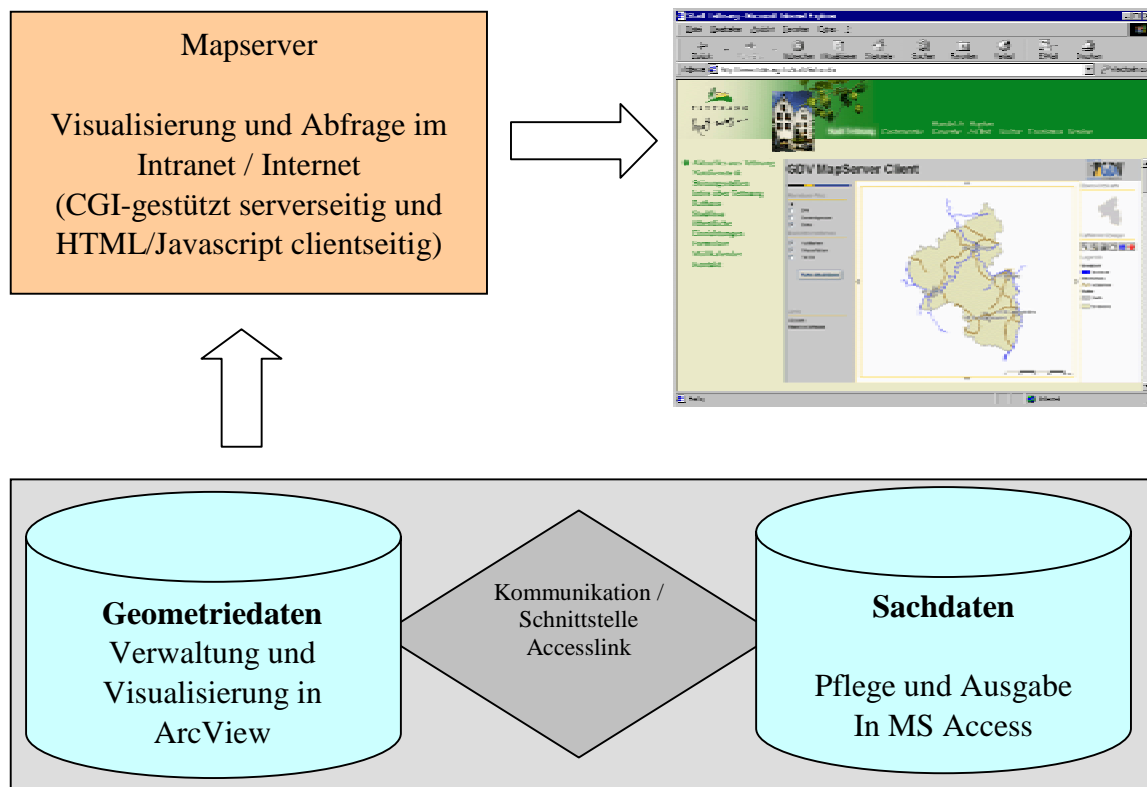


Abb. Nr.10: Systemarchitektur Kompensationsflächenkataster Tettngang

Für die Pflege der Geometrien kommt das weit verbreitete Desktop-GIS ArcView 3.2 zum Einsatz. Mit einem Zusatztool zur konsistenten Datenerfassung können Flächenabgrenzungen neu erfasst oder geändert werden. Daneben ist die Visualisierung der Daten und deren kartographische Ausgabe entscheidend. Spezielle Anpassungen der Standardsoftware sind nicht erforderlich. Die Funktion der Führung und Verwaltung der sensiblen Sachdaten wird von dem RDBMS Access des Marktführers Microsoft übernommen. Mehrere Lizenzen sind bei der Stadt Tettngang verfügbar. Da die Datenmodelle sowohl des GIS als auch der Datenbank sich an dem SQL Standard orientieren, kann mittels ODBC eine einfache Verbindung hergestellt werden. Um die Kommunikation etwas anwenderfreundlicher zu gestalten, wird die Erweiterung Access-Link eingesetzt. Die Verteilung der Informationen an die potentiellen Interessenten übernimmt der Open Source Mapserver der University of Minnesota (UMN Mapserver) durch direkten Zugriff auf die Originaldaten.

Die einzelnen Bestandteile werden im folgenden Abschnitt genauer beschrieben und die einzelnen Arbeitsschritte dokumentiert.

## 5.4 GIS Datenerstellung und Datenorganisation

Der Bereich der Datenerstellung ist an den inhaltlichen Arbeitsschritt der planerischen Konzeption als Grundlage für die Auswahl geeigneter Ausgleichsflächen gekoppelt. In diesem Abschnitt werden einige grundlegende Arbeitsschritte, die für diese Arbeit relevant sind, vorgestellt und in Bezug zur Fragestellung eingeordnet. In dieser Fallstudie wird, von einigen Ausnahmen abgesehen, das Desktop GIS ArcView 3.2 der Fa. ESRI eingesetzt.

Für das Kompensationsflächenkataster ist Parzellenschärfe erforderlich, da eigentumsrechtliche Aspekte diskretisiert werden sollen. Grundlage für parzellenscharfe Abgrenzungen ist daher die ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte). Die ALK ist der vermessungs- und kartentechnische Teil des Liegenschaftskatasters, der mehr oder weniger flächendeckend und zunehmend vollständig als Vektordatensatz vorliegt. Parallel dazu existiert das Automatisierte Liegenschaftsbuch. Die ALK verwendet als Bezugssystem das World Geodetic System von 1984 (WGS'84) und legt seine Koordinaten im Gauß-Krüger-Meridianstreifensystem fest.

Die Umsetzung der ALK liegt in der föderalistisch organisierten Bundesrepublik Deutschland in der Verantwortung der Bundesländer. Die ALK dient als Umsteigetabelle für viele andere Datensammlungen, die zum Beispiel auf einer durch Verwaltungsvorschriften geregelten Verbindung beruhen wie z.B. für die Themen Baulasten, Denkmalschutz, Altlasten, Landschafts- und Naturschutz. Damit ist die ALK die geeignete Basisgeometrie für ein Kompensationsflächenkataster. Über die DXF-Schnittstelle ist das Einlesen der ALK-Daten in ArcView 3.2 jederzeit problemlos möglich. Anschließend werden die Maßnahmenflächen aus der Biotopverbundplanung im ArcView Shape Format übernommen. Darauf folgend werden mehrere Overlay- und Selektionsschritte vollzogen, um aus planerischen oder politischen Gründen nicht vermittelbare Flächen oder Schutzgebiete auszuschneiden. Von hoher Bedeutung erweist sich die Eigenschaft von ArcView, zahlreiche Fremddatenformate einzulesen und darzustellen. Eine weitere Auswahl nach den Prioritäten einer Maßnahme grenzt den Umfang des Flächenpools weiter ein. Zusätzlich werden in Abstimmung mit den Fachbehörden aus den Flächen weitere Korrekturen vorgenommen. Entscheidend ist der Abgleich mit konkurrierenden Planungen und Nutzungen, indem einzelne Themenlayer in ArcView überlagert werden.

Im Umgang mit Daten, durch deren Abgrenzungen eigentumsrechtlich relevante Rechtsfolgen und Handlungen begründet werden, ist die Wahrung der Datenkonsistenz eine entscheidende Voraussetzung. Als konsistent kann in diesem Zusammenhang ein Datensatz betrachtet werden, der sich aus der Basisgeometrie der ALK ableitet. Die Möglichkeiten zur Wahrung der Datenkonsistenz sind in ArcView nur eingeschränkt vorhanden. Bei der Neuerfassung von Flächen oder der Änderung bestehender Maßnahmen kommt daher das kommerzielle Tool „Digi-Plus“ von der Fa. GeoPlus zum Einsatz. Hier sind Funktionen zum konsistenten Digitalisieren und Editieren von Geometrien umgesetzt. Es ist z.B. möglich, auf die einzelnen Vertics der ALK zu „snappen“. Da ArcView ohne Topologien arbeitet, sind automatische und zuverlässige Konsistenzprüfungen nicht ohne weiteres möglich. Mit Einschränkungen können

Überlappungen durch Selektion und Sliverpolygone durch die Suche nach geringen Flächengrößen aus dem Datensatz gefiltert werden. In manuellen Arbeitsschritten werden die Fehler dann bereinigt. Folgende Abbildung Nr.11 zeigt einen Auszug aus dem Kompensationsflächenkataster der Stadt Tettang. Insgesamt werden in dem Kataster ca. 1.300 Eignungsflächen geführt.



Abb. Nr. 11: Auszug aus dem Flächenpool - parzellenscharfe Darstellung

An Attributdaten werden in ArcView lediglich eine eindeutige Identifikationsnummer (ID) und die Flächengröße in m<sup>2</sup>, welche mit einer ArcView Funktion berechnet wird, mitgeführt. Diese „atomare“ ID ist erforderlich, um die Kopplung mit der Datenbank herzustellen.

Zu den unverzichtbaren Grundfunktionalitäten, die bei der Konzeption eines Flächenpools Verwendung finden, ist die Ausgabe von Karten zu rechnen. Diese Karten dienen vorwiegend der Abstimmung mit Beteiligten und erleichtern Korrekturphasen. Schnelle und übersichtliche Kartographie zählt zu den Stärken von ArcView GIS 3.2. Um den Umfang des Flächenpools ermitteln zu können, wird auf Grundlage des derzeit gültigen Flächennutzungsplanes (FNP) der ungefähre Ausgleichsflächenbedarf hochgerechnet. Dazu wird eine Überlagerung der geplanten Siedlungsflächen mit den einschlägigen Landschaftspotentialen durchgeführt. Die anschließende Flächenstatistik gibt Aufschluss darüber, in welchem Umfang Ausgleichsflächen für den Fortschreibungszeitraum bereitgestellt werden müssen. Neben Datenhaltung, Kartographie und Visualisierung sind während des Betriebes des Flächenpools die (räumlichen) Analysefunktionen wichtig. Einfache räumliche Selektionen wie „alle Flächen im selben Naturraum, die nicht weiter als 200 m vom Eingriffsort entfernt sind und Funktion x ausgleichen können“ sind als wichtige Voraussetzung zur Sicherstellung des fachlichen Ableitungszusammenhangs in der Eingriffsregelung zu sehen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die anfallenden Aufgaben mit dem Standardprogramm ArcView GIS 3.2 ausreichend effizient bearbeitet werden können. GIS-Grundfunktionalitäten werden dabei als unverzichtbar eingestuft. Die enthaltenen Funktionen zur Konsistenzsicherung der Geometrien sind dagegen nicht ausreichend.

## 5.5 Datenbankentwurf

### 5.5.1 Konzeptionelle Modellierung

Anhand der folgenden Ausführungen soll der Entwurf eines konzeptionellen Datenschemas, die Datenmodellierung, dokumentiert werden. Im Allgemeinen geht es bei einem solchen Entwurf um die Modellbildung eines bestimmten Ausschnittes aus der realen Welt. Dieser Ausschnitt wird durch eine geeignete Entwurfsmethode vereinfacht, diskretisiert, idealisiert und in einer systematischen Darstellung zugänglich gemacht. Dazu ist eine übersichtliche Methode erforderlich, mittels welcher die Elemente dieses Ausschnitts möglichst einfach, problembezogen und dennoch präzise beschrieben werden können. Technische Randbedingungen, etwa der zur Verfügung stehenden Hardware oder Datenbanksoftware sollen dabei keine Rolle spielen.

Im Datenbankbereich hat sich mit dem sogenannten Entity-Relationship-Modelling (ER-Modelling) eine Entwurfsmethode durchgesetzt. In der Praxis sind dabei graphische Entity-Relationship-Diagramme (ER-Diagramme) üblich, wobei sich unterschiedliche Modifikationen herausgebildet haben. Das ER-Modell wurde von Peter Chen 1976 entwickelt.

In Abgrenzung zu der Methode von Peter Chen ist für die vorliegende Aufgabe aufgrund der geringeren Komplexität ein vereinfachtes Entitätenblockdiagramm ausreichend. Das Entitätenblockdiagramm, wie es von ZEHNDER (1998) beschrieben wird, gehört zur Familie der ER-Modelle, ist aber einfacher gehalten und damit besonders für konzeptionelle Überlegungen geeignet.

Zunächst müssen für die spätere datenmäßige Darstellung eines Kompensationsflächenkatasters die notwendigen Inhalte einheitlich als Entitäten angesprochen werden. Folgende Definition für den Begriff der Entität ist dem Lexikon der Geoinformatik entnommen (BILL, R., ZEHNER, M., 2001):

„Eine Entität ist ein individuelles Exemplar von Elementen der realen Welt oder Vorstellungswelt. Entitäten werden in Entitätsklassen zusammengefasst (z.B. ein bestimmtes Haus aus der Klasse der Häuser). Entitäten entstehen durch Abstraktion und werden in einer Datenbank repräsentiert.“

In der folgenden Tabelle werden die notwendigen Inhalte des Kompensationsflächenkatasters diskretisiert, indem Entitäten benannt werden. Dabei werden die Mindestinhalte, die zur Sicherung der fachlichen Anforderungen benötigt werden, abgedeckt (vgl. Kapitel 2.3).

Tab. Nr.5: Sammlung von Entitäten

Flächennummer	Biotopwertpunkte Bestand	Ausführung der Maßnahme durch
Stadt/Gemeinde	Entwicklungsziel: Geplanter Biototyp	Priorität der Maßnahme
Gemarkung	Geplanter Biotopwert	Pflegemaßnahmen

Lage /Ortsbezeichnung	Biotopwertpunkte Planung	Ausführung der Pflege durch
Naturraumbezeichnung	Zins	Anmerkungen
Flurstücksnummer	Bezeichnung der Maßnahme	Datum der Einbuchung
Flächengröße	Beschreibung der Maßnahme	Verwendung im Verfahren
Bestehender Biototyp	Maßnahme für Schutzgut	Wertzuwachs Biotoppunkte
Biotopbeschreibung	Planerische Aussagen	Ausbuchungsdatum
Hinweise zum Zustand	Flächenstatus	Ausbuchungspunkte
Bestehender Biotopwert	Rechtliche Sicherung	Restpunktzahl

Der sich anschließende wesentliche Schritt besteht in der Bildung von Entitätsmengen, worunter eine Gruppierung von Entitäten mit gleichen oder ähnlichen Merkmalen zu verstehen ist. Für den vorliegenden Fall werden folgende Entitätsmengen gebildet:

Tab. Nr.6: Bildung von Entitätsmengen

Ausgleichsfläche	Maßnahme	Stadt
Biototyp	Ortsbezeichnung	Zustand
Flächenstatus	Planung	Pflegemaßnahme
Naturraum	Priorität	

Entitätsmengen und ihre Beziehungen bilden die dominierende Struktur von Datenbeständen. Im Entitätenblockdiagramm (siehe Abb. Nr.12) werden die Beziehungen dargestellt. Im nächsten Schritt müssen diese Beziehungen zwischen den Entitätsmengen beschrieben werden. Bei Beziehungen zwischen zwei Entitätsmengen kann man von gerichteten Assoziationen ausgehen. Eine Assoziation legt fest, wie viele Entitäten aus einer Menge 1 einer Entität aus Menge 2 zugeordnet werden können.

Ziel des vorliegenden Entwurfsprozesses ist unter anderem ein sauberer Datenbankentwurf, der sich während der Anwendung in guter Performance und der weitgehenden Vermeidung von Redundanzen auszeichnet. Dieses Ziel steht teilweise in Konkurrenz zu der Überschaubarkeit und Bedienbarkeit durch den Anwender. Daher soll eine möglichst einfache und nachvollziehbare Struktur der Datenbank auch von einem wenig geübten Datenbankanwender nachvollzogen werden können. Für die Umsetzung bedeutet dies, auf multiple Assoziationstypen (n-m Beziehungen), wenn möglich, zu verzichten.

Im vorliegenden Fall treten zwei Assoziationstypen auf:

Typ	Beispiel
1 : n	1 Ortsbezeichnung beschreibt den Namen von n (mehreren) Flächen
c : n	1 oder keine Pflegemaßnahme ist n (mehreren) Flächen zugewiesen

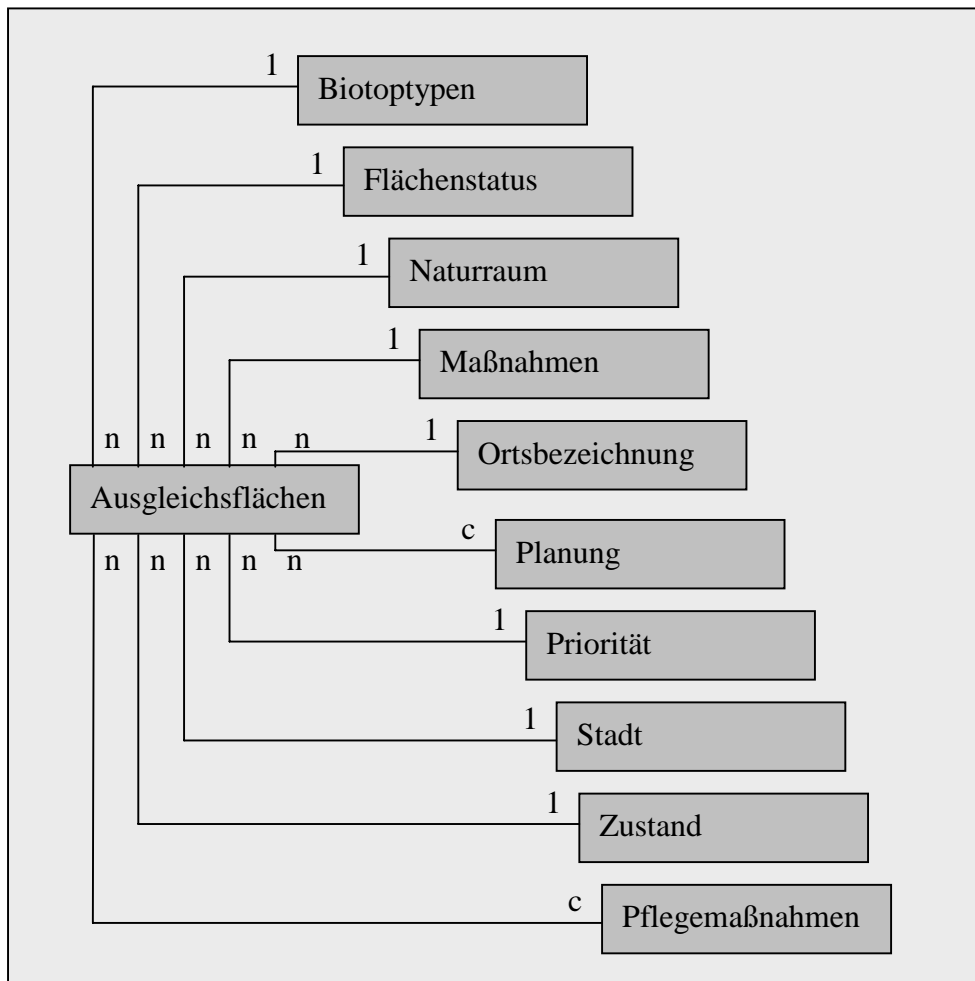


Abb. Nr.12: Entitätenblockdiagramm

Im nächsten Schritt werden nun die Beziehungen zwischen den Entitätsmengen direkt mit der Normalisierung des Relationenmodells in Zusammenhang gebracht. Ein wesentliches Merkmal des Relationenmodells ist in der Eliminierung von Redundanzen zu sehen. Redundanz ist in einem Datenbestand genau dann vorhanden, wenn ein Teil des Bestandes ohne Informationsverlust weggelassen werden kann. Redundanz beansprucht Speicherplatz und Verwaltungsaufwand im System. Entscheidender dürfte jedoch die Gefahr von Redundanzanomalien sein, welche die Datenkonsistenz gefährden können. Um derartige Anomalien zu vermeiden, wird eine Normalisierung der Datenbank durchgeführt. Danach stellen sich die Tabellen wie folgt dar (Anmerkung: Primärschlüssel sind mit einem \* gekennzeichnet, Fremdschlüssel sind unterstrichen):

#### 00\_Bodenseemodell

\*biotyp\_bsk, Biotoptypen, Punkt\_Neu, PunktEnt, Zins, LFU\_1, LFU\_2, LFU\_3

#### 01\_Flächenpool

\*F\_id, ort\_id, pr\_id, mass\_id, FLST\_NR, AREA, Biotyp\_BSK, Gepl\_BSK, ST\_ID, Nat\_id, Gmk\_id, ZUST\_ID, BES\_WERT, GEPL\_WERT, ZINS, stat\_id, bio\_besch, bes\_pkt, mass\_besch\_2, schutzgut, plan\_id, recht\_sich, ausf\_durch, pfleg, pfleg\_durch,

anmerk, dat\_einbuch, verf\_bez, gepl\_pkt, zuwachs\_pkte, ausb\_dat, ausb\_pkt, ausb\_rest, id

Anmerkung: „id“ ist der Fremdschlüssel zu Kopplung mit dem GIS-Datensatz.

02_Flächenstatus *stat_id, stat_bez	02_Gemarkung *gmk_id, gmk_name	02_Maßnahmen *mass_id, mass_beschr
02_Naturraum *nat_id, nat_bez	02_Ortsbezeichnung *ort_id, ort_bez	02_Planungen *plan_id, plan_art
02_Priorität *pr_id, pr_bez	02_Stadt *st_id, st_bez	02_Zustand *zust_id, zust_kurz, zust_art

Bezüglich der Normalisierung sind im vorliegenden Fall einige Anmerkungen notwendig. Die erste Normalform ist mit Ausnahme der Tabelle „00\_Bodenseemodell“ erfüllt. Es wurde an dieser Stelle als nicht notwendig erachtet, die Tabelle mit Hilfe einer multiplen n:m Beziehung auszulagern. Der gegenwärtige Zustand dient der Übersichtlichkeit. Die Felder LfU1 - 3 liefern nur ergänzende Information und werden in der hauptsächlichen Anwendung keine Rolle spielen.

Die zweite und dritte Normalform wird in allen Tabellen und der Tabelle 01\_Flächenpool erreicht, da alle Felder voll vom Identifikationsschlüssel abhängig sind und kein Attribut transitiv vom Identifikationsschlüssel abhängig ist. Das gilt auch z.B. für die Felder BES\_WERT, GEPL\_WERT, bio\_besch, mass\_besch\_2. Diese Felder können nicht ausgelagert werden, da die Werte individuell von dieser Fläche abhängig sind. Beispielsweise müssen Biotopwerte immer individuell eingestuft werden und können nicht der Tabelle 00\_Bodenseemodell entnommen werden. Im Zuge der Weiterentwicklung der Datenbank könnte es sich als sinnvoll erweisen, eine Tabelle auszulagern, welche die Namen der Träger enthält, die eine Fläche pflegen. Dies würde den Fortbestand der dritten Normalform sicherstellen. Gegenwärtig würde die Datenbank für den Anwender aber nur unübersichtlicher.

### Integritätsbedingungen Kompensationsflächenkataster Tettngang

Die Wahrung der Datenintegrität ist für ein relationales Datenbanksystem eine zentrale Aufgabe. Dadurch wird sichergestellt, dass das Beziehungsgefüge zwischen den Tabellen erhalten bleibt. Die Beschreibung der Feldtypen und Größen kann für jedes Feld dem Anhang (Kapitel 7.1) entnommen werden. Hier werden auch Angaben zu speziellen Integritätsbedingungen getroffen.

Mit dem Begriff der referenziellen Integrität wird eine zentrale Konsistenzbedingung innerhalb des Relationenmodells bezeichnet. Die referenzielle Integrität ist eine Konsistenzbedingung, welche verlangt, dass Fremdschlüsselwerte in R2 nur Tupel in R1 referenzieren, die zur Zeit tatsächlich existieren (siehe ZEHNDER, 2002). Mit referenzieller Integrität wird also sichergestellt, dass Beziehungen zwischen

Datensätzen in Detailtabellen gültig sind und dass verknüpfte Daten nicht versehentlich gelöscht oder geändert werden. Durch Referenzielle Integrität kann festgelegt werden, dass das übereinstimmende Feld aus der Mastertabelle ein Primärschlüssel ist oder einen eindeutigen Index hat. Für den vorliegenden Fall wurde für alle Fremdschlüsselbeziehungen diese Konsistenzbedingung definiert. Da die Dateneingabe auch von weniger geübten Anwendern ausgeführt werden soll, erscheint die Sicherstellung der referentiellen Integrität eine wichtige Sicherheit zu bieten.

Für die vorliegende Aufgabe sind Suchvorgänge von großer Bedeutung. Durch die Indizierung von Datenfeldern können Such- und Sortieranforderungen beschleunigt werden. Dafür kommen Spalten in Frage, die häufig als Zugriffskriterium verwendet werden. In Access werden die Primärschlüssel einer Tabelle automatisch indiziert.

### 5.5.2 Umsetzung in Access

Die Umsetzung der Datenbank erfolgte in der verbreiteten relationalen Datenbank Access von Microsoft. Ein wichtiger Grund ist sicherlich die Tatsache, dass die Software bereits mit mehreren Lizenzen bei der Stadt Tettnang verfügbar ist. Dies hat zur Folge, dass für das Datenbankmodul keine aufwändigen Schulungen bezahlt werden müssen, da im Hause mehrere Personen sowohl über Grundkenntnisse als auch über fortgeschrittene Kenntnisse verfügen. Dementsprechend niedrig dürfte die Schwellenangst der potentiellen Nutzer gegenüber der neuen Datenbank ausfallen.

Neben diesen Kostenfaktoren (vgl. Kapitel 3.3) gibt es jedoch auch technische Gründe, die für die Nutzung von Access sprechen:

- Die Unterstützung des ODBC-Protokolls, einem Protokoll für den Zugriff auf SQL Datenbankserver, ermöglicht die Kommunikation via SQL mit jeglichen anderen Datenbanken und GIS-Programmen, welche dieses Protokoll unterstützen. Dies ist Grundlage für die Kopplung an ArcView GIS: Access fungiert dabei als Datenbankserver.
- Perspektivisch kann in Verbindung mit neueren ESRI-Produkten der ArcGIS Familie eine integrierte OpenGIS-konforme Datenhaltung angestrebt werden.
- Die grafische Benutzeroberfläche erleichtert Laien den Zugang zu den Datenbankfunktionen.
- Individuelle Anpassungen sind relativ leicht über eine Makrosprache möglich. Aufwändigere Eigenentwicklungen können über die Programmiersprache Visual Basic implementiert werden.

Nach dem Einlesen bzw. Erstellen der Datentabellen müssen in Access die Beziehungen der Tabellen untereinander festgelegt werden. Dies wird von der Benutzeroberfläche grafisch unterstützt. Die Beziehungen sind aus der Abb. Nr. 13 ersichtlich.

Abweichend von der Datenmodellierung musste bei der Umsetzung in Access eine weitere Entität eingefügt bzw. eine bereits vorhandene dupliziert werden. Es handelt sich um die Informationen über Biotoptypen. Die Mastertabelle referenziert dabei

zweimal die Biotoptypentabelle und entnimmt die Biotopbezeichnung für den Bestand und den Zielbiotop. In Access ist es nicht möglich von einer Tabelle zwei geschützte Beziehungen zu formulieren. Da die Wahrung der referentiellen Integrität wichtiger erschien als eine Redundanz in einer statischen, d.h. heißt sich nicht ändernden Tabelle,

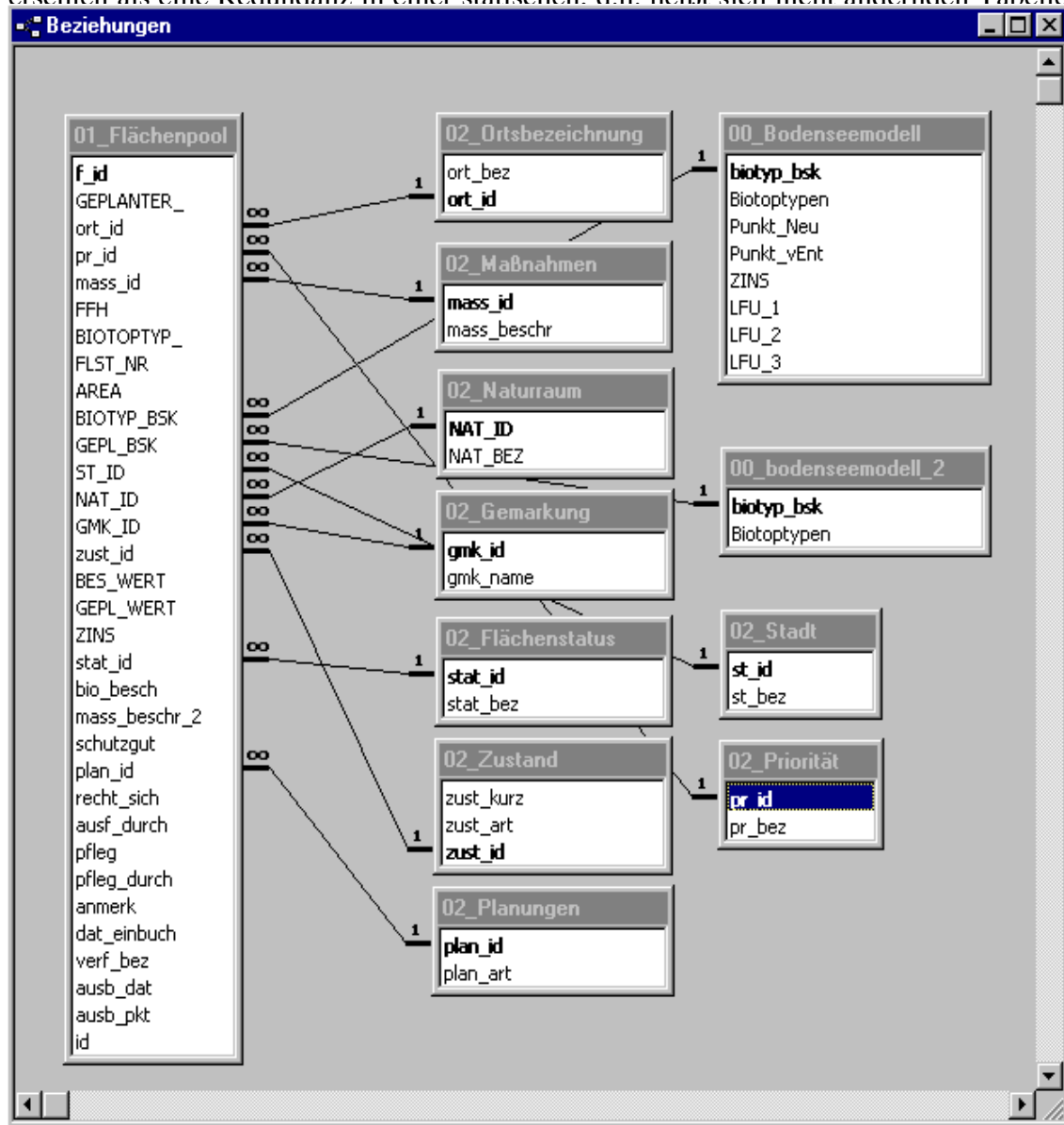


Abb. Nr.13: Beziehungen Kompensationsflächenkataster Tettang

### 5.5.3 Anpassungen der Datenbank

Für den Betrieb des Kompensationsflächenkatasters müssen einige Anpassungen vorgenommen werden. Eine wichtige Komponente ist die Berücksichtigung der unterschiedlichen Sichten auf eine Datenbank. Es kann grob zwischen der Benutzer-sicht, der logischen und der internen Sicht unterschieden werden. Die interne Sicht beschäftigt sich mit der physikalischen Anordnung von Daten auf den Datenträgern und sollte für den Datenbankbenutzer nicht von Interesse sein. In der logischen Sicht setzt das Datenbankdesign ein: welche Informationseinheiten werden wo verwaltet und

welche Beziehungen bestehen zu anderen Informationen? Hier wird die Gesamtheit aller Daten mit ihren Beziehungen dargestellt.

Die Benutzersicht stellt die Sicht des eigentlichen Anwenders dar, der nur mit einem Teil der Daten arbeitet. Er kennt weder den internen Aufbau noch die Gesamtsicht der Datenbank, sondern nur die für ihn sichtbar gemachten Daten. Demzufolge muss der Nutzer auch keine speziellen Datenbankkenntnisse besitzen. In Access wird diese Benutzersicht vor allem mit so genannten Formularen hergestellt (siehe Beispiel Abb. Nr.14).

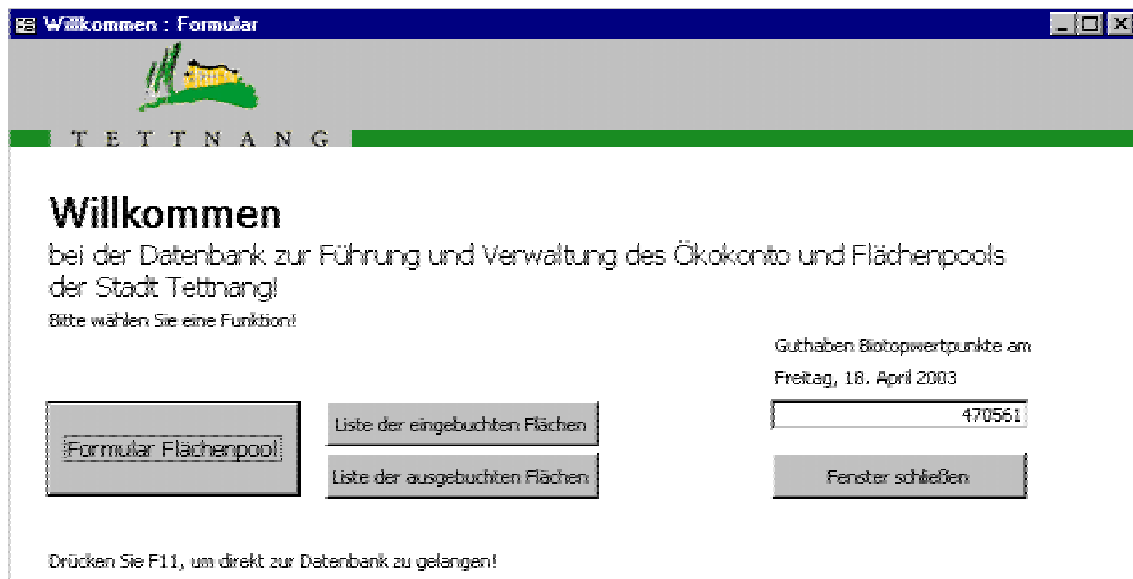


Abb. Nr. 14: Begrüßungsformular

Dieses Begrüßungsformular erscheint, wenn die Datenbank zum Kompensationsflächenkataster gestartet wird. Ausgehend von dieser Oberfläche kann der Benutzer die gängigsten Formulare und Funktionen direkt aufrufen und gerät daher nicht in Kontakt mit dem logischen Aufbau der Datenbank.

Im vorliegenden Fall werden alle Standardaufgaben von derartigen Formularen unterstützt. Aufwändigere Analysen (komplexe Abfragen) müssen von einem geschulten Anwender oder dem Datenbankadministrator vorgenommen werden. Auch hier ist ein Vorteil in der Anwendung von Access zu sehen, da eigene Sichten jederzeit mit relativ einfachen Mitteln generiert werden können.

Im Mittelpunkt der Datenbank steht das Formular Flächenpool, das alle notwendigen Informationen zu einer Fläche bereits enthält. Optisch wurde dieses Formular oder Datenblatt so gestaltet, dass es vom Inhalt und Aussehen dem Datenblatt der Genehmigungsbehörde entspricht. Im Anwendungsfall können alle relevanten Informationen direkt in die Masken eingegeben werden oder Änderungen vorgenommen werden. Die Informationen werden dann direkt unter Wahrung der Datenkonsistenz in den zugrundeliegenden Tabellen vorgenommen. Ein weiteres wesentliches Merkmal ist die automatische Berechnung von Feldwerten. So werden bei Eingabe eines neuen Biotopwertes sofort die zugehörigen Biotopwertpunkte berechnet.

Die Funktionen des Formulars Flächenpool (siehe Anlage 9.1) werden nachfolgend beschrieben:

- Suchfunktionen sind einerseits eine entscheidende Arbeitshilfe, stellen aber andererseits die Umsetzung einer fachlichen Forderung nach funktional und räumlich geeigneten Ausgleichsflächen dar. Mit der durch ein Makro umgesetzten Suchfunktion kann z.B. nach Biototypen oder Naturräumen in der Datenbank gesucht werden.
- Ebenfalls durch ein Makro unterstützt wird die automatische Suche nach Flurstücksnummern. Die Flurstücksnummer kann in ein Dialogfeld direkt in das Formular eingegeben werden. Die Funktion „Weitersuchen“ ermöglicht die Fortsetzung der Suche, da ein Flurstück mehrere Maßnahmenflächen beinhalten kann.

The image shows a software interface for searching land parcels. At the top, there are two buttons: 'Aktuelles Formular drucken' and 'Datensatz speichern'. Below this is a search section. On the left is a button labeled 'Suchen nach Flurstück'. To its right is an empty text input field. Further right is a text instruction: 'Bitte geben Sie eine Flurstücksnummer ein z.B. 774 oder 1204/3 und drücken Sie auf die Schaltfläche'. To the right of this instruction is a button labeled 'Weitersuchen'. On the far right of the search section is a button labeled 'Freitextsuche'.

Abb. Nr.15: Suchfunktionen

- Von weiterer Bedeutung für den Workflow ist das automatische Drucken des aktuellen Datensatzes und die direkte Speicherung nach der Dateneingabe. Beide Funktionen werden von Makros unterstützt.
- Berechnungen: Das Formular greift im Wesentlichen auf eine Abfrage zurück. In dieser Abfrage wurden Formeln zur einfachen Berechnung von Feldwerten implementiert. So werden die Felder 3.5 Biotopwertpunkte, 5.5 Biotopwertpunkte zum Zeitpunkt der Verwendung, 5.6 Biotopwertzuwachs und 5.9 Restpunkte automatisch in Abhängigkeit von anderen Feldwerten berechnet.
- Für das Kataster ist es entscheidend, dass die Datenbank auch zeitliche Dynamik mit berücksichtigen kann. Für manche Biototypen existieren Verzinsungszeiträume nach deren Ablauf ein höherer Biotopwert in Ansatz gebracht werden kann. Eine Formel prüft daher, wie viel Zeit nach der Einbuchung bereits vergangen ist. Ist die Zeitspanne höher, als der in einem Datenfeld abgelegte Verzinsungszeitraum, so führt im Datenfeld Zins die Bedingung `zins_ja: Wenn([diff]>[ZINS];"Ja";"Nein")` zur Ausgabe des Wortes „Ja“.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die im Falle eines Kompensationsflächenkatasters notwendigen Anpassungen mit der dem RDBMS Access sehr gut unterstützt werden. Die Trennung der unterschiedlichen Sichten auf die Datenbank lässt sich sehr einfach umsetzen. Über die Makrosprache und die Eingabe von Formeln können auf schnelle Art und Weise vielfältige Funktionen umgesetzt werden.

#### 5.5.4 Optimierung des Datenbanksystems

In dieser Fallstudie wurde ein Prototyp für den Anwendungsfall der Stadt Tettnang entwickelt. Die Umsetzung möglicher und weiterer Verbesserungen hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Das Ziel, die Umsetzung einer Katasterlösung mit einem Standard-Datenbankprodukt umzusetzen wurde erreicht. Die Bearbeitungstiefe ist auf jeden Fall dennoch ausreichend, um im Rahmen der Fragestellung dieser Arbeit Antworten geben zu können. Im Folgenden seien kurz einige Ansätze für Verbesserungen bzw. Weiterentwicklungen genannt:

Im Prinzip könnte oder sollte die Oberfläche der Datenbank und der enthaltenen Formulare im Sinne der Softwareergonomie noch weiterentwickelt werden. Dies sollte dazu führen, Benutzern erst gar keine Falscheingaben zu gestatten. In Access könnte dies durch einfache Plausibilitätsprüfungen bei der Eingabe oder durch Auswahllistenfelder realisiert werden. Allerdings muss bemerkt werden, dass die Entwicklung einer hoch ergonomischen und sicheren Benutzeroberfläche auch hohe Kosten verursacht. Im Falle Tettnang ist von wenigen direkten Nutzern der Datenbank auszugehen, so dass dieser Aufwand vermutlich nicht zu rechtfertigen wäre. Als reine Auskunftsstation soll innerhalb der Systemarchitektur der Mapserver die Funktionen der Bereitstellung von Informationen übernehmen.

#### 5.6 Kopplung Datenbank und GIS-Applikation

Die Kopplung zwischen der Datenbank (Access) und dem Desktop-GIS (ArcView) wird im Falle des Kompensationsflächenkataster Tettnang mit der frei verfügbaren Extension „AccessLink 1.0“ realisiert. Die von Keith Jack am 9.12.00 entwickelte Extension kann unter Esri, Arc Scripts 2003 heruntergeladen werden.

Von der ausschließlichen Verwendung des Microsoft ODBC (Open Data Base Connectivity) Treibers, welcher als Schnittstelle Zugang zu RDBMS in einer heterogenen Umgebung gestattet, wurde abgesehen. Die reine Kopplung der Programme über einen ODBC Treiber ist zwar schnell hergestellt, die Verwendbarkeit und der Funktionsumfang ist aber limitiert. Es findet auf diese Weise keine echte Interaktion zwischen GIS und Datenbankmodul statt. Es handelt sich lediglich um ein Auslesen von Access Daten in ArcView. Im vorliegenden Fall ist es aber das Ziel, die Stärken beider Programme in einer gemeinsamen Architektur zu verwenden. Thematische Visualisierung und räumliche Suche werden in ArcView am besten bewerkstelligt, während in Access die Vorteile eines relationalen Datenbankmanagementsystems bei der Verwaltung, Führung und Auswertung der Attributdaten genutzt werden können.

Die AccessLink Extension liegt als Avenue Skript vor und wird bei Bedarf geladen. Das Skript initiiert über DDE (Dynamic Data Exchange) die Kommunikation zwischen ArcView und Access. Mittels DDE-Funktion kann man in Access einen dynamischen Datenaustausch mit einer anderen Anwendung initiieren, ein Informationselement anfordern und Informationen in einem Steuerelement eines Formulars oder Berichts

anzeigen. Bei der parallelen Nutzung von ArcView, Access und AccessLink in gemeinsamer Umgebung ist ArcView in dieser Konstellation zu jeder Zeit der Client und Access der Server. AccessLink ist das Verbindungsglied zwischen beiden Applikationen.

Die AccessLink Extension ermöglicht zahlreiche Funktionen:

- Die Verwendung des relationalen Datenbankmanagementsystems von Access in einer ArcView Umgebung.
- Die Kopplung normalisierter Tabellen (ausgelagerte Relationen).
- Direktes Editieren von Attributdaten in Access.
- Direktverbindung („Live Link“) zu einem Access-Formular; mit einem Mausklick auf eine Fläche wird das zugehörige Formular aufgerufen.
- Redundanzfreiheit, da in dem ArcView DBF-File lediglich eine gemeinsame ID-Nummer gehalten werden muss.
- Direktes Springen und Zoomen bei Auswahl eines Datensatzes.

Funktionsweise:

Die Verbindung zwischen einem Shape-File und einem Access-Formular wird über ein gemeinsames Schlüsselfeld erreicht. Die notwendigen Angaben werden in einer Textdatei (ALP-Datei), die als Steuerungsdatei fungiert, gespeichert. Die Access MDB-Datei ist um zwei weitere Tabellen (LinkForm und DDETABLE) zu ergänzen. An dieser Stelle werden die Bezeichnungen der relevanten Tabellen und Formulare abgelegt.

ALP-Datei Flächenpool Tettang:

*AccessLink Version 1.0*

*Date Edited/Created : Mo Mär 31 18:17:49 2003*

*Database: e:\513\datenbank\biotopwertliste.mdb*

*Link: Flächenpool Id Hauptf Hauptabf pr\_bez stat\_bez*

Nach der Initialisierung identifiziert im vorliegenden Fall das sogenannte „Key-Tool“ eine Maßnahmenfläche in ArcView, liest aus der ALP-Datei aus, welches Access-Formular anzusprechen ist, aktiviert DDE und zeigt dann den relevanten Datensatz im Formular an. Vom Autor des Skripts wird eine Bildschirmaufteilung von 2/3 ArcView und 1/3 Access empfohlen (siehe Abb. Nr.16).

Abschließend kann diesem frei verfügbaren Skript ein hoher Funktionsumfang und gute Performance bescheinigt werden. Im Detail ergeben sich Ansätze für Verbesserungen, die im Rahmen dieser Arbeit nicht umgesetzt werden konnten. So wandelt ArcView bei Übernahme von Daten aus der Access Datenbank (durch automatischen Tabellenjoin) die Zeichenfolgen in Zahlen um, was sich z.B. bei Flurstücksnummern in plötzlich auftretenden Dezimalstellen ausdrückt.

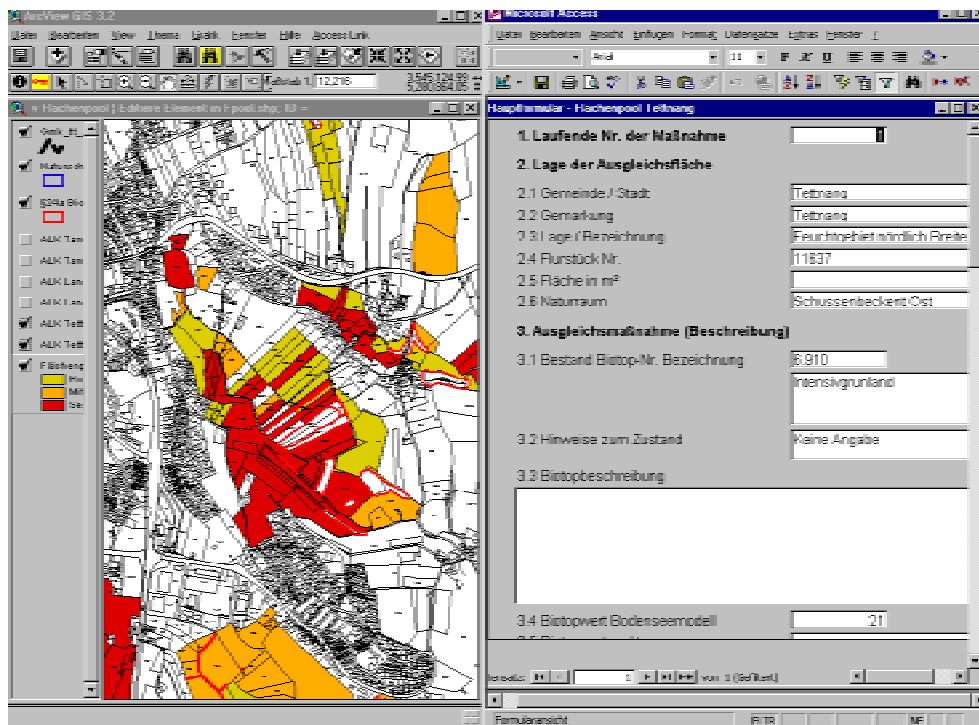


Abb. Nr.16: ArcView und Access

Als zusätzlich nachteilig erweist sich die Tatsache, dass die DDE Verbindung ausschließlich Textwerte akzeptiert. Daher musste dem Primärschlüssel der Datenbank, der wegen der Sortierreihenfolge als numerischer Feldwert festgelegt wurde, ein zusätzlicher Schlüssel als Zeichenfolge für die Kopplung beigefügt werden.

## 5.7 Mapserver

### 5.7.1 Zielsetzung

Der Mapserver stellt das Werkzeug innerhalb der Systemarchitektur dar, welches die Katasterinformationen über das Intranet an die Interessenten verteilt. Die Hürde des Zugangs zu den Informationen sollte so gering wie möglich sein. Daher sollten keine Softwarekenntnisse, die über die Bedienung des Internetbrowsers hinausgehen, bei der Benutzung erforderlich sein. Des Weiteren sollte eine gute Performance und Zuverlässigkeit, auch bei der Verwendung von Orthofotos, im Vordergrund stehen. Attribute zu einzelnen Flächen sollen angezeigt werden können. Die Erstellung von GIS-Analysen erscheint nicht erforderlich. Als entscheidend für die Nutzbarkeit und Akzeptanz wird eine hochwertige Internetkartographie mit qualitativ sehr guter Darstellung der Inhalte, verbunden mit einem gewissen Grad an Interaktivität erachtet.

Im Rahmen der Fallstudie des Kompensationsflächenkataster Tetttnangs wird ein Prototyp unter Einsatz des UMN Mapservers entwickelt. Im Folgenden werden die wesentlichen Schritte zur Konfiguration des Mapservers und dessen Funktionen vorgestellt.

### 5.7.2 Erstellung eines Prototyps

Innerhalb der Fallstudie wird der UMN Mapserver als CGI-Programm, nicht jedoch als OGC-konformer Mapserver, eingesetzt. In dieser Funktionsweise ist der Mapserver ein CGI-Programm, das auf einem Webserver residiert. Für den Prototyp wurde der Apache HTTP Webserver in der Version 1.3 installiert. Für die Installation des UMN Mapservers muss lediglich die vorkompilierte und ausführbare Mapserverdatei in den CGI-Bin kopiert werden. Im vorliegenden Beispiel wird die „stabile“ und dokumentierte Version 3.6 eingesetzt. In der zentralen Konfigurationsdatei des Webservers sind im Prinzip keine zusätzlichen Änderungen notwendig. Es bietet sich jedoch an, einen Alias auf die Verzeichnisse zu setzen, welche die GIS-Daten und sonstige HTML und Javascript Steuerdateien, die den Mapserver adressieren, enthalten. Dies ist der Standardmodus.

Über die URL bekommt das Mapserverprogramm Parameter zugewiesen und gibt im Gegenzug ein Kartenbild, Übersichtskarte und Legende aus. Die Parametereingaben werden in einem HTML-Formular, einem sogenannten Template, eingegeben und generiert. Die Ausgabe der Informationen werden in ein solches Template eingebettet. Das Template stellt also das eigentliche Interface zum Benutzer dar. Wesentlich für die Interaktion zwischen Mapserver und Template ist das Mapfile, die zentrale Steuerungsdatei für den Kartendienst.

Das Mapfile ist die zentrale Konfigurationsdatei des Mapservers. Sie beschreibt, welche Daten in welcher Form dargestellt werden sollen. Enthalten sind die genauen Angaben über die eigentliche Karte, deren Layout, die Farbgebungen und Beschriftungen. Zusätzlich steuert das Mapfile die Funktion und das Erscheinungsbild von Legenden, Referenzkarten und Maßstabsleisten. In dem Mapfile werden zudem die erforderlichen Templates aufgerufen.

Das Ausführen von typischen Funktionen wie Zoomen, Verschieben oder Identify wird unter Zuhilfenahme einer geeigneten Programmiersprache erreicht. Während das Mapserver Application Interface zahlreichen Programmiersprachen von Perl bis Python einen Zugang ermöglicht, genügt es für den vorliegenden Fall, Javascript für die Programmierung des Templates einzusetzen. Die Erstellung eines leistungsfähigen Templates, also eines Clients, gehört zu den zeit- und kostenintensivsten Arbeitsschritten. Da dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wird auf den Client der Fa. GDV (GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHISCHE DATENVERARBEITUNG, 2002) zurückgegriffen, der für diese Arbeit freundlicherweise zu Verfügung gestellt wurde.

So kann sich die Entwicklung des Prototyps für das Kompensationsflächenkataster ganz auf die Umsetzung der formulierten Anforderungen konzentrieren. Im Mittelpunkt steht dabei die Anpassung des Clients an die konkreten Bedürfnisse, die Aufbereitung der Daten und die Programmierung des Mapfiles. Einige Arbeitsschritte sollen im weiteren vorgestellt werden.

### Vorbereitung der Daten

Der Mapserver greift als Bestandteil der Systemarchitektur direkt auf die Shape-Dateien zu, welche die Geometrien der Kompensationsflächen enthalten. Über die ODBC-Verbindung werden Inhalte aus der Access-Datenbank an die Attributtabelle des Shape Dateien „gejoint“, so dass diese ebenfalls für den Mapserver verfügbar sind. Auf die direkte Anbindung der Access-Datenbank, die sich aufdrängen würde, wurde aus Zeitgründen verzichtet. Zusätzlich wurden für den Prototyp Schutzgebiete in die Darstellung mit aufgenommen. Der wirkliche Gebrauchswert entsteht durch die Integration der Geobasisdaten, also der ALK und Ortholuftbildern. Während für die anderen Daten keine zusätzlichen Arbeitsschritte notwendig waren, musste die ALK und die Ortholuftbilder vorbereitet werden.

Nach der Übernahme der ALK in Form von Einzelkacheln im DXF-Format in ArcView wurden die Daten auf die absolut notwendigen Informationen wie Flurstücksgrenzen, Gebäude und Flurstücksnummern reduziert und in einem zweiten Arbeitsschritt mit dem Merge-Befehl zusammengeführt. Da die Gemarkungen der Stadt Tettngang von 30 Ortholuftbildern abgedeckt werden, mussten in einem ersten Schritt die Auflösungen auf 300 dpi herabgesetzt und dann ein Imagekatalog erzeugt werden. Die Erstellung des Imagekataloges erfolgte mit Hilfe der Bibliothek „GDAL“ einem zugehörigen Utility. Bei beiden handelt es sich um Freeware und Open Source Software. Das Zusammenführen war von Vorteil, da die Nutzer die Daten nun mit einem einzigen Mausklick für den jeweiligen Ausschnitt selektieren können und nicht zwischen unzähligen Einzellayern wählen müssen.

Nachdem die Daten vorbereitet waren, wurden bei dem HTML Client einige optische und inhaltliche Änderungen vorgenommen. Entscheidend war die Anpassung von Dateinamen und Verzeichnispfaden. Im Mittelpunkt stand die Erstellung des zentralen Mapfiles. Der Inhalt dieser Datei ist dem Anhang (9.3) zu entnehmen und wird an dieser Stelle nicht weiter diskutiert.

### 5.7.3 Funktionen

Dieser Abschnitt soll der Vorstellung des fertigen Prototyps dienen und dessen Funktionalitäten dokumentieren.

Abb. Nr.17 zeigt das Erscheinungsbild des Mapservers nach dessen Aufruf. Am linken Rand sind die sichtbaren Themen durch ein Häkchen markiert und können bei Bedarf an und wieder ausgeschaltet werden. Die Reihenfolge der Darstellung der einzelnen Themen wird im Mapfile vorgenommen. Der erste Layer im Mapfile wird zuerst gezeichnet und liegt damit zuunterst. Der Ausgangszustand zeigt die Gemarkungsgrenze, den Flächenpool sowie einige Schutzgebiete. Die Naturschutzgebiete wurden mit einem skalierbaren Textlabel versehen. Im eigentlichen Kartenrahmen, welcher den größten Teil des Browserfensters einnimmt, wird die vom Mapserver generierte Karte in Form einer PNG-Grafik eingebettet. Am unteren Rand der Karte befindet sich der Maßstabsbalken, der sich in Abhängigkeit des Bildmaßstabes verändert.

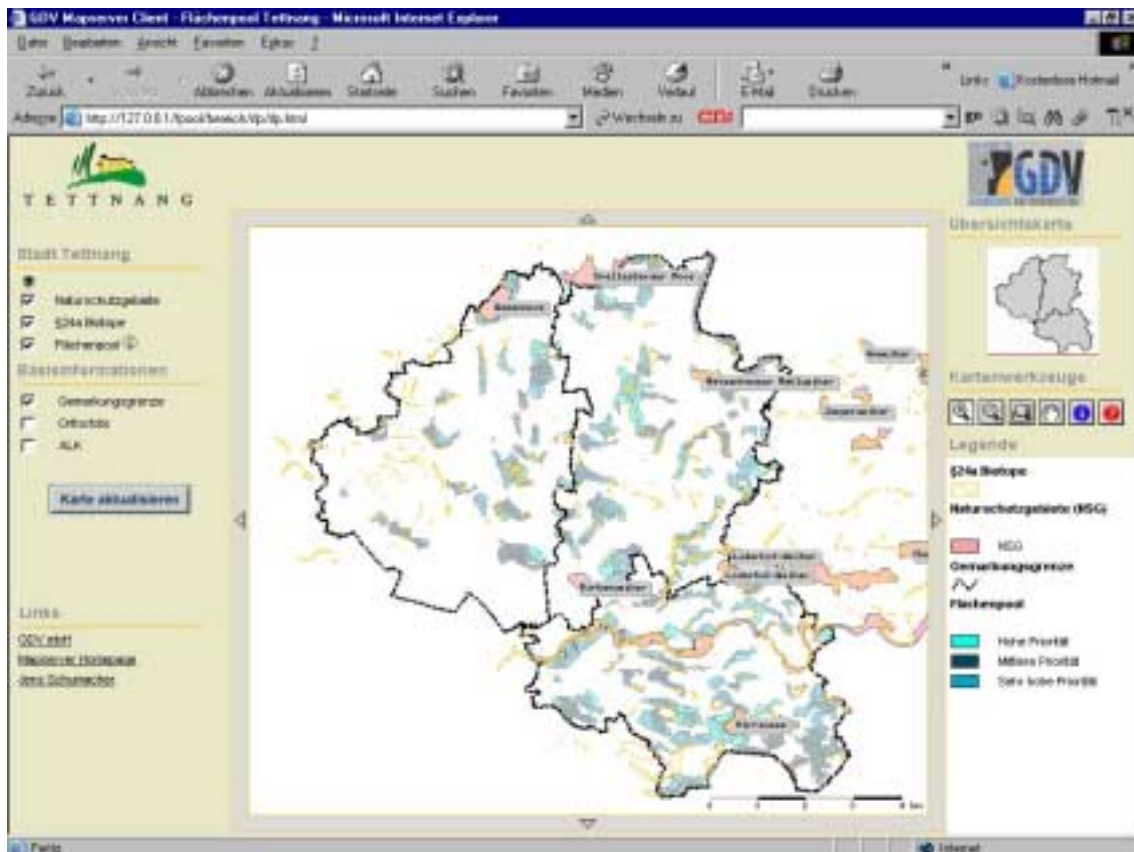


Abb. Nr.17: Erscheinungsbild des Prototyps nach dem erstmaligen Aufruf

Am rechten Bildrand befindet sich eine Referenzkarte, welche die aktuelle Position des Ausschnitts mit einem roten Rechteck darstellt (siehe Abb. Nr.18). Darunter befindet sich die Legende. Der Mapserver ist in der Lage, sowohl Bitmap-Legenden, als auch HTML-Legenden zu erzeugen. Im vorliegenden Fall werden HTML-Legenden verwendet.

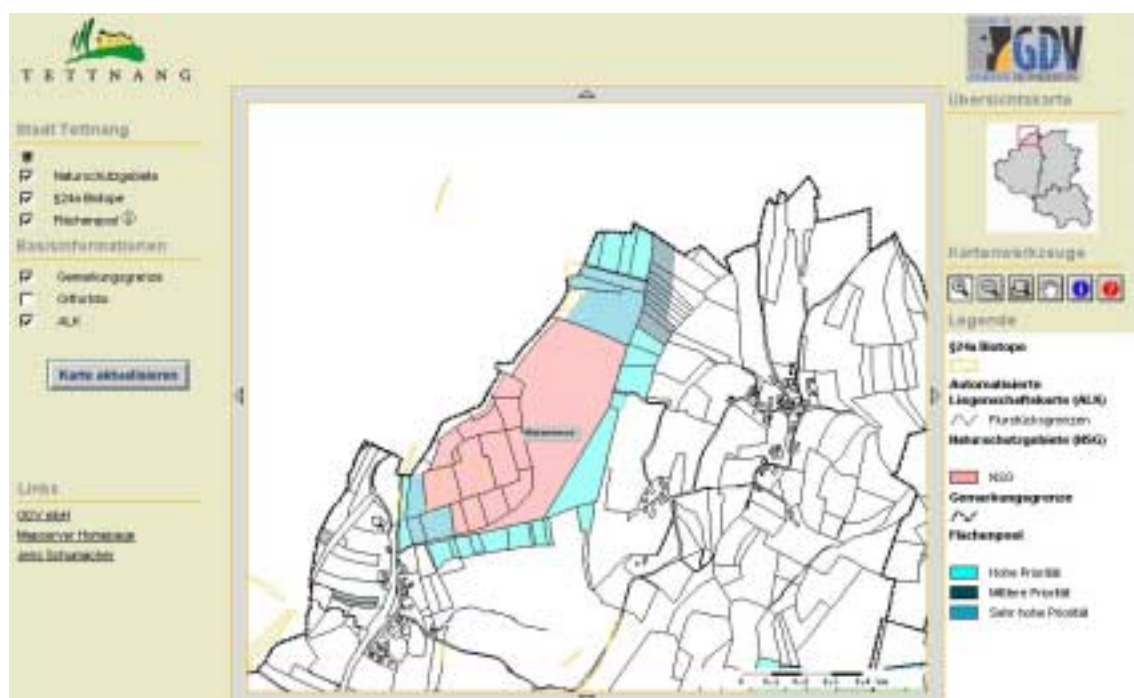


Abb. Nr.18: Maßnahmenflächen mit ALK

Abb. Nr.19 zeigt das Kartenbild mit zugeschaltetem Orthofoto. Für die darüberliegenden Layer wurde daher eine transparente Deckfarbe gewählt. Die Qualität der Darstellung ist absolut überzeugend. In Abhängigkeit vom gewählten Bildmaßstab werden die Flurstücksnummern ab einer Größe von 1:2.500 eingeblendet.



Abb. Nr.19: Kartenausschnitt mit Ortholuftbild und ALK

Die wichtigsten interaktiven Funktionen des Prototyps bestehen in der Zoom-, Zoom to Extent- und der Pan-Funktion. Sie ermöglichen dem Benutzer eine eigenständige und übersichtliche Navigation. Das „Salz in der Suppe“ stellen jedoch die Attributabfragen dar. Anhand des Identify-Tools kann der Nutzer Informationen über eine Fläche aufrufen. Im vorliegenden Fall werden in ein vorbereitetes Template Feldinhalte aus der ArcView DBF-Datei geladen und mit einer zuvor im Mapfile definierten Querymap ergänzt. In dieser Querymap wird das gewünschte Feld farblich hervorgehoben (siehe Abb. Nr.20).



Abb. Nr.19: Datenbankauszug und Querymap

#### 5.7.4 Möglichkeiten zur Optimierung

Der erstellte Prototyp zum Kompensationsflächenkataster der Stadt Tettngang vermittelt einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit des Mapservers. Zunächst kann festgehalten werden, dass die Lösung sehr gut geeignet ist, die Informationen des Katasters an verschiedene Stellen zeit- und ortsunabhängig zu verteilen. Bei der Beurteilung des Prototyps sollten abschließend folgende Aspekte genannt werden:

- Die Qualität und die Möglichkeiten der Kartographie des Mapservers sind außerordentlich gut und genügen den Ansprüchen.
- Die Bedienbarkeit ist einfach und intuitiv in der gewohnten Umgebung des Internetbrowsers möglich. Es ist kein zusätzliches Plug-In erforderlich.
- Die Interaktivität der enthaltenen Werkzeuge erleichtert die Erschließung der Inhalte wesentlich.
- Die Performance ist als sehr hoch einzustufen. Die Berechnung eines Kartenbildes aus allen (!) hoch aufgelösten Orthofotos dauert auf einem handelsüblichen PC etwa 20 Sekunden.
- Bei der vorgestellten Lösung werden ausschließlich Rastergrafiken ausgegeben (kein Feature-Server). Dementsprechend hoch ist die Sicherheit. Originaldaten können durch Dritte nicht widerrechtlich angeeignet werden.
- Zudem verursachen unsachgemäße Handhabungen des Clients keine Auswirkungen auf die Konfiguration des Servers oder der Qualität der Daten.
- Hohe Aktualität bei Änderungen: Der Mapserver greift direkt auf die Originaldaten zu – Änderungen werden sofort mit erfasst.

Konträr zu den genannten Vorteilen, die auf Nutzerseite bestehen, muss festgehalten werden, dass die Konfiguration des Mapservers relativ aufwändig und die Kartengestaltung relativ unkomfortabel ist. Zudem ist in diesem Bereich Spezialwissen erforderlich. Bei der Entwicklung eines eigenständigen Clients kann es sich schon um eine Softwareprojekt von größerer Dimension handeln. Hier bietet sich eventuell der Kauf eines fertigen Clients, der kontinuierlich weiterentwickelt wird, an.

Da der vorgestellte Prototyp bereits auf dem professionellen Clienten der Fa. GDV basiert, sind Optimierungen höchstens im Detail möglich. An zusätzlichen Funktionen wäre die Integration von Suchfunktionen interessant, z.B. durch Eingabe der Flurstücksnummer in ein Formular oder durch Auswahl aus einem Listefeld.

Eine weitere Optimierung könnte in der direkten Anbindung der Access-Datenbank bestehen. Dies konnte aus Zeitgründen nicht mehr geleistet werden. Ferner könnte über die Konfiguration des Mapservers als OGC-konformer Mapserver nachgedacht werden. Dadurch könnte eine Interoperabilität / Kommunikation mit anderen Servern erreicht und der Zugriff auf verteilte Datenbasen sichergestellt werden.

## 5.8 Zusammenfassung und Beurteilung der Fallstudie

Zum Abschluss der Fallstudie zum Kompensationsflächenkataster der Stadt Tettnang sollen an dieser Stelle zusammenfassend die Vor- und Nachteile der vorgestellten Lösung diskutiert werden.

Die vorgestellte Systemarchitektur basiert sowohl auf Standardsoftware als auch auf frei verfügbaren Open Source Komponenten. Das Desktop-GIS ArcView 3.2 sowie das RDBMS Access waren bei der Stadt bereits vorhanden. Bei beiden handelt es sich um Standardsoftware mit relativ hohem bis sehr hohem Verbreitungsgrad, was für die Möglichkeit, Erkenntnisse aus der Fallstudie teilweise zu verallgemeinern, nützlich ist. Für die Verteilung der Informationen im Intranet wurde der UMN Mapserver eingesetzt. Dieser kann für den Bereich der frei erhältlichen Mapserver Produkte ebenfalls als relativ weit verbreitet eingestuft werden. Wesentlich ist, dass die einzelnen Komponenten innerhalb der Architektur Bereiche mit ihren jeweils spezifischen Stärken abdecken.

Die Datenhaltung der Geometrien wird von ArcView übernommen, die sensiblen Sachdaten werden in Access geführt, der Mapserver übernimmt die Verteilung der Informationen. Alle drei Komponenten greifen dabei auf dieselben Datenbanken zu. Damit sind Fehlerquellen, die durch redundante Datenhaltung verursacht werden, ausgeschlossen. Die Aktualität ist hoch, da Änderungen jederzeit sofort weitergegeben werden. Die auf drei Softwarekomponenten basierende Architektur ist einfach, überschaubar, performant und nachvollziehbar, was dem Systemadministrator bei der Verwaltung und Führung des Katasters entgegenkommt.

Die von der Software ArcView 3.2 angebotenen Funktionen reichen, von einigen Ausnahmen abgesehen aus, um die Anforderungen eines Kompensationsflächenkatasters zu erfüllen. Als positiv sind die Eigenschaften von ArcView zu werten, zahlreiche proprietäre Fremddatenformate direkt einzulesen. Allerdings gilt dies nicht uneingeschränkt für die Originalformate der Geobasisdaten (Bgründ, EDDBS). Hier müssten zusätzliche Konvertierungsprogramme eingebunden werden. OpenGIS-konforme Schnittstellen sind zudem nicht implementiert. Interoperabilität im Sinne der Vorgaben des Open GIS Consortiums wird damit nicht erreicht. An dieser Stelle sollte daher der Wechsel auf die ArcGIS Produktfamilie mittelfristig in Betracht gezogen werden, da hier wichtige Standards enthalten sind und der Zugriff auf verteilte Datenbanken möglich ist.

Bei der Datenerfassung erweist sich der Funktionsumfang der Grundversion von ArcView 3.2 als nicht ausreichend. Zum konsistenten Digitalisieren muss ein zusätzliches kommerzielles Softwaremodul zugekauft werden. Da Splines im Datenmodell nicht korrekt dargestellt werden können, müssen diese in einem CAD-Programm aufgelöst werden. Sinnvoll wäre die Vergabe der Arbeiten an einen externen Dienstleister. Negativ muss bemerkt werden, dass ArcView aufgrund des fehlenden topologischen Datenmodells, keine ausgereiften Möglichkeiten der Konsistenzprüfung anbietet.

Als unbedingt positiv sind die kartographischen Funktionen von ArcView hervorzuheben. Die Darstellungsqualität ist sehr gut. Die Erstellung thematischer Karten ist effizient und geht schnell vonstatten. Die räumlichen Analysefunktionen des Desktop-GIS sind bei der Konzeption des Flächenpools und der korrekten Abarbeitung der Eingriffsregelung wichtig.

Abschließend erweist sich der Funktionsumfang für die zu bewältigenden Aufgaben als ausreichend. Bestimmte Arbeiten sollten von spezialisierten Dienstleistern erbracht werden.

Das Standard RDBMS Access zeigt sich sehr gut geeignet die fachlichen Anforderungen durch die Aufnahme von Fachinhalten, deren effizienten und performanten Modellierung und dem Hinzufügen notwendiger Funktionen wie automatischen Berechnungen, abzubilden. Vor allem die Möglichkeiten der grafischen Benutzeroberflächen von Access müssen zu den Stärken gerechnet werden. Das generieren von Abfragen, Nutzersichten und Funktionen wird grafisch unterstützt und dürfte aufgrund des vorhandenen Basiswissens bei der Stadt Tettnang keine Probleme im Betrieb bereiten. Dies ist auch als kostensenkender Faktor anzusehen. Auf der anderen Seite verursacht der Aufbau der Datenbank im Gegensatz zu fertigen Fachschalen beträchtliche Entwicklungskosten und erfordert Know-how in der Datenbanktechnologie. Die Entwicklung einer ausgereiften Benutzeroberfläche kostet Zeit und Geld. Eine eigenständige Modellierung kann jedoch den individuellen Bedürfnissen in der Regel besser entsprechen und damit langfristig die Einführungskosten amortisieren. Zudem können mit der integrierten Makrosprache oder den Visual Basic Modulen die individuellen Anforderungen an das jeweilige Bewertungsmodell am besten abgebildet werden.

Hier spielt der Einsatz einer Standarddatenbanktechnologie seine Stärken aus. Während die Entwicklung von frei erhältlichen Open Source Produkten langfristig nicht gesichert ist, kann von der stetigen Entwicklung der Technologie des Marktführers ausgegangen werden. Die Benutzerführung von Access ist sehr gut, Anpassungen sind leicht auch von weniger geübten Anwendern vorzunehmen. Standarddatenbankbefehle (in SQL) müssen für die Bedienung nicht beherrscht werden. Freeware-Produkte dürften hier schlechter abschneiden.

Über den implementierten SQL Standard ist die Voraussetzung geschaffen, über ODBC mit vielen Standardanwendungen zu kommunizieren. So ist die Kommunikation mit ArcView GIS sehr gut.

Die Konfiguration des Mapservers und die Gestaltung des Kartendienstes ist als die technisch anspruchsvollste Komponente im Rahmen der Architektur einzustufen. Dennoch werden die vorgesehenen Aufgaben der Verteilung der Informationen sehr gut erfüllt. Durch Zugriff auf die Originaldaten besitzen die Informationen eine hohe Aktualität, da die Verteilung der Informationen in Echtzeit stattfindet. Der Mapserver glänzt durch gute Performance und geringe Einführungskosten. Die Betriebskosten sind durch die etwas unkomfortable Benutzerführung als etwas höher einzustufen. Im Hinblick auf die Interoperabilität stellt er die technologisch fortgeschrittenste

Komponente der Architektur dar. Auch der Zugriff auf verteilte Datenbasen wäre mit der Mapservertechnologie zu realisieren.

Insgesamt muss die vorgestellte Architektur in ihrer Gesamtheit daran gemessen werden, ob sie die Anforderungen an ein Kompensationsflächenkataster im Allgemeinen sowie die spezifischen Besonderheiten des Bewertungsmodell Bodenseekreis im Besonderen ausreichend umsetzt und dabei zusätzlich den Voraussetzungen und individuellen Bedürfnissen der Stadt entspricht. Es ist daher festzuhalten, dass die Architektur das Ziel der Verfahrensvereinfachung und -beschleunigung bei gleichzeitig naturschutzfachlich korrekter Abarbeitung der Eingriffsregelung effizient unterstützt. Die Stadt besitzt nun ein Werkzeug, das Verfahrensabläufe effektiviert, dadurch Kosten spart und durch die Verteilung der Information die Akzeptanz dieses baurechtlichen Instruments bei den Beteiligten erhöht.

Die fachlich erfolgreiche Umsetzung wird unter anderem dadurch erreicht, dass Einzelkomponenten mit ihren jeweils spezifischen Stärken in einer Architektur zusammenwirken. Die eingesetzte Standardsoftware und Open Source Freeware Produkte erfüllen die Anforderungen sowohl in technischer Hinsicht also auch vor dem Hintergrund der Abbildung fachlicher Anforderungen. Als positiv ist die Möglichkeit hervorzuheben, eine spezifische Lösung für die Stadt Tettnang auf Basis der bereits vorhandenen Software zu konzipieren. Die Flexibilität der eingesetzten Standardsoftware war für diese Zwecke entscheidend.

Als sehr gut ist dabei das Zusammenspiel von ArcView GIS und der Datenbank Access zu werten, das nur im Detail durch Anwendungsprogrammierung verbessert werden kann. Zukünftig könnten hier bei Verbesserung der Technologie im Desktop-GIS Bereich Produkte mit integrierter Datenhaltung weitere Vorteile bringen. Unbefriedigende Funktionen der Einzelkomponenten können häufig von den jeweils anderen Komponenten der Architektur übernommen werden. Eine Ausnahme bildet sicher die Datenerfassung. Verbesserungen sind auch hinsichtlich der Interoperabilität und des Zugriffs auf verteilte Datenbasen wünschenswert. Hier sollte mittelfristig der Umstieg auf die neuere Produktfamilie ArcGIS angestrebt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt könnte zur Überbrückung die WebMapping Applikation dergestalt konzipiert werden, dass ein WMS Service möglich ist.

Hinsichtlich der Kostenaspekte ist festzuhalten, dass auf der Basis von Standardsoftware und Freeware die Konzeption einer beispielhaften Low-Cost-Lösung gelungen ist. Die Übertragbarkeit der Lösung auf andere Kataster ist gegeben. Prinzipiell können die Einzelkomponenten eines jeglichen Herstellers von Standardprodukten, gleiche oder ähnliche Leistungsfähigkeit vorausgesetzt, eingesetzt werden.

## 6. Zusammenfassung, Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 6.1 Überprüfung der Thesen

Anhand der Diskussion der einzelnen Komponenten in Kapitel 4 und der Berücksichtigung der Ergebnisse der Fallstudie in Kapitel 5 können die Kapitel 3.4 aufgestellten Arbeitsthese überprüft werden.

**These 1: Durch Verwendung von Standardsoftware und Open Source Produkten können die individuellen Anforderungen in fachlicher, funktionaler und organisatorischer Hinsicht in einer sinnvollen GIS-Architektur umgesetzt werden.**

Diese These ist uneingeschränkt zu bejahen. Der Einsatz von Standardsoftware bietet den Kommunen einige Vorteile. Ausgereifte Benutzeroberflächen gestatten eine schnelle Einarbeitung und gute Bedienung von Applikationen. In Abgrenzung zu auf dem Markt existierenden Fachschalen steht hinter Standardsoftware meist eine ausgereifte Technologie, von deren stetiger Weiterentwicklung ausgegangen werden kann.

Es hat sich gezeigt, dass die Anforderungen an ein Kompensationsflächenkataster komplex sind und dass die Umsetzung und Anwendung dieses Instrumentes bundesweit aufgrund rechtlicher, verwaltungstechnischer und organisatorischer Aspekte uneinheitlich ist. Eine GIS-Architektur, bzw. deren Komponenten, zur Erfüllung dieser Anforderungen muss daher individuell angepasst und entwickelt werden. Ein wesentlicher Pluspunkt bei Standardsoftware besteht in der meist guten Möglichkeit der Anpassung. Dies wird durch die von der Benutzeroberfläche unterstützten Makrosprachen sowie durch Interfaces zu Programmiersprachen umgesetzt. Es kann, verglichen mit frei verfügbaren Tools, zudem eine eigene abgestimmte und besser angepasste Datenmodellierung vorgenommen werden, die den individuellen Anforderungen und Bewertungsmodellen exakter entsprechen (Abbildung fachlicher Inhalte). Bei Open Source Produkten kann ebenfalls von einer prinzipiellen Eignung ausgegangen werden. Diese stellen sich jedoch in der Bedienung meist als relativ unkomfortabel dar und erfordern vielfach ein tieferes Verständnis von Software und Programmiersprachen. Hervorgehoben werden muss aber deren meist ausgeprägte Fähigkeit zur Anpassung und Applikationsentwicklung durch Programmierung.

In fachlicher und funktionaler Hinsicht reichen die Funktionen, die Standardsoftware im Normalfall anbietet aus, um die wesentlichen Arbeitsschritte effizient zu unterstützen. Vorteilhaft ist die Nutzung der Werkzeuge zur Generierung eigener Abfragen und Auswertungen, was wie aufgezeigt, eine wichtige Voraussetzung zur Sicherstellung fachlicher Aspekte darstellt. Eventuelle unzureichende Funktionalitäten einer Software können aufgrund des Zusammenschlusses einzelner Komponenten in einer Architektur ausgeglichen werden, indem andere Programme diese Funktionen ersetzen.

**These 2: Es ist möglich, eine effiziente Umgebung zur Verwaltung eines Kompensationsflächenkatasters mit einer Low-Cost-Lösung auf der Basis von Standardsoftware und Freeware Produkten zu realisieren.**

Das Ziel der Realisierung einer Low-Cost-Lösung für Kompensationsflächenkataster ist eng mit dem Gedanken verknüpft, dass Kommunen bereits über Standardsoftware im Bereich Datenbanken und GIS verfügen, so dass bei den Einführungskosten keine Lizenzgebühren anfallen. Dies trifft auch zu. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass die Kosten für die Datenbanken, die neu aufgebaut und entwickelt werden müssen, zu verbuchen sein werden. Durch die begründet bessere Anpassung an die individuellen Bedürfnisse durch Standardsoftware kann aber von einer längerfristigen Amortisierung der Kosten ausgegangen werden. Geringere Schulungskosten und Einlernzeiten, da vorhandenes Basiswissen unterstellt wird sowie eine größere Auswahl an Supportmöglichkeiten im Vergleich zu kommerziellen Fachschalen wirkt sich ebenfalls auf die Wirtschaftlichkeit der Investition aus.

Auch Freeware Produkte, bei denen es sich oft um Open Source Lösungen handelt, zeigen sich Kostenvorteile. Anschaffungskosten und Lizenzgebühren fallen nicht an. Demgegenüber stehen Mehrkosten für Einrichtung, Anpassung und auch Schulung, die sich wiederum durch die unkomfortablere Bedienung und längere Einlernzeiten begründen lassen. Im Spezialfall des Mapservers hat es sich aber gezeigt, dass im Falle eines Kompensationsflächenkatasters die Änderungsfrequenz der Installation und von Anpassungen eher sehr gering sein wird. In diesem speziellen Fall kann dann auch von Kostenvorteilen bei Open Source Komponenten gesprochen werden.

Zusammenfassend kann im Hinblick auf die Arbeitsthese Folgendes festgehalten werden. Nach der Diskussion spricht einiges dafür, dass sich bei Kompensationsflächenkatastern eine Architektur auf Basis von Standardsoftware und Open Source Produkten als langfristig günstiger erweist. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung müssen aber den Einrichtungskosten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Vor diesem Hintergrund wird im Einzelfall eine Kosten-Nutzen Analyse als entscheidend erachtet. Diese Fragestellung sollte Gegenstand weiterführender Untersuchungen sein.

**These 3: Die Kombination von Standardsoftware und Open Source Komponenten im Rahmen einer Systemarchitektur ist sinnvoll, um Nachteile von proprietären Datenformaten und mangelnden Schnittstellen einzelner Komponenten auszugleichen.**

Probleme bei der Integration und Weitergabe von Informationen entstehen häufig durch den ausschließlichen Einsatz von Systemen mit proprietären Datenformaten bzw. einer unzureichenden Ausstattung mit standardisierten Schnittstellen. In dem für diese Arbeit vor allem interessanten unteren Kostensegment muss jedoch gesagt werden, dass vielfach (noch) keine standardisierten bzw. normierten Schnittstellen gemäß den Spezifikationen des Open GIS Consortiums implementiert sind. Echte Interoperabilität

wird selten erreicht. Softwareprodukte der neueren Generation werden derartige Schnittstellen vermutlich zunehmend aufweisen.

Mapserverssysteme versuchen auch schon heute von ihrem Entwicklungsansatz her, diese Art von Schnittstellen als Voraussetzung für Interoperabilität und einen verteilten Datenzugriff zu integrieren. Bei geeigneten Datenangeboten kann somit ein Zugriff, z.B. auf Geobasisdaten, realisiert werden. Von einer vollen Integration der Daten mit schreibendem Zugriff kann bei der vorgeschlagenen Architektur jedoch nicht gesprochen werden, wenn die GIS-Komponente derlei Möglichkeiten nicht anbietet. So kann festgehalten werden, dass einzelne Komponenten an sich einen sinnvollen Zugriff und Interoperabilität erreichen können, z. B. um Planungen und Daten abgleichen zu können. Die volle Übertragung dieser Fähigkeiten auf das gesamte System ist bei der vorgeschlagenen Architektur nach momentanem Stand bei günstigeren Desktop-GIS Produkten jedoch nicht möglich. Die formulierte These kann unter dieser Voraussetzung nicht gestützt werden.

Es wird daher empfohlen die weitere Entwicklung auf diesem Bereich abzuwarten und die gewünschten Eigenschaften nach Interoperabilität und verteiltem Datenzugriff mittelfristig durch geeignete Produktauswahl sicherzustellen.

## 6.2 Zusammenfassung der Arbeit und Schlussfolgerungen

### Problemstellung

Die Aufgabenstellung, ein Konzept für einen Flächenpool oder ein Ökokonto umzusetzen, stellt für die Städte und Kommunen in Deutschland ein aktuelles Thema dar. Nach Ergebnissen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Bundesamtes für Naturschutz (BFN, 2002) befinden sich knapp 400 Flächenpools in Vorbereitung. In den Zahlen spiegelt sich der Bedarf nach Austausch und Diskussion wider. Von Seiten der Wissenschaft besteht die Forderung nach zielführenden und übertragbaren Lösungsansätzen. Ein Ansatz ist in der Bereitstellung von geeigneten, den fachlichen Standards entsprechenden, gis-gestützten Werkzeugen zu sehen. Diese Arbeit richtet sich daher an Städte und Gemeinden, welche die ökologischen und ökonomischen Vorteile einer flexiblen Handhabung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung nutzen möchten und vor der Aufgabe stehen, die fachlich methodischen Anforderungen in einer geeigneten und kosteneffizienten GIS-Lösung umzusetzen. Als Hauptinteressensgruppe und damit als Zielgruppe für die Ergebnisse dieser Arbeit sollen vor allem kleinere und mittlere Kommunen ohne eigene GIS - Fachabteilungen angesprochen werden. Die Fragestellung dieser Arbeit ist damit im wissenschaftlichen Umfeld der Landschaftsplanung und der Geoinformatik anzusiedeln.

### Methodik

Da die Anwendung der Eingriffsregelung aufgrund fehlender Standards und Normen bundesweit uneinheitlich ist, muss sich in methodischer Hinsicht eine systematische Annäherung an das Thema zunächst mit den allgemeinen rechtlichen Grundlagen, der Funktionsweise sowie des Regelablaufs von Flächenpool- und Ökokontokonzepten befassen. Der erste wesentliche Schritt besteht in der Ableitung von allgemeingültigen Anforderungen an derartige Instrumente und in der Operationalisierung dieser Anforderungen für die Umsetzung in einem gis-gestützten Kataster. Diese Art der Vorgehensweise bildet die Grundlage, um die nachfolgend gewonnenen Erkenntnisse auf vergleichbare Aufgabenstellungen übertragen zu können.

Auf Basis der beschriebenen Anforderungen kann die Frage nach einer geeigneten GIS-Architektur erörtert werden. Dazu werden einige spezifisch technische Problembereiche, die sich aus der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion im Umfeld der Geoinformatik ergeben, im Hinblick auf ein Kompensationsflächenkataster analysiert. Vor diesem Hintergrund sind Arbeitsthese zu formulieren. Die Thesen dienen dazu, die Zielstellungen dieser Arbeit kritisch zu hinterfragen. Daran schließt sich eine Betrachtung und Diskussion der unterschiedlichen in Frage kommenden Technologien an. Diese werden hinsichtlich ihres Einsatzzweckes differenziert und bewertet. Ein weiterer Kernpunkt der Methodik besteht in der Bearbeitung einer Fallstudie. Eine fallstudiengestützte Untersuchung nur eines Beispiels kann nicht den Anspruch erheben, ein repräsentatives Bild der bundesweiten Praxis abzubilden. Die Stärke des Untersuchungsansatzes besteht vielmehr darin, spezifische Besonderheiten und Problemfelder in Ergänzung zur theoretischen Diskussion herauszuarbeiten.

## Anforderungen

Die Beschreibung von fachlichen, funktionalen und organisatorischen Anforderungen von Flächenpools und Ökokonten wird als zentrale Voraussetzung angesehen, um die in einem Kataster vorzuhaltenden Informationen und notwendigen Funktionen einzugrenzen. Zusammenfassend liegen die Schwerpunkte der Anforderungen in den Bereichen der Inhalte des Katasters, der Funktionalitäten, Datenverwaltung, Datenvisualisierung und Kartographie sowie der Verteilung der Informationen an unterschiedliche Interessengruppen. Darauf aufbauend kann vor dem Hintergrund der aktuellen technischen Möglichkeiten und der wissenschaftlichen Diskussion im Bereich der Geoinformatik ein zielführender Lösungsansatz entwickelt werden.

## Lösungsmöglichkeiten und Problemfelder

Das vorzuschlagende System soll geeignet sein, die anfallenden Aufgaben in der bestmöglichen Weise zu unterstützen. Im Zuge der Entwicklung von GI-Systemen kann die Abkehr von monolithischen Systemen, die alle Funktionen in sich vereinen, beobachtet werden. Es entspricht dagegen der gängigen Praxis, bestimmte Aufgaben von einzelnen, für den jeweiligen Einsatzzweck besonders optimierten Modulen, wahrnehmen zu lassen. Diese einzelnen Module oder Komponenten werden in einer Architektur zusammengefasst und beschrieben. Auf Grundlage der beschriebenen Anforderungen drängt sich für ein Kompensationsflächenkataster nach heutigem Stand der Technik eine Aufteilung in folgende Komponenten auf:

GIS Modul:	Aufgaben: Konzeption Flächenpool / Ökokonto, Datenerfassung, Datenhaltung Geometriedaten, räumliche Analyse, Kartographie
Datenbank Modul:	Aufgaben: Sachdatenhaltung, Verwaltung und Pflege der Sachdaten, Berechnungen
Kartenserver:	Aufgaben: Verteilung von Informationen, Visualisierung

In der sich anschließenden Beschreibung und Bewertung der Module müssen für die Optimierung des Systems weitere Problemfelder berücksichtigt werden. Die Schwerpunkte liegen dabei in der Diskussion der für die Zielgruppe wesentlichen Kostenaspekte, der fachlichen Eignung und Wirtschaftlichkeit kommerzieller Tools und Fachschalen sowie der Fähigkeit des Systems zur Interoperabilität und dem Zugriff auf verteilte Datenbasen.

## GIS Komponente

Eine der primären Aufgaben der GIS Komponente ist in der Geometriedatenhaltung zu sehen. Bei Kompensationsflächenkatastern ist bei der Modellierung der Geodaten kein besonders hoher Komplexitätsgrad zu erwarten, da lediglich eine überschaubare Zahl an Polygondatensätzen vorgehalten werden muss und die Sachdatenhaltung in einer externen Datenbank erfolgen soll. Zusätzlich ist festzustellen, dass sich der Einsatz von integrierter Datenhaltung aus wirtschaftlichen Gründen und teilweise auch aus technologischer Sicht für die Zielgruppe der kleineren und mittleren Kommunen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht aufdrängt. Für das Kataster dürfte sich daher die duale Datenhaltung in Standard Desktop-GIS als stabil und funktional ausreichend erweisen. Weitere Funktionalitäten des GIS sollten in der Unterstützung einer

konsistenten Datenerfassung und in Möglichkeiten zur Konsistenzprüfung bestehen. Wobei letztgenannte Möglichkeit im unteren Kostensegment aufgrund des häufig nicht gegebenen topologischen Datenmodells seltener realisiert ist. Als unverzichtbar ist die Fähigkeit einzustufen, hochwertige thematische Karten effizient und wirtschaftlich zu erstellen. Zusätzlich muss das GIS die fachlichen Anforderungen durch die Bereitstellung räumlicher Analysemethoden unterstützen. Als eine weitere Eigenschaft sollte das GIS auf Daten unterschiedlicher Formate und auf unterschiedlichen Servern im Sinne einer verteilten Datenhaltung zugreifen können. Als Voraussetzung weisen günstigere Desktop GIS Produkte OGC-konforme und interoperable Schnittstellen jedoch selten auf. Prinzipiell muss bei Neuanschaffungen von Softwareprodukten das Vorhandensein der OGC- Konformität empfohlen werden.

#### Datenbank Komponente

Im Falle der Kompensationsflächenkataster ist bezüglich der Sachdaten von einem besonders sensiblen Bereich auszugehen, da diese in Abgrenzung zu den geometrischen Daten einer stärkeren Dynamik unterliegen und besondere Ansprüche an die Modellierung, Verwaltung und Konsistenzsicherung stellen. Die Verwendung eines unabhängigen relationalen Standard Datenbanksystems für diese Aufgabe drängt sich daher auf. Zudem ist bei den Herstellern von Standard-Datenbanksystemen eher von kontinuierlichen Weiterentwicklungen auszugehen, als bei in GIS integrierten Datenbankmodulen. Dieses Argument spricht auch gegen den Einsatz von frei erhältlichen Open Source Produkten, die zudem ein höheres Maß an Know-how bei der Bedienung voraussetzen. Im Hinblick auf die Aufgabe sollten wichtige Datenbankeigenschaften wie eine effiziente, ergonomische und strukturierte Verwaltung der Daten, die Wahrung der Integrität und Konsistenz der Daten sowie die Trennung des Benutzers von der inneren Organisation im System realisiert sein. Funktionen zur Anpassung und Automatisierung von Arbeitsschritten müssen ebenso implementiert sein wie die Orientierung am SQL-Standard, um die Nachteile von proprietären Datenbankformaten auszugleichen. Unter diesen Voraussetzungen ist festzustellen, dass die fachlichen, funktionalen und organisatorischen Anforderungen mit einem Standarddatenbankprodukt umgesetzt werden können.

#### Mapserver Komponente

Innerhalb der Systemarchitektur für ein Kompensationsflächenkataster soll eine Komponente die Verteilung der (Geo-) Informationen an Interessierte und Beteiligte sicherstellen. Die rasche technologische Entwicklung der letzten Jahre im GIS - Bereich ermöglicht die Verteilung der Daten über das Internet. Der Zugriff kann dann ohne den Erwerb teurer Softwarelizenzen über den Internetbrowser erfolgen. Für die Verteilung von Informationen des Katasters reichen WebMapping-Funktionalitäten in Abgrenzung zu umfangreicheren WebGIS vollkommen aus. Entscheidend ist, dass der Mapserver interaktive Funktionen zur Exploration der aufbereiteten Informationen bereitstellen muss. Weitere wichtige Funktionen sollten in einem direkten Zugriff auf Originaldaten, einer guten Bildschirmkartographie, der Skalierbarkeit des Systems, dem Verzicht auf ein Plug-In und in der Erfüllung verschiedener OGC-Spezifikationen für verteilten Datenzugriff und Katalogdiensten bestehen. Diesen Anforderungen kann sowohl von kommerziellen Produkten als von Freeware - Produkten entsprochen werden. Die Untersuchung hat gezeigt, dass frei erhältliche Open Source Lösungen wie z.B. der

UMN Mapserver sich als kostengünstiger erweisen wenn - wie bei Kompensationsflächenkatastern wahrscheinlich - die Änderungsfrequenz der Konfiguration gering ist.

#### Fallstudie

Bei der Auswahl der Fallstudie wird auf einen weitgehend repräsentativen Fall zurückgegriffen. Dies ermöglicht die Übertragbarkeit von gewonnenen Erkenntnissen für die Fragestellung dieser Arbeit. Die vorgestellte Systemarchitektur der Stadt Tettngang basiert sowohl auf vorhandener Standardsoftware als auch auf frei verfügbaren Open Source Komponenten. Die Datenhaltung der Geometrien wird von ArcView 3.2 übernommen, die sensiblen Sachdaten werden in Access geführt, der UMN Mapserver ist für die Verteilung der Informationen zuständig. Alle drei Komponenten greifen dabei auf dieselben Datenbasen zu. Damit sind Fehlerquellen die durch redundante Datenhaltung verursacht werden ausgeschlossen. Die auf drei Softwarekomponenten basierende Architektur ist einfach, überschaubar, performant und relativ einfach nachvollziehbar, was dem Administrator bei der Verwaltung und Führung des Katasters entgegenkommt. In funktionaler Hinsicht müssen bei ArcView Abstriche gemacht werden, da die Sicherung der Datenkonsistenz, verteilter Datenzugriff und Interoperabilität nicht möglich ist. Die Eigenentwicklung der Datenbankanwendung verursacht Kosten. Diese werden sich jedoch durch die bessere Anpassung an die individuellen Bedürfnisse langfristig amortisieren. Hinsichtlich der Kostenaspekte ist festzuhalten, dass auf der Basis von Standardsoftware und Freeware die Konzeption einer beispielhaften Low-Cost-Lösung gelungen ist. Die Übertragbarkeit der Lösung auf andere Kataster ist gegeben. Prinzipiell können die Einzelkomponenten eines jeglichen Herstellers von Standardprodukten, gleiche oder ähnliche Leistungsfähigkeit vorausgesetzt, eingesetzt werden.

#### Schlussfolgerungen und Ausblick

In dieser Arbeit wurden allgemeine Anforderungen an Flächenpool- und Ökokontokonzepte formuliert und erstmalig für die Verwendung im Rahmen eines GIS-gestützten Kompensationsflächenkatasters operationalisiert. Im Ergebnis wurden inhaltliche und funktionale Mindestanforderungen erarbeitet und schließlich eine geeignete, auf den Komponenten GIS, Datenbank und Mapserver basierende Systemarchitektur empfohlen. Anhand einer Fallstudie für die Stadt Tettngang wurde der Nachweis der Realisierbarkeit der vorgeschlagenen Architektur geführt und erprobt.

Es wurde aufgezeigt, dass die Verwendung von Standardsoftware in Kombination mit frei erhältlichen Open Source Produkten die beschriebenen Anforderungen erfüllt und dadurch funktionale und wirtschaftliche Vorteile entstehen. Die Zielsetzung der Entwicklung einer Low-Cost-Architektur kann vor diesem Hintergrund als erreicht bezeichnet werden. Nach der Analyse spricht einiges dafür, dass sich bei Kompensationsflächenkatastern eine Architektur auf Basis von Standardsoftware und frei erhältlichen Open Source Produkten als langfristig kostengünstiger erweist. In einer zu empfehlenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten aber den Einrichtungskosten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Der prinzipielle Kostenvorteil von Open Source Lösungen wird jedoch als offene Frage erachtet und könnte daher Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Die Arbeit verdeutlichte zudem, dass für Kompensationsflächenkataster wünschenswerte Eigenschaften des Systems im Low-Cost-Bereich nicht ohne Weiteres zu realisieren sind. Dazu gehört die Konformität mit OGC-Spezifikationen, die Interoperabilität herstellen und den Zugriff auf verteilte Datenbasen ermöglichen. Für die erprobte Architektur kann festgehalten werden, dass einzelne Komponenten an sich, wie der Mapserver, einen sinnvollen Zugriff und Interoperabilität erreichen könnten. Die volle Übertragung dieser Fähigkeiten auf das gesamte System nach momentanem Stand bei günstigeren Desktop GIS Produkten jedoch nicht möglich ist. Es wird daher empfohlen, die weitere Entwicklung auf diesem Bereich abzuwarten und die gewünschten Eigenschaften wie Interoperabilität und verteilte Datenzugriffe mittelfristig durch geeignete Produktauswahl sicherzustellen.

## 7. Literaturverzeichnis

ASCHE, H. (2001): Kartographische Informationsverarbeitung in Datennetzen – Prinzipien, Produkte, Perspektiven. In: Herrmann, C., H. Asche (Hrsg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg, S.18-31.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (StMLU) (Hrsg. 1999): Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft – Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. München, 33 S.

BEHR, F.-J. (2000): Strategisches GIS-Management, Grundlagen, Systemeinführung und Betrieb. Wichmann Verlag, Heidelberg, 395 S.

BILL, R., ZEHNER, M. (2001): Lexikon der Geoinformatik. Wichmann Verlag, Heidelberg, 312 S.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (Hrsg. 2002): Interkommunales Kompensationsflächenmanagement. Angewandte Landschaftsökologie, Heft 49. Bonn. 329 S.

BUND DEUTSCHER LANDSCHAFTSARCHITEKTEN (BDLA) (Hrsg. 1999): Flächenpool und Ökokonto – Chancen für umwelt- und kostenbewusste Kommunen. Berlin, 20 S.

BREUER, W. (2001): Ökokonto - Chance oder Gefahr? Naturschutz und Landschaftsplanung 4/2001, S.113-117

BRUNS, E., HERBERG, A., KÖPPEL, J. (2001): Typisierung und kritische Würdigung von Flächenpools und Ökokonten. UVP-Report 1/2001, S. 9-14

BUHMANN, E., WIESEL, J. (2002): GIS-Report, Software Daten Firmen. Harzer Verlag, Karlsruhe, 388 S.

CONRAD, A., KIAS, U., SCHEGK, I. (1999): ArcSess – ein Werkzeug zur GIS-gestützten Bewertung von Biotop- und Nutzungstypen bei Eingriffs- und Ausgleichsregelungen. Aus: Strobl, J.; Blaschke, T. (Hrsg.): Beiträge zum Agit-Symposium. Wichmann Verlag, Heidelberg 1999, 575 S.

EVERS, H., KASTIES, G. (HRSG. 1998): Kompendium der Verkehrstelematik Technologien - Applikationen - Perspektiven Grundwerk / inkl. 4. Erg. 1999. TÜV Verlag, Köln.

FISCHER, T. (2002): UMN Mapserver Handbuch und Referenz. MapMedia J. Thomsen und D. Geschwandter GbR, Berlin, 153 S.

GROLIG, B., SCHENK, A., WALDIK, D. (2001): Stand und Tendenzen zur Visualisierung von Geoinformationen im WWW. In: Herrmann, C., H. Asche (Hrsg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Wichmann Verlag, Heidelberg, S.46-68.

JESCHKEIT, S. (2002): „GIS ab Größe S“, Kommunalumfrage zu Thema Geoinformation und GIS. GeoBIT 7/2002.

KÖPPEL, J., FEICKERT, U., SPANDAU, L., STRABER, H. (1998): Praxis der Eingriffsregelung: Schaden an Natur und Landschaft? Ulmer, Stuttgart, 400 S.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LFU) (Hrsg. 2000): Naturschutz – Praxis, Eingriffsregelung 3: Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Karlsruhe, 117 S.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LFU) (Hrsg. 1997): Leitfaden für die Eingriffs- und Ausgleichsbewertung bei Abbauvorhaben. Karlsruhe, 32 S.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LFU) (Hrsg. 2002): Handbuch, Eingriffs- und Ausgleichsflächenkataster in Baden-Württemberg. Karlsruhe, 35 S.

LANDRATSAMT BODENSEEKREIS (Hrsg. 2000): Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung – Bewertungssystem Bodenseekreis. Friedrichshafen, 25 S.

LANDRATSAMT RAVENSBURG, AMT FÜR BODEN UND NATURSCHUTZ (Hrsg. 2000): Ökokonto – Sparbuch Vertrag Stand 18.5.2000. 48 S.

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ (Hrsg. 2000): Das Ökokonto in der Gemeinde - Beispiele aus der Planungspraxis. Mainz, 23 S.

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg. 1994): Naturschutzfachliche Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Informationsdienst Naturschutz 1/94, 60 S.

OLES, B. (2001): Ökopunkt ist nicht gleich Ökopunkt - Ergebnisse eines quantitativen Vergleichs von Biotopwertverfahren. Naturschutz und Landschaftsplanung 7/2001, S.213-217.

PRÖBSTL, U., PIHUSCH, T. (1999): Praktische Anwendung des Ökokontos in Bayern – Modellhafte Anwendung von GIS am Beispiel der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Aus: Strobl, J., Blaschke, T. (Hrsg.): Beiträge zum Agit-Symposium. Wichmann Verlag, Heidelberg 1999, 575 S.

PRÖBSTL, U. (2001): Ökokonto – Erwartungen, Erfahrungen, Defizite. Garten und Landschaft 1/2001, S.25-28.

SCHILDWÄCHTER, R., JERGENS, (1999a): Landschaftspflegerisches Flächenmanagement. Aus: Strobl, J.; Blaschke, T. (Hrsg.): Beiträge zum Agit-Symposium. Wichmann Verlag, Heidelberg 1999, S. 470- 481.

SCHILDWÄCHTER, R.; JERGENS, (1999b): Ökokontierung, Ausgleichsflächenkataster und Planspiel – Umsetzung mit GemGIS. Aus: Strobl, J.; Blaschke, T. (Hrsg.): Beiträge zum Agit-Symposium. Wichmann Verlag, Heidelberg 1999, S. 280- 289.

SCHRÖDER, H. (2002): Apache Webserver 1.3 für Linux/Windows – Administration. Herdt-Verlag, Nackenheim, 185 S.

STORCH, H. (1999): „WebGIS“ oder „WWW-Mapping“? Die Grenzen von WWW-Strategien für den öffentlichen Zugang zu raumbezogenen Umweltinformationen. Aus: Strobl, J., Blaschke, T. (Hrsg.): Beiträge zum Agit-Symposium. Wichmann Verlag, Heidelberg 1999, S. 510-521.

STROBL, J. (2001): Online GIS – das WWW als GIS-Plattform In: Herrmann, C., H. Asche (Hrsg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg, S.18-31.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (UWMBW) (Hrsg. 1993-1996): Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Methodik der Eingriffsregelung I-III. Stuttgart, 349 S.

WILKE, T. (2001): Naturschutzfachliche Anforderungen an die Bevorratung von Flächen und Maßnahmen im Rahmen der Eingriffsregelung. UVP-Report 1/2001, 5-8.

ZEHNDER, C.A. (1998): Informationssysteme und Datenbanken. B. G. Teubner, Stuttgart, 335 S.

## 8. URL-Verzeichnis

Quellen aus dem Internet:

Esri: ArcIMS 4.x (2003b)

<http://www.esri-germany.de/products/arcims/index.html> (2003-06-20)

Esri, Arc-Scripts: Access Link von Keith Jack (2003)

<http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=10317> (2003-03-31)

Digiterra Systemhaus: Digiterra Ökokonto (2002)

<http://www.oekokonto-bw.de> (2002-11-08)

DM Solutions Group: Open Web Tools (2003)

<http://www2.dmsolutions.ca/webtools/> (2003-01-09)

DM Solutions Group: Open Source WebMapping with UMN Mapserver (2002):

[http://www.mapserver.ch/english/pdf/OSS\\_MapServer.pdf](http://www.mapserver.ch/english/pdf/OSS_MapServer.pdf) (2003-04-28)

FreeGIS – Projekt: Homepage (2003)

<http://www.freegis.org/index.en.html> (2003-04-01)

GDAL - Geospatial Data Abstraction Library (2003)

<http://www.remotesensing.org/gdal/> (2003-01-20)

Gemeinde Morsbach: Gemeindeauskunftssystem Morsbach (2002).

<http://www.gis-morsbach.de/website/gis-morsbach/> (2003-01-12)

Gesellschaft für Geographische Datenverarbeitung (2002)

<http://www.gdv.com> (2002-11-02)

GISplus GmbH: Softwarelösung für Ökokontoführung (2003)

<http://www.oekokontoplus.de> (2003-01-10)

GIS - Preis 2002: Beitrag zum Ökokonto (2002)

[http://www.rudeshof.de/oekokonto/kontakt/kontakt\\_start.htm](http://www.rudeshof.de/oekokonto/kontakt/kontakt_start.htm) (2002-12-08)

GRASS: GRASS GIS Home Page (2003)

<http://grass.itc.it/index.html> (2003-04-18)

Institut für Landschaftspflege und Naturschutz (iln), (2003)

<http://www.laum.uni-hannover.de/iln/> (2003-01-16)

ITC Division of Geoinformatics, Cartography and Visualisation: Web cartography (2003):

<http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webbook/index1.htm> (2002-03-17)

Manifold GIS System (2003)

[http://www.manifold.net/products/mcfd50pro/mfd50pro\\_home.html](http://www.manifold.net/products/mcfd50pro/mfd50pro_home.html) (2002-04-18)

MySQL: Open Source Management Datenbanksystem Homepage (2003)

<http://www.mysql.com> (2003 – 05 –28)

Fa. Synergis: GemGIS Ökokonto und Ausgleichsflächen (2002)

<http://www2synergis.de/home/Produktehs/GemGIS/oekokonto.html> (2002-11-08)

Open Gis Consortium (OGC): Glossary (2003)

<http://ogc.opengis.org/cgi-bin/displayGlossary.pl> (2003-01-31)

Open Gis Consortium (OGC): Web Map Service Implementation Specification (2003b)

<http://www.opengis.org/techno/implementation.htm> (2003-06-23)

Open Gis Consortium (OGC): Catalog Services Implementation Specification (2003c)

<http://www.opengis.org/techno/implementation.htm> (2003-06-23)

Oracle Corporation: Oracle Spatial (2003)

<http://www.oracle.com/databse/options/spatial/index.html> (2003-02-22)

University of Minnesota: Mapserver Homepage (2003).

<http://mapserver.gis.umn.edu/> (2003-03-17)

PostgreSQL: Homepage frei verfügbares RDBMS (2003)

<http://www.postgresql.org/> (2003-05-29)

Universität Hannover, Diplomarbeit Robert Schmitz-Hübsch: Präsentation und Analyse von Geodaten im Internet (2001)


[http://www.ipi.uni-hannover.de/html/lehre/diplomarbeiten/2001/schmitz-huebsch/Diplomarbeit\\_rsh.pdf](http://www.ipi.uni-hannover.de/html/lehre/diplomarbeiten/2001/schmitz-huebsch/Diplomarbeit_rsh.pdf) (2003-04-28)

Zeeb Ökologie- und Umweltplanung: Ökokontotool (2002)

<http://www.zeep-up.de> (2002-11-08)

## 9. Anhang

### 9.1 Access Formular



**T E T T N A N G**

Erhebungsbogen Flächenpool und Ökokonto

<b>1. Laufende Nr. der Maßnahme</b>	<input type="text" value="1"/>
<b>2. Lage der Ausgleichsfläche</b>	
2.1 Gemeinde / Stadt	<input type="text" value="Tettanang"/>
2.2 Gemarkung	<input type="text" value="Tettanang"/>
2.3 Lage / Bezeichnung	<input type="text" value="Feuchtaebiet nördlich Breitenrainbach"/>
2.4 Flurstück Nr.	<input type="text" value="328"/>
2.5 Fläche in m <sup>2</sup>	<input type="text" value="6299"/>
2.6 Naturraum	<input type="text" value="Schussenbeckenterrasse Ost"/>
<b>3. Ausgleichsmaßnahme (Beschreibung)</b>	
3.1 Bestand Biotop-Nr. Bezeichnung	<input type="text" value="6.910"/> <input type="text" value="Intensivgrünland"/>
3.2 Hinweise zum Zustand	<input type="text" value="Keine Angabe"/>
3.3 Biotopbeschreibung	<input type="text"/>
3.4 Biotopwert Bodenseemodell	<input type="text" value="21"/>
3.5 Biotopwertpunkte	<input type="text" value="132279"/>
3.6 Kurzbeschreibung Ausgleichsmaßnahme	<input type="text" value="Neuanlage: Abschieben Oberboden,&lt;br/&gt;Aufbringung von Mahdgut artenreicher&lt;br/&gt;Wiesen vergleichbarer Standorte"/>
3.7 Priorität der Maßnahme	<input type="text" value="Hohe Priorität"/>
3.8 Entwicklungsziel	<input type="text" value="6.14"/> <input type="text" value="Pfeifengras-Streuwiese"/>



**T E T T I N G****Erhebungsbogen Flächenpool und Ökokonto****Ausbuchung (Mehrfertigung zur Kenntnis an das Landratsamt Bodenseekreis)**

5.3 Bezeichnung des Verfahrens, indem die Ausgleichsmaßnahme (ggf. Teilfläche) Verwendung findet.

5.4 Biotopwert zum Zeitpunkt der Verwendung

5.5 Biotopwertpunkte zum Zeitpunkt der Verwendung

5.6 Biotopwertzuwachs

5.7 Datum der Ausbuchung

5.8 Zahl der ausgebuchten Wertpunkte

5.9 Restpunkte

Datum	Unterschrift Gemeinde

Aktuelles Formu  
drucken

Datensatz speich

## 9.2 Feldbeschreibungen Datenbank

### 00\_Bodenseemodell

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldgröße	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*biotyp_bsk	Primärschlüssel. Eindeutige Biotoptypennummer.	Text	6	ja	Referenzielle Integrität
Biotoptypen	Bezeichnung der Biotoptypen gemäß Bewertungsmodell Bodenseekreis.	Text	180	nein	
Punkt_Neu	Punkte für die Neuanlage dieses Biotoptyps gemäß Bewertungsmodell Bodenseekreis.	Zahl	integer	nein	
PunktVEnt	Punkte für die Anrechnung dieses Biotoptyps wenn dieser voll entwickelt ist.	Zahl	integer	nein	
Zins	Verzinsungszeitraum. Der Zeitraum, der für die volle Entwicklung des jeweiligen Biotoptyps notwendig ist.	Zahl	integer	nein	
LFU_1	Zuordnung des Biotoptyps aus dem Bewertungsmodell Bodenseekreis zu dem Biotopschlüssel der LfU.	Text	5	nein	
LFU_2	Zuordnung des Biotoptyps aus dem Bewertungsmodell Bodenseekreis zu dem Biotopschlüssel der LfU.	Text	5	nein	
LFU_3	Zuordnung des Biotoptyps aus dem Bewertungsmodell Bodenseekreis zu dem Biotopschlüssel der LfU.	Text	5	nein	

### 01\_Flächenpool

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*F_id	Primärschlüssel. Eindeutige Flächennummer.	Zahl	Integer	ja	
ort_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02 Ortsbezeichnung.	Text	6	nein	Referenzielle Integrität
pr_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Priorität.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
mass_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Maßnahme.	Text	2	nein	Referenzielle Integrität
FLST_NR	Flurstücksnummer.	Text	10	nein	Referenzielle Integrität
AREA	Flächengröße der Maßnahmenfläche in m <sup>2</sup> .	Zahl	Long Integer	nein	
Biotyp_BSK	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 00_Bodenseemodell.	Text	6	ja	Referenzielle Integrität
GepL_BSK	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 00_Bodenseemodell.	Text	6	ja	Referenzielle Integrität
ST_ID	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Stadt.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
Nat_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Naturraum.	Text	5	nein	Referenzielle Integrität

Gmk_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Gemarkung.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
ZUST_ID	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Zustand.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
BES_WERT	Individuell festzulegender Bestandwert nach Bodenseemodell.	Zahl	Integer	nein	
GEPL_WERT	Individuell festzulegender Wert des Zielbiotops nach Bodenseemodell.	Zahl	Integer	nein	
ZINS	Verzinsungszeitraum nach dessen Ablauf der Wert des voll entwickelten Biotops in Anrechnung gebracht werden kann.	Zahl	Integer	nein	
stat_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Flächenstatus.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
bio_besch	Ausführliche Beschreibung des Ausgangszustandes.	Memo		nein	
mass_besch_2	Ausführliche Maßnahmenbeschreibung.	Memo		nein	
schutzgut	Nennung der Schutzgüter für denen diese Ausgleichsmaßnahme zugute kommen kann.	Text	50	nein	
plan_id	Fremdschlüssel, referenziert Tabelle 02_Planungen.	Text	1	nein	Referenzielle Integrität
recht_sich	Rechtliche Sicherung dieser Maßnahmenfläche.	Text	50	nein	
ausf_durch	Name und Information wer die Maßnahme ausführt.	Text	50	nein	
pfleg	Art der Pflegemaßnahme die in den Folgejahren durchzuführen sind.	Text	50	nein	
pfleg_durch	Name und Information wer die Maßnahme ausführt.	Text	50	nein	
anmerk	Raum für Anmerkungen.	Text	50	nein	
dat_einbuch	Datum der Einbuchung der Maßnahme.	Datum	Datum kurz	nein	Gültigkeitsregel: > 1.1.2000
verf_bez	Bezeichnung des Verfahrens für das die Maßnahme in Anspruch genommen wird.	Text	50	nein	
ausb_dat	Datum der Ausbuchung.	Datum	Datum kurz	nein	Gültigkeitsregel: > 1.1.2000
ausb_pkt	Anzahl der ausgebuchten Biotopwertpunkte.	Zahl	Long Integer	nein	
id	Anmerkung „id“ ist der Fremdschlüssel zur Kopplung mit dem GIS. Da diese in der vorliegenden Lösung nur Textwerte akzeptiert konnte der Primärschlüssel der Tabelle Flächenpool nicht verwendet werden.	Text	4	ja	

**02\_Flächenstatus**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*stat_id	Primärschlüssel.	Text	1	ja	Referenzielle Integrität
stat_bez	Bezeichnung des Flächenstatus. Wertebereich: Eignungsfläche, Eingebucht, Ausgebucht.	Text	20	nein	

**02\_Gemarkung**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*gmk_id	Primärschlüssel	Text	1	ja	Referenzielle Integrität
gmk_name	Gemarkungsname				

**02\_Maßnahmen**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*mass_id	Primärschlüssel	Text	2	ja	Referenzielle Integrität
mass_beschr	Kurzbeschreibung der Maßnahme	Text	130	nein	

**02\_Naturraum**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*nat_id	Primärschlüssel	Text	5	ja	Referenzielle Integrität
nat_bez	Name der naturräumlichen Untereinheit	Text	40	nein	

**02\_Ortsbezeichnung**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*ort_id	Primärschlüssel	Text	6	ja	Referenzielle Integrität
ort_bez	Ortsbezeichnung	Text	40	nein	

**02\_Planungen**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*plan_id	Primärschlüssel	Text	1	ja	Referenzielle Integrität
plan_art	Benennung von übergeordneten Planungen falls zutreffend (z.B. Landschaftsplan, Biotopvernetzung).	Text	75	nein	

**02\_Priorität**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*pr_id	Primärschlüssel	Text	1	ja	Referenzielle Integrität
pr_bez	Priorität der Maßnahmen	Text	30	nein	

**02\_Stadt**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*st_id	Primärschlüssel	Text	1	ja	Referenzielle Integrität
st_bez	Name der Stadt oder Gemeinde	Text	10	nein	

**02\_Zustand**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*zust_id	Primärschlüssel	Text	2	ja	Referenzielle Integrität
zust_kurz	Kurzbezeichnung des Zustandes	Text	4		
zust_art	Beschreibung des Zustandes	Text	50		

**02\_Pflege**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
*zust_id	Primärschlüssel				Referenzielle Integrität
zust_kurz	Kurzbezeichnung des Zustandes				
zust_art	Beschreibung des Zustandes				

**Funktionsfelder von Hauptabfrage**

Feldname	Feldbeschreibung / Bemerkung	Feldtyp	Feldbreite	Indizierung	Integritätsbestimmungen
bes_pkt	Biotopwertpunkte des Ausgangszustandes. Errechnet aus dem Produkt (BES_WERT * AREA).	Zahl	Long Integer	nein	
gepl_pkt	Biotopwertpunkte bei Einbuchung der Maßnahme. Errechnet aus dem Produkt (GEPL_WERT * AREA)	Zahl	Long Integer	nein	
zuwachs_pkte	Wertzuwachs nach Durchführung der Maßnahme. Errechnet aus der Differenz (gepl_pkt - bes_pkt).	Zahl	Long Integer	nein	
ausb_rest	Anzahl der nicht in Anspruch genommenen Punkte Errechnet aus der Differenz von (zuwachs_pkte - ausb_pkt).	Zahl	Long Integer	nein	

### 9.3 Mapfile

Das Mapfile stellt die zentrale Steuerungsdatei für die Ausgabe der Informationen über den Mapserver dar und ist daher im Folgenden dokumentiert:

```
#
# Start of Map File
#
NAME Tettngang
STATUS ON
SIZE 400 400
EXTENT 3540541 5273744 3552940 5285965
UNITS METERS
SHAPEPATH "c:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Daten\data\"
TRANSPARENT OFF
IMAGECOLOR 255 255 255
FONTSET "C:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Web\Client\allgemein\symbols\font.list"
SYMBOLSET "C:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Web\Client\allgemein\symbols\symbol.list"
IMAGETYPE PNG

#
# Start of web interface definition - Definiert das Verhalten des Mapservers nach außen
#
WEB
  TEMPLATE "c:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Web\Client\allgemein\html\form.html"
  MINSCALE 500
  MAXSCALE 1550000
  IMAGEPATH "c:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Web\Client\tmp\"
  IMAGEURL "http://localhost/fpool/tmp/"
  LOG "rlp.log"
  EMPTY "http://localhost/fpool/bereich/rlp/themen/noFeature.html"
  ERROR "http://localhost/fpool/rlp/start.html"
END

QUERYMAP
  SIZE 300 200
  STATUS ON
  STYLE hilite
  COLOR 255 0 0
END

#
# Start of reference map
#
REFERENCE
  IMAGE "c:\Daten\Jens\UNIGIS\Master_thesis\fpool\Web\Client\allgemein\graphics\ref_map.jpg"
  EXTENT 3540368 5273498 3552722 5285851
  SIZE 100 100
  STATUS ON
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 255 0 0
END

#
# Start of legend
#
LEGEND
  KEYSIZE 25 12
  IMAGECOLOR 233 232 200
  OUTLINECOLOR 255 255 255
  KEYSPPACING 5 5
  TRANSPARENT on
  POSITION ul
  TEMPLATE "legend.html"
  LABEL
    TYPE truetype
    FONT arial
    SIZE 8
    COLOR 0 51 102
    ANTIALIAS true
  END
STATUS on
END
```

```

#
# Start of scalebar
#
SCALEBAR
IMAGECOLOR 255 255 255
BACKGROUNDCOLOR 0 0 0
LABEL
  COLOR 0 0 0
  SIZE tiny
END
STYLE 0
SIZE 200 2
COLOR 212 208 200
UNITS KILOMETERS
INTERVALS 4
TRANSPARENT off
STATUS ON
END

#
# Start of layer definitions
#
LAYER
NAME "Orthofoto"
TYPE RASTER
STATUS ON
TILEINDEX "Ortho_index"
TILEITEM "Location"
  METADATA
  LEGTITLE 'Orthofoto'
END

END

LAYER
NAME 'fpool'
DATA fpool
STATUS ON
TYPE Polygon
TRANSPARENCY 35
CLASSITEM 'Pr_bez'

CLASS
NAME ''
EXPRESSION /^9999xxx/
END

  CLASS
  NAME 'Hohe Priorität'
  EXPRESSION /^Hohe Priorität/
  COLOR 0 254 237
  OUTLINECOLOR 0 0 0
  END # CLASS

  CLASS
  NAME 'Mittlere Priorität'
  EXPRESSION /^Mittlere Priorität/
  COLOR 0 71 84
  OUTLINECOLOR 0 0 0
  END # CLASS

  CLASS
  NAME 'Sehr hohe Priorität'
  EXPRESSION /^Sehr hohe Priorität/
  COLOR 0 167 199
  OUTLINECOLOR 0
  END # CLASS

METADATA
LEGTITLE 'Flächenpool'
END

  HEADER "themen/fpool_header.html"
  FOOTER "themen/fpool_footer.html"
  TEMPLATE "themen/fpool.html"
END # END OF LAYERFILE

```

```

LAYER
NAME "Gemarkungsgrenze"
DATA gmk_tt_alk_1_clean
STATUS ON
TYPE Line
CLASSITEM 'Id'
CLASS
NAME "
EXPRESSION ../
SYMBOL gestrichelt
SIZE 3
COLOR 0 0 0
END # CLASS
METADATA
LEGITITLE 'Gemarkungsgrenze'
END
END

LAYER
NAME 'nsg'
DATA nsg
STATUS ON
TYPE Polygon
TRANSPARENCY 60
CLASSITEM 'Area'

CLASS
NAME ''
EXPRESSION /^9999xxx/
END

CLASS
NAME 'NSG'
COLOR 255 165 165
OUTLINECOLOR 0 0 0
END # CLASS
METADATA
LEGITITLE 'Naturschutzgebiete (NSG)'
END

END # END OF LAYERFILE

LAYER # START OF ANNOTATION LAYERFILE
NAME 'nsg'
DATA nsg
STATUS DEFAULT
REQUIRES '[nsg] == 1'
TYPE ANNOTATION
CLASSITEM 'Area'
LABELITEM 'Nsg_name'

CLASS
NAME "
EXPRESSION ../

LABEL
TYPE BITMAP
SIZE tiny
COLOR 0 0 0
BUFFER 2
BACKGROUNDCOLOR 205 205 205
BACKGROUNDSHADOWCOLOR 185 185 185
BACKGROUNDSHADOWSIZE 2 2
POSITION lr
PARTIALS TRUE
END
END # CLASS
END # END OF LAYERFILE

LAYER
NAME 'ALK'
GROUP 'alk'
DATA merge_alk
STATUS ON
TYPE Line
CLASSITEM 'Entity'

```

```
CLASS
  NAME 'Flurstücksgrenzen'
  EXPRESSION ./
  SYMBOL 0
  SIZE 1
  COLOR 0 0 0
END # CLASS
METADATA
  LEGTITLE 'Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)'
END
END # END OF LAYERFILE
```

```
LAYER # START OF ANNOTATION LAYERFILE
NAME 'Merge_alk_txt.shp'
GROUP 'alk'
DATA merge_alk_txt
STATUS DEFAULT
REQUIRES '[Merge_alk_txt.shp] == 1'
TYPE ANNOTATION
MAXSCALE 5000
MINSSCALE 100
CLASSITEM 'Entity'
LABELITEM 'Text'
CLASS
  NAME 'Merge_alk_txt.shp'
  EXPRESSION ./
  LABEL
  TYPE BITMAP
  SIZE tiny
  COLOR 0 0 0
  BUFFER 0
  POSITION cc
  PARTIALS TRUE
END
END # CLASS
END # END OF LAYERFILE
```

```
LAYER
NAME 'b24a'
GROUP 'b24a'
DATA b24a
STATUS ON
TYPE Polygon
CLASSITEM 'Nr'

CLASS
  NAME ''
  OUTLINECOLOR 255 210 51
END # CLASS
METADATA
  LEGTITLE '§24a Biotope'
END
END # END OF LAYERFILE
```

```
END # Map File
```