



Master Thesis

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

zum Thema

„Open Source-GIS in der Kommunalverwaltung“

vorgelegt von

Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Inform. (FH) Roland Krüger
u1140, UNIGIS MSc Jahrgang 2004

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

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

Berlin, 30.06.2006

Erklärung der eigenständigen Abfassung der Arbeit

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

Berlin, 30.06.2006

.....
Roland Krüger

Zusammenfassung

Die Verwaltung der Landkreises Ostprignitz-Ruppin kooperiert mit den kreisangehörigen Gemeinden beim Aufbau eines kreisweiten Geografischen Informationssystems (GIS). Ein Gutachten, das von einem externen Beratungsunternehmen erstellt worden ist, trifft Aussagen zum Aufbau, zur Struktur und zum Inhalt des GIS. Es werden Datenhaltungskomponenten auf der Grundlage von Datenbanken, die Vernetzungen mehrerer Standorte, Auskunftsarbeitsplätze auf Web-Technologien und GIS-Vollarbeitsplätze vorgeschlagen. Der Einsatz bestimmter Softwareprodukte wird nicht vorgeschlagen.

Als „User-Frontend“ können unterschiedlichste Produkte eingesetzt werden. Die Auswahl eines Softwareprodukts fällt bei der unübersichtlichen Vielfalt schwer. Auch die Open Source Entwicklergemeinschaft stellt diverse Lösungen zur Verfügung. Es werden vier Open Source Softwareprodukte ausgewählt und untersucht. Aus Gründen der Interoperabilität wird auf die Unterstützung von Standards und OGC-konformen Web Services geachtet.

Die Nutzwertanalyse wird als Untersuchungsmethode eingesetzt. Sie ist transparent und die Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung ist garantiert. Es können weiche Entscheidungskriterien berücksichtigt werden, die schwer in absoluten Zahlen auszudrücken sind.

Abstract

The administration of the district Ostprignitz Ruppin cooperates with the communities belonging to the district in building up a district-wide geographical information system (GIS). An expertise provided by an external consulting firm gives statements about configuration, structure and contents of the GIS. Databases, crosslinkings of several locations, web map clients and Full-GIS are suggested. The application of certain software products is not suggested.

As "User-Frontend" several different products can be used. Because of the complex variety the selection of a software product is difficult. Various solutions are also provided by the open source community. Four open source software products will be selected and examined. For reasons of interoperability attention is paid to support standards and OGC conformal Web Services.

Because of its transparency the utility analysis is used as research method guaranteeing that decision-making is clearly comprehensible. Nevertheless soft decision criteria which is hard to be expressed in absolute figures can be integrated.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungen	VII
1 Einleitung	1
1.1 Potenziale nutzen.....	1
1.1.1 Geodateninfrastrukturen.....	1
1.1.2 Desktop-GIS und offene Standards.....	2
1.1.3 Open Source in der Kommune	2
1.2 Ergebnisse.....	2
1.3 Zielgruppe.....	3
1.4 Forschungsmethoden	3
1.5 Struktur der Master Thesis.....	3
2 Ausgangssituation	5
2.1 Vereinbarung zwischen den Kommunalverwaltungen	5
2.2 ArcGIS als Basistechnologie	6
2.3 Allgemeine IT-Infrastruktur	7
2.3.1 Kreisverwaltung	7
2.3.2 Amtsverwaltungen, amtsfreie Städte und amtsfreie Gemeinden.....	7
2.3.3 Zugriffswege der Kommunalverwaltungen.....	8
2.4 Nutzung der Geodatenbasis	8
2.5 Einsatz von Software	9
2.6 Welche GIS-(Client-)Software einsetzen?.....	9
3 Open Source Software, Freie Software	10
3.1 Warum Open Source Software im GI-Umfeld einer Kommune?.....	10
3.2 Begriffsdefinition und Begriffsabgrenzung.....	12
3.2.1 Freie Software	12
3.2.2 Open Source Software.....	12
3.2.3 Freeware.....	13
3.2.4 Probritäre Software	13
3.2.5 Kommerzielle Software.....	13
3.3 Zusammenfassung der Begriffsdefinition.....	14
4 Open Source Software, eine Nutzwertanalyse	15
4.1 Das Verfahren Nutzwertanalyse	15
4.1.1 Vorteile der Nutzwertanalyse.....	15
4.1.2 Nachteile der Nutzwertanalyse.....	16
4.1.3 Sensitivitätsanalyse	16

4.1.4	Warum wird die Nutzwertanalyse eingesetzt?	16
4.2	Nutzwertanalyse OSS/FS vs. kommerzielle Software.....	16
4.2.1	Argumente für OSS/FS	17
4.2.2	Argumente gegen OSS/FS.....	18
4.2.3	Zusammenfassung Argumente für/gegen OSS/FS	19
4.2.4	Festlegung der Beurteilungskriterien	20
4.2.5	Gewichtung der Kriterien	20
4.2.6	Zielerfüllungsskala	22
4.2.7	Nutzwerte berechnen.....	22
4.3	Analyse und Bewertung der Ergebnisse	24
5	Nutzwertanalyse, OSS/FS-GeoClients	26
5.1	Kriterienfestlegung	26
5.1.1	Datenzugriff, Datennutzung.....	26
5.1.2	Geodaten erzeugen/erfassen und bearbeiten	27
5.1.3	Geodaten analysieren, auswerten	28
5.1.4	Erzeugung von Geoinformationsprodukten	29
5.1.5	Usability	29
5.1.6	Nachhaltigkeit	30
5.1.7	Ausschlusskriterien	30
5.1.8	Zusammenfassung.....	31
5.2	Gewichtung der Kriterien	32
5.2.1	Kriteriumsgewichtung Hierarchie-Ebene 1	33
5.2.2	Kriteriumsgewichtung der Hierarchie-Ebene 2.....	34
5.2.3	Kriteriumsgewichtung der Hierarchie-Ebene 3.....	37
5.2.4	Zusammenfassung und Festlegung der Gewichtung.....	41
5.3	Zielerfüllungsskala	45
5.4	Auswahl von OSS/FS-Produkten	45
5.4.1	Vorstellung einiger OSS/FS GeoClients	45
5.4.2	Auswahl von OSS/FS-Produkten für die Durchführung der Nutzwertanalyse.....	48
5.5	Softwareuntersuchungen und Festlegung der Erfüllungsgrade	48
5.6	Berechnung der Nutzwerte	54
5.7	Darstellung der Ergebnisse.....	57
5.8	Sensitivitätsanalyse.....	61
5.8.1	Analyse Gewichtung	61
5.8.2	Analyse Zielerfüllungsskala.....	63
5.9	Fazit der Beurteilung	64

6 Zusammenfassung und Ausblick.....	66
Literatur.....	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Landkreis Ostprignitz-Ruppin im Bundesland Brandenburg.....	5
Abbildung 2: Struktur der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin	5
Abbildung 3: Der ArcIMS als Web-Oberfläche	7
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Zugriffswege auf die Geodaten	8
Abbildung 5: Open Source Software, Freie Software und Proprietäre Software.....	14
Abbildung 6: Stärken-Schwächen-Diagramm	24
Abbildung 7: Nutzwertdiagramm	24
Abbildung 8: Quantum-GIS.....	49
Abbildung 9: deeJUMP	50
Abbildung 10: uDig	51
Abbildung 11: gvSIG	51
Abbildung 12: Diagramm, Vergleich der Gesamtnutzwerte.....	57
Abbildung 13: Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 1	58
Abbildung 14: Datenzugriff, Datennutzung, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 2.....	58
Abbildung 15: Dateiformate, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 3	59
Abbildung 16: Dateiformate, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 3	59
Abbildung 17: Vektordaten, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 3.....	60
Abbildung 18: Vektordaten, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 3.....	60
Abbildung 19: Geodaten auswerten/analysieren, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 2.....	60
Abbildung 20: Geodaten auswerten/analysieren, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 2.....	61
Abbildung 21: Gesamtnutzwerte, nach Gewichtsänderung	62
Abbildung 22: Nutzwertdiagramm, Ebene 1, nach Gewichtsänderung	63
Abbildung 23: Gesamtnutzwerte, nach Änderung der Zielerfüllungsskala	64
Abbildung 24: Nutzwertdiagramm, Ebene 1, nach Änderung der Zielerfüllungsskala	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Argumente für und gegen OSS/FS in der öffentlichen Verwaltung	19
Tabelle 2: Freie Gewichtung der Kriterien	20
Tabelle 3: Gewichtung, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	21
Tabelle 4: Vergleich, frei Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	22
Tabelle 5: Zielerfüllungsskala, 5-stufig	22
Tabelle 6: Zielerfüllungsgrade der Alternativen, OSS/FS vs. kommerzielle Software	23
Tabelle 7: Berechnung der Nutzwerte.....	23
Tabelle 8: Kriterien, in einer Hierarchie strukturiert.....	32
Tabelle 9: Ausschlusskriterien	32
Tabelle 10: Freie Gewichtung der Kriterien, Hierarchieebene 1	33
Tabelle 11: Gewichtung Hierarchieebene 1, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	33
Tabelle 12: Ebene 1, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	33
Tabelle 13: Freie Gewichtung Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung	34
Tabelle 14: Gewichtung Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	34
Tabelle 15: Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	34
Tabelle 16: Freie Gewichtung Ebene 2, Daten erzeugen/erfassen.....	34
Tabelle 17: Freie Gewichtung Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren	35
Tabelle 18: Gewichtung Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	35
Tabelle 19: Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	36
Tabelle 20: Freie Gewichtung Ebene 2, Erzeugung von Geoinformationsprodukten.....	36
Tabelle 21: Freie Gewichtung Ebene 2, Usability	36
Tabelle 22: Gewichtung Ebene 2, Usability, Ermittlung durch paarweise Vergleiche.....	36
Tabelle 23: Ebene 2, Usability, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	37
Tabelle 24: Freie Gewichtung Ebene 2, Nachhaltigkeit	37
Tabelle 25: Gewichtung Ebene 2, Nachhaltigkeit, Ermittlung durch paarweise Vergleiche.....	37
Tabelle 26: Ebene 2, Nachhaltigkeit, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	37
Tabelle 27: Freie Gewichtung Ebene 3, Dateiformate.....	37
Tabelle 28: Gewichtung Ebene 3, Dateiformate, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	38
Tabelle 29: Ebene 3, Dateiformate, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	38
Tabelle 30: Freie Gewichtung Ebene 3, Datenbanken.....	38

Tabelle 31: Gewichtung Ebene 3, Datenbanken, Ermittlung durch paarweise Vergleiche	38
Tabelle 32: Ebene 3, Datenbanken, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	38
Tabelle 33: Freie Gewichtung Ebene 3, Geo Web Services	39
Tabelle 34: Freie Gewichtung Ebene 3, Vektordaten	39
Tabelle 35: Gewichtung Ebene 3, Vektordaten, Ermittlung durch paarweise Vergleiche.....	39
Tabelle 36: Ebene 3, Vektordaten, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	40
Tabelle 37: Freie Gewichtung Ebene 3, Rasterdaten	40
Tabelle 38: Gewichtung Ebene 3, Rasterdaten, Ermittlung durch paarweise Vergleiche.....	40
Tabelle 39: Ebene 3, Rasterdaten, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung	40
Tabelle 40: Freie Gewichtung Ebene 3, Karte erzeugen.....	40
Tabelle 41: Freie Gewichtung Ebene 3, Ausgabe erzeugen.....	41
Tabelle 42: Zusammenfassung der Gewichtsermittlung	44
Tabelle 43: Zielerfüllungsskala.....	45
Tabelle 44: Die Festgestellten Erfüllungsgrade	53
Tabelle 45: Berechnung der Nutzwerte.....	56
Tabelle 46: Gewichtsänderung für Sensitivitätsanalyse.....	62
Tabelle 47: Geänderte Zielerfüllungsskala für Sensitivitätsanalyse	63

Abkürzungen

API	Application Programming Interface
ArcSDE	Advanced Spatial Data Server, ein Server Software Produkt der Firma ESRI, um Geodaten in RDBMS zu speichern und zu verwalten. „ArcSDE ist ein GIS Gateway in die Datenbank und öffnet relationale Datenbanksysteme für raumbezogene Daten.“ (Quelle: http://www.esri-germany.de/)
ArcGIS	„ArcGIS ist der Name einer Produktfamilie von ideal aufeinander abgestimmten GIS Produkten und Entwicklungswerkzeugen.“ (Quelle: http://www.esri-germany.de/) Softwarehersteller ist die Firma ESRI.
ArcIMS	ArcIMS ist ein Softwareprodukt der Firma ESRI. Es können Geodaten in Form digitaler Karten oder interaktiver Anwendungen zentral aufbereiten werden und für andere Nutzer über das Internet zugänglich gemacht werden.
DSL	Digital Subscriber Line. Techniken, um Daten mit hoher Datenübertragungsrate über das Telefonnetz zu übertragen.
DXF	Drawing Interchange File Format
EPS	Encapsulated Postscript, Dateiformat in der Seitenbeschreibungssprache PostScript
ESRI	Environmental Systems Research Institute, einer der größten Softwarehersteller von Geoinformationssystemen.
FSF	Free Software Foundation, http://www.fsf.org/
GDI	Geodateninfrastruktur
GIF	Graphics Interchange Format, ein Grafikformat für Rasterbilder.
GIS	Geografisches Informationssystem oder Geoinformationssystem
GML	Geography Markup Language, ist ein Datenformat zum Austausch von Geodaten, GML beruht auf XML
GPL	General Public License, die am weitesten verbreitete und bekannteste Open Source Software Lizenz
GUI	Graphical User Interface

GeoTiff	GeoTIFF ist eine spezielle Erweiterung des Tiff-Dateiformats. In so genannten Metatags der Bilddatei werden zusätzliche Informationen zur Georeferenzierung eingebettet.
IDW	Inverse Distance Weighting
JPEG, JPG	Joint Photographic Experts Group, ein Bilddateiformat. Die Daten können verlustbehaftet oder verlustfreien komprimiert werden.
LGPL	Lesser General Public License
OGC	Open Geospatial Consortium
OSD	Open Source Definition
OSI	Open Source Initiative, http://www.opensource.org/
OSS/FS	Open Source Software / Freie Software
OWS	OGC Web Service
PDF	Portable Document Format, ein Dateiformat der Firma Adobe Systems für druckbare Dokumente
PNG	Portable Network Graphics, ein freies Grafikdateiformat für Rastergrafiken. Die Daten werden verlustfrei komprimiert.
Shape	Dateiformat für Geodaten der Firma ESRI. Es ist sehr weit verbreitet und hat sich zu einem Quasi-Standard entwickelt.
Tiff	Tagged Image File Format, ein Dateiformat zur Speicherung von Bilddaten.
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen
VPN	Virtual Private Network. Ein Computernetz, das zum Transport privater Daten ein öffentliches Netzwerk nutzt.
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WFS-T	Transactional Web Feature Service
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language, Standard zur Definition von beliebigen Auszeichnungssprachen, z.B. GML

1 Einleitung

Öffentliche Verwaltungen auf kommunaler Ebene verfügen über eine Vielzahl von Daten und Informationen, die für die tägliche Aufgabenerfüllung relevant sind. Ein Großteil der Daten verfügt über einen direkten oder indirekten räumlichen Bezug. Daten mit räumlichem Bezug werden als Geodaten bezeichnet. Beispiele für Geodaten sind Karten und Pläne.

Heute werden Geodaten digital erfasst, aktualisiert und genutzt. Durch heterogene Datenmodelle, Datenformate, monolithische Softwaresysteme, unterschiedliche Nutzungsbedingungen und fehlende Transparenz verfügbarer Geodaten wird die Geodatennutzung erheblich behindert. Das in Geodaten schlummernde Potenzial wird nicht ausgeschöpft.

1.1 Potenziale nutzen

1.1.1 Geodateninfrastrukturen

Geodateninfrastrukturen (GDI) sollen helfen die Hindernisse, die einer umfassenden Geodatennutzung entgegenstehen, zu überwinden. Geodateninfrastrukturen sollen:

- Transparenz schaffen (Wo sind welche Daten verfügbar?)
- die technische Infrastruktur zur Nutzung von Geodaten bereitstellen
“Zur technischen Infrastrukturen zählen Benutzerschnittstellen (Clients), GDI-Portale, Sicherheits- und Abrechnungskomponenten sowie ein Netzwerk, das die Komponenten verknüpft.“ [FORNEFELD et al. 2004]
- einheitlich anerkannte Standards verwenden (technisch und rechtlich)
- transparente rechtliche Regelungen bereitstellen (z.B. Nutzungsbedingungen)
- eine einfache, einheitliche und klare Preisgestaltung sicherstellen
- Interoperabilität ermöglichen (Kombination und Überlagerung von Geodaten aus mehreren Quellen)
- einen einfachen Zugangs zu Geodaten bereitstellen

Außerdem nennen [WILLIAMSON et al. 2003] u. a. folgende Vorteile von Geodateninfrastrukturen:

- Mehrfacherhebungen werden vermieden.
- Der Aufwand für den Datenzugriff wird verringert.
- Verbesserter Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Institutionen.

Geodateninfrastrukturen bestehen aus mehreren Komponenten. Die wichtigsten Komponenten sind:

- Datenhaltungskomponente, meist eine oder mehrere Datenbanken in denen die Geodaten gespeichert sind
- Geodatenserver, der die Geodaten aus der Datenbank über Web Services (Geo Web Services) zur Verfügung stellt
- Clients, die die Geo Web Services nutzen und die direkte Schnittstelle für den Benutzer darstellen

Geodateninfrastrukturen können mit kommerzieller, proprietärer, freier und/oder Open Source Software aufgebaut werden. Die Komponenten sollten über standardisierte Schnittstellen miteinander kommunizieren. Eine GDI kann damit aus einzelnen Komponenten der verschiedenen Hersteller zusammgebaut werden. So kann als Server ein kommerzielles Produkt eingesetzt werden. Als Client wird jedoch ein Open Source Produkt verwendet.

1.1.2 Desktop-GIS und offene Standards

Softwaresysteme, die weit verbreitete Datenmodelle und offene Datenformate unterstützen, sind ebenfalls hilfreich, die oben genannten Hindernisse (wenigstens teilweise) zu überbrücken. Desktop-GIS, die Shape- und Tiff-Formate verstehen, sind weit verbreitet und als kommerzielle sowie als Open Source Produkte verfügbar.

Der Benutzer und Anwender von Geodaten benötigt ein Frontend/Interface, das seine Bedürfnisse ausreichend befriedigt, ihn aber nicht mit unnötigem Ballast überfordert. Sehr umfangreiche und komplexe Software kann die Bedürfnisse des Anwenders genauso verfehlen, wie sehr einfache und leistungsschwache Software. Es gilt für die entsprechenden Ansprüche das richtige Maß zu finden.

1.1.3 Open Source in der Kommune

Ist der Einsatz von Open Source in einer Kommunalverwaltung sinnvoll? Es wird untersucht, ob Open Source grundsätzlich für den Einsatz in einer kommunalen Verwaltung geeignet ist. Anschließend wird speziell der Bereich Desktop-GIS und GeoClients im Open Source Bereich untersucht.

Welche Open Source Produkte sind verfügbar, die für die typischen Aufgaben einer Kommune relevant sind? Was sind die Stärken und was sind die Schwächen der Open Source Produkte?

Ist der Einsatz von Open Source im Allgemeinen grundsätzlich für eine Kommune zu empfehlen oder muss vom Open Source Einsatz abgeraten werden?

1.2 Ergebnisse

Der Anwender und Nutzer von Geodaten benötigt ein Frontend, um seine Aufgaben erfüllen zu können. Im Bereich Open Source Software sind viele Produkte verfügbar. Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Ist der Einsatz von Open Source Software in einer Kommunalverwaltung grundsätzlich zu empfehlen?
- Welche Open Source GeoClients/Desktop-GIS für kommunale Aufgabenerfüllungen sind verfügbar?
- Können bestimmte konkrete Open Source Softwareprodukte empfohlen werden?

1.3 Zielgruppe

Mitarbeiter, Vorgesetzte und Entscheidungsträger in öffentlichen Verwaltungen sind oftmals schlecht über aktuelle Entwicklungen informiert. Die Möglichkeiten, die bestimmte Techniken bieten sind nicht bekannt. Konzepte, Möglichkeiten und Chancen, die Open Source Software bietet, werden nicht wahrgenommen. Eine Untersuchung und Darstellung des Machbaren führt zu einer Bewusstseinsweiterung der Entscheidungsträger. Da Open Source meist leicht verfügbar ist können Mitarbeiter die Software problemlos testen und einsetzen. Umständliche Beschaffungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

1.4 Forschungsmethoden

Als Untersuchungsmethode wird die Nutzwertanalyse eingesetzt, weil vordringlich der Nutzen der unterschiedlichen Open Source Softwareprodukte analysiert werden soll. Die Nutzwertanalyse ist gut nachzuvollziehen und damit ein gut dokumentierendes Instrument.

Monetäre Aspekte werden nicht berücksichtigt, da nur sehr schwer konkrete und belegbare Ansatzpunkte gefunden werden können. Die Nachvollziehbarkeit der Analyse wäre nicht mehr gewährleistet. Außerdem sind verschiedene Kostenaspekte für eine Kommune entweder haushaltswirksam oder nicht haushaltswirksam. Die Haushaltswirksamkeit kann in den Kommunen sehr unterschiedlich sein.

In [RENNER et al. 2005] wird auf die Haushaltswirksamkeit beim Einsatz von Open Source innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft eingegangen.

1.5 Struktur der Master Thesis

Nach der Einleitung in Kapitel 1 wird in Kapitel 2 die allgemeine Situation im Landkreis Ostprignitz-Ruppin dargestellt. Die organisatorischen Strukturen, die technischen Rahmenbedingungen und die angestrebten Ziele des Landkreises Landkreis Ostprignitz-Ruppin im Bereich GIS werden erläutert. Am Ende des Kapitels 2 wird die Aufgabenstellung der Master Thesis definiert.

Die Konzepte und rechtlichen Bedingungen von Open Source Software und Freier Software werden in Kapitel 3 kommerzieller und probitärer Software gegenübergestellt.

Kapitel 4 führt für Open Source Software allgemein eine Nutzwertanalyse durch. Die Ergebnisse werden bewertet. Das Verfahren der Nutzwertanalyse wird erläutert.

Für Open Source Desktop-GIS/GeoClients im Speziellen wird in Kapitel 5 die Nutzwertanalyse durchgeführt. Es werden die Bewertungskriterien festgelegt und gewichtet. Anschließend werden einige Open Source Softwareprodukte ausgewählt und kurz erläutert. Die Nutzwertanalyse wird durchgeführt, dokumentiert und beurteilt.

In Kapitel 6 erfolgen eine Zusammenfassung der untersuchten Problemstellung sowie ein kleiner Ausblick.

2 Ausgangssituation

Der Landkreis Ostprignitz-Ruppin liegt im Nordwesten des Bundeslandes Brandenburg. Auf einer Fläche von 2.508 km² leben ca. 108.000 Einwohner. Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von 43 Einwohner/km².

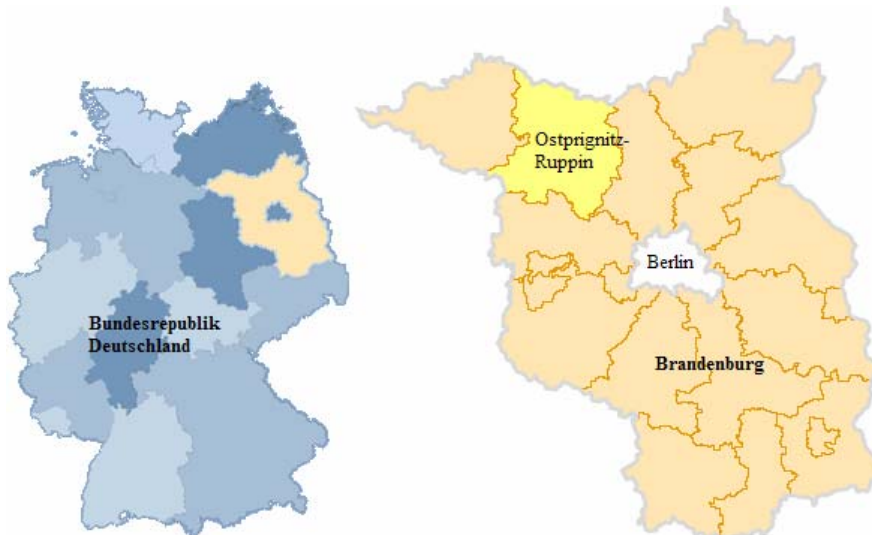


Abbildung 1: Der Landkreis Ostprignitz-Ruppin im Bundesland Brandenburg

Der Landkreis ist in drei Amtsverwaltungen, vier amtsfreie Städte und drei amtsfreie Gemeinden gegliedert. Zusammen mit der Kreisverwaltung sind das 11 Verwaltungen auf kommunaler Ebene, die im Folgenden zusammen als *Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin* bezeichnet werden.



Abbildung 2: Struktur der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin

2.1 Vereinbarung zwischen den Kommunalverwaltungen

Die Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin haben eine öffentlich-rechtliche Vereinbarung geschlossen. Ziel der Vereinbarung sind der Aufbau eines Geographischen Informationssystems sowie die gemeinsame Bereitstellung und Nutzung von Geodaten. Die vertraglichen und rechtlichen Bedingungen, wie Nutzungsbedingungen, Datenschutz und Finanzierung sind vereinbart und für alle Beteiligten transparent.

Die Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin haben durch ein externes Beratungsunternehmen ein Gutachten zur Einführung eines Geographischen Informationssystems erstellen lassen. Das Gutachten [FEDERAS 2004] trägt den Titel „Erstellung eines Systemkonzeptes zur Einführung eines Geographisches Informationssystem

für den Landkreis Ostprignitz-Ruppin¹. Es werden konzeptionelle Aussagen zum Aufbau, zur Struktur und zum Inhalt eines kreisweiten Geographischen Informationssystems getroffen. Eine zentrale Datenhaltungskomponente auf der Grundlage von Datenbanken, die Vernetzungen mehrerer Standorte, Auskunftsarbeitsplätze auf Basis von Web-Technologien und GIS-Vollarbeitsplätze werden vorgeschlagen. Der Einsatz von OGC¹-konformen Web Services wird empfohlen.

Die Kreisverwaltung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin nimmt eine Vorreiterrolle ein, da sie für die Bereitstellung der Infrastruktur verantwortlich ist und das Management der zentralen Geobasisdaten übernommen hat.

Die Bereitstellung der Geodaten erfolgt über eine webbasierte Oberfläche (WebGIS). Die WebGIS-Oberfläche erlaubt das Ansehen, Zoomen, Drucken. Einfache Selektionsfunktionen und sehr einfache Zeichenfunktionen stehen zur Verfügung.

Zusätzlich werden die Geobasisdaten zukünftig als Dienst über Geo Web Services angeboten. In einem ersten Schritt soll ein WMS² zur Verfügung gestellt werden. Später kann ggf. noch ein WFS³ bereitgestellt werden. Damit kann der Nutzer die Daten flexibel nutzen. Die Interoperabilität wird verbessert.

Ein Datenaustausch auf Dateiebene soll ebenfalls möglich sein. Es werden Shape- und Tiff-Dateien manuell (per Email oder Datenträger etc.) ausgetauscht.

2.2 ArcGIS als Basistechnologie

Die Kreisverwaltung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin setzt als Basistechnologie ArcGIS⁴ der Firma ESRI ein. Als Datenhaltungskomponente wird Oracle 9.2 eingesetzt. Als Middleware ist ArcSDE⁵ im Einsatz und als Auskunftssystem wird der ArcIMS⁶ mit Erweiterungen der Firma IP Syscon GmbH verwendet.

Anwendern wird z.Z. der Zugang zu den Geobasisdaten über eine Website des ArcIMS bereitgestellt. Die Daten können betrachtet und ausgedruckt werden. Es ist geplant OGC-konforme Geo Web Services und Dienste in Zukunft bereitzustellen.

¹ OGC: Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/> (16.03.2006)

² WMS: Web Map Service.

³ WFS: Web Feature Service

⁴ ArcGIS: Name der GIS-Produktfamilie der Firma ESRI.

⁵ ArcSDE: Advanced Spatial Data Server, ein Server Software Produkt der Firma ESRI, um Geodaten in RDBMS zu speichern und zu verwalten.

⁶ ArcIMS: Softwareprodukt der Firma ESRI zur Bereitstellung von Geodaten in Form digitaler Karten oder interaktiver Anwendungen über das Internet.

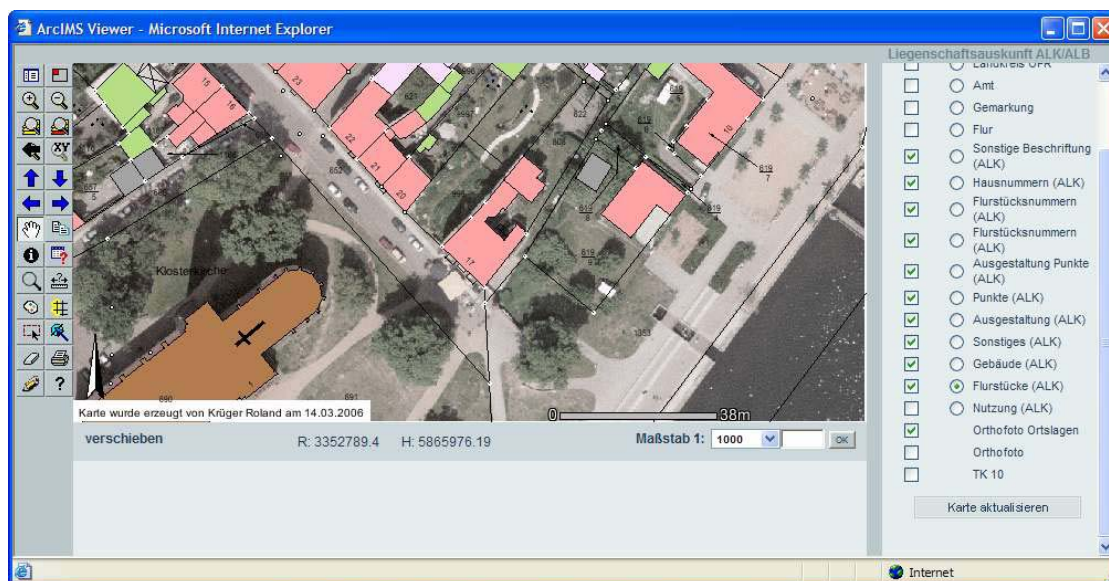


Abbildung 3: Der ArcIMS als Web-Oberfläche

2.3 Allgemeine IT-Infrastruktur

Zur Nutzung der Geodaten ist eine IT-Infrastruktur erforderlich. Die Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin verfügen über eine grundlegende Infrastruktur, um die Geodaten interoperabel nutzen zu können. Computer, Server, Datenbanken usw. sind vorhanden und sollen hier nicht näher beschrieben werden.

Da ausreichende Zugriffsmöglichkeiten eine grundlegende Voraussetzung zur gemeinsamen Nutzung von Geodaten darstellen, kommt der Vernetzung eine besondere Bedeutung zu. Die Vernetzung der Kommunalverwaltungen soll deshalb kurz erläutert werden.

2.3.1 Kreisverwaltung

Die Kreisverwaltung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin ist über mehrere Standorte verteilt. Innerhalb eines Standorts (Gebäude) steht eine Vernetzung mit einer Datenübertragungsrate von 100 Mbit/s zur Verfügung. Die Standorte untereinander sind über verschiedene Leitungen und Funkstrecken verbunden. Die Datenübertragungsrate zwischen den Standorten beträgt ≥ 10 Mbit/s. Damit ist eine ausreichende Vernetzung der Kreisverwaltung vorhanden.

Die Kreisverwaltung verfügt über eine Standleitung ins Internet. Die Datenübertragungsrate beträgt 2 Mbit/s für den Download und 2 Mbit/s für den Upload. Die Anbindung ans Internet ist ausreichend, um Dienste im Internet anbieten zu können. Die Internetanbindung wird genutzt, um den Amtsverwaltungen, amtsfreien Städten und amtsfreien Gemeinden Zugriff auf die Geodaten zu gewähren.

2.3.2 Amtsverwaltungen, amtsfreie Städte und amtsfreie Gemeinden

Die Amtsverwaltungen, amtsfreien Städten und amtsfreien Gemeinden des Landkreises Ostprignitz-Ruppin verfügen alle über einen Internetzugang. In der Regel ist der

Internetanschluss per DSL⁷ realisiert. Nur eine Amtsverwaltung kann DSL nicht nutzen, da die Versorgungsunternehmen (z.B. Deutsche Telekom AG) keinen DSL-Anschluss bereitstellen. Diese Amtsverwaltung ist über eine Funkstrecke direkt mit der Kreisverwaltung verbunden.

2.3.3 Zugriffswege der Kommunalverwaltungen

Die Mitarbeiter der Kreisverwaltung haben über das Netzwerk der Kreisverwaltung Zugriff auf die Geodaten.

Die Amtsverwaltungen, amtsfreien Städten und amtsfreien Gemeinden des Landkreises Ostprignitz-Ruppin nutzen das Internet, um auf die Geodaten, die bei der Kreisverwaltung gehostet werden, zuzugreifen. Der Zugriff erfolgt über eine verschlüsselte Verbindung (VPN⁸, Tunnel⁹). Damit ist sichergestellt, dass Unberechtigte keinen Zugriff auf die (teilweise personenbezogenen) Daten erhalten und andere Internetnutzer die Datenkommunikation nicht belauschen. Abbildung 4 zeigt schematisch die Zugriffsweg.

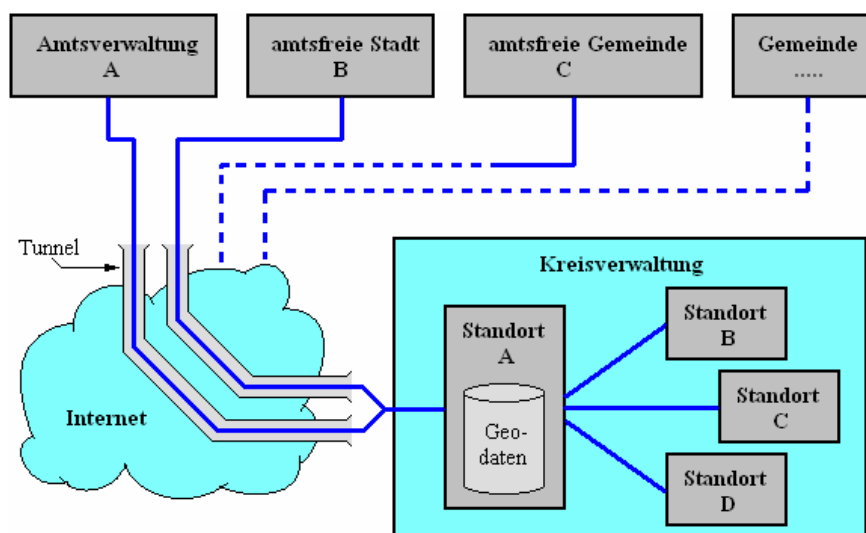


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Zugriffsweg auf die Geodaten

2.4 Nutzung der Geodatenbasis

Wie unter Punkt 2.2 auf Seite 6 beschrieben können Nutzer die Daten z.Z. nur über eine Web-Oberfläche ansehen und ausdrucken. Weitere Nutzungsmöglichkeiten sollen künftig realisiert werden. Es sollen GI-Dienste in Form von Geo Web Services bereitgestellt werden, die mit geeigneten Clients genutzt werden können. Außerdem werden die Daten als Dateien (Shape und Tiff) zur Verfügung gestellt. Die Nutzer erhalten die Daten dann als Kopie in Form einer Datei.

⁷ DSL: Digital Subscriber Line. Techniken, um Daten mit hoher Datenübertragungsrate über das Telefonnetz zu übertragen.

⁸ VPN: Virtual Private Network. Ein Computernetz, das zum Transport privater Daten ein öffentliches Netzwerk nutzt.

⁹ Tunnel: Eine in ein Netzwerk (z.B. das Internet) eingebettete gesicherte, verschlüsselte Netzwerkverbindung.

2.5 Einsatz von Software

Die Nutzer benötigen zur Verwendung der Geodaten Software. Die Software muss Shape- und Tiff-Dateien lesen und anzeigen können. Außerdem ist eine Nutzung von Geo Web Services sinnvoll. Die Anwender stellen unterschiedliche Anforderungen an die Funktionalität der eingesetzten Software. Einigen Anwendern genügen einfache Funktionen, wie zoomen, verschieben, drucken und anzeigen von Attributwerten. Andere Anwender haben höhere Ansprüche und benötigen Funktionen zur Datenerfassung oder Datenanalyse.

Gemäß der Vereinbarung ist es den Kommunalverwaltungen freigestellt welche Software sie einsetzen. Jede Kommunalverwaltung entscheidet selbstständig.

2.6 Welche GIS-(Client-)Software einsetzen?

Welche (Geo-)Software ist nun geeignet? Als zentrale Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit sollen unterschiedliche Softwareprodukte aus den Bereichen *Open Source* und *Freie Software* untersucht werden. Der für den Anwender beste Nutzen soll festgestellt werden.

Wie [PLACER 2005] darstellt soll Nutzen für den Anwender/Entscheidungsträger generiert werden. Ein wichtiges Augenmerk kommt dabei der eingesetzten Software zu. Wir betrachten hier also Geo-Softwareprodukte.

Als zentrale Aufgabenstellung der Master Thesis sind folgende Fragen zu beantworten:

- Ist der Einsatz von Open Source Software/Freie Software in einer Kommunalverwaltung empfehlenswert?
- Sind Open Source GeoClients/Desktop-GIS für kommunale Aufgabenerfüllungen geeignet?
- Welches der untersuchten Softwareprodukte bietet dem Anwender den größten Nutzen?
- Können bestimmte konkrete Open Source Softwareprodukte empfohlen werden?

Es werden ausschließlich OSS/FS¹⁰-Produkte untersucht, weil die Verfügbarkeit höher und die Beschaffung einfacher und schneller realisiert werden kann als bei kommerziellen Produkten. Es sind keine aufwendigen Beschaffungsmaßnahmen erforderlich. Für die Anschaffung und Inbetriebnahme sind in der Regel keine monetären Aufwendungen erforderlich.

¹⁰ OSS/FS: Open Source Software / Freie Software

3 Open Source Software, Freie Software

Wie unter Punkt 2.6 auf Seite 9 bereits angesprochen, sollen ausschließlich OSS/FS-Produkte betrachtet werden. Warum OSS/FS?

In [BMWI 2001] ist zu lesen: „Bei Software mit frei zugänglichen Quellcodes geht es nicht um Spielzeuge begeisterter Informatikstudenten, sondern um Systeme von Profis für den professionellen Einsatz. Breit ist auch das Spektrum derjenigen, die inzwischen Open-Source-Produkte verwenden.“

Dass Open Source Software heute durchaus ernst zu nehmen ist, zeigen drei prominente Beispiele. Meist handelt es sich um Aufgaben im Bereich Server, Desktop und Office.

- WIENUX¹¹, Linux-Distribution der Stadt Wien, Open-Source-Software am Arbeitsplatz im Magistrat Wien, Studie Open-Source-Software (OSS)¹²
- LiMux¹³, freie Software in München
- MigOS¹⁴, Migration der Betriebssysteme beim Deutscher Bundestag

Auch die Konferenz *Open Source Meets Business*¹⁵ vom 25. - 27. Januar 2006, CongressCenter Nürnberg, veranstaltet vom Heise Zeitschriften Verlage, zeigt, dass Open Source Software im professionellen Einsatz, auch in der öffentlichen Verwaltung, immer mehr an Bedeutung gewinnt.

3.1 Warum Open Source Software im GI-Umfeld einer Kommune?

Es soll untersucht werden wie sich der Nutzen von Open Source Produkten im fachlichen Umfeld der Geoinformatik im Bereich der Kommunalen Verwaltung darstellt.

Durch den Einsatz von OSS/FS entsteht keine Abhängigkeit von einem Softwarehersteller. Beim Einsatz von kommerziellen/probitären Softwareprodukten begibt man sich in die Abhängigkeit des Softwareanbieters. Für öffentliche Einrichtungen ist die Beschaffung neuer Technik meist mit erheblichem Aufwand verbunden. Es müssen Finanzmittel bereitstehen, es muss ein Ausschreibungs- und Beschaffungsverfahren nach festgelegten Standards (z.B. VOL¹⁶) durchgeführt werden und es müssen Verträge mit den Anbietern geschlossen werden. Beim Einsatz von kommerzieller Software müssen meist auch Wartungsverträge abgeschlossen werden, die weitere laufende Kosten verursachen.

¹¹ WIENUX, <http://www.wien.gv.at/ma14/wienux.html> (16.03.2005)

¹² Studie OSS, <http://www.wien.gv.at/ma14/oss.html> (16.03.2005)

¹³ LiMux, <http://www.muenchen.de/Rathaus/referate/dir/limux/89256/> (16.03.2005)

¹⁴ MigOS, http://www.bundestag.de/bic/presse/2005/pz_0509023.html (16.03.2006)

¹⁵ Open Source Meets Business, http://www.heise.de/open/konferenzen/2006_osb/ (16.03.2006)

¹⁶ VOL: Verdingungsordnung für Leistungen; Regelt in der Bundesrepublik Deutschland die Ausschreibung und Vergabe von Lieferungen und Leistungen – ausgenommen Bauleistungen – der öffentlichen Hand.

Die wichtigsten Gründe für den Einsatz von OSS/FS in einer öffentlichen Verwaltung sind:

- Keine monetären Aufwendungen zur Beschaffung der Software
- Es sind keine laufenden finanziellen Mittel für Softwarewartungsverträge erforderlich.
- Als Softwareanwender ist man unabhängig von einem Softwarehersteller.
- Als öffentliche Verwaltung erspart man sich die Durchführung eines Ausschreibungs- und Beschaffungsverfahrens. Die Beschaffung und der Einsatz der OSS/FS können schnell und einfach erfolgen.
- Man muss keine vertraglichen Verpflichtungen eingehen, die eventuell später wieder gekündigt werden müssen.

Weitere Gründe für den Einsatz von OSS/FS nennt [BMWI 2001]:

- „Jeder Anwender kann Änderungen am Quellcode vornehmen und diese weitergeben. Dadurch wird die Qualität der Software ständig verbessert.“
- „Da der Quelltext vorliegt, kann jeder interessierte Entwickler das Programm beliebig erweitern, verbessern und den individuellen Bedürfnissen anpassen. Fehler und Sicherheitslücken können durch die Mitarbeit von Programmierern in aller Welt schnell aufgespürt und behoben werden. Kein kommerziell orientiertes Unternehmen könnte eine vergleichbar große Zahl von Entwicklern bezahlen und so schnell reagieren.“
- „Open-Source-Software steht allen offen. Dadurch kann weder ein einzelner Programmierer noch ein Unternehmen die Richtung der Entwicklungen vorgeben. Auch die Probleme, die bei Anbietern kommerzieller Software entstehen, wenn diese ihre Geschäftstätigkeit aufgeben oder von einer anderen Firma übernommen werden, gibt es bei Open-Source-Software nicht, weil ihre Entwicklung und ihr Fortbestehen nicht von einzelnen Firmen abhängt. Stellt eine Entwicklergruppe ihre Arbeit ein, kann diese von anderen aufgenommen werden.“

In der Literatur sind häufig auch die folgenden Argumente für den Einsatz von Open Source Software zu finden:

- Die Entwicklung von Open Source Projekten ist meist problemorientiert und unterliegt einer Selbststeuerung. Oftmals sind mehrere Softwarelösungen vorhanden. Es wird sich langfristig die bessere Lösung durchsetzen. [ADAMS et al. 2004]
- Die Innovationsgeschwindigkeit ist größer. Das kollaborative Entwicklungsmodell, an dem viele Entwickler beteiligt sind, führt zu kürzere Entwicklungszyklen. [BÄRWOLFF et al. 2006]
- Die Flexibilität und Wahlfreiheit ist besser. Die Unabhängigkeit von proprietären Hardware- und Softwarelösungen bietet Einsparungspotentiale und Zukunftssicherheit. [BÄRWOLFF et al. 2006]

3.2 Begriffsdefinition und Begriffsabgrenzung

Was ist Open Source Software? Zur Klarstellung und eindeutigen Festlegung werden die Begriffe *Freie Software*, *Open Source Software*, *Freeware*, *proprietäre Software* und *kommerzielle Software* definiert.

3.2.1 Freie Software

Die Free Software Foundation (FSF)¹⁷ definiert Software als frei, wenn folgende Freiheiten einräumt werden:

- „The freedom to run the program, for any purpose (freedom 0).“
- „The freedom to study how the program works, and adapt it to your needs (freedom 1).“
- „The freedom to redistribute copies so you can help your neighbor (freedom 2).“
- „The freedom to improve the program, and release your improvements to the public, so that the whole community benefits (freedom 3).“

Voraussetzung für die Freiheiten 1 und 3 ist, dass der Zugang zum Quellcode besteht. Das Verändern des Programms ist sonst nicht möglich.

3.2.2 Open Source Software

Die heute als maßgeblich einzuschätzende Definition stammt von der Open Source Initiative (OSI)¹⁸. Die wesentlichen Kriterien sind [BMW I 2001]:

- „Jeder darf Open Source Software nutzen und beliebig weiterverwenden.“
- „Das Software-Paket muss den Quellcode enthalten oder angeben, an welcher frei zugänglichen Stelle dieser zu erhalten ist.“
- „Der Quellcode darf an eigene Bedürfnisse angepasst und in dieser veränderten Form weitergegeben werden.“

Die vollständige Definition des Begriffs Open Source Software ist bei der Open Source Initiative (OSI)¹⁹ zu finden.

Worin besteht nun der Unterschied zwischen Freier-Software und Open Source Software?

Widmer, U. und Bähler, K., Open-Source-Lizenzen - Wesentliche Punkte für Nutzer, Entwickler und Vertreiber, erschienen in [BÄRWOLFF et al. 2006] meint dazu: „Ausgehend von der Idee der freien Software kam es 1998 zur Gründung der Open Source Initiative (OSI) und zur Open Source Definition (OSD). Die OSD stimmt mit der FSD in Bezug auf die vier

¹⁷ <http://www.fsf.org/> (18.03.2006)

¹⁸ <http://www.opensource.org/> (18.03.2006)

¹⁹ <http://www.opensource.org/docs/definition.php> (18.03.2006)

Freiheiten im Grundsatz überein. Sie formuliert jedoch die sich daraus im Zusammenhang mit dem Vertrieb von OSS ergebenden Konsequenzen präziser.“

Für den Anwender ist der Unterschied zwischen Freier Software und Open Source Software weitgehend unbedeutend. Wir werden die Begriffe synonym verwenden und als Abkürzung OSS/FS nutzen.

3.2.3 Freeware

Freeware ist kein rechtsgültig genau definierter Begriff. Mit Freeware wird meist Software bezeichnet, die kostenfrei und zeitlich unbegrenzt benutzt werden darf. Der Autor von Freeware räumt dem Nutzer ein kostenloses Nutzungsrecht ein. Der Urheber kann beliebig weitere Lizenzbestimmungen aufstellen. So ist in der Regel die Veränderung der Software untersagt. Meist wird der Quellcodes nicht veröffentlicht. Die Lizenz wird dann als Closed Source bezeichnend. Freeware ist meist gleichzeitig probritäre Software.

Freeware ist deutlich von Freier Software zu unterscheiden. Freeware erfüllt nicht die vier Freiheiten, die als Voraussetzung für Freie Software gelten.

3.2.4 Probritäre Software

„Im juristischen Sinne ist der Begriff *proprietär* gleichbedeutend mit *urheberrechtlich geschützt*.“ [Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Proprietär> (16.03.2003)]

Die Free Software Foundation bezeichnet eine Software hingegen als *proprietär* oder *unfrei*, wenn die unter Punkt 3.2.1 genannten Freiheiten nicht erfüllt sind. Diese Definition hat mit dem urheberrechtlichen Schutz wenig gemeinsam. So ist ein urheberrechtlich geschütztes Programm, das unter der GPL²⁰ lizenziert ist *frei*, ein urheberrechtlich geschütztes Programm ohne offengelegten Quellcode dagegen *proprietär*. [Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Proprietär> (16.03.2003)]

Die Veränderung und die Analyse, der als allgemein proprietär bezeichneten Software, sind meist verboten oder bedürfen vorab der Zustimmung des Urhebers. Wenn es sich nicht um Freeware handelt, sondern um kommerzielle Software, ist in der Regel auch die Weiterverbreitung verboten.

3.2.5 Kommerzielle Software

Kommerzielle Software wird in der Regel von profitorientierten Unternehmen mit der Absicht zur Gewinnerzielung hergestellt. Die Nutzungsbedingungen werden durch Lizenzbestimmungen und Urheberrecht definiert. Die Nutzung wird aufgrund der Lizenzbestimmungen gegen die Entrichtung von Lizenzgebühren gewährt. Die Nutzung ist mehr oder weniger durch die Lizenzbestimmungen eingeschränkt. Weitreichende Freiheitsrechte werden dem Anwender in

²⁰ GPL: General Public License, die am weitesten verbreitete und bekannteste Open Source Software Lizenz, <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html> (16.03.2006)

der Regel nicht eingeräumt. Die Weiterverbreitung oder Veränderung der Software ist meist ausgeschlossen. [RENNER et al. 2005]

Kommerzielle Software ist meist proprietär, das muss jedoch nicht zwingend so sein.

3.3 Zusammenfassung der Begriffsdefinition

Zur Veranschaulichung und Einordnung der unterschiedlichen Softwarearten dient Abbildung 5. Es zeigt, dass Freie Software und Open Source sehr nähnlich sind. Proprietäre Software und Closed Source sind sich ebenfalls recht nah.

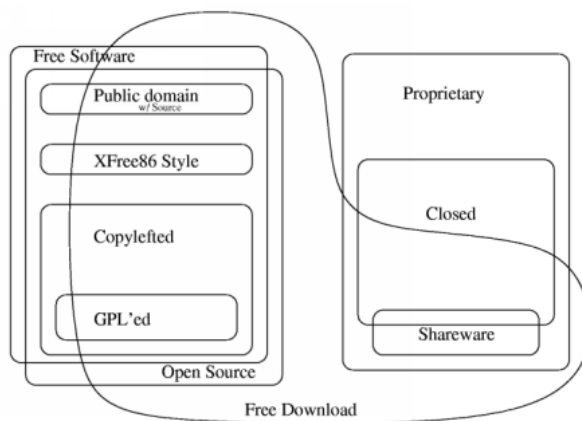


Abbildung 5: Open Source Software, Freie Software und Proprietäre Software²¹

²¹ Quelle: <http://www.gnu.org/philosophy/categories.html> (16.03.2006)

4 Open Source Software, eine Nutzwertanalyse

Zur Beurteilung der Ausgewählten OSS/FS wird das Verfahren der Nutzwertanalyse eingesetzt. Die Nutzwertanalyse ist gut geeignet, wenn „weiche“, also in klaren Zahlen nicht darstellbare Kriterien, als Entscheidungsgrundlage verwendet werden.

Im Folgenden wird die Nutzwertanalyse vorgestellt.

4.1 Das Verfahren Nutzwertanalyse

Das Verfahren der Nutzwertanalyse wurde im deutschsprachigen Raum erstmals Anfang der 70er Jahre von Christof Zangemeister, Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, Wittemann (1970), beschrieben.

Die Nutzwertanalyse gliedert sich in folgende Verfahrensschritte:

- Es werden Entscheidungsalternativen ausgewählt.
- Kriterien für die Bewertung der einzelnen Alternativen werden festgelegt.
- Für die einzelnen Kriterien werden Gewichte festgelegt. Die Gewichtung kann durch Paarweisen Vergleich der Kriterien erfolgen.
- Für jede Alternative und jedes Kriterium wird der Grad der Zielerreichung ermittelt.
- Die eigentliche Berechnung wird durchgeführt.
- Die Ergebnisse werden interpretiert. Ggf. wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

Als Instrument zur Entscheidungsfindung hat sich die Nutzwertanalyse bewährt. Es werden Alternativen bezüglich vielfältiger Zielsetzungen verglichen. Für jede Alternative wird ein Nutzwert berechnet. Die Nutzwerte sind relative Werte zueinander. Er wird nicht monetär angegeben.

Alle Kriterien werden einheitlich als Nutzengrößen der jeweiligen Entscheidungsalternative erfasst. Das Ergebnis zeigt den relativen Nutzen der Alternativen zueinander.

4.1.1 Vorteile der Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse ist flexibel. Sie ist grundsätzlich für Entscheidungsprobleme aller Art verwendbar, bei denen qualitative, nicht-monetäre Aspekte die Auswahl bestimmen. Dinge, die auf den ersten Blick nicht miteinander zu vergleichen sind, werden mit Hilfe der Nutzwertanalyse in vergleichbare Form gebracht. Die einzelnen Alternativen sind direkt vergleichbar.

Die Nutzwertanalyse kann mehrere entscheidungsrelevante Kriterien berücksichtigen. Es kann eine hierarchische Kriterienstruktur verwendet werden. Die Entscheidungsfindung ist

transparent und nachvollziehbar. Die Zahlendarstellung schafft eine Vergleichbarkeit. Bauchentscheidungen werden reduziert.

Kriterien und Argumente, die die Entscheidungsfindung beeinflussen, werden einer Prüfung unterzogen. Das führt zu neuen Erkenntnissen während des Entscheidungsprozesses.

Mit der Möglichkeit Szenarien und Sensitivitätsanalysen durchführen zu können, kann die Diskussion über Einflussfaktoren und Zielkriterien versachlicht werden.

4.1.2 Nachteile der Nutzwertanalyse

Als Kritikpunkte der Nutzwertanalyse, sind die Subjektivität der Gewichtung und die Subjektivität der Kriterienauswahl zu nennen. Die Ergebnisse können nur so objektiv sein wie die Gewichtung und die Kriterienauswahl. Die Werte und Ziele des Entscheidungsträgers werden jedoch systematisiert und nachvollziehbar dokumentiert.

Da alle Werte aus einem Vergleich untereinander entstehen, können die Ergebnisse nur relativ zueinander betrachtet werden. Absolute Erkenntnisse werden nicht gewonnen.

4.1.3 Sensitivitätsanalyse

Es ist sinnvoll, eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen. Ziel ist es herauszufinden, ob das Ergebnis robust gegenüber Veränderungen von subjektiven Komponenten (z.B. Gewichte) oder von anderen Annahmen ist. Technisch ist das leicht zu realisieren, wenn alle Daten in einem automatischen Berechnungsprogramm (z.B. Tabellenkalkulation) vorliegen. Die Manipulationen an einzelnen Faktoren schlagen sich sofort im Ergebnis nieder.

4.1.4 Warum wird die Nutzwertanalyse eingesetzt?

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Nutzwertanalyse zur Beurteilung eingesetzt, weil

- überwiegend „weiche“ Kriterien verwendet werden.
- das Verfahren transparent und gut nachvollziehbar ist.
- ausschließlich relative Unterschiede zwischen den Open Source Software Produkten ermittelt werden sollen. Die absolute Entscheidung, dass GIS eingesetzt wird ist bereits getroffen.

Das Verfahren der Kosten-Nutzen-Analyse wird nicht verwendet, weil es auf wirtschaftliche Effizienz und auf monetäre Ziele ausgerichtet ist, die jedoch in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden sollen.

4.2 Nutzwertanalyse OSS/FS vs. kommerzielle Software

In einem ersten Schritt wird eine Nutzwertanalyse *OSS/FS* versus *kommerzielle Software* durchgeführt. Es wird der „allgemeine“ Vergleich zwischen *OSS/FS* und *kommerzieller*

Software angestrebt. Die grundsätzliche Entscheidung für oder gegen OSS/FS soll eruiert werden.

Als Entscheidungsalternativen stehen zur Auswahl:

- Open Source Software / Freie Software versus
- Kommerzielle Software

Zur Durchführung der Nutzwertanalyse werden die Kriterien und Gewichte so gewählt, dass die besonderen Belange einer Kommunalverwaltung berücksichtigt werden.

4.2.1 Argumente für OSS/FS

Als Argumente für den Einsatz von OSS/FS werden häufig genannt:

- Für die Beschaffung der Software sind keine finanziellen Mittel erforderlich.
- Es sind keine laufenden Wartungsverträge zu finanzieren.
- Geringere Lizenzkosten
- Man ist unabhängig von einem Softwarehersteller. Open Source zwingt den Nutzer nicht in ein Abhängigkeitsverhältnis zu einem bestimmten Hersteller [RENNER et al. 2005].
- Die Verwendung von offenen Standards (Schnittstellen und Datenformaten) erhöht die Kompatibilität mit anderen Softwareprodukten und reduziert die Abhängigkeit von einem Hersteller.
- Open Source Software verfügt in der Regel über höhere Interoperabilität und Kompatibilität mit anderen Softwareprodukten
- Keine Abhängigkeit von Nutzungsbedingungen, der Anwender kann die Software so einsetzen wie er will. Der Hersteller kann keine Beschränkungen festlegen [RENNER et al. 2005].
- Die Entwicklung von OSS/FS ist problemorientiert und evolutionär. Es kann mehrere Lösungen gegeben. Es wird sich langfristig die bessere Lösung durchsetzen [ADAMS et al. 2004]. Dadurch wird OSS/FS meist eine höhere Qualität zugesprochen als kommerzieller Software. Ob OSS/FS tatsächlich von höherer Qualität im Vergleich zu kommerzieller Software ist, hängt jedoch stark mit der jeweiligen Softwareart zusammen [RENNER et al. 2005].
- OSS/FS wird gern ein größeres Maß an Sicherheit zugesprochen. Das Argument der besseren Sicherheit bei OSS/FS ist jedoch nicht unumstritten. Kommerzielle Anbieter weisen gern auf Sicherheitsprobleme bei OSS/FS hin [RENNER et al. 2005].

Besondere Argumente für den Einsatz von OSS/FS in einer Kommunalverwaltung sind zusätzlich:

- Die Bereitstellung von Finanzmitteln zur Beschaffung der Software ist nicht erforderlich.
- Als öffentliche Verwaltung erspart man sich die Durchführung eines Ausschreibungs- und Beschaffungsverfahrens. Die Beschaffung und der Einsatz der OSS/FS können schnell und einfach erfolgen.
- Man muss keine vertraglichen Verpflichtungen (z.B. Wartungsvertrag) eingehen, die eventuell später wieder gekündigt werden müssen.

4.2.2 Argumente gegen OSS/FS

Gegen den Einsatz von OSS/FS können folgende Argumente angeführt werden:

- Man erhält keine Gewährleistung, da durch die verwendeten Lizenzmodelle im OSS/FS Bereich die Haftung und Gewährleistung weitgehend ausgeschlossen wird. Allerdings schließen kommerzielle Softwarehersteller Haftungsansprüche und Gewährleistung ebenfalls weitgehend aus. Der Nachteil für OSS/FS ist somit gering. Große Bedeutung sollte dem nicht beigemessen werden [RENNER et al. 2005].
- Für OSS/FS erhält man keinen Support von Entwicklern der Software. Dafür unterstützen sich die Anwender meist über Internetforen gegenseitig. [RENNER et al. 2005] bewertet den fehlenden Support nur als kleinen Nachteil, da viele IT-Verantwortlichen den Support ohnehin als unwichtiges Qualitätsmerkmal betrachten.
- Für den erfolgreichen Einsatz von OSS/FS ist mehr Anwender-Know-How erforderlich, da man sich nicht auf den Support eines Herstellers verlassen kann. [BILL 2003] führt hierzu aus: „(...) ist ganz klar vorauszusetzen, dass technisch versierte Mitarbeiter vorhanden sind (...)“.
- Die Benutzerfreundlichkeit von OSS/FS ist oft schlechter als bei kommerzieller Software. Dies wird auf die starke Orientierung und Einflussnahme der Softwareentwickler im OSS/FS Bereich zurückgeführt. Bei kommerziellen Softwareprodukten steht der Kundennutzen stärker im Vordergrund. So meint [BILL 2003]: „Nachteilig ist jedoch oftmals die recht dürftige Benutzeroberfläche.“
- Bei der Einführung von OSS/FS ist ein höherer Schulungsaufwand erforderlich, als bei kommerzieller Software. Da kommerzielle Software stärker verbreitet ist, verfügen mehr Mitarbeiter oder potenzielle Bewerber über Know-How im kommerziellen Bereich. Für den Einsatz von OSS/FS sind zusätzliche Schulungen erforderlich.
- Die Weiterentwicklung von OSS/FS ist ungewiss, da die Entwickler ein Open Source Projekt jederzeit einstellen können. Sie unterliegen keinen Verpflichtungen zur Weiterentwicklung. Allerdings gibt es auch keinen umfassenden Schutz bei kommerzieller Software. Auch kommerzielle Software kann eingestellt werden [RENNER et al. 2005]. Etwa wenn das Softwareprodukt nicht mehr in die Unternehmensphilosophie passt oder wenn das Unternehmen in Konkurs geht.

- Benötigte Applikationen sind nicht verfügbar. Es kann Anwendungsbereiche geben, die von OSS/FS Produkten nicht oder nur sehr schlecht bedient werden. Hier muss für den jeweiligen Einsatzbereich genau ermittelt werden, ob adäquate Lösungen im OSS/FS Bereich verfügbar sind. So kann die Verfügbarkeit nicht als genereller Nachteil gewertet werden.
- OSS/FS verfügen oft über eine mangelhafte Interoperabilität und Kompatibilität zu kommerziellen Softwareprodukten. Das liegt meist an der Verwendung proprietärer Formate der kommerziellen Softwarehersteller.

4.2.3 Zusammenfassung Argumente für/gegen OSS/FS

Eine Zusammenfassung von Pro und Contra für OSS/FS in der öffentlichen Verwaltung zeigt Tabelle 1.

Da in der vorliegenden Untersuchung keine monetären Aspekte berücksichtigt werden, sind die Argumente *Anschaffungskosten* und *Wartungsverträge* in der Zusammenfassung nicht aufgeführt. Eine höhere *Qualität* und eine bessere *Sicherheit* sind auch sehr individuell von der jeweiligen Software abhängig. Die Argumente werden nicht berücksichtigt.

Die Argumente *keine Gewährleistung*, *mangelnder Support*, *ungewisse Weiterentwicklung* und *schlechte Verfügbarkeit* sind, wie unter Punkt 4.2.2 erläutert, entweder unbedeutend, sehr individuell oder vom speziellen Softwareprodukt abhängig. Die Argumente werden in Tabelle 1 nicht berücksichtigt.

Argumente für OSS/FS	Argumente gegen OSS/FS
<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängigkeit vom Softwarehersteller • Verwendung von offenen Standards • Höhere Interoperabilität und Kompatibilität mit anderen Softwareprodukten • Keine Einschränkung bei Nutzungsbedingungen • Die Durchführung eines Beschaffungsverfahrens ist nicht erforderlich. • Keine vertraglichen Verpflichtungen (z.B. Wartungsvertrag) 	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist mehr Anwender-Know-How erforderlich • Schlechtere Benutzerfreundlichkeit • Höherer Schulungsaufwand notwendig • Mangelhafte Interoperabilität zu kommerzieller Software

Tabelle 1: Argumente für und gegen OSS/FS in der öffentlichen Verwaltung

4.2.4 Festlegung der Beurteilungskriterien

Die in Tabelle 1 genannten Argumente werden als Kriterien für die Nutzwertanalyse verwendet. Die Kriterien sind also:

- A) Unabhängigkeit vom Hersteller
- B) Verwendung von offenen Standards
- C) Interoperabilität/Kompatibilität
- D) Einschränkung durch Nutzungsbedingungen
- E) Beschaffungsverfahren notwendig
- F) Vertragliche Verpflichtungen notwendig
- G) Anwender-Know-How erforderlich
- H) Benutzerfreundlichkeit
- I) Schulungsaufwand
- J) Interoperabilität zu kommerzieller Software

4.2.5 Gewichtung der Kriterien

Die Kriterien A bis J werden nun gewichtet. Die Gewichte werden in einem ersten Schritt frei nach der subjektiven Meinung des Autors vergeben und in Tabelle 2 dargestellt.

	Kriterium	Gewicht
A	Unabhängigkeit vom Hersteller	15%
B	Verwendung von offenen Standards	17%
C	Interoperabilität/Kompatibilität	13%
D	Einschränkung durch Nutzungsbedingungen	7%
E	Beschaffungsverfahren notwendig	3%
F	Vertragliche Verpflichtungen notwendig	3%
G	Anwender-Know-How erforderlich	5%
H	Benutzerfreundlichkeit	20%
I	Schulungsaufwand	4%
J	Interoperabilität zu kommerzieller Software	13%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 2: Freie Gewichtung der Kriterien

[NIKLAS 2002] schlägt vor die Gewichtung durch paarweise Vergleiche der einzelnen Kriterien zu ermittelt. Der paarweise Kriterienvergleich führt zu einer besseren (objektiveren) Gewichtsverteilung. Es werden jeweils zwei Kriterien miteinander verglichen. Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche werden in einer Matrix dargestellt (siehe Tabelle 3).

Ist Kriterium A wichtiger als Kriterium B? Wird die Frage mit Ja beantwortet, so wird der Wert 2 vergeben. Lautet die Antwort Nein, so wird der Wert 0 vergeben. Sind beide Kriterien gleichgewichtig, so wird der Wert 1 vergeben.

A wichtiger als B ? Ja -> Wert = 2
 Gleich -> Wert = 1
 Nein -> Wert = 0

Anschließend wird Kriterium A mit Kriterium C verglichen. Ist Kriterium A wichtiger als Kriterium C?

A wichtiger als C ? Ja -> Wert = 2
 Gleich -> Wert = 1
 Nein -> Wert = 0

Die Diagonale wird nicht mit Werten belegt, sie bleibt frei. An der Diagonalen spiegeln sich die Werte, wobei Felder mit dem Wert 2 gespiegelt den Wert 0 erhalten (müssen). Felder mit dem Wert 0 erhalten gespiegelt den Wert 2. Felder mit dem Wert 1 erhalten gespiegelt ebenfalls den Wert 1. Die vollständige Matrix ist in Tabelle 3 zu sehen.

Die Σ -Spalte enthält die aufsummierten Gewichte jeder Tabellenzeile. In der letzten Spalte werden die Gewichte in Gewichtungsfaktoren umgerechnet. Die Gewichtungsfaktoren werden in % ausgedrückt.

Formel: $\Sigma / \text{Sum.} * 100 = \text{Faktor [in \%]}$
 Beispiel: $9 / 90 * 100 = 10\%$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Σ	Faktor	
A		0	0	2	2	2	2	1	0	0	9	10%	
B	2		1	2	2	2	2	0	2	1	14	16%	
C	2	1		2	2	2	2	1	2	1	15	17%	
D	0	0	0		2	1	1	0	1	0	5	6%	
E	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	1%	
F	0	0	0	1	1		0	0	0	0	2	2%	
G	0	0	0	1	2	2		0	1	0	6	7%	
H	1	2	1	2	2	2	2		2	1	15	17%	
I	2	0	0	1	2	2	1	0		0	8	9%	
J	2	1	1	2	2	2	2	1	2		15	17%	
											Sum.:	90	100%

Tabelle 3: Gewichtung, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

Die ermittelten Gewichte werden verglichen, um die Plausibilität zu verifizieren. Die frei ermittelten Gewichte werden den durch paarweisen Vergleich ermittelten Gewichten gegenüber gestellt. Der Vergleich ist in Tabelle 4 dargestellt.

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
A	Unabhängigkeit vom Hersteller	15%	10%	5%
B	Verwendung von offenen Standards	17%	16%	1%
C	Interoperabilität/Kompatibilität	13%	17%	-4%
D	Einschränkung durch Nutzungsbedingungen	7%	6%	1%
E	Beschaffungsverfahren notwendig	3%	1%	2%
F	Vertragliche Verpflichtungen notwendig	3%	2%	1%
G	Anwender-Know-How erforderlich	5%	7%	-2%
H	Benutzerfreundlichkeit	20%	17%	3%
I	Schulungsaufwand	4%	9%	-5%
J	Interoperabilität zu kommerzieller Software	13%	17%	-4%

Tabelle 4: Vergleich, frei Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

Die Gewichte sind recht ähnlich. Es ist anzunehmen, dass die Gewichte sorgfältig ermittelt wurden und plausibel sind. Für die weitere Durchführung der Nutzwertanalyse werden die durch paarweisen Vergleich ermittelten Gewichte verwendet, da sie besser die gewünschten Präferenzen repräsentieren.

4.2.6 Zielerfüllungsskala

Es ist eine Skala erforderlich, die die Kriterienerfüllung jeder Alternative bewertet. Die Skala soll die Kriterien möglichst gut abbilden.

Es wird eine 5-stufige Zielerfüllungsskala eingefügt. Eine Alternative kann die Kriterien jeweils *schlecht*, *mäßig*, *durchschnittlich*, *gut* oder *sehr gut* erfüllen. Dem Erfüllungsgrad wird ein Wert von 1 bis 5 zugeordnet.

Erfüllungsgrad	Wert
Schlecht	1
Mäßig	2
Durchschnittlich	3
Gut	4
Sehr gut	5

Tabelle 5: Zielerfüllungsskala, 5-stufig

4.2.7 Nutzwerte berechnen

Für jede Alternative (OSS/FS vs. kommerzielle Software, siehe Punkt 4.2) werden in Tabelle 6 die Zielerfüllungsgrade jedes Kriteriums bestimmt. Die Erfüllungsgrade wurden sorgfältig eruiert, da sie direkten Einfluss auf das Ergebnis nehmen.

	Entscheidungsalternativen:	OSS/FS	kommerziell
	Kriterium	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad
A	Unabhängigkeit vom Hersteller	5	1
B	Verwendung von offenen Standards	4	2
C	Interoperabilität/Kompatibilität	4	2
D	Einschränkung durch Nutzungsbedingungen	4	3
E	Beschaffungsverfahren notwendig	5	1
F	Vertragliche Verpflichtungen notwendig	4	2
G	Anwender-Know-How erforderlich	1	3
H	Benutzerfreundlichkeit	2	4
I	Schulungsaufwand	2	3
J	Interoperabilität zu kommerzieller Software	3	4

Tabelle 6: Zielerfüllungsgrade der Alternativen, OSS/FS vs. kommerzielle Software

Die Berechnung der Nutzwerte erfolgt in Tabelle 7. Der Nutzwert wird pro Kriterium berechnet.

Formel: $\text{Gewicht} * \text{Erfüllungsgrad} = \text{Nutzwert}$

Beispiel 1: $10\% * 5 = 0,50$

Beispiel 2: $16\% * 4 = 0,62$

Die Summe aller Nutzwerte ergibt den Gesamtnutzwert einer Alternative. Die Alternative *OSS/FS* erreicht einen Gesamtnutzwert von 3,23. Für die Alternative *kommerzielle Software* wird als Gesamtnutzwert 2,77 errechnet.

	Entscheidungsalternativen:		OSS/FS		kommerziell Software	
	Kriterium	Gewicht	Erfüllungsgrad	Nutzwert	Erfüllungsgrad	Nutzwert
A	Unabhängigkeit vom Hersteller	10%	5	0,50	1	0,10
B	Verwendung von offenen Standa...	16%	4	0,62	2	0,31
C	Interoperabilität/Kompatibilität	17%	4	0,67	2	0,33
D	Einschränkung durch Nutzungs...	6%	4	0,22	3	0,17
E	Beschaffungsverfahren notwendig	1%	5	0,06	1	0,01
F	Vertragliche Verpflichtungen not...	2%	4	0,09	2	0,04
G	Anwender-Know-How erforderlich	7%	1	0,07	3	0,20
H	Benutzerfreundlichkeit	17%	2	0,33	4	0,67
I	Schulungsaufwand	9%	2	0,18	3	0,27
J	Interoperabilität zu kommerzieller ...	17%	3	0,50	4	0,67
			Summe:	3,23	Summe:	2,77

Tabelle 7: Berechnung der Nutzwerte

Zur besseren Beurteilung und Interpretation der Ergebnisse werden die Stärken und Schwächen sowie die Nutzwerte vergleichend dargestellt. Die Stärken und Schwächen zeigt Abbildung 6. Ein visueller Vergleich der Nutzwerte ist in Abbildung 7 dargestellt.

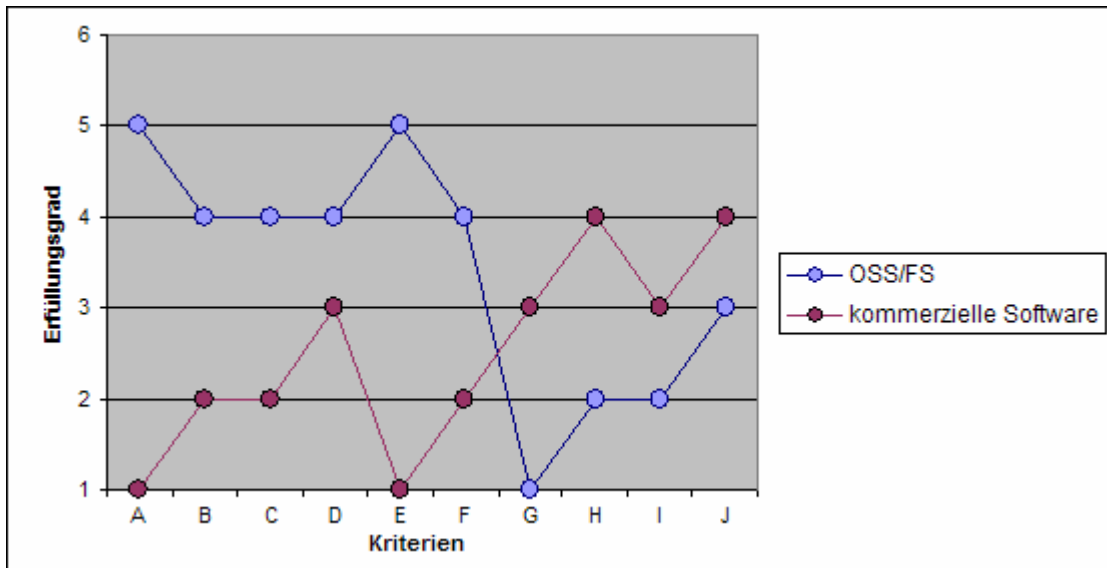


Abbildung 6: Stärken-Schwächen-Diagramm

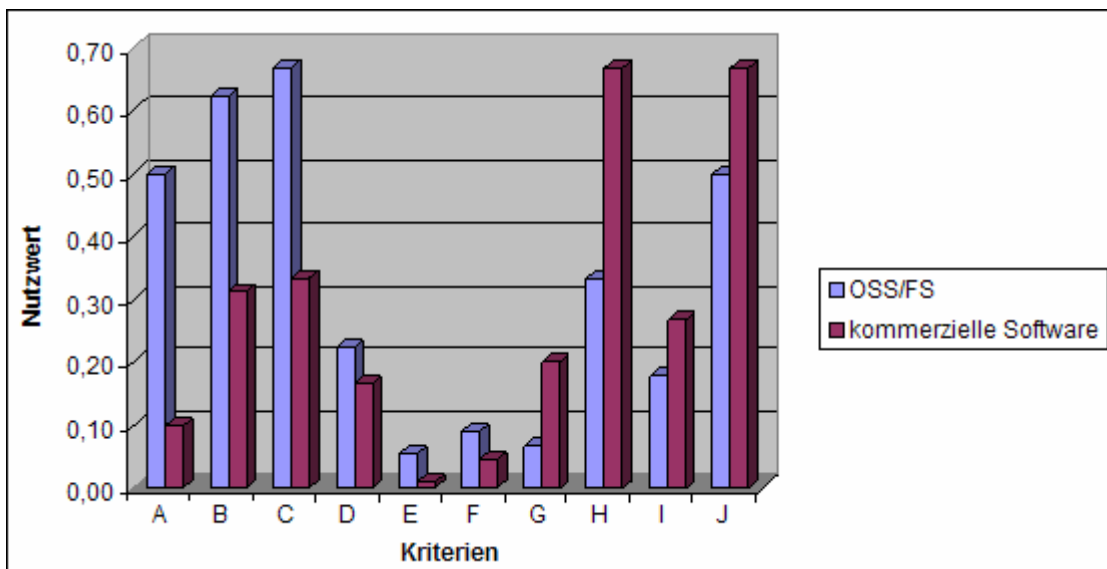


Abbildung 7: Nutzwertdiagramm

4.3 Analyse und Bewertung der Ergebnisse

Die Gesamtnutzwerte der beiden zur Auswahl stehenden Alternativen *OSS/FS* und *kommerzielle Software* liegen recht dicht beieinander. Ein deutlicher Abstand ist nicht festzustellen. Trotzdem ergibt sich ein etwas höherer Nutzwert für die Alternative *OSS/FS*. Als Ergebnis wird festgestellt:

***OSS/FS* ist für den Einsatz in der öffentlichen Verwaltung grundsätzlich genauso gut, wenn nicht sogar besser geeignet als *kommerzielle Software*.**

Die Kriterien E und F werden nur sehr gering gewichtet. Die Gewichte von 1% und 2% beeinflussen die Gesamtnutzwerte nur geringfügig. Es ist bestimmt sinnvoll auf die Kriterien E und F vollständig zu verzichten. Als Erkenntnis ist festzustellen:

- Der Aufwand zur Durchführung eines Beschaffungsverfahrens ist nicht relevant für eine Entscheidung *OSS/FS* vs. *kommerzieller Software*.
- Die Notwendigkeit von Vertragsbindungen ist für die Entscheidung *OSS/FS* vs. *kommerzielle Software* unerheblich.

Es fällt auf, dass die Kriterien B und C jeweils stark gewichtet werden. Die Alternative *OSS/FS* erfüllt beide Kriterien gut (Wert=4). Die Alternative *kommerzielle Software* erfüllt beide Kriterien mäßig (Wert=2). Zwischen den Kriterien B und C besteht eine starke Korrelation. Bedingt das ein Kriterium das andere? Ergibt sich automatisch eine gute Interoperabilität und Kompatibilität, wenn offene Standards verwendet werden? Kritisch zu hinterfragen ist:

- Ergibt sich eine übermäßig starke Gewichtung der Kriterien B und C, da sie korrelieren? Wird das Ergebnis der Nutzwertanalyse dadurch verfälscht?
- Sollten die Kriterien B und C zu einem Kriterium zusammengefasst werden?
- Sollten die Kriterien B und C einzeln weiter erhalten bleiben, jedoch schwächer gewichtet werden?

5 Nutzwertanalyse, OSS/FS-GeoClients

Für verschiedene GeoClients/Desktop-GIS aus dem Bereich Open Source Software wird eine Nutzwertanalyse durchgeführt.

Es werden Beurteilungskriterien festgelegt. Die besonderen Anforderungen der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin werden berücksichtigt. Anschließend werden mehrere OSS/FS-Produkte kurz vorgestellt. Einige OSS/FS-Produkte werden ausgewählt und in die Analyse aufgenommen. Die Nutzwertanalyse wird durchgeführt. Vor der Bewertung der Ergebnisse wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um die Robustheit der Ergebnisse zu verifizieren.

5.1 Kriterienfestlegung

Die Kriterien zur Beurteilung der Open Source GeoClients/Desktop-GIS werden festgelegt. Die Kriterien sind auf die Belange der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin abgestimmt. Die Festlegung und die Gewichtung der Kriterien orientiert sich weniger an der Frage „*Was ist GIS?*“ als mehr an der Frage „*Wie viel GIS braucht der Anwender?*“. Die Anforderungen der Benutzer stehen im Vordergrund.

Es steht die Information im Mittelpunkt. Hierzu gehören der einfache Zugriff auf Daten und Informationen, die Präsentation und Ausgabe (Druck/Plotten) der Informationen und die Verschneidung/Überlagerung von mehreren Informationsebenen (Layer). Erst an zweiter Stelle steht die Funktionalitäten wie Auswerten, Analysieren und Erfassen von Informationen.

Wie im Gutachten [FEDERAS 2004] festgestellt wird, ist überwiegend ein lesender Informationszugriff erforderlich. Die Formulierung der Anforderungen und Kriterien fokussiert daher den Zugriff und die Nutzung von Geodaten als Grundlage für Geoinformationen. Die Erfassung, Manipulation und Analyse wird zurückhaltend berücksichtigt.

5.1.1 Datenzugriff, Datennutzung

Die Nutzung vorhandener Daten und Geo Web Services ist eine zentrale Frage. Der Zugriff auf vorhandene Geodaten soll möglichst problemlos sein. Offene Standards werden favorisiert. Es sollen Vektordaten (z.B. Shape, WFS) und Rasterdaten (z.B. Tiff, WMS) unterstützt werden.

Dateiformate:

Die Unterstützung der folgenden Dateiformate ist als Entscheidungskriterium wichtig, da dies die am meisten verwendeten Formate sind.

- Shape-Dateien
- DXF-Dateien
- TIFF-Dateien

- Georeferenzierten Rasterdaten, TIFF-Datei mit World-Files (*.tfw)
- GeoTiff
- Eventuell weitere verbreitete Dateiformate.

Weitere Datenformate sind wünschenswert, aber nicht erforderlich, da sie in den Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin fast keine Verwendung finden.

Datenbanken:

Der Zugriff und die Anbindung an Datenbanken sind relevant, da in der Kreisverwaltung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin als Datenhaltungskomponente Oracle und ArcSDE eingesetzt werden. Für einige Anwender ist der direkte Zugriff auf die Datenbank wichtig. Der Zugriff wird in der Regel über ArcSDE erfolgen. Gegebenenfalls wird zukünftig PostgreSQL/PostGIS zusätzlich eingesetzt. Die Anbindung an folgende Datenbanken ist als Kriterium interessant:

- Oracle
- ArcSDE (Middelware der Firma ESRI)
- PostgreSQL/PostGIS

Geo Web Services:

Wie in Kapitel 2.1 erläutert werden zukünftig in der GDI der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin die OGC-konformen Web Services (OWS²²) WMS und WFS angeboten. Ob weitere OWS angeboten werden ist unklar. Als Kriterium wird daher die clientseitige Unterstützung der Dienste

- WMS
- WFS

festgelegt. Als Kriterium soll der „nur-lesende WFS“ relevant sein. Der WFS-T²³, der die Änderung von Daten unterstützt, soll nicht als Kriterium dienen.

5.1.2 Geodaten erzeugen/erfassen und bearbeiten

Zur Erzeugung, Erfassung und Bearbeitung (Veränderung/Manipulation) von Daten sind Softwarefunktionalitäten erforderlich. Notwendige Funktionen sind:

Bezogen auf Vektordaten:

- Vektor-Daten neu anlegen und erzeugen (Punkte, Linien, Flächen)

²² OWS: Open Geospatial Consortium Web Services, z.B. WMS, WFS, WCS und weitere.

²³ WFS-T: Transactional Web Feature Service, unterstützt die optionalen Operationen *Transaction* und *LockFeature* zur Änderung von Daten.

- Digitalisierung, OnScreen-Digitalisierung auf der Grundlage eines georeferenzierten Rasterbildes
- Koordinaten über die Tastatur eingeben
- Attribute hinzufügen und Attribute über die Tastatur eingeben
- Attribute aus einer Datei (z.B. *.txt, *.dbf, ...) einlesen/importieren
- Koordinaten aus einer Datei einlesen
- Geometrie manuell ändern; drehen, schieben, kopieren, löschen (z.B. Punkte verschieben, Linien kürzen, ...)
- Geometrien mit implementierten Funktion automatisch ändern/anpassen/verbessern (z.B. sliver polygone entfernen, Feature vereinigen, Feature zuschneiden)

Bezogen auf Rasterdaten:

- Rasterdaten (z.B. Tiff) laden/importieren, z.B. gescannte Karten, Bilder oder sonstige Vorlagen
- Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren
- Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden/importieren (z.B. Tiff-Datei mit Wordfile *.tfw, oder GeoTiff)

5.1.3 Geodaten analysieren, auswerten

Durch die Auswertung und Analyse von Geodaten werden Geoinformationen gewonnen. Deshalb sind folgende Fähigkeiten wünschenswert:

- Nach Attributen abfragen
- Räumliche Abfragen
- Kombinierte Abfragen, Attribut/räumlich
- Selektionen aufgrund von Attributen
- Selektion nach räumlichen Definitionen
- Weitere Operationen auf Selektionen anwenden
- Nach Attribute klassifizieren, Gruppierung von Features
- Messung von geometrischen Größen, Strecken, Flächen, Richtungen, Winkel
- Attributtabelle, Spalten und Einzelwerte berechnen
- Statistische Kennzahlen berechnen (z.B. Mittelwert, Standardabweichung, etc.)
- Umgebung analysieren (z.B. Nachbar, Buffer, etc.)

- Mehrere Datenebenen/Layer (Raster und/oder Vektor) zur gemeinsamen Betrachtung übereinander visualisieren. Durch Interpretation können topologische Beziehung sehr einfach durch den Anwender visuell erkannt werden. Die Layer müssen in der Reihenfolge veränderbar sein (welcher Layer liegt oben, welcher Layer liegt unten). Hilfreich ist die Möglichkeit zur Änderung der kartografischen Darstellung (z.B. transparente Darstellung von Rasterdaten).

Abgrenzung:

Expertenanalysen sollen nicht berücksichtigt werden. Die Interpolation und Schätzung von Oberflächen (z.B. IDW, Kriging) sowie topologische Auswertungen werden nicht als Kriterium berücksichtigt.

5.1.4 Erzeugung von Geoinformationsprodukten

Zur Aufgabenerfüllung der Kommunalverwaltungen werden Geoinformationsprodukte benötigt. Die Erzeugung von Geoinformationsprodukten soll sich auf die Kartenerstellung und die Ausgabe der Karte als Endprodukt beschränken. Andere Geoinformationsprodukte sind nicht relevant.

Karten erzeugen:

- Darstellung bei der Ausgabe: Beschriftung, Layout, Symbolik, Klassifizieren
- Kartenbestandteile hinzufügen: Maßstabszahl, Maßstabsbalken, Nordpfeil, Legende, Koordinatengitter

Ausgabe erzeugen:

- Karte als Datei ausgeben: PDF, EPS, TIFF, GIF, JPEG, PNG
- Karte drucken und/oder plotten

5.1.5 Usability

Unter Usability wird die Benutzerfreundlichkeit eines Softwareprodukts verstanden. Die Software soll gebrauchstauglich und leicht bedienbar sein. Hierzu gehören die

- Verständlichkeit
- Klarheit
- Einfachheit und
- Sprache

des Interface.

Die Oberfläche sollte möglichst die deutsche Sprache verwenden, um Verständnisschwierigkeiten bei Normalanwendern vorzubeugen. Bei einer englischen Oberfläche müssen viele

Anwender sprachliche Hürden überwinden. Das kostet Zeit, Aufwand und kann zu Missverständnissen beitragen.

5.1.6 Nachhaltigkeit

Da die Auswahl eines Softwareproduktes aufgrund eines meist längerfristigen Softwareeinsatzes erfolgt, sind Eigenschaften, die gute Zukunftsperspektiven erwarten lassen, relevant. Unter dem Begriff Nachhaltigkeit werden Eigenschaften wie

- Zukunftsfähigkeit
- Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität und
- Stabilität, Robustheit

zusammengefasst.

5.1.7 Ausschlusskriterien

Wenn bestimmte Kriterien nicht erfüllt sind, so führt dies zum Ausschluss. Die Ausschlusskriterien müssen mindestens erfüllt werden. Wenn die Ausschlusskriterien nicht erfüllt werden, wird eine Alternative nicht berücksichtigt.

Wie unter 5.1.5 bereits erwähnt, sollte als Sprache deutsch verwendet werden. Als Kompromiss wird auch englisch akzeptiert. Andere Sprachen sind nicht akzeptabel, da die Anwender nicht über entsprechende Sprachkenntnisse verfügen.

Da auf allen Desktop-PCs der Kommunalverwaltungen des Landkreises Ostprignitz-Ruppin als Betriebssystem Microsoft-Windows eingesetzt wird, muss die ausgewählte Software unter Windows lauffähig sein. Als Kriterium wird die Lauffähigkeit unter Windows 2000 und Windows XP festgelegt.

Die wichtigsten Dateiformate müssen unterstützt werden. Es müssen Vektor und Rasterdaten verwendbar sein. Als Vektor-Dateiformat muss Shape unterstützt werden. Die Nutzung von Rasterdaten muss über WMS oder durch die Verwendung von TIFF-Dateien möglich sein.

Als Ausschlusskriterien werden festgelegt.

- Deutsche oder englische Benutzeroberfläche
- OSS/FS im Sinne der OSI bzw. FSF oder Freeware gemäß Kapitel 3.2.3
- Software muss unter MS-Windows 2000 und MS-Windows XP lauffähig sein.
- Das Dateiformat Shape muss unterstützt werden.
- Die Nutzung eines WMS oder die Verwendung von Tiff-Dateien muss möglich sein.

5.1.8 Zusammenfassung

Die in den Kapitel 5.1.1 bis 5.1.6 formulierten Anforderungen werden in Tabelle 8 als Kriterien zusammengefasst. Die Kriterien sind in einer Hierarchie organisiert, um eine bessere Struktur und Gewichtung zu ermöglichen. Tabelle 9 zeigt die Ausschlusskriterien.

Kriterium	
A	Datenzugriff, Datennutzung
A.A	Dateiformate
A.A.A	Shape
A.A.B	DXF
A.A.C	Tiff
A.A.D	Georef. Raster, World-File
A.A.E	Geotiff
A.A.F	weitere Dateiformate
A.B	Datenbanken
A.B.A	Oracle
A.B.B	ArcSDE
A.B.C	PostgreSQL / PostGIS
A.C	Geo Web Services
A.C.A	WMS
A.C.B	WFS
B	Daten erzeugen/erfassen
B.A	Vektordaten
B.A.A	Daten neu anlegen/erzeugen
B.A.B	Digitalisierung, OnScreen-Digit.
B.A.C	Koordinaten über Tastatur eingeben
B.A.D	Attribute hinzufügen, eingeben
B.A.E	Attribute einlesen, importieren
B.A.F	Koordinaten aus Datei einlesen
B.A.G	Geometrie manuell ändern
B.A.H	Geometrie automatisch anpassen/verbessern
B.B	Rasterdaten
B.B.A	Rasterdaten laden/importieren
B.B.B	Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren
B.B.C	Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden/importieren
C	Geodaten auswerten/analysieren
C.A	Attribute abfragen
C.B	Räumliche Abfragen
C.C	Kombinierte Abfragen, nach Attribute und räumlich
C.D	Selektion aufgrund von Attributen
C.E	Selektion nach räumlichen Definitionen
C.F	Weitere Operationen auf Selektion anwenden
C.G	Nach Attributen klassifizieren, Gruppierung von Features
C.H	Messung von geometrischen Größen, Strecken, Flächen, Richtungen, Winkel

Kriterium	
C.I	Attributtabelle, Spalten und Einzelwerte berechnen
C.J	Statistische Kennzahlen berechnen
C.K	Umgebung analysieren
C.L	Mehrere Layer gemeinsam visualisieren
D	Erzeugung von Geoinformationsprodukten
D.A	Karte erzeugen
D.A.A	Darstellung bei der Ausgabe
D.A.B	Kartenbestandteile hinzufügen
D.B	Ausgabe erzeugen
D.B.A	Karte als Datei ausgeben
D.B.B	Karte drucken/plotten
E	Usability
E.A	Verständlichkeit der Software
E.B	Klarheit
E.C	Einfachheit
E.D	Sprache (Deutsch/Englisch)
F	Nachhaltigkeit
F.A	Zukunftsfähigkeit
F.B	Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität
F.C	Stabilität, Robustheit

Tabelle 8: Kriterien, in einer Hierarchie strukturiert

Ausschlusskriterien	
a)	Deutsche oder englische Benutzeroberfläche
b)	OSS/FS oder Freeware
c)	Lauffähig unter Windows 2000 und Windows XP
d)	Unterstützung des Dateiformats Shape
e)	Unterstützung WMS oder Tiff-Dateien

Tabelle 9: Ausschlusskriterien

5.2 Gewichtung der Kriterien

Wie bereits unter Kapitel 4.2.5 wird auch hier die Kriteriengewichtung sorgfältig durchgeführt. In einem ersten Schritt werden die Gewichte frei festgelegt. Im zweiten Schritt werden die Gewichte wieder durch paarweise Vergleiche ermittelt. Anschließend werden die Ergebnisse verglichen, um eine möglichst repräsentative Gewichtslegung durchführen zu können.

Da die Kriterien in einer Hierarchie strukturiert sind, muss auch die Gewichtung entsprechend der Hierarchie erfolgen. Die Gewichtung erfolgt für Hierarchie-Ebene 1. Anschließend werden alle Gewichtungen der Hierarchie-Ebene 2 durchgeführt. Der dritte Schritt ist die Durchführung der Gewichtungen für Hierarchie-Ebene 3. In Kapitel 5.2.4 werden die Gewichtungen zusammengefasst und für die weitere Nutzwertanalyse festgelegt.

Alle Gewichtsangaben sind auf volle Prozent gerundet. Dezimalstellen werden nicht angegeben. So ist es möglich, dass die Summe aller Gewichte innerhalb einer Kategorie nicht exakt 100% ergibt.

5.2.1 Kriteriumsgewichtung Hierarchie-Ebene 1

Die freie Gewichtung der Ebene 1 ist Tabelle 10 zu entnehmen.

	Kriterium	Gewicht
A	Datenzugriff, Datennutzung	20%
B	Daten erzeugen/erfassen	20%
C	Geodaten auswerten/analysieren	10%
D	Erzeugung von Geoinformationsprodukten	20%
E	Usability	15%
F	Nachhaltigkeit	15%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 10: Freie Gewichtung der Kriterien, Hierarchieebene 1

Die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche stellt Tabelle 11 dar.

		A	B	C	D	E	F	Σ	Faktor
Datenzugriff, Datennutzung	A		1	2	2	2	1	8	27%
Daten erzeugen/erfassen	B	1		1	1	1	2	6	20%
Geodaten auswerten/analysieren	C	0	1		0	0	1	2	7%
Erzeugung v. Geoinform.produkten	D	0	1	2		1	1	5	17%
Usability	E	0	1	2	1		2	6	20%
Nachhaltigkeit	F	1	0	1	1	0		3	10%
	<i>Sum.:</i>							<i>30</i>	<i>100%</i>

Tabelle 11: Gewichtung Hierarchieebene 1, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

In Tabelle 12 werden die frei ermittelten Gewichte denen durch paarweise Vergleiche ermittelten Gewichten gegenüber gestellt.

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
A	Datenzugriff, Datennutzung	20%	27%	-7%
B	Daten erzeugen/erfassen	20%	20%	0%
C	Geodaten auswerten/analysieren	10%	7%	3%
D	Erzeugung von Geoinformationsprodukten	20%	17%	3%
E	Usability	15%	20%	-5%
F	Nachhaltigkeit	15%	10%	5%

Tabelle 12: Ebene 1, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

5.2.2 Kriteriumsgewichtung der Hierarchie-Ebene 2

A - Datenzugriff, Datennutzung

	Kriterium	Gewicht
A.A	Dateiformate	34%
A.B	Datenbanken	33%
A.C	Geo Web Services	33%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 13: Freie Gewichtung Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung

		A.A	A.B	A.C	Σ	Faktor
Dateiformate	A.A		1	1	2	33%
Datenbanken	A.B	1		1	2	33%
Geo Web Services	A.C	1	1		2	33%
		<i>Sum.:</i>			<i>6</i>	<i>100%</i>

Tabelle 14: Gewichtung Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
A.A	Dateiformate	34%	33%	1%
A.B	Datenbanken	33%	33%	0%
A.C	Geo Web Services	33%	33%	0%

Tabelle 15: Ebene 2, Datenzugriff, Datennutzung, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

B - Daten erzeugen/erfassen

	Kriterium	Gewicht
B.A	Vektordaten	60%
B.B	Rasterdaten	40%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 16: Freie Gewichtung Ebene 2, Daten erzeugen/erfassen

Da nur zwei Entscheidungskriterien verwendet werden ist die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche nicht sinnvoll. Es wird auf die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche verzichtet.

C - Geodaten auswerten/analysieren

	Kriterium	Gewicht
C.A	Attribute abfragen	11%
C.B	Räumliche Abfragen	11%
C.C	Kombinierte Abfragen, nach Attribute und räumlich	7%
C.D	Selektion aufgrund von Attributen	9%
C.E	Selektion nach räumlichen Definitionen	9%
C.F	Weitere Operationen auf Selektion anwenden	7%
C.G	Nach Attributen klassifizieren, Gruppierung von Features	7%
C.H	Messung von geometrischen Größen, Strecken, Flächen, Richtung, Winkel	10%
C.I	Attributtabelle, Spalten und Einzelwerte berechnen	5%
C.J	Statistische Kennzahlen berechnen	3%
C.K	Umgebung analysieren	7%
C.L	Mehrere Layer gemeinsam visualisieren	14%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 17: Freie Gewichtung Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren

	C.A	C.B	C.C	C.D	C.E	C.F	C.G	C.H	C.I	C.J	C.K	C.L	Σ	Faktor	
C.A		1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	18	14%	
C.B	1		2	1	1	2	2	2	2	2	2	0	17	13%	
C.C	0	0		0	0	2	1	1	2	2	2	0	10	8%	
C.D	1	1	2		1	2	1	2	2	2	2	0	16	12%	
C.E	0	1	2	1		2	1	2	2	2	2	0	15	11%	
C.F	0	0	0	0	0		1	1	2	1	2	0	7	5%	
C.G	0	0	1	1	1	1		1	1	2	2	0	10	8%	
C.H	0	0	1	0	0	1	1		2	2	2	0	9	7%	
C.I	0	0	0	0	0	0	1	0		2	2	0	5	4%	
C.J	0	0	0	0	0	1	0	0	0		1	0	2	2%	
C.K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	1	1%	
C.L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		22	17%	
													<i>Sum.:</i>	<i>132</i>	<i>100%</i>

Tabelle 18: Gewichtung Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
C.A	Attribute abfragen	11%	14%	-3%
C.B	Räumliche Abfragen	11%	13%	-2%
C.C	Kombinierte Abfragen, nach Attribute und räum ...	7%	8%	-1%
C.D	Selektion aufgrund von Attributen	9%	12%	-3%
C.E	Selektion nach räumlichen Definitionen	9%	11%	-2%
C.F	Weitere Operationen auf Selektion anwenden	7%	5%	2%
C.G	Nach Attributen klassifizieren, Gruppierung von ...	7%	8%	-1%
C.H	Messung von geometrischen Größen, Strecken, ...	10%	7%	3%
C.I	Attributtabelle, Spalten und Einzelwerte berechnen	5%	4%	1%
C.J	Statistische Kennzahlen berechnen	3%	2%	1%
C.K	Umgebung analysieren	7%	1%	6%
C.L	Mehrere Layer gemeinsam visualisieren	14%	17%	-3%

Tabelle 19: Ebene 2, Geodaten auswerten/analysieren, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

D - Erzeugung von Geoinformationsprodukten

	Kriterium	Gewicht
D.A	Karte erzeugen	60%
D.B	Ausgabe erzeugen	40%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 20: Freie Gewichtung Ebene 2, Erzeugung von Geoinformationsprodukten

Auf die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche wird verzichtet.

E - Usability

	Kriterium	Gewicht
E.A	Verständlichkeit der Software	30%
E.B	Klarheit	25%
E.C	Einfachheit	20%
E.D	Sprache (Deutsch/Englisch)	25%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 21: Freie Gewichtung Ebene 2, Usability

		E.A	E.B	E.C	E.D	Σ	Faktor
Verständlichkeit der Software	E.A		2	2	2	6	50%
Klarheit	E.B	0		1	1	2	17%
Einfachheit	E.C	0	1		1	2	17%
Sprache (Deutsch/Englisch)	E.D	0	1	1		2	17%
	<i>Sum.:</i>					<i>12</i>	<i>100%</i>

Tabelle 22: Gewichtung Ebene 2, Usability, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
E.A	Verständlichkeit der Software	30%	50%	-20%
E.B	Klarheit	25%	17%	8%
E.C	Einfachheit	20%	17%	3%
E.D	Sprache (Deutsch/Englisch)	25%	17%	8%

Tabelle 23: Ebene 2, Usability, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

F - Nachhaltigkeit

	Kriterium	Gewicht
F.A	Zukunftsfähigkeit	35%
F.B	Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	25%
F.C	Stabilität, Robustheit	40%
	Summe:	100%

Tabelle 24: Freie Gewichtung Ebene 2, Nachhaltigkeit

		F.A	F.B	F.C	Σ	Faktor
Zukunftsfähigkeit	F.A		1	1	2	33%
Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	F.B	1		0	1	17%
Stabilität, Robustheit	F.C	1	2		3	50%
	Sum.:				6	100%

Tabelle 25: Gewichtung Ebene 2, Nachhaltigkeit, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
F.A	Zukunftsfähigkeit	35%	33%	2%
F.B	Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	25%	17%	8%
F.C	Stabilität, Robustheit	40%	50%	-10%

Tabelle 26: Ebene 2, Nachhaltigkeit, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

5.2.3 Kriteriumsgewichtung der Hierarchie-Ebene 3

A.A - Dateiformate

	Kriterium	Gewicht
A.A.A	Shape	30%
A.A.B	DXF	20%
A.A.C	Tiff	25%
A.A.D	Georef. Raster, World-File	14%
A.A.E	Geotiff	8%
A.A.F	weitere Dateiformate	3%
	Summe:	100%

Tabelle 27: Freie Gewichtung Ebene 3, Dateiformate

		A.A.A	A.A.B	A.A.C	A.A.D	A.A.E	A.A.F	Σ	Faktor	
Shape	A.A.A		2	1	1	2	2	8	27%	
DXF	A.A.B	0		0	0	1	2	3	10%	
Tiff	A.A.C	1	2		1	2	2	8	27%	
Georef. Raster, World-File	A.A.D	1	2	1		2	2	8	27%	
Geotiff	A.A.E	0	1	0	0		2	3	10%	
weitere Dateiformate	A.A.F	0	0	0	0	0		0	0%	
								Sum.:	30	100%

Tabelle 28: Gewichtung Ebene 3, Dateiformate, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
A.A.A	Shape	30%	27%	3%
A.A.B	DXF	20%	10%	10%
A.A.C	Tiff	25%	27%	-2%
A.A.D	Georef. Raster, World-File	14%	27%	-13%
A.A.E	Geotiff	8%	10%	-2%
A.A.F	weitere Dateiformate	3%	0%	3%

Tabelle 29: Ebene 3, Dateiformate, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

A.B - Datenbanken

	Kriterium	Gewicht
A.B.A	Oracle	15%
A.B.B	ArcSDE	60%
A.B.C	PostgreSQL / PostGIS	25%
<i>Summe:</i>		<i>100%</i>

Tabelle 30: Freie Gewichtung Ebene 3, Datenbanken

		A.B.A	A.B.B	A.B.C	Σ	Faktor	
Oracle	A.B.A		0	1	1	17%	
ArcSDE	A.B.B	2		2	4	67%	
PostgreSQL / PostGIS	A.B.C	1	0		1	17%	
					Sum.:	6	100%

Tabelle 31: Gewichtung Ebene 3, Datenbanken, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
A.B.A	Oracle	15%	17%	-2%
A.B.B	ArcSDE	60%	67%	-7%
A.B.C	PostgreSQL / PostGIS	25%	17%	8%

Tabelle 32: Ebene 3, Datenbanken, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

A.C - Geo Web Services

	Kriterium	Gewicht
A.C.A	WMS	70%
A.C.B	WFS	30%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 33: Freie Gewichtung Ebene 3, Geo Web Services

Auf die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche wird verzichtet.

B.A - Vektordaten

	Kriterium	Gewicht
B.A.A	Daten neu anlegen/erzeugen	19%
B.A.B	Digitalisierung, OnScreen-Digit.	16%
B.A.C	Koordinaten über Tastatur eingeben	7%
B.A.D	Attribute hinzufügen, eingeben	10%
B.A.E	Attribute einlesen, importieren	12%
B.A.F	Koordinaten aus Datei einlesen	12%
B.A.G	Geometrie manuell ändern	20%
B.A.H	Geometrie automatisch anpassen/verbessern	4%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 34: Freie Gewichtung Ebene 3, Vektordaten

	B.A.A	B.A.B	B.A.C	B.A.D	B.A.E	B.A.F	B.A.G	B.A.H	Σ	Faktor
B.A.A		1	2	1	1	1	1	2	9	16%
B.A.B	1		2	0	0	0	1	2	6	11%
B.A.C	0	0		0	0	0	0	2	2	4%
B.A.D	1	2	2		1	2	1	2	11	20%
B.A.E	1	2	2	1		2	1	2	11	20%
B.A.F	1	2	2	0	0		0	2	7	13%
B.A.G	1	1	2	1	1	2		2	10	18%
B.A.H	0	0	0	0	0	0	0		0	0%
								<i>Sum.:</i>	<i>56</i>	<i>100%</i>

Tabelle 35: Gewichtung Ebene 3, Vektordaten, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
B.A.A	Daten neu anlegen/erzeugen	19%	16%	3%
B.A.B	Digitalisierung, OnScreen-Digit.	16%	11%	5%
B.A.C	Koordinaten über Tastatur eingeben	7%	4%	3%
B.A.D	Attribute hinzufügen, eingeben	10%	20%	-10%
B.A.E	Attribute einlesen, importieren	12%	20%	-8%
B.A.F	Koordinaten aus Datei einlesen	12%	13%	-1%
B.A.G	Geometrie manuell ändern	20%	18%	2%
B.A.H	Geometrie automatisch anpassen/verbessern	4%	0%	4%

Tabelle 36: Ebene 3, Vektordaten, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

B.B - Rasterdaten

	Kriterium	Gewicht
B.B.A	Rasterdaten laden/importieren	40%
B.B.B	Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren	25%
B.B.C	Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden/importieren	35%
	Summe:	100%

Tabelle 37: Freie Gewichtung Ebene 3, Rasterdaten

		B.B.A	B.B.B	B.B.C	Σ	Faktor
Rasterdaten laden/importieren	B.B.A		2	1	3	50%
Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren	B.B.B	0		1	1	17%
Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden/import ...	B.B.C	1	1		2	33%
	Sum.:				6	100%

Tabelle 38: Gewichtung Ebene 3, Rasterdaten, Ermittlung durch paarweise Vergleiche

	Kriterium	Gewicht (frei)	Gewicht (paarweise)	Differenz
B.B.A	Rasterdaten laden/importieren	40%	50%	-10%
B.B.B	Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren	25%	17%	8%
B.B.C	Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden ...	35%	33%	2%

Tabelle 39: Ebene 3, Rasterdaten, Vergleich, freie Gewichtsermittlung – paarweise Gewichtsermittlung

D.A - Karte erzeugen

	Kriterium	Gewicht
D.A.A	Darstellung bei der Ausgabe	60%
D.A.B	Kartenbestandteile hinzufügen	40%
	Summe:	100%

Tabelle 40: Freie Gewichtung Ebene 3, Karte erzeugen

Auf die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche wird verzichtet.

D.B - Ausgabe erzeugen

	Kriterium	Gewicht
D.B.A	Karte als Datei ausgeben	35%
D.B.B	Karte drucken/plotten	65%
	<i>Summe:</i>	<i>100%</i>

Tabelle 41: Freie Gewichtung Ebene 3, Ausgabe erzeugen

Auf die Gewichtsermittlung durch paarweise Vergleiche wird verzichtet.

5.2.4 Zusammenfassung und Festlegung der GewichtungZusammenfassung

Tabelle 10 bis Tabelle 41 werden in Tabelle 42 zusammengefasst. Es werden alle ermittelten Gewichte und Gewichtsunterschiede aller Kriterien und Hierarchieebenen dargestellt.

Wie in Kapitel 5.2.2 bereits erwähnt wurde auf die Gewichtung durch paarweise Vergleiche verzichtet, wenn in einer Kategorie lediglich zwei Kriterien gewichtet wurden. Die Gewichtsangaben in Spalte *paarweise Gewichtung* wurden in diesen Fällen aus der Spalte *freie Gewichtung* übernommen.

Einige Gewichtsangaben sind in der Schriftfarbe grau dargestellt. Das sind Gewichtsangaben, die von einer tieferen Hierarchieebene auf eine höhere Hierarchieebene umgerechnet wurden. So kann leicht die Gewichtungskraft eines Kriteriums auf einer höheren Hierarchieebene abgelesen werden. Die Angaben dienen lediglich als ergänzende Information.

Differenz zwischen *freie Gewichtung* und *paarweise Gewichtung*

Die Spalte *Differenz* lässt die Unterschiede zwischen der *freien Gewichtung* und der *paarweisen Gewichtung* erkennen. Durch den Vergleich der beiden Gewichtungsarten ist festzustellen, dass viele Kriterien erstaunlich ähnlich gewichtet wurden. Vereinzelt Gewichte zeigen jedoch größere Differenzen. Als maximale Differenz sind 20% festzustellen.

Festlegung der zu verwendenden Gewichtung

In Spalte *verwendete Gewichtung* werden die Gewichte angegeben, die für die durchzuführende Nutzwertanalyse Anwendung finden.

Wenn innerhalb einer Kategorie mehr als drei Kriterien gewichtet worden sind, werden die Gewichtsangaben der *paarweisen Gewichtung* verwendet. Die *paarweise Gewichtung* liefert i.d.R. bessere Ergebnisse.

Wenn innerhalb einer Kategorie drei oder weniger Kriterien gewichtet worden sind, werden die Gewichtsangaben der *freien Gewichtung* verwendet. Die *paarweise Gewichtung* liefert bei weniger als vier Kriterien meist unrealistische Ergebnisse.

In Spalte *verwendete Gewichtung* werden die Gewichte auf volle Prozent angegeben. Für die weiteren Berechnungen werden keine Dezimalstellen verwendet. Daher wurden die Gewichtsangaben so gewählt, dass innerhalb einer Kategorie und die Summe aller Gewichte exakt 100% beträgt.

Kriterium	Freie Gewichtung			paarweise Gewichtung			Differenz freie Gew. - paarweise Gew.			verwendete Gewichtung		
	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Differenz Ebene 1	Differenz Ebene 2	Differenz Ebene 3	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3
A Datenzugriff, Datennutzung	20%			27%			-7%			26%		
A.A Dateiformate	7%	34%		9%	33%			1%		9%	34%	
A.A.A Shape	2%	10%	30%	2%	9%	27%			3%	2%	9%	26%
A.A.B DXF	1%	7%	20%	1%	3%	10%			10%	1%	3%	10%
A.A.C Tiff	2%	9%	25%	2%	9%	27%			-2%	2%	9%	27%
A.A.D Georef. Raster, World-File	1%	5%	14%	2%	9%	27%			-13%	2%	9%	27%
A.A.E Geotiff	1%	3%	8%	1%	3%	10%			-2%	1%	3%	10%
A.A.F weitere Dateiformate	0%	1%	3%	0%	0%	0%			3%	0%	0%	0%
A.B Datenbanken	7%	33%		9%	33%			0%		9%	33%	
A.B.A Oracle	1%	5%	15%	1%	6%	17%			-2%	1%	5%	15%
A.B.B ArcSDE	4%	20%	60%	6%	22%	67%			-7%	5%	20%	60%
A.B.C PostgreSQL / PostGIS	2%	8%	25%	1%	6%	17%			8%	2%	8%	25%
A.C Geo Web Services	7%	33%		9%	33%			0%		9%	33%	
A.C.A WMS	5%	23%	70%	6%	23%	70%			0%	6%	23%	70%
A.C.B WFS	2%	10%	30%	3%	10%	30%			0%	3%	10%	30%
B Daten erzeugen/erfassen	20%			20%			0%			20%		
B.A Vektordaten	12%	60%		12%	60%			0%		12%	60%	
B.A.A Daten neu anlegen/erzeugen	2%	11%	19%	2%	10%	16%			3%	2%	10%	16%
B.A.B Digitalisierung, OnScreen-Digit.	2%	10%	16%	1%	6%	11%			5%	1%	7%	11%
B.A.C Koordinaten über Tastatur eingeben	1%	4%	7%	0%	2%	4%			3%	0%	2%	4%
B.A.D Attribute hinzufügen, eingeben	1%	6%	10%	2%	12%	20%			-10%	2%	11%	19%
B.A.E Attribute einlesen, importieren	1%	7%	12%	2%	12%	20%			-8%	2%	11%	19%
B.A.F Koordinaten aus Datei einlesen	1%	7%	12%	2%	8%	13%			-1%	2%	8%	13%
B.A.G Geometrie manuell ändern	2%	12%	20%	2%	11%	18%			2%	2%	11%	18%
B.A.H Geometrie automatisch anpassen/verbessern	0%	2%	4%	0%	0%	0%			4%	0%	0%	0%
B.B Rasterdaten	8%	40%		8%	40%			0%		8%	40%	
B.B.A Rasterdaten laden/importieren	3%	16%	40%	4%	20%	50%			-10%	3%	16%	40%
B.B.B Rasterdaten, Rasterbilder georeferenzieren	2%	10%	25%	1%	7%	17%			8%	2%	10%	25%
B.B.C Bereits georeferenzierte Rasterdaten laden/importieren	3%	14%	35%	3%	13%	33%			2%	3%	14%	35%
C Geodaten auswerten/analysieren	10%			7%			3%			7%		
C.A Attribute abfragen	1%	11%		1%	14%			-3%		1%	13%	
C.B Räumliche Abfragen	1%	11%		1%	13%			-2%		1%	13%	
C.C Kombinierte Abfragen, nach Attribute und räumlich	1%	7%		1%	8%			-1%		1%	8%	
C.D Selektion aufgrund von Attributen	1%	9%		1%	12%			-3%		1%	12%	
C.E Selektion nach räumlichen Definitionen	1%	9%		1%	11%			-2%		1%	11%	
C.F Weitere Operationen auf Selektion anwenden	1%	7%		0%	5%			2%		0%	5%	
C.G Nach Attributen klassifizieren, Gruppierung von Features	1%	7%		1%	8%			-1%		1%	8%	
C.H Messung von geometrischen Größen, Strecken, Flächen, Richtungen, Winkel	1%	10%		0%	7%			3%		0%	7%	
C.I Attributtabelle, Spalten und Einzelwerte berechnen	1%	5%		0%	4%			1%		0%	4%	
C.J Statistische Kennzahlen berechnen	0%	3%		0%	2%			1%		0%	2%	
C.K Umgebung analysieren	1%	7%		0%	1%			6%		0%	1%	
C.L Mehrere Layer gemeinsam visualisieren	1%	14%		1%	17%			-3%		1%	16%	

Kriterium	Freie Gewichtung			paarweise Gewichtung			Differenz freie Gew. - paarweise Gew.			verwendete Gewichtung		
	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Differenz Ebene 1	Differenz Ebene 2	Differenz Ebene 3	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3
D Erzeugung von Geoinformationsprodukten	20%			17%			3%			17%		
D.A Karte erzeugen	12%	60%		10%	60%			0%		10%	60%	
D.A.A Darstellung bei der Ausgabe	7%	36%	60%	6%	36%	60%		0%		6%	36%	60%
D.A.B Kartenbestandteile hinzufügen	5%	24%	40%	4%	24%	40%		0%		4%	24%	40%
D.B Ausgabe erzeugen	8%	40%		7%	40%			0%		7%	40%	
D.B.A Karte als Datei ausgeben	3%	14%	35%	2%	14%	35%		0%		2%	14%	35%
D.B.B Karte drucken/plotten	5%	26%	65%	4%	26%	65%		0%		4%	26%	65%
E Usability	15%			20%			-5%			20%		
E.A Verständlichkeit der Software	5%	30%		10%	50%			-20%		10%	50%	
E.B Klarheit	4%	25%		3%	17%			8%		3%	17%	
E.C Einfachheit	3%	20%		3%	17%			3%		3%	16%	
E.D Sprache (Deutsch/Englisch)	4%	25%		3%	17%			8%		3%	17%	
F Nachhaltigkeit	15%			10%			5%			10%		
F.A Zukunftsfähigkeit	5%	35%		3%	33%			2%		4%	35%	
F.B Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	4%	25%		2%	17%			8%		3%	25%	
F.C Stabilität, Robustheit	6%	40%		5%	50%			-10%		4%	40%	

Tabelle 42: Zusammenfassung der Gewichtsermittlung

5.3 Zielerfüllungsskala

Wie bereits im Kapitel 4.2.6 wird auch hier eine 5-stufige Zielerfüllungsskala verwendet. Die Kriterien können jeweils *schlecht*, *mäßig*, *durchschnittlich*, *gut* oder *sehr gut* erfüllt werden. Die Erfüllungsgrade entsprechen den Werten 1 bis 5.

Da ein Kriterium ggf. von einem Softwareprodukt überhaupt nicht erfüllt wird, muss hierfür ein Wert in der Zielerfüllungsskala vorgesehen werden. Die Zielerfüllungsskala wird um den Wert 0 = *nicht erfüllt* erweitert.

Erfüllungsgrad	Wert
Nicht erfüllt	0
Schlecht	1
Mäßig	2
Durchschnittlich	3
Gut	4
Sehr gut	5

Tabelle 43: Zielerfüllungsskala

5.4 Auswahl von OSS/FS-Produkten

Mehrere OSS GeoClients werden kurz vorgestellt, um die Vielfalt der verfügbaren Produkte anzudeuten. Anschließend werden einige für die Nutzwertanalyse ausgewählt.

5.4.1 Vorstellung einiger OSS/FS GeoClients

Alle im Folgenden vorgestellten Softwareprodukte sind Open Source Software / Freie Software oder Freeware im Sinne des Kapitels 3.2 ab Seite 12.

Soweit nicht anders angegeben sind die Softwarebeschreibungen aus [FreeGIS.org (2006)] und [GISWiki (2006)] entnommen:

GRASS

GRASS GIS ist ein hybrides, modular aufgebautes Geoinformationssystem mit raster- und vektororientierten Funktionalitäten. GRASS steht für Geographic Resources Analysis Support System. Das System bietet Raster-, topologische Vektordaten-Funktionalität, 3D Raster-Voxelbearbeitung, Bildverarbeitung, Visualisierungsmöglichkeiten und den Im- und Export verschiedener GIS-Datenformate. Als portables GIS läuft es auf verschiedenen Betriebssystemen mit einer graphischen Benutzeroberfläche sowie optionaler Kommandozeile. Es steht unter der General Public License.

[Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/GRASS_GIS (17.05.2006)]

Quantum GIS (QGIS)

Quantum GIS ist ein benutzerfreundliches Open Source GIS, das unter Linux, Unix, Mac OSX und Windows läuft. Es unterstützt Vektor, Raster sowie Datenbankanbindungen. QGIS steht unter der General Public License.

Deegree

Deegree stellt die wichtigsten Bausteine für den Aufbau von Geodaten-Infrastrukturen bereit. Dazu werden die Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) und ISO/TC 211 umgesetzt. Deegree Komponenten können verwendet werden, um sowohl eigenständige Anwendungen zu entwickeln, die lokal beim Benutzer installiert werden, als auch um verteilte, service-basierte Strukturen aufzubauen.

deegree Viewer/Converter

deegree Viewer/Converter ist eine Standalone-Anwendung, die Shapedateien, GML2.1.1, Oracle Datenbanken mit spatial extension, WMS, WFS und Rasterdateien unterstützt. Da Vektordaten als Shapedatei oder als GML2 konforme XML-Datei gespeichert werden können, kann das Programm als Converter eingesetzt werden.

[Quelle: <http://deegree.sourceforge.net/src/demos.html#viewer> (15.05.2006)]

deeJUMP

deeJUMP ist eine vektororientierte Desktop GIS Anwendung. Es basiert auf dem JUMP-Projekt [Quelle: <http://www.vividsolutions.com/jump/> (15.05.2006)] und ist um einige Möglichkeiten erweitert worden. Die wichtigsten Erweiterungen sind die Unterstützung für OGC WMS 1.1.1 (statt WMS 1.0.0) und OGC WFS 1.0.0.

[Quelle: <http://deegree.sourceforge.net/src/demos.html#deejump> (15.05.2006)]

iGeoPortal

iGeoPortal ist die Klienten-/Portal-Komponente aus dem deegree-Projekt. Es ist ein Klient, dessen Konfiguration auf der OGC Web Map Context Spezifikation basiert. Unterschiedliche Module bieten Web-Map-Klienten Funktionalitäten ebenso wie Funktionen für Gazetteer Klienten, Catalog Klienten oder WFS Klienten. Das deegree iGeoPortal kann Ebenen von mehr als einem WMS handhaben und bietet die Möglichkeit den aktuellen Zustand in einem Web Map Context konformen XML Document zu speichern.

uDig

uDig (The User-friendly Desktop Internet GIS) ist ein Betrachter/Editor für räumliche Daten mit spezieller Berücksichtigung der OGC Standards WMS und WFS. uDig stellt auch eine Plattform für die Entwicklung von Java GIS Applikation dar. uDig erhebt den Anspruch

besonders benutzerfreundlich zu sein. uDig steht unter der Lesser General Public License (LGPL).

JUMP

Die Unified Mapping Platform (JUMP) ist eine GUI-basierte Applikation für das Betrachten und Bearbeiten von räumlichen Daten. Sie beinhaltet viele der üblichen GIS Funktionalitäten. Sie dient auch als erweiterbarer Rahmen für spezielle eigene Anwendungen.

gvSIG

gvSIG ist ein Werkzeug für das Arbeiten mit geographischen Daten. Es wurde Wert auf die grafische Benutzerschnittstelle gelegt und ist in der Lage diverse Raster- und Vektor-Formate zu lesen. Lokale und entfernte Daten (WMS; WCS) können in einer Ansicht zusammengeführt werden.

MapBender

Die Mapbender Client Suite Software beinhaltet Oberflächen für die Anzeige, Navigation und Abfrage von OGC standardisierten Diensten (z.B. WMS, WFS-T, GML). Zusätzlich stehen Administration Module und Oberflächen für die Verwaltung der standardisierten Dienste, Benutzer, Benutzergruppen und Berechtigungen zur Verfügung. Die Mapbender-Datenbank ermöglicht eine exakte benutzer- und projektspezifische Protokollierung aller Aktionen, Abfragen und Navigation. [Quelle: <http://www.mapbender.org/> (15.05.2006)]

SAGA

SAGA - System für Automatisierte Geowissenschaftliche Analysen - ist ein geographisches Informationssystem (GIS) für die Verarbeitung von Rasterdaten sowie Vektordaten und Tabellen. Es gibt eine Vielzahl von SAGA-Modulen in den Gebieten digitale Höhenanalyse, Geostatistik, Bildverarbeitung und Simulationen.

Mit SAGA soll (Geo-)Wissenschaftlern eine effektive, leicht zu erlernende Plattform zur Verfügung gestellt werden, um geowissenschaftliche Methoden mittels eines Application Programming Interface (API) zu implementieren. Der Zugriff auf die Methoden wird durch die benutzerfreundliche Bedienoberfläche (GUI) von SAGA gewährleistet. Daraus resultiert eine umfangreiche wissenschaftliche Methodensammlung, die in Form von implementierbaren Modulen zur Verfügung steht. SAGA unterliegt der General Public License.

[Quelle: <http://www.saga-gis.uni-goettingen.de/> (15.05.2006)]

MapWindow

MapWindow ist ein "Programmierbares Geographisches Informationssystem", welches die Bearbeitung, Analyse und Ansicht räumlicher und assoziierter Daten gestattet, die in verschiedenen Datenformaten vorliegen können.

DIVA-GIS

DIVA-GIS ist ein freies Geoinformationssystem, das für viele Zwecke eingesetzt werden kann. Es können Rasterdaten und Shapedateien importiert, exportiert, analysiert, visualisiert und manipuliert werden.

[Quelle: <http://www.diva-gis.org/> (19.05.2006)]

GDV Spatial Commander

Der GDV Spatial Commander ist ein einfaches und kostenfreies Desktop-GIS-Programm zum Visualisieren, Analysieren, Editieren und Ausdrucken von Geodaten. Die Software ist nicht frei im Sinne von OSS/FS sondern probitär. Der GDV Spatial Commander ist als Freeware einzustufen.

[Quelle: http://www.gdv-mapbuilder.de/gdv_sc_start.html (15.05.2006)]

5.4.2 Auswahl von OSS/FS-Produkten für die Durchführung der Nutzwertanalyse

Mit Hilfe der Nutzwertanalyse werden die Produkte

- Quantum GIS (Version 0.7.4)
- deeJUMP (Version 1.0)
- uDig (Version 1.0.6) und
- gvSIG (Version 0.6.1)

untersucht. Die Produkte sind ausgewählt worden, da die Produktbeschreibungen auf den jeweiligen Webseiten vermuten lassen, dass sie die Kriterien am besten erfüllen. Aufgrund des begrenzten Umfangs der Untersuchung musste diese Auswahl getroffen werden.

Alle vier ausgewählten Produkte erfüllen die in Kapitel 5.1.7 formulierten und in Tabelle 9 auf Seite 32 zusammengefassten Ausschlusskriterien.

5.5 Softwareuntersuchungen und Festlegung der Erfüllungsgrade

Alle vier Softwareprodukte wurden unter der gleichen Systemumgebung untersucht. Als Systemumgebung wurde ein Intel® Pentium® M 1600MHz, 512 MB RAM, Windows XP Professional verwendet.

Die Softwareprodukte wurden gemäß der entsprechenden Installationshinweise installiert. Jedes der vier Softwareprodukte wurde detailliert auf die Erfüllung der unter Kapitel 5.1 aufgestellten Kriterien (siehe Tabelle 8) untersucht und beurteilt.

Pro Softwareprodukt wurde für jedes Kriterium der Erfüllungsgrad untersucht, beurteilt und festgelegt. Die Einarbeitung in die Softwareprodukte, die Beurteilung und die Festlegung der Erfüllungsgrade stellen den Kern der vorliegenden Arbeit dar. Die festgelegten Erfüllungsgrade sind Tabelle 44 zu entnehmen.

Zu den vier untersuchten Softwareprodukten *Quantum GIS*, *deeJUMP*, *uDig* und *gvSIG* folgen einige Anmerkungen.

Quantum GIS (QGIS)

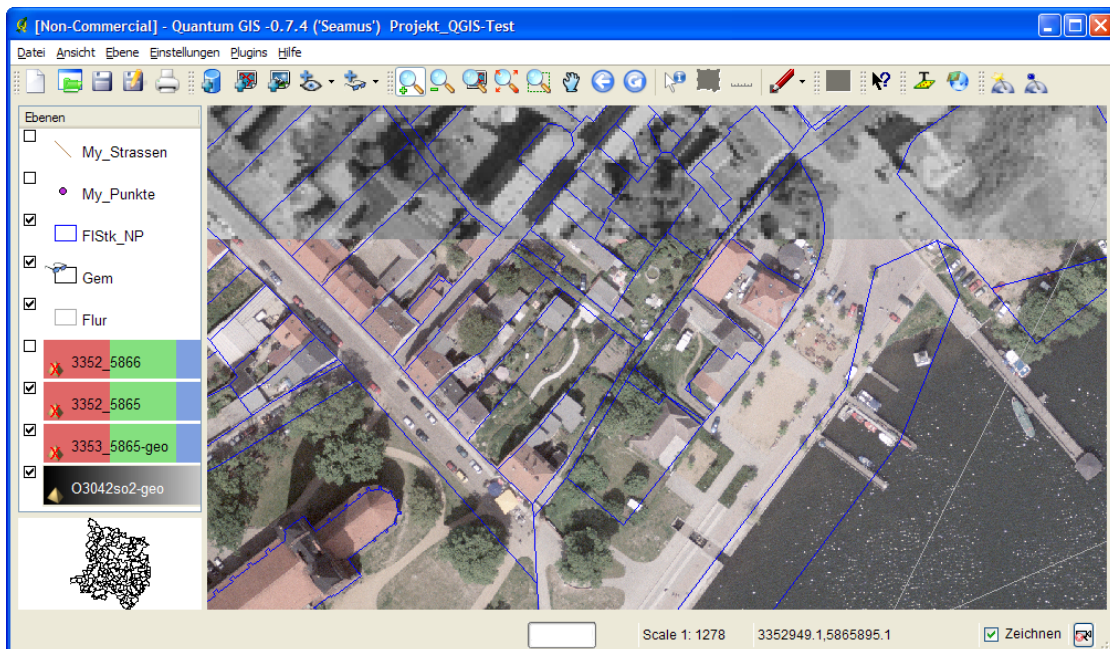


Abbildung 8: *Quantum-GIS*

Quantum GIS erlaubt problemlos das Laden von Shape-Dateien, Tiff-Dateien (incl. Worldfile *.tfw) und GeoTiff-Dateien. Außerdem werden noch weitere Dateiformate unterstützt. DXF-Dateien werden nicht unterstützt. WMS und WFS werden standardmäßig nicht unterstützt.

Das GRASS-Plugin ist unter Windows nicht verfügbar. QGIS unterstützt Projektionen, auch „On-the-Fly-Projektionen“. Das Einlesen von Koordinaten aus einer Datei kann mit Hilfe eines PlugIns problemlos erfolgen.

Quantum GIS läuft unter der Testumgebung nicht stabil. Es kam zu Programmabbrüchen und Abstürzen. Ein Speicherbereich konnte nicht gelesen werden. Die Stabilität wurde mit *mäßig* bewertet.

deeJUMP

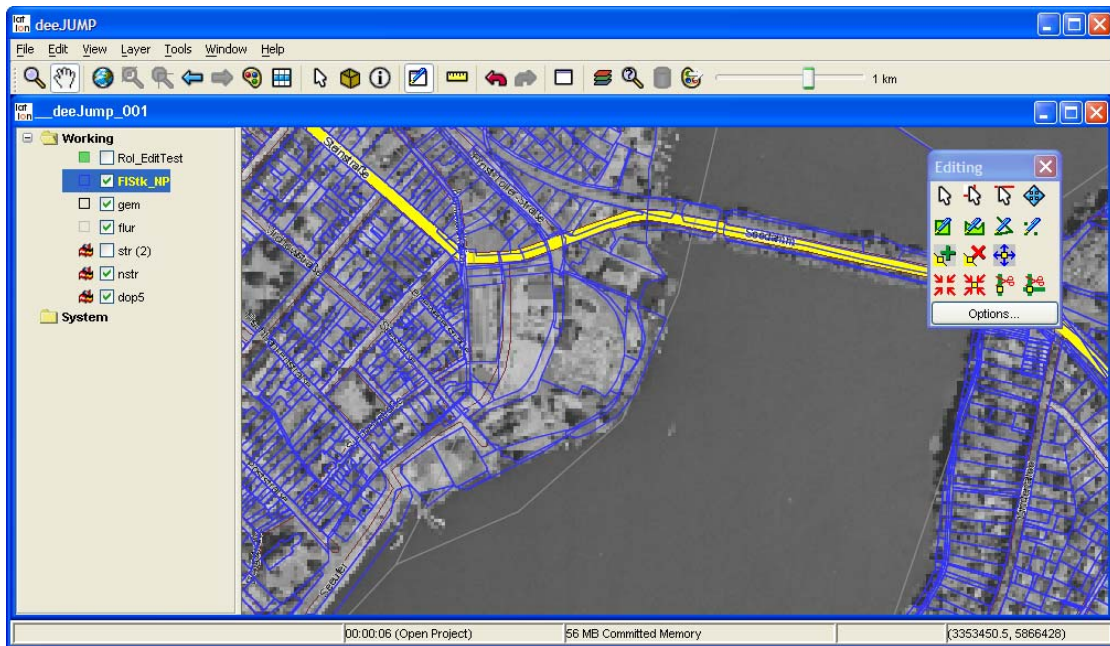


Abbildung 9: deeJUMP

deeJUMP läuft zuverlässig. Leider ist die Performance nicht beeindruckend. Die Geschwindigkeit ist eher langsam. deeJUMP scheint viel Arbeitsspeicher zu benötigen. Es kann keine Rasterdaten laden/importieren. Tiff-Dateien sind nicht lesbar. Rasterdaten können über WMS genutzt werden. Mit einem PlugIn können Geometrien und Attributwerte in einer PostgreSQL/PostGIS Datenbank gespeichert und verarbeitet werden. Die Erzeugung von Karten (Ausgaben) wird nicht unterstützt. Die Darstellung kann in PNG- oder JPEG-Dateien exportiert werden.

Die Verwendung von großen Shape-Dateien oder große Bildausschnitten bei der Nutzung von WMS scheinen viel Arbeitsspeicher zu benötigen. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist dann unbefriedigend.

Die Nutzung eines WFS führte stets zu einer Fehlermeldung. Der Unterstützung von WFS konnte daher nicht untersucht werden. Da die Dokumentation die Unterstützung von WFS beschreibt und die Fehlerursache nicht festgestellt werden konnte wurde die Unterstützung von WFS mit *schlecht* beurteilt. Die Fehlerursache kann bei deeJUMP oder beim WFS selbst begründet liegen.

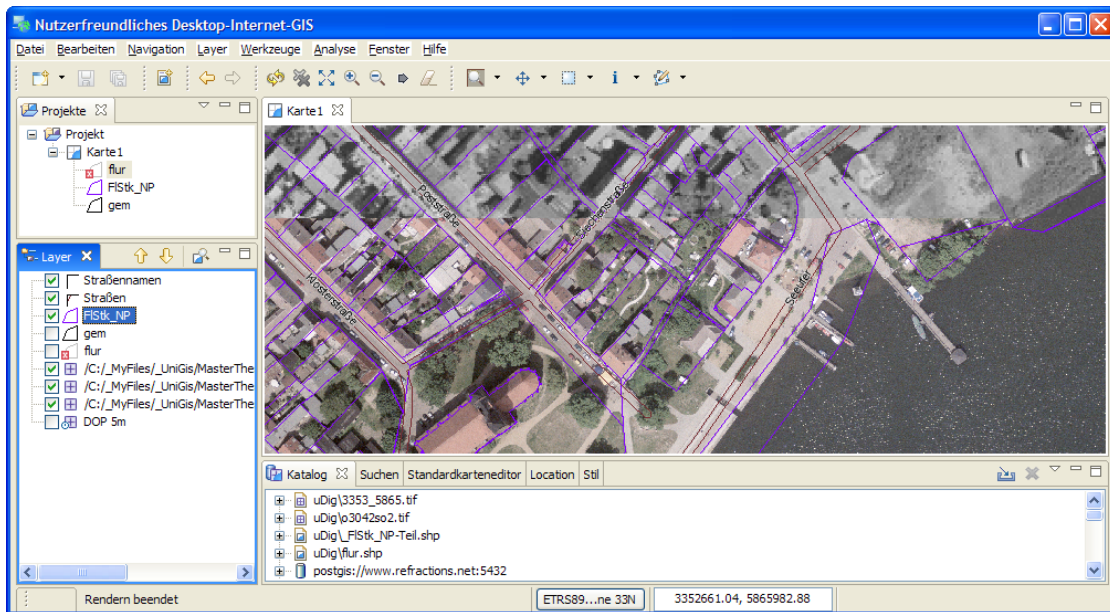
uDig

Abbildung 10: uDig

GeoTiff-Dateien können nur bedingt gelesen werden. Tiff-Dateien, die mit einem Worldfile (*.tfw) georeferenziert sind, können problemlos verarbeitet werden. Bei der Verwendung von großen Rasterdateien ist die Arbeitsgeschwindigkeit unangenehm langsam.

Die Nutzung von WMS und WFS sind problemlos. Die Nutzung einer PostgreSQL/PostGIS Datenbank funktioniert gut.

Die Kartenerstellung und -ausgabe sind ungenügend. Das System ist insgesamt nicht sehr stabil. Es kam öfters zu Problemen.

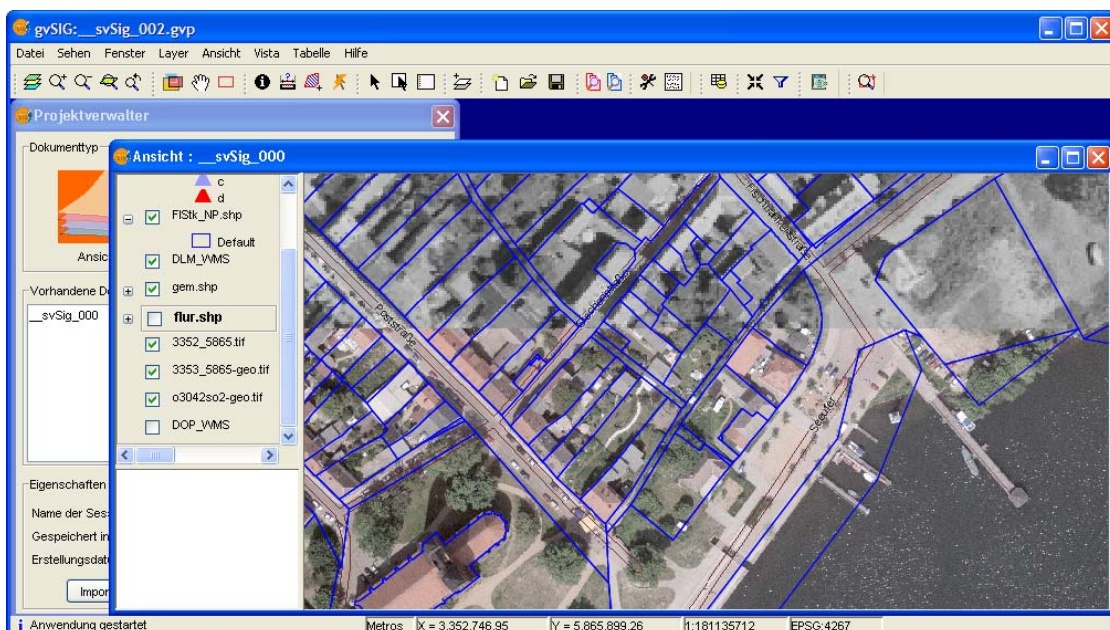
gvSIG

Abbildung 11: gvSIG

Der Ursprung von gvSIG liegt in Spanien. Es werden Oberflächen in mehreren Sprachen angeboten, darunter spanisch, englisch und deutsch.

gvSIG wurde mit der deutschen Oberfläche untersucht. Leider sind nicht alle Programmteile vollständig auf die deutsche Sprache umgestellt. Der Anwender wird immer wieder mit englischen und spanischen Begriffen konfrontiert.

Das Einlesen von DXF-Dateien ist vorgesehen. Jedoch funktionierte das Einlesen von DXF-Dateien nicht. Die Fehlermeldung ist zur Feststellung der Fehlerursache nicht hilfreich. Die Unterstützung von DXF-Dateien wurde deshalb mit *schlecht* bewertet.

Gemäß Dokumentation sollen WFS unterstützt werden. Es werden jedoch nur WFS zur „Suche in Namesverzeichnis“ unterstützt. Ein WFS zur Nutzung und Anzeige von Geodaten/Geoinformation wird nicht unterstützt.

Insgesamt läuft gvSIG sehr stabil und zuverlässig.

Festgestellte Erfüllungsgrade

Aufgrund der Softwareuntersuchungen wurden für alle vier Softwareprodukte die Erfüllungsgrade gemäß der Zielerfüllungsskala (Tabelle 43 auf Seite 45) festgelegt.

	QGIS	deeJUMP	uDig	gvSIG
Kriterium	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad
A Datenzugriff, Datennutzung				
A.A Dateiformate				
A.A.A Shape	4	4	4	5
A.A.B DXF	0	0	0	1
A.A.C Tiff	4	0	4	4
A.A.D Georef. Raster, World-File	4	0	4	4
A.A.E Geotiff	4	0	2	4
A.A.F weitere Dateiformate	3	2	1	1
A.B Datenbanken				
A.B.A Oracle	0	0	0	0
A.B.B ArcSDE	0	0	2	0
A.B.C PostgreSQL / PostGIS	3	2	3	2
A.C Geo Web Services				
A.C.A WMS	0	4	4	5
A.C.B WFS	0	1	4	0
B Daten erzeugen/erfassen				
B.A Vektordaten				
B.A.A Daten neu anlegen/erzeugen	3	4	1	0
B.A.B Digitalisierung, OnScreen-Digit.	2	2	2	0
B.A.C Koordinaten über Tastatur eing ...	0	2	0	0

		QGIS	deeJUMP	uDig	gvSIG
	Kriterium	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad	Erfüllungsgrad
	B.A.D Attribute hinzufügen, eingeben	2	3	0	0
	B.A.E Attribute einlesen, importieren	0	1	0	4
	B.A.F Koordinaten aus Datei einlesen	4	1	0	4
	B.A.G Geometrie manuell ändern	0	3	1	0
	B.A.H Geometrie automatisch anpas ...	1	2	0	0
	B.B Rasterdaten				
	B.B.A Rasterdaten laden/importieren	4	0	3	4
	B.B.B Rasterdaten, Rasterbilder geore ...	2	0	0	0
	B.B.C Bereits georeferenzierte Raster ...	4	0	3	4
	C Geodaten auswerten/analysieren				
	C.A Attribute abfragen	1	2	1	3
	C.B Räumliche Abfragen	0	2	0	3
	C.C Kombinierte Abfragen, nach Attribute ...	0	1	0	1
	C.D Selektion aufgrund von Attributen	0	3	0	4
	C.E Selektion nach räumlichen Definitionen	0	3	0	3
	C.F Weitere Operationen auf Selektion anw ...	0	0	0	2
	C.G Nach Attributen klassifizieren, Gruppie ...	1	3	0	3
	C.H Messung von geometrischen Größen, ...	1	3	0	2
	C.I Attributtabelle, Spalten und Einzelwert ...	0	0	0	0
	C.J Statistische Kennzahlen berechnen	0	0	0	1
	C.K Umgebung analysieren	0	2	0	1
	C.L Mehrere Layer gemeinsam visualisieren	4	4	4	4
	D Erzeugung von Geoinformationsprodukten				
	D.A Karte erzeugen				
	D.A.A Darstellung bei der Ausgabe	1	0	1	3
	D.A.B Kartenbestandteile hinzufügen	1	0	1	3
	D.B Ausgabe erzeugen				
	D.B.A Karte als Datei ausgeben	2	2	0	3
	D.B.B Karte drucken/plotten	1	0	1	3
	E Usability				
	E.A Verständlichkeit der Software	3	3	3	4
	E.B Klarheit	3	4	2	3
	E.C Einfachheit	4	4	4	4
	E.D Sprache (Deutsch/Englisch)	4	2	4	3
	F Nachhaltigkeit				
	F.A Zukunftsfähigkeit	3	3	4	2
	F.B Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	4	4	3	4
	F.C Stabilität, Robustheit	2	3	2	5

Tabelle 44: Die Festgestellten Erfüllungsgrade

5.6 Berechnung der Nutzwerte

Die Kriterien sind festgelegt, die Kriterien sind gewichtet und die Erfüllungsgrade der vier Entscheidungsalternativen stehen fest. Alle Voraussetzungen zur Berechnung der Nutzwerte liegen vor.

Die Berechnung der Nutzwerte erfolgt gemäß Kapitel 4.2.7. Zusätzlich werden die Hierarchieebenen berücksichtigt. Die Nutzwerte der vier Entscheidungsalternativen *QGIS*, *deeJUMP*, *uDig* und *gvSIG* sind in Tabelle 45 dargestellt.

Einige Nutzwerte sind in grau dargestellt. Das sind Nutzwerte, die von einer tieferen Hierarchieebene auf eine höhere Hierarchieebene umgerechnet wurden. Die Angaben dienen als ergänzende Information. Alle Nutzwerte sind mit zwei Dezimalstellen angegeben. Intern wurden die exakten Werte zur Berechnung verwendet.

Kriterium	verwendete Gewichtung			QGIS				decJUMP				uDig				gvSIG			
	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Erfüllungsgrad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungsgrad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungsgrad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungsgrad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3
A Datenzugriff, Datennutzung	26%	100%			0,38	1,47			0,40	1,54			0,81	3,12			0,69	2,67	
A.A Dateiformate	9%	34%	100%		0,32	1,22	3,60		0,09	0,35	1,04		0,30	1,16	3,40		0,35	1,35	3,96
A.A.A Shape	2%	9%	26%	4	0,09	0,35	1,04	4	0,09	0,35	1,04	4	0,09	0,35	1,04	5	0,11	0,44	1,30
A.A.B DXF	1%	3%	10%	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1	0,01	0,03	0,10
A.A.C Tiff	2%	9%	27%	4	0,10	0,37	1,08	0	0,00	0,00	0,00	4	0,10	0,37	1,08	4	0,10	0,37	1,08
A.A.D Georef. Raster, World-File	2%	9%	27%	4	0,10	0,37	1,08	0	0,00	0,00	0,00	4	0,10	0,37	1,08	4	0,10	0,37	1,08
A.A.E Geotiff	1%	3%	10%	4	0,04	0,14	0,40	0	0,00	0,00	0,00	2	0,02	0,07	0,20	4	0,04	0,14	0,40
A.A.F weitere Dateiformate	0%	0%	0%	3	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00
A.B Datenbanken	9%	33%	100%		0,06	0,25	0,75		0,04	0,17	0,50		0,17	0,64	1,95		0,04	0,17	0,50
A.B.A Oracle	1%	5%	15%	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
A.B.B ArcSDE	5%	20%	60%	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2	0,10	0,40	1,20	0	0,00	0,00	0,00
A.B.C PostgreSQL / PostGIS	2%	8%	25%	3	0,06	0,25	0,75	2	0,04	0,17	0,50	3	0,06	0,25	0,75	2	0,04	0,17	0,50
A.C Geo Web Services	9%	33%	100%		0,00	0,00	0,00		0,27	1,02	3,10		0,34	1,32	4,00		0,30	1,16	3,50
A.C.A WMS	6%	23%	70%	0	0,00	0,00	0,00	4	0,24	0,92	2,80	4	0,24	0,92	2,80	5	0,30	1,16	3,50
A.C.B WFS	3%	10%	30%	0	0,00	0,00	0,00	1	0,03	0,10	0,30	4	0,10	0,40	1,20	0	0,00	0,00	0,00
B Daten erzeugen/erfassen	20%	100%			0,47	2,36			0,28	1,42			0,25	1,24			0,39	1,97	
B.A Vektordaten	12%	60%	100%		0,19	0,96	1,60		0,28	1,42	2,37		0,07	0,34	0,56		0,15	0,77	1,28
B.A.A Daten neu anlegen/erzeugen	2%	10%	16%	3	0,06	0,29	0,48	4	0,08	0,38	0,64	1	0,02	0,10	0,16	0	0,00	0,00	0,00
B.A.B Digitalisierung, OnScreen-Digit.	1%	7%	11%	2	0,03	0,13	0,22	2	0,03	0,13	0,22	2	0,03	0,13	0,22	0	0,00	0,00	0,00
B.A.C Koordinaten über Tastatur ein ...	0%	2%	4%	0	0,00	0,00	0,00	2	0,01	0,05	0,08	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
B.A.D Attribute hinzufügen, eingeben	2%	11%	19%	2	0,05	0,23	0,38	3	0,07	0,34	0,57	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
B.A.E Attribute einlesen, importieren	2%	11%	19%	0	0,00	0,00	0,00	1	0,02	0,11	0,19	0	0,00	0,00	0,00	4	0,09	0,46	0,76
B.A.F Koordinaten aus Datei einlesen	2%	8%	13%	4	0,06	0,31	0,52	1	0,02	0,08	0,13	0	0,00	0,00	0,00	4	0,06	0,31	0,52
B.A.G Geometrie manuell ändern	2%	11%	18%	0	0,00	0,00	0,00	3	0,06	0,32	0,54	1	0,02	0,11	0,18	0	0,00	0,00	0,00
B.A.H Geometrie automatisch anpas ...	0%	0%	0%	1	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
B.B Rasterdaten	8%	40%	100%		0,28	1,40	3,50		0,00	0,00	0,00		0,18	0,90	2,25		0,24	1,20	3,00
B.B.A Rasterdaten laden/importieren	3%	16%	40%	4	0,13	0,64	1,60	0	0,00	0,00	0,00	3	0,10	0,48	1,20	4	0,13	0,64	1,60
B.B.B Rasterdaten, Rasterbilder geor ...	2%	10%	25%	2	0,04	0,20	0,50	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
B.B.C Bereits georeferenzierte Raste ...	3%	14%	35%	4	0,11	0,56	1,40	0	0,00	0,00	0,00	3	0,08	0,42	1,05	4	0,11	0,56	1,40
C Geodaten auswerten/analysieren	7%	100%			0,06	0,92			0,17	2,40			0,05	0,77			0,20	2,82	
C.A Attribute abfragen	1%	13%		1	0,01	0,13		2	0,02	0,26		1	0,01	0,13		3	0,03	0,39	
C.B Räumliche Abfragen	1%	13%		0	0,00	0,00		2	0,02	0,26		0	0,00	0,00		3	0,03	0,39	
C.C Kombinierte Abfragen, nach Attribute ...	1%	8%		0	0,00	0,00		1	0,01	0,08		0	0,00	0,00		1	0,01	0,08	
C.D Selektion aufgrund von Attributen	1%	12%		0	0,00	0,00		3	0,03	0,36		0	0,00	0,00		4	0,03	0,48	
C.E Selektion nach räumlichen Definitionen	1%	11%		0	0,00	0,00		3	0,02	0,33		0	0,00	0,00		3	0,02	0,33	
C.F Weitere Operationen auf Selektion an ...	0%	5%		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		2	0,01	0,10	
C.G Nach Attributen klassifizieren, Grupp ...	1%	8%		1	0,01	0,08		3	0,02	0,24		0	0,00	0,00		3	0,02	0,24	
C.H Messung von geometrischen Größen, ...	0%	7%		1	0,00	0,07		3	0,01	0,21		0	0,00	0,00		2	0,01	0,14	
C.I Attributtabelle, Spalten und Einzelwe ...	0%	4%		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00	
C.J Statistische Kennzahlen berechnen	0%	2%		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		1	0,00	0,02	
C.K Umgebung analysieren	0%	1%		0	0,00	0,00		2	0,00	0,02		0	0,00	0,00		1	0,00	0,01	
C.L Mehrere Layer gemeinsam visualisieren	1%	16%		4	0,04	0,64		4	0,04	0,64		4	0,04	0,64		4	0,04	0,64	
D Erzeugung von Geoinformationsprodukten	17%	100%			0,19	1,14			0,05	0,28			0,15	0,86			0,51	3,00	

Kriterium	verwendete Gewichtung			QGIS				decJUMP				uDig				gvSIG			
	Gewicht Ebene 1	Gewicht Ebene 2	Gewicht Ebene 3	Erfüllungs-grad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungs-grad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungs-grad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3	Erfüllungs-grad	Nutzwert Ebene 1	Nutzwert Ebene 2	Nutzwert Ebene 3
D.A Karte erzeugen	10%	60%	100%		0,10	0,60	1,00		0,00	0,00	0,00		0,10	0,60	1,00		0,31	1,80	3,00
D.A.A Darstellung bei der Ausgabe	6%	36%	60%	1	0,06	0,36	0,60	0	0,00	0,00	0,00	1	0,06	0,36	0,60	3	0,18	1,08	1,80
D.A.B Kartenbestandteile hinzufügen	4%	24%	40%	1	0,04	0,24	0,40	0	0,00	0,00	0,00	1	0,04	0,24	0,40	3	0,12	0,72	1,20
D.B Ausgabe erzeugen	7%	40%	100%		0,09	0,54	1,35		0,05	0,28	0,70		0,04	0,26	0,65		0,20	1,20	3,00
D.B.A Karte als Datei ausgeben	2%	14%	35%	2	0,05	0,28	0,70	2	0,05	0,28	0,70	0	0,00	0,00	0,00	3	0,07	0,42	1,05
D.B.B Karte drucken/plotten	4%	26%	65%	1	0,04	0,26	0,65	0	0,00	0,00	0,00	1	0,04	0,26	0,65	3	0,13	0,78	1,95
E Usability	20%	100%			0,67	3,33			0,63	3,16			0,63	3,16			0,73	3,66	
E.A Verständlichkeit der Software	10%	50%		3	0,30	1,50		3	0,30	1,50		3	0,30	1,50		4	0,40	2,00	
E.B Klarheit	3%	17%		3	0,10	0,51		4	0,14	0,68		2	0,07	0,34		3	0,10	0,51	
E.C Einfachheit	3%	16%		4	0,13	0,64		4	0,13	0,64		4	0,13	0,64		4	0,13	0,64	
E.D Sprache (Deutsch/Englisch)	3%	17%		4	0,14	0,68		2	0,07	0,34		4	0,14	0,68		3	0,10	0,51	
F Nachhaltigkeit	10%	100%			0,29	2,85			0,33	3,25			0,30	2,95			0,37	3,70	
F.A Zukunftsfähigkeit	4%	35%		3	0,11	1,05		3	0,11	1,05		4	0,14	1,40		2	0,07	0,70	
F.B Offenheit, Anpassbarkeit, Flexibilität	3%	25%		4	0,10	1,00		4	0,10	1,00		3	0,08	0,75		4	0,10	1,00	
F.C Stabilität, Robustheit	4%	40%		2	0,08	0,80		3	0,12	1,20		2	0,08	0,80		5	0,20	2,00	
Gesamtnutzwert:					2,06				1,86				2,19				2,90		

Tabelle 45: Berechnung der Nutzwerte

5.7 Darstellung der Ergebnisse

Die ermittelten Ergebnisse werden zur Beurteilung in Diagrammen dargestellt. Es werden ausgewählte Kategorien und Zusammenhänge präsentiert und erläutert.

Es werden zwei unterschiedliche Diagrammartentypen verwendet. Ein *Nutzwertdiagramm* stellt die ermittelten Nutzwerte dar. Ein *Stärken-Schwächen-Diagramm* stellt die Erfüllungsgrade dar.

Den größten Gesamtnutzwert erzielt die Entscheidungsalternative *gvSIG* mit einem Wert von 2,90. Den geringsten Gesamtnutzwert erreicht die Entscheidungsalternative *deeJUMP*. Der Wert beträgt 1,86. Damit erreicht *gvSIG* einen um ca. 56% besseren Nutzwert als *deeJUMP*.

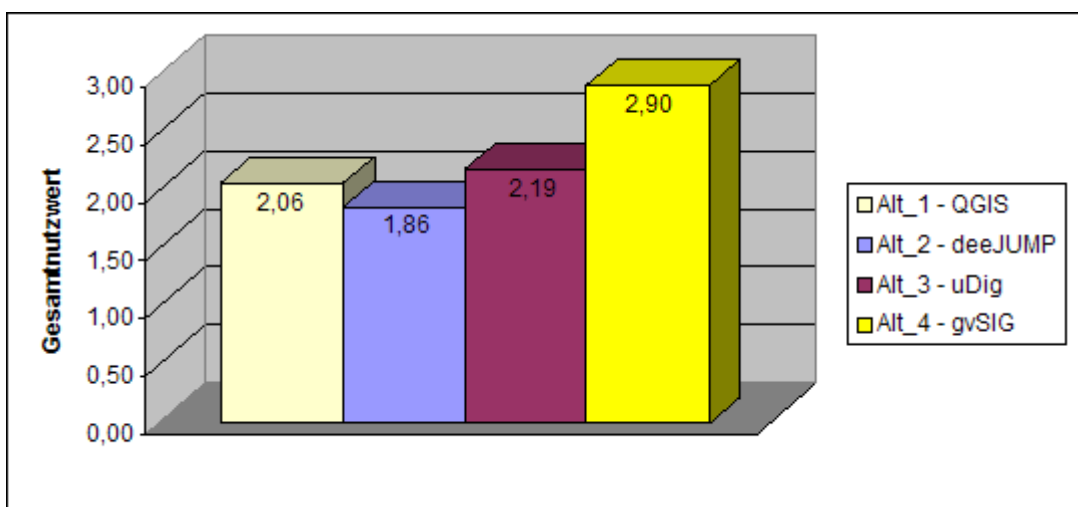


Abbildung 12: Diagramm, Vergleich der Gesamtnutzwerte

Abbildung 13 zeigt differenziert die Nutzwerte der Kriterien A bis F. Die Entscheidungsalternativen *uDig* und *gvSIG* erzielen in der Kriterienkategorie *A - Datenzugriff, Datennutzung* deutlich bessere Nutzwerte als die Alternativen *QGIS* und *deeJUMP*. In den Kategorien *E - Usability* und *F - Nachhaltigkeit* bekommen alle vier Alternativen dagegen jeweils sehr ähnliche Nutzwerte. In der Kategorie *D - Erzeugung von Geoinformationsprodukten* gibt es eine große Streuung der Nutzwerte.

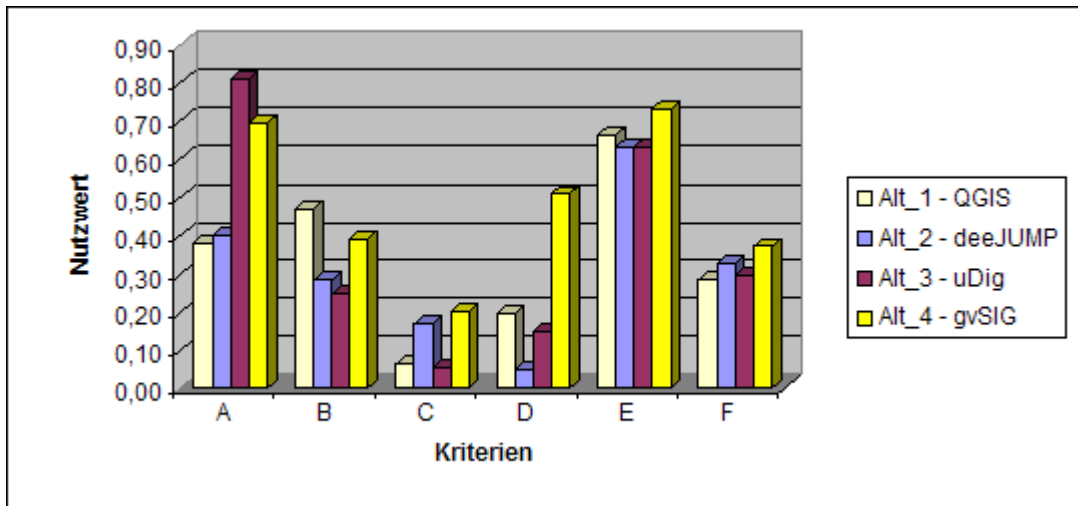


Abbildung 13: Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 1

Abbildung 14 zeigt, dass *QGIS* in der Kategorie *A.C - Geo Web Services* deutlich hinter den anderen drei Entscheidungsalternativen zurückbleibt. *deeJUMP*, *uDig* und *gvSIG* sind dagegen etwa gleich stark.

deeJUMP kann in der Kategorie *A.A - Dateiformate* offensichtlich nicht den Nutzen erzielen wie die anderen drei Softwareprodukte.

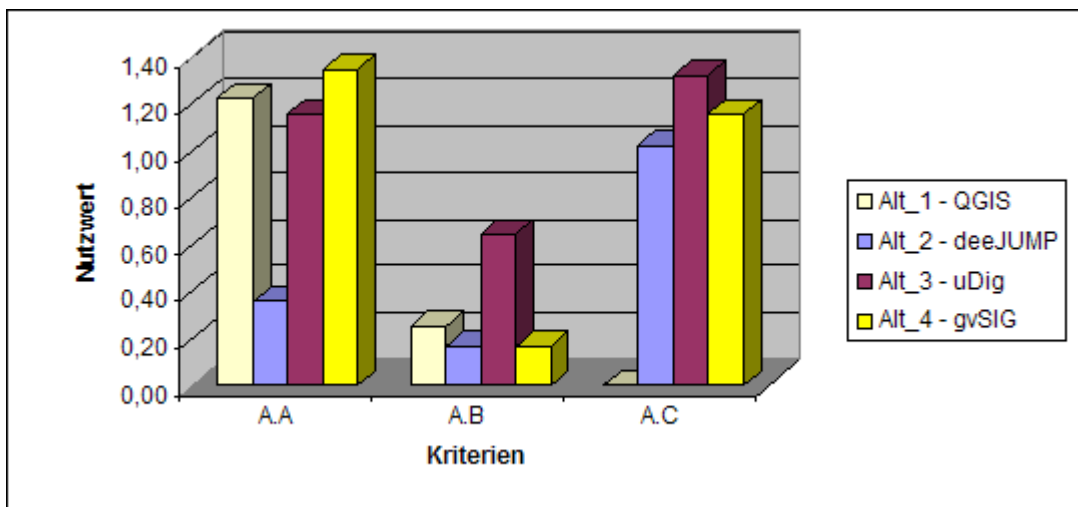


Abbildung 14: Datenzugriff, Datennutzung, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 2

Das Stärken-Schwächen-Diagramm in Abbildung 15 zeigt die Erfüllungsgrade der Kategorie *A.A - Dateiformate* auf Hierarchieebene 3. Abbildung 16 zeigt die dazu ermittelten Nutzwerte. In die Berechnung der Nutzwerte sind die Kriteriengewichte eingeflossen.

Vergleicht man in beiden Abbildungen die Balken des Kriteriums *A.A.F - weitere Dateiformate* so ist festzustellen, dass sich die Erfüllungsgrade in Abbildung 15 nicht auf die Nutzwerte in Abbildung 16 auswirken. Die Nutzwerte betragen 0,00. Ursache ist die geringe Gewichtung des Kriteriums *A.A.F - weitere Dateiformate*.

Die Relationen der Balken zwischen den Kriterien *A.A.D - Georef. Raster, World-File* und *A.A.E - Geotiff* sind in Abbildung 15 anders als in Abbildung 16. Auch hier wird der Einfluss der Kriteriengewichtung deutlich.

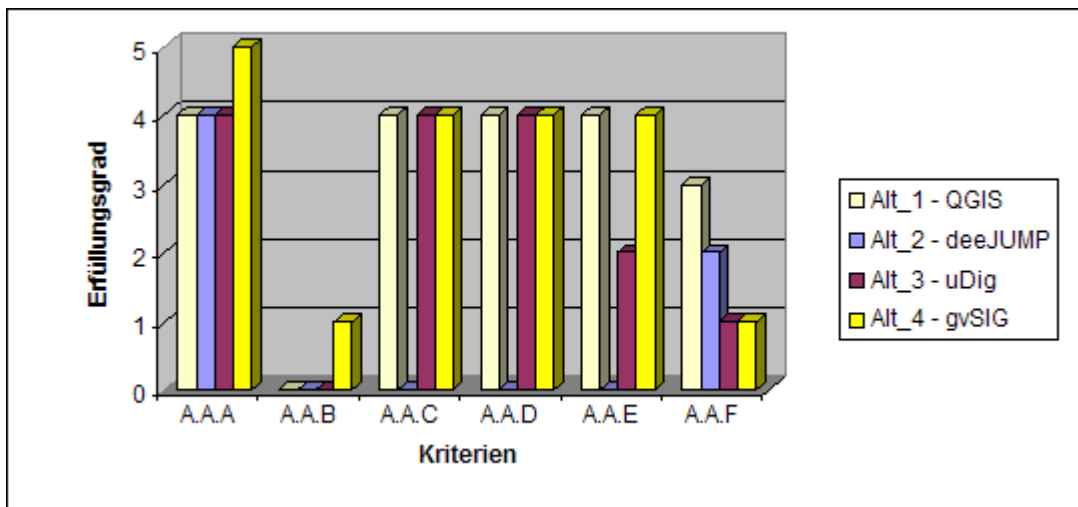


Abbildung 15: Dateiformate, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 3

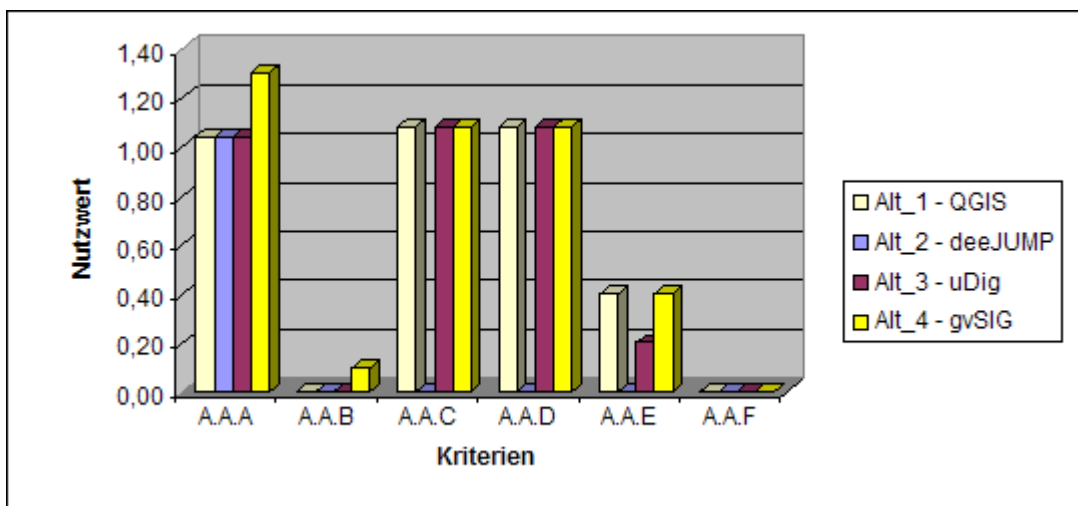


Abbildung 16: Dateiformate, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 3

Abbildung 17 bis Abbildung 20 zeigen weitere Stärken-Schwächen-Diagramme sowie weitere Nutzwertdiagramme. Auf eine Kommentierung der Diagramme wird verzichtet.

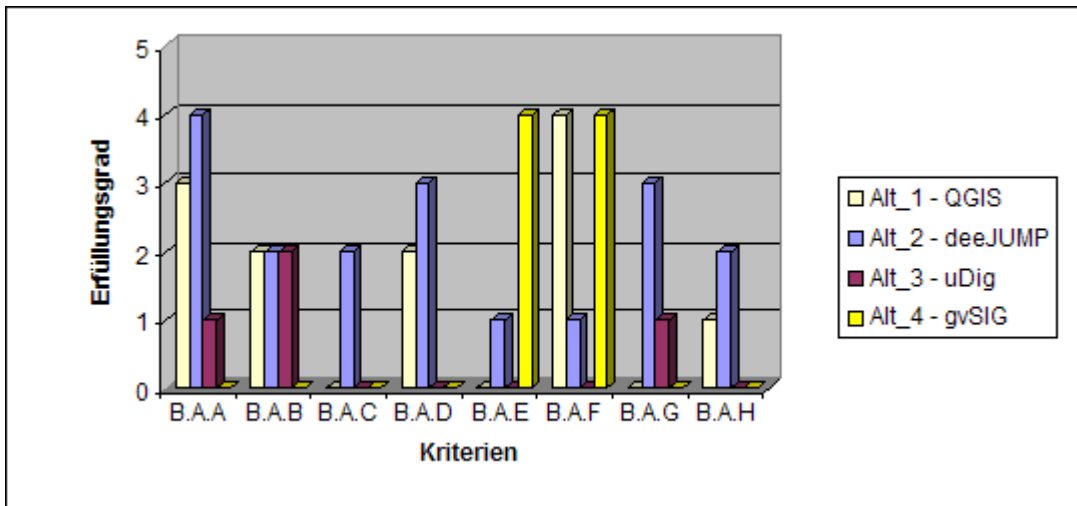


Abbildung 17: Vektordaten, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 3

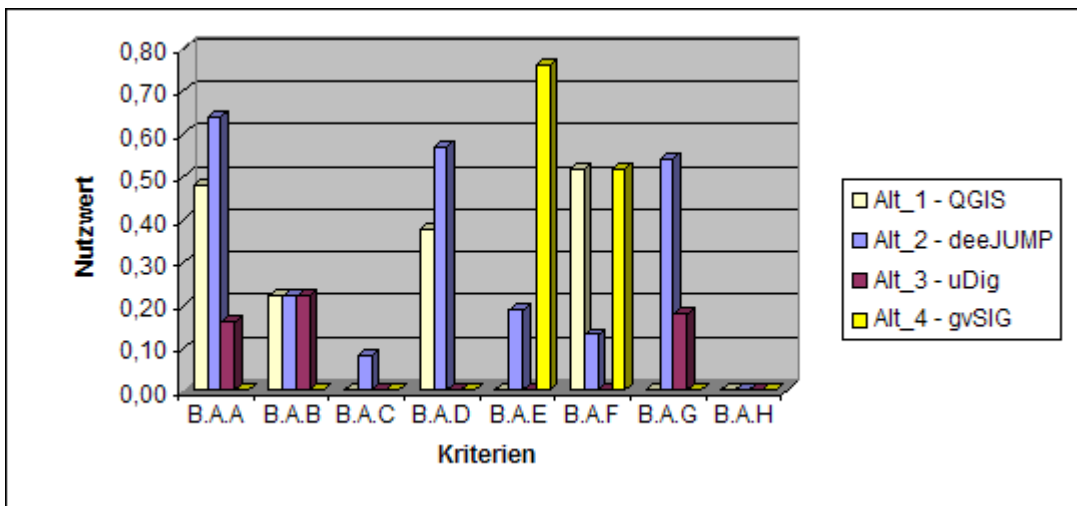


Abbildung 18: Vektordaten, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 3

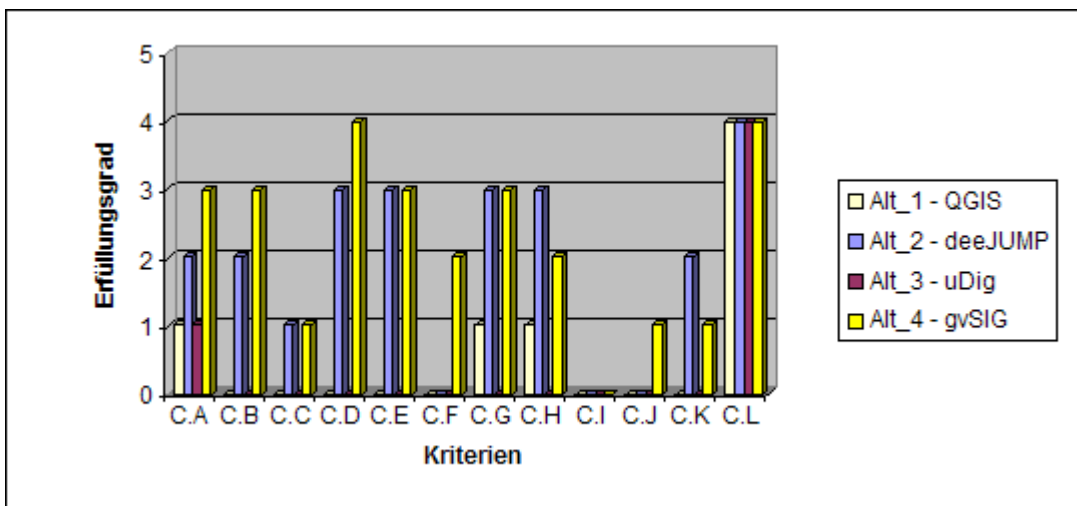


Abbildung 19: Geodaten auswerten/analysieren, Stärken-Schwächen-Diagramm, Hierarchieebene 2

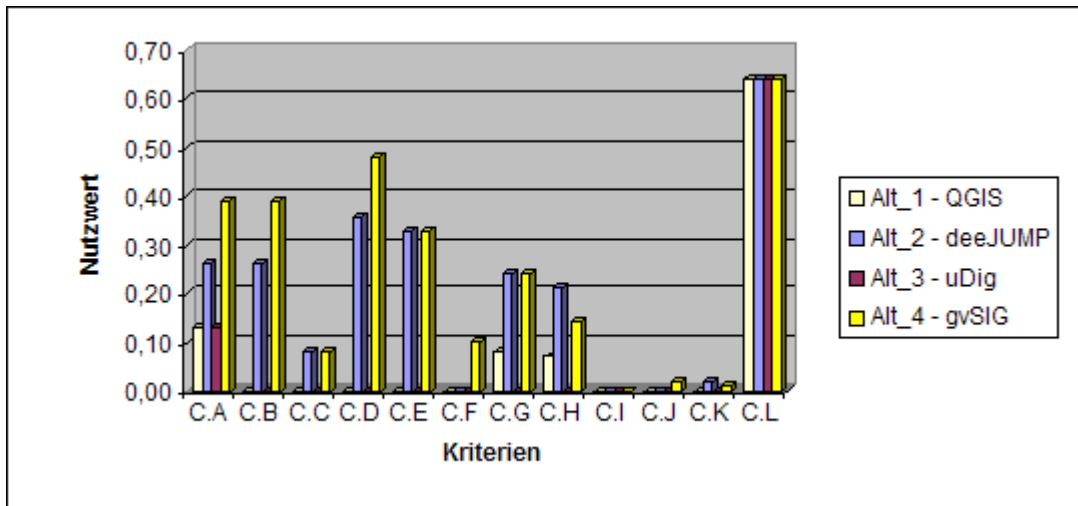


Abbildung 20: Geodaten auswerten/analysieren, Nutzwertdiagramm, Hierarchieebene 2

Als Gesamtergebnis der Nutzwertanalyse wird festgestellt:

Das Softwareprodukt gvSIG stellt auf Grundlage der gewählten Kriterien und Gewichte die beste Entscheidungsalternative dar.

Stärken und Schwächen der Softwareprodukte können in den Diagrammen komfortabel abgelesen werden. Weitere Diagramme können bei Bedarf problemlos erzeugt werden.

5.8 Sensitivitätsanalyse

Um die Robustheit der Ergebnisse der Nutzwertanalyse einschätzen zu können, wird eine einfache Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Es wird ermittelt, ob das Ergebnis gegenüber Veränderungen von subjektiven Komponenten robust ist.

Es sollen zwei Einflussgrößen untersucht werden, die Gewichtung der Kriterien und die Zielerfüllungsskala. In einer ersten Sensitivitätsanalyse werden die Kriteriengewichte der Hierarchieebene 1 verändert. In einer zweiten Analyse wird die Zielerfüllungsskala modifiziert.

5.8.1 Analyse Gewichtung

Die Sensitivitätsanalyse der Gewichtung soll die Robustheit der Gewichtung untersuchen. Es wird eine vereinfachte Analyse durchgeführt. Es werden die Kriteriengewichte der Hierarchieebene 1 verändert. Die Gewichte werden über die sechs Kriterien A - F gleichmäßig verteilt. Alle Kriterien erhalten somit als Gewicht 17%, wobei aufgrund von Rundungsdifferenzen zwei Kriterien das Gewicht 16% erhalten. Die Summe ergibt 100%.

Tabelle 46 zeigt in Spalte *Gewicht Sensi-Analyse* die eingesetzten Gewichte zur Sensitivitätsanalyse. Die Gewichte der Hierarchieebenen 2 und 3 bleiben unverändert. Es werden die Gewichte gemäß Tabelle 45 verwendet.

Kriterium	Verwendete Gewichtung	Gewicht Sensi-Analy	Differenz
A Datenzugriff, Datennutzung	26%	17%	9%
B Daten erzeugen/erfassen	20%	17%	3%
C Geodaten auswerten/analysieren	7%	16%	-9%
D Erzeugung von Geoinformationsprodukten	17%	17%	0%
E Usability	20%	17%	3%
F Nachhaltigkeit	10%	16%	-6%
<i>Summe:</i>	100%	100%	0%

Tabelle 46: Gewichtsänderung für Sensitivitätsanalyse

Die Auswirkungen der Gewichtsänderungen gemäß Tabelle 46 werden im Vergleich zwischen Abbildung 12 und Abbildung 21 deutlich. Die Gesamtnutzwerte der Entscheidungsalternativen *QGIS*, *deeJUMP* und *uDig* haben sich deutlich angenähert. Die Nutzwerte liegen fast auf gleichem Niveau. Die Alternative *gvSIG* erzielt einen deutlich besseren Gesamtnutzwert. Der relative Abstand zu den ersten drei Alternativen bleibt klar erhalten.

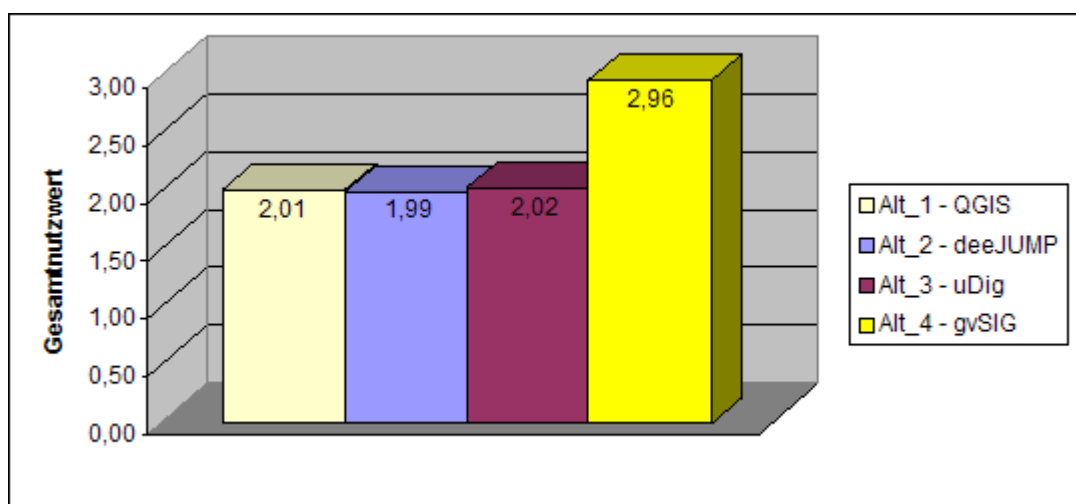


Abbildung 21: Gesamtnutzwerte, nach Gewichtsänderung

Ein Vergleich von Abbildung 13 und Abbildung 22 zeigt die Veränderungen der erzielten Nutzwerte auf Hierarchieebene 1. Die Relationen zwischen den vier Entscheidungsalternativen ist bei allen sechs Kriterienkategorie *A - Datenzugriff, Datennutzung* bis *F – Nachhaltigkeit* erhalten geblieben. Die Relationen zwischen den Kategorien haben sich jedoch verändert. Alle vier Entscheidungsalternativen haben in Kategorie *F* nun etwa ähnlich große Nutzwerte wie in Kategorie *E*. In Abbildung 13 waren die Nutzwerte der Kategorie *F* deutlich geringer als die der Kategorie *E*.

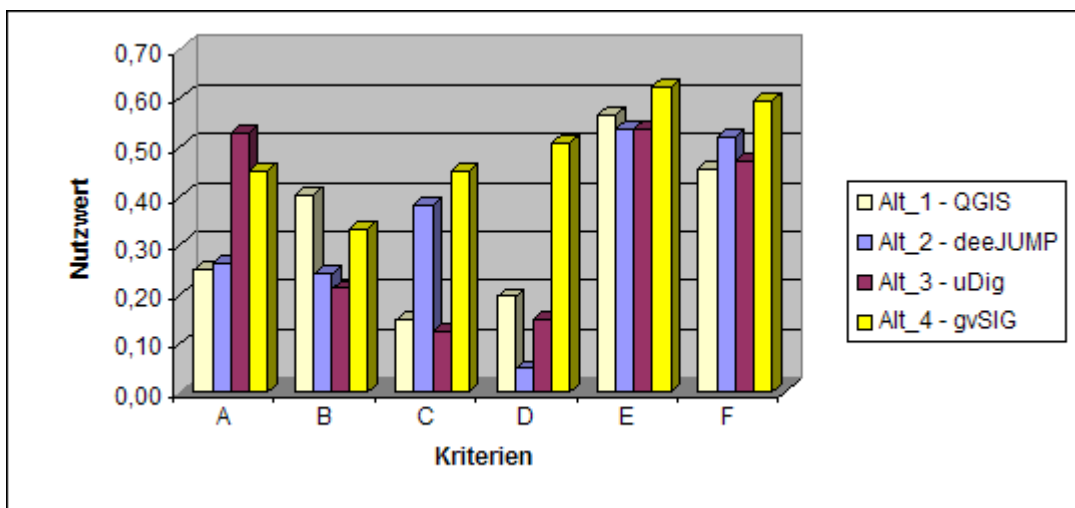


Abbildung 22: Nutzwertdiagramm, Ebene 1, nach Gewichtsänderung

Bereits geringe Änderungen der Gewichte auf Hierarchieebene 1 führen zu spürbaren Veränderungen der Nutzwerte. Das Gesamtergebnis ändert sich jedoch nicht signifikant. Bei stärkeren Veränderungen der Gewichte oder bei weiteren Gewichtsänderungen auf Hierarchieebene 2 und 3 ist zu erwarten, dass die Ergebnisse deutliche Veränderungen zeigen. Der hohe Aufwand zur sorgfältigen Gewichtsermittlung durch *freie Gewichtung* und *paarweise Vergleichen* in Kapitel 5.2 ist offensichtlich gerechtfertigt.

Als Erkenntnis ist festzuhalten:

Die sorgfältige Kriteriengewichtung ist Voraussetzung für ein „gutes“ Ergebnis.

5.8.2 Analyse Zielerfüllungsskala

Es soll untersucht werden, wie sich eine modifizierte Zielerfüllungsskala auf das Ergebnis der Nutzwertanalyse auswirkt. Die Werte der Erfüllungsgrade *schlecht*, *mäßig*, *durchschnittlich*, *gut* oder *sehr gut* werden angehoben und mit den Werten 2 bis 6 belegt. Damit setzen sie sich deutlicher vom Erfüllungsgrad *nicht erfüllt* ab. Der Wert 1 findet keine Anwendung.

Erfüllungsgrad	Wert
Nicht erfüllt	0
Schlecht	2
Mäßig	3
Durchschnittlich	4
Gut	5
Sehr gut	6

Tabelle 47: Geänderte Zielerfüllungsskala für Sensitivitätsanalyse

Abbildung 23 zeigt, dass alle vier Entscheidungsalternativen größere Gesamtnutzwerte erreichen als in Abbildung 12. Die Relationen zwischen den vier Alternativen sind etwa gleich geblieben. Auch die Abbildung 13 und Abbildung 24 zeigen gleiche Relationen. Da eine

Nutzwertanalyse nur relative Aussagen zwischen den Entscheidungsalternativen liefert, sind die Ergebnisse als gleichwertig anzusehen.

Aus den Ergebnissen der Nutzwertanalyse nach Veränderung der Zielerfüllungsskala können nur die gleichen Schlüsse gezogen werden, wie aus der (Original-)Nutzwertanalyse.

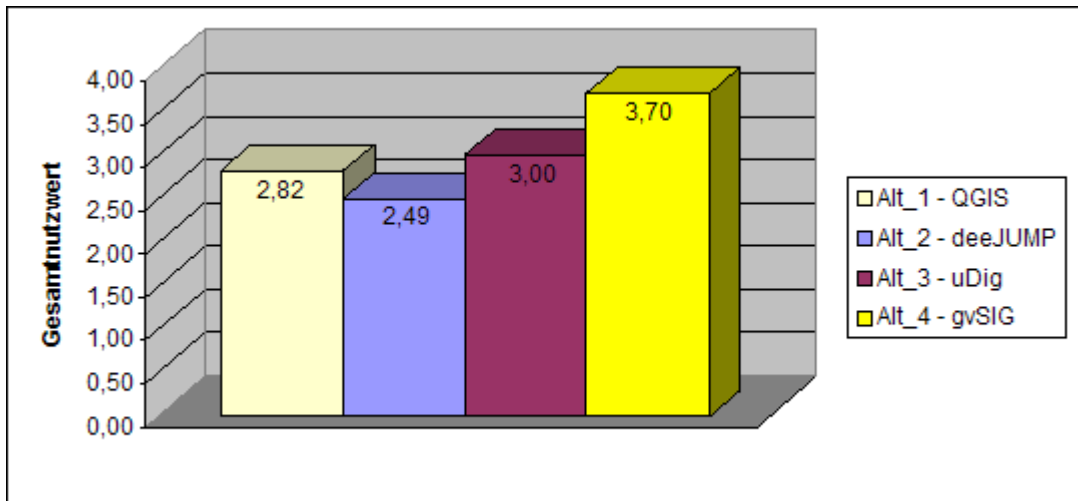


Abbildung 23: Gesamtnutzwerte, nach Änderung der Zielerfüllungsskala

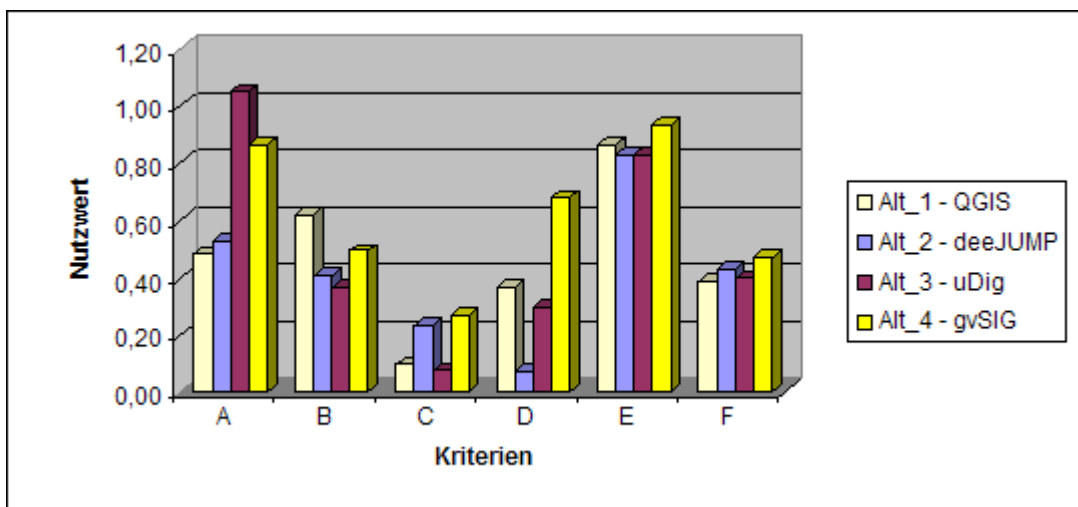


Abbildung 24: Nutzwertdiagramm, Ebene 1, nach Änderung der Zielerfüllungsskala

Es wird festgehalten:

Die moderate Veränderung der Zielerfüllungsskala hat keinen Einfluss auf das Ergebnis der Nutzwertanalyse.

5.9 Fazit der Beurteilung

Die Auswahl der Kriterien und deren Gewichtung beeinflussen das Ergebnis der Nutzwertanalyse. Die Kriterien sind gemäß der erforderlichen Präferenzen sorgfältig auszuwählen und zu gewichten. Wie die Sensitivitätsanalyse zeigt führen leichte Veränderungen

der Gewichte bereits zu spürbaren Änderungen der Nutzwerte. Der hohe Aufwand, der zur Kriteriengewichtung betrieben wurde, kann als gerechtfertigt angesehen werden.

Die 6-stufige Zielerfüllungsskala hat sich bewährt. Es ist nicht zu erwarten, dass eine feinere Skalierung der Zielerfüllungsskala zu erheblich besseren Erkenntnissen führen würde.

Die zwei großen Vorteile der Nutzwertanalyse

- Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung sowie
- intensive Prüfung der Kriterien und Gewichtung

können bestätigt werden.

Die intensive Auseinandersetzung mit der Kriterienauswahl und der Kriteriengewichtung führt zu neuen Erkenntnissen während des Entscheidungsprozesses. Es findet eine Konzentration auf die tatsächlich wichtigen Faktoren statt. Die Zahlendarstellung schafft eine Vergleichbarkeit. „Bauchentscheidungen“ werden reduziert.

Nach Abschluss der Nutzwertanalyse können noch die folgenden zwei Detailfragen gestellt werden:

- Ist es sinnvoll die beiden Kriterien *A.A.F - weitere Dateiformate* und *B.A.H - Geometrie automatisch anpassen/verbessern* überhaupt in der Nutzwertanalyse zu berücksichtigen? Beide Kriterien fließen in die Nutzwertanalyse mit dem Gewicht 0% ein.
- Ist die Struktur der Kategorie *D - Erzeugung von Geoinformationsprodukten* sinnvoll gewählt?

D	Erzeugung von Geoinformationsprodukten
D.A	Karte erzeugen
D.A.A	Darstellung bei der Ausgabe
D.A.B	Kartenbestandteile hinzufügen
D.B	Ausgabe erzeugen
D.B.A	Karte als Datei ausgeben
D.B.B	Karte drucken/plotten

Wäre eine einfache Struktur der Kategorie besser? Bei vier Kriterien pro Kategorie wäre etwa die Gewichtung durch paarweise Vergleiche anzuraten.

D	Erzeugung von Karten
D.A	Darstellung bei der Ausgabe
D.B	Kartenbestandteile hinzufügen
D.C	Karte als Datei ausgeben
D.D	Karte drucken/plotten

Man sieht, die Auswahl, Strukturierung und Gewichtung der Kriterien kann immer noch „verbessert“ werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Bereich der Geoinformationsverarbeitung sind diverse Open Source Softwareprodukte verfügbar. Der (End-)Anwender nutzt und verarbeitet Geodaten der unterschiedlichsten Quellen, Formate und Anbieter. Die zunehmende Standardisierung der vergangenen Jahre begünstigt die Open Source Entwicklergemeinschaft, da nun auf verbreitete und offengelegte Standards aufgebaut werden kann.

Als erster Schritt wurde ein allgemeiner Vergleich zwischen *Open Source Software* und *kommerzieller Software* zum Einsatz in der Kommunalverwaltung durchgeführt. Im zweiten Schritt wurden vier (Geo-)Softwareprodukte aus dem Open Source Bereich untersucht und beurteilt. Es wurden die Belange einer öffentlichen kommunalen Verwaltung berücksichtigt.

Die Nutzwertanalyse liefert vergleichende, also relative, Nutzwerte in mehreren Kategorien. So kann leicht der relative Nutzwert einer bestimmten Kategorie abgelesen werden. Alle vier untersuchten Softwareprodukte *Quantum GIS*, *deeJUMP*, *uDig* und *gvSIG* bieten interessante und hilfreiche Möglichkeiten. Die Vor- und Nachteile sind durch die Nutzwertanalyse transparent geworden. Erstaunlich ist teilweise die hohe Leistungsfähigkeit der Produkte in einzelnen Bereichen. Leider kann keines der untersuchten Produkte alle Kriterien gut erfüllen. Jedes Softwareprodukt hat Schwächen. Durch die einfache Verfügbarkeit der OSS/FS-Produkte kann jedoch das für den jeweiligen Zweck beste Produkt eingesetzt werden.

Der Autor schätzt aufgrund seiner Erfahrung mit kommerziellen (Geo-)Softwareprodukten ein, dass die kommerziellen Vertreter i.d.R. über einen größeren und besseren Leistungsumfang verfügen, als die Vertreter aus dem Open Source Bereich. Leider muss dafür ein höherer Komplexitätsgrad in Kauf genommen werden. Es muss jedoch ständig hinterfragt werden: "Ist alles notwendig und sinnvoll was möglich ist?"

Einen direkten Vergleich zwischen Open Source (Geo-)Softwareprodukten und kommerziellen Produkten lässt die vorliegende Arbeit nicht zu. Eine weiterführende Arbeit könnte Vertreter beider Kategorien untersuchen und direkt vergleichen. Auch könnten zusätzliche Kriterien wie Zugriffsberechtigung, Authentifizierung, Integrität, Nutzerverwaltung, Rechteverwaltung und Metadaten einfließen.

Die innovationsfreudige Open Source Entwicklergemeinschaft wird aufholen und die kommerziellen Anbieter weiter unter Druck setzen. Ein junges und wichtiges Ereignis hierzu ist die Gründung der Open Source Geospatial Foundation²⁴ am 02.03.2006. Auch die Kommunalverwaltungen werden von den weiteren Entwicklungen im Open Source Bereich profitieren.

²⁴ Open Source Geospatial Foundation, <http://www.osgeo.org/> (27.06.2006)

Literatur

[ADAMS et al. 2004]

ADAMS, Till; BIAKOWSKI, Christina; CHRISTL, Arnulf; EMDE, Astrid; THELEN, Benjamin; TRAKAS, Athina; (2004): Praxishandbuch WebGIS mit Freier Software, Ein Gemeinschaftsprojekt von CCGIS und terrestris, Bonn, Februar 2004, 136S.
<http://www.ccgis.de/handbuch.php> (25.01.2006)

[BÄRWOLFF et al. 2005]

BÄRWOLFF, Matthias; GEHRING, Robert A.; LUTTERBECK, Bernd (Hrsg. 2005), Open Source Jahrbuch 2005 - Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell, Berlin, 2005
<http://www.opensourcejahrbuch.de/> (25.01.2006)

[BÄRWOLFF et al. 2006]

BÄRWOLFF, Matthias; GEHRING, Robert A.; LUTTERBECK, Bernd (Hrsg. 2006), Open Source Jahrbuch 2006 - Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell, Berlin, 2006
<http://www.opensourcejahrbuch.de/> (16.03.2006)

[BAYR et al. 2003]

Bayrisches Staatsministerium der Finanzen, et al. (Hrsg. 2003), Geoinformationssysteme, Leitfaden für kommunale GIS-Einsteiger, 1. Auflage, München, Dezember 2003
<http://www.gis-leitfaden.de/> (25.01.2006)

[BERNHARD et al. 2004]

BERNHARD, L.; FITZKE, J.; WAGNER, R. (Hrsg. 2004): Geodateninfrastruktur – Grundlagen und Anwendungen, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, 311S.

[BILL 2003]

BILL, Ralf; 2003: Eine günstige Alternative – Open Source als Basis für Internet-GIS-Lösungen in Kommunen und Landkreisen; IN: GeoBIT, Das Magazin für raumbezogene Informationstechnologie, Heft 10/2003, Seite 28-30, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG

[BMWV 2001]

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg. 2001), Open-Source-Software, Ein Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen, 1. Auflage, Berlin, März 2001
<http://oss-broschuere.berlios.de/> (13.02.2006)

[BÜNNAGEL/RECH 2004]

BÜNNAGEL, Martin; RECH, Monika; 2004: Podiumsdiskussion, Open Source contra herkömmliche Software; IN: GeoBit, Geoinformatik für die Praxis, Heft 8-2004, Seite 12-17, abcverlag GmbH

[DICKMANN 2005]

DICKMANN, Frank; 2005: Potenziale einer „Remote Cartography“; IN: GeoBIT, Geoinformationstechnologie für die Praxis, Heft 10/2005, Seite 22-24, abcverlag GmbH

[DONAUBAUER et al. 2005]

DONAUBAUER, Andreas, et al., (2005): Trendanalyse zur Intergeo 2005, Runder Tisch GIS e.V., München, 31.10.2005
<http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/article/articleview/574/1/13> (25.01.2006)

[DREWNAK/ELFERS 2005]

DREWNAK, Jan; ELFERS, Christian; 2005: Der Faktor Sicherheit; IN: GeoBIT, Geoinformationstechnologie für die Praxis, Heft 3/2005, Seite 21-23, abcverlag GmbH

[FITZKE et al. 2003]

FITZKE, Jens; GREVE, Klaus; MÜLLER, Markus; POTH, Andreas; 2003: Deegree – ein Open-Source-Projekt zum Aufbau von Geodateninfrastrukturen auf der Basis aktueller OGC- und ISO-Standards; IN: GIS, Geo-Informationssysteme, Zeitschrift für raumbezogene Informationen und Entscheidungen, Heft 9/2003, Seite 10-16, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG

[FEDERAS 2004]

FEDERAS Beratung AG; 2004: Gutachten - Erstellung eines Systemkonzeptes zur Einführung eines Geographisches Informationssystem für den Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Düsseldorf, März 2004, 63S. (unveröffentlichtes Gutachten)

[FORNEFELD et al. 2004]

FORNEFELD, Martin; OEFINGER, Peter; JAENICKE, Kathrin; (2004): Nutzen von Geodateninfrastrukturen, MICUS Management Consulting GmbH., Düsseldorf, Oktober 2004.

[FORNEFELD 2005]

FORNEFELD, Martin; 2005: Mehrwert durch Vernetzung; IN: move moderne verwaltung, 3. Jahrgang, Ausgabe 3/2005, Heft September 2005, Seite 32-35, K21 media AG

[FreeGIS.org (2006)]

Das FreeGIS Projekt (2006)
<http://freegis.org/> (15.05.2006)

[GISWiki (2006)]

GISWiki - Das freie Portal für Geoinformatik (2006)
<http://www.giswiki.org/> (15.05.2006)

[HUBER/JAENICKE 2004]

HUBER, Anette; JAENICKE, Kathrin; (2004): Open Source Software und Geoinformationssysteme: Chancen und Risiken für Verwaltung und Wirtschaft - Bericht zur Expertenrunde am 20.07.2004, Runder Tisch GIS e.V., 2004
http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/filemanager/download/276/Bericht_Expertenrunde_2004.pdf (25.01.2006)

[JESCHKEIT 2003]

JESCHKEIT, Susanna; 2003: Finanzierbare Lösungen gefragt – Ergebnisse einer bundesweiten Kommunalumfrage zum Thema GIS und Geoinformation; IN: GeoBIT, Das Magazin für raumbezogene Informationstechnologie, Heft 1-2/2003, Seite 21-23, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG

[KAZAKOS 2005]

KAZAKOS, Wassilios; 2005: Mit Metadaten Kosten sparen; IN: GeoBIT, Geoinformationstechnologie für die Praxis, Heft 10/2005, Seite 20-21, abcverlag GmbH

[KRUSE 2003]

KRUSE, Gerhard; 2003: Der Weg zum kommunalen GIS – Die schwierige Suche nach einem geeigneten System für Verwaltungen in Schleswig-Holstein; IN: GeoBIT, Das Magazin für raumbezogene Informationstechnologie, Heft 10/2003, Seite 26-27, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG

[KUNKEL et al. 2004]

KUNKEL, Thorsten; SCHILCHER, Matthäus; SEUß, Robert; TEEGE, Gunnar; 2004: OpenGIS-Web-Services im Test; IN: GeoBit, Geoinformatik für die Praxis, Heft 4-2004, Seite 28-29, abcverlag GmbH

[MAY et al. 2004]

MAY, Martin; MERTEN, Stephan; BRAUNER, Johannes (2004): OpenSource für Geodateninfrastrukturen – eine echte Alternative?, Institut für Geoinformatik der Westf. Wilhelms-Universität Münster, 2004
<http://ifgi.uni-muenster.de/~mmay/MayMertenBraunerCorp2004.pdf> (07.02.2006)

[NIKLAS 2002]

NIKLAS, CORNELIA; 2002: Mehr Entscheidungssicherheit mit der Nutzwertanalyse; IN: Projekt Magazin, Ausgabe 23/2002
<https://www.projektmagazin.de/archiv/archiv2002.html> (28.03.2006)

[PLACER 2005]

PLACER, Kerstin, (2005): Die Koordinations- und Geo-Funktionsanforderungen einer zielorientierten Geodateninfrastruktur, Master Thesis, Universität Salzburg, März 2005
<http://www.unigis.ac.at/club/bibliothek/pdf/1049.pdf> (27.01.2006)

[RENNER et al. 2005]

RENNER, Thomas; VETTER, Michael; REX, Sascha; KETT, Holger; (2005): Open Source Software: Einsatzpotenziale und Wirtschaftlichkeit, Ein Studie der Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 184S.

[SCHAEFF 2005]

SCHAEFF, Alexander; 2005: Der GIS-Mehrwert; IN: Kommune21, E-Government, Internet und Informationstechnik, Heft 10/2005, Seite 20, K21 media AG

[SCHMIDT/SOUTSCHEK 2005]

SCHMIDT, Matthias; SOUTSCHEK, Martin (2005): Neue Geschäftsideen gesucht: Wie verändern Geo Web Services die Geschäftsmodelle von Unternehmen und Behörden im Bereich der Geoinformatik? – Bericht zur Expertenrunde am 19.07.2005, Runder Tisch GIS e.V., 2005 http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/filemanager/download/398/Bericht_Expertenrunde_2005_SoutschekSchmidt.pdf (25.01.2006)

[SPINDLER 2003]

VSI – Verband der Softwareindustrie Deutschlands e.V. (Hrsg. 2003), SPINDLER, Gerald (Verf. 2003): Rechtsfragen der Open Source Software, Universität Göttingen, 2003 http://www.vsi.de/inhalte/aktuell/studie_final_safe.pdf (25.01.2006)

[WAGNER 2003]

WAGNER, Ulrike; 2003: Große Hürden für die Kleinen – Kommunale Informationssysteme in österreichischen Gemeinden; IN: GeoBIT, Das Magazin für raumbezogene Informationstechnologie, Heft 8/2003, Seite 34-36, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG

[WENZEL 2005]

WENZEL, Daniela; 2005: Potenziale ausschöpfen; IN: Kommune21, E-Government, Internet und Informationstechnik, Heft 10/2005, Seite 20, K21 media AG

[WIKIPEDIA (2006)]

WIKIPEDIA - Die freie Enzyklopädie (2006)
<http://de.wikipedia.org/> (16.03.2006)

[WILLIAMSON et al. 2003]

WILLIAMSON, I.; RAJABIFARD, A. & M.-E. Feeney (Eds.) (2003): Developing spatial data infrastructures, from concepts to reality, Taylor & Francis, London/New York