

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1	3.5 Entety- Relationship Modell ERM	6
1.1 Informationssysteme	1	3.6 Relatoinales Modell	6
1.2 Geo-Informationssystem	1	3.7 SQL, relationale DB-Sprache . . .	6
1.3 Bedürfnisse und ihre Entwick- lungstendenzen	2	3.8 Objektrelationale DBS	7
1.4 Entwicklung der GIS-Technologie .	2	4 Datenmodelle für raumbezogene In- formationen	7
1.5 Projektierung und Realisierung ei- nes GIS	2	4.1 Vierschalen Modell	7
1.6 Lebensdauer	2	4.2 Modellierungsansätze	7
1.7 Daten	2	4.3 Geometrische Modelle	8
2 Architektur von GIS	3	4.4 Thematische Information	8
2.1 Komponenten eines GIS	3	4.5 Inhalt und Datentransfer	8
2.2 Technische Infrastruktur	3	5 Räumliche Datenanalyse	8
2.3 Hardwarekomponenten	3	5.1 Datenmanipulation	9
2.4 Funktionale Komponenten	4	5.2 Spezialauswertung	9
3 Datenstrukturen und Datenbanken	4	6 Rastermodelle in GIS	9
3.1 Architektur eines DBS	5	6.1 Datenstrukturen	9
3.2 Standard-DBS	5	6.2 Hybride Systeme	9
3.3 Nicht-Standard-DBS	5	7 Interoperabilität	9
3.4 Datenbankentwurf	6	7.1 Transferformate	9
		7.2 Interoperabilität	9

1 Einführung

1.1 Informationssysteme

Definition Informationssysteme sind Werkzeuge zum Behandeln und Analysieren von Informationen. Sie bestehen aus der Gesamtheit der Daten und der Verarbeitungsfunktionen. Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation.

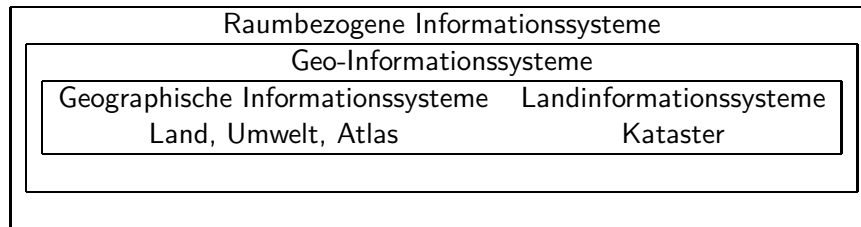
1.2 Geo-Informationssystem

Raumbezogenne Informationssysteme RIS Lageangaben in einem Bezugssystem. Verknüpfung zwischen Daten und Umwelt.

Geographisches Informationssystem GIS Raumbezogene Daten über Atmosphäre, ERdoberfläche, Lithosphäre. Systematische Erfassung, Aktualisierung, Verarbeitung und Umsetzung der Daten auf ein Bezugssystem.

Landinformationssysteme LIS Instrument zur Entscheidungsfindung in Recht, Verwaltung und Wirtschaft, Hilfsmittel für Planung und Entwicklung.

Geo-Informationssystem GIS Rechnergestütztes System aus Hard-/ Software, Daten und Anwendungen. Raumbezogene Daten können digital erfasst, redigiert, gespeichert, reorganisiert, modelliert, analysiert und präsentiert werden. Beziehungen zwischen den Elementen und Objekten.



1.3 Bedürfnisse und ihre Entwicklungstendenzen

Leistungsfähige Systeme erlauben grosse Mengen von Daten verwalten zu können. Immer grössere Mengen an Informationen möchten verarbeitet werden, dafür braucht es digitale Daten. Mathematische Modelle für Problemlösungen. Mit geographischer Komponente benötigt man raumbezogene Daten in numerischer Form.

1.4 Entwicklung der GIS-Technologie

	WAS (Thematik)	WO (Geometrie)
nach Bedarf	Buch	Plan
systematisch	Kartei	Pläne
digital	Datei	Computergraphik
Geographisches Informationssystem		

1.5 Projektierung und Realisierung eines GIS

Analyse der Informationsbedürfnisse, Modellieren der Realität (Implementieren), Datenstrukturen und Datenbanken für geometrische und thematische Daten, Suche von Datenquellen, Wahl von Datenerfassungsgeräten, Organisation der Datenverwaltung (informative vs. rechtsrelevante Daten), Analyse der raumbezogenen Information, Repräsentation und Darstellung, Dienstleistungen und Produkte.

1.6 Lebensdauer

Hardware und Software: kurze Lebensdauer, geringe Kosten. Daten (hohe Kosten, lange Lebensdauer (50-... Jahre, Akquisition, Nachführung, Verwaltung))

1.7 Daten

Datenmigration vom alten zum neuen System. Übergangslösungen, da die Realisierung des GIS viel Zeit braucht.

Datenakquisition Feldarbeit (Vermessung), Luftbilder, Satellitenaufnahmen, Karten und Pläne (Grundbuch, Topologie, Thematik), Datenübernahme aus bestehenden GIS, Transformation/ Interpolation, Jahrbücher, Karteien...

Daten müssen in ein einheitliches Bezugssystem transformiert werden.

Datenverwaltung Inhalt (Bedürfnisse, Grenzen (Kosten, Aufwand)) Operation (Abfragen, Mutation, Darstellung), Datenorganisation (DBMS, Raster- vs. Vektordaten), Datenstruktur, Integrität, Aktualität, Arbeitsorganisation...

Datenausgabe/ Analyse Graphische Ausgabe als Karten und Pläne. Numerische Ausgabe für weiterverarbeitung mit anderen Werkzeugen.

Produkte und Verwendung Heute sind komplexe Analysen und Verwendungsarten möglich.

2 Architektur von GIS

2.1 Komponenten eines GIS

RIS, Organisation (Aufgaben an qualifiziertes Personal, langer Zeitraum), Personal (Fachspezialisten), Daten, Instrumente, Werkzeuge, Informatikmittel, Fachwissen, Verfahren, Rechte und Normen.

2.2 Technische Infrastruktur

Moderne Theodoliten mit höchster Messgenauigkeit mit elektronischer Ableseeinrichtung. Kompensierung der systematischen Fehler, Distanzmesser.

Relativpositionen im Zentimeterbereich dank NAVSTAR-GPS

Robotertheodolite durch Sensoren (CCD) gesteuert. Hochpräzisionsmotorsteuerung erlaubt Zielverfolgung. Fernübertragung dank elektronischer Ablesung.

Bildbearbeitungsnivelliere

Digitale Techniken lösen die konventionellen Verfahren ab in der Photogrammetrie und der Fernerkundung.

Karteien und Pläne können weiter verwendet werden. Jedoch kann moderne Bürotechnik die Wirtschaftlichkeit erhöhen.

Telekommunikation als unentbehrliche Ergänzung jedes GIS.

Informatikmittel Koordinierende und integrierende Element eines GIS. Folgende Eigenschaften sind für ein GIS nötig.

- Einzelkomponenten passen in ein logisches Gesamtkonzept
- Logisch, strukturierbares Datenverwaltungssystem (langfristige Verwaltung aller Daten)
- Datenstruktur (Inhalt und Ordnung) ist frei definierbar in Abhängigkeit der Bedürfnisse, offen gegenüber künftigen Veränderungen/ Erweiterungen
- System ist in der Konfiguration offen. Zusätzliche Hard- und Softwarekomponenten können integriert werden.
- Verlustfreie Datenübertragung zu anderen Systemen/ Systeme der nächsten Generation.
- Ausgabe von Daten (auszugsweise/ alle) nach verbreiteten Standards.
- Kontinuierlicher Datenfluss von Datenerfassung bis Datenverwaltungssystem und Datenausgabe muss gewährleistet sein.
- Leicht erlernbare Benutzeroberfläche erlaubt einheitliche Anwendung von Grundoperationen und Arbeitsabläufen.

2.3 Hardwarekomponenten

Arbeitsstationen, Prozessoren Zentralrechner mit modernen, graphischen Terminals. Ermöglichen gleiche Benutzeroberflächen wie Arbeitsstationen.

Leistungsfähige Arbeitsstationen, die vernetzt sind und sich wie ein grosses Computersystem verhält. Gemeinsames Fileverwaltungssystem, welches eine logische Einheit bildet.

Massenspeicher Magnetplattenspeicher, leistungsfähigste Lösung für mehrere GB. Magneto-optische Platten für riesige Datenarchive (TB).

CD (WORM = „write once, read many times“) nur noch dort, wo die gleichen statischen Informationen an mehreren Orten gebraucht wird.

Magnetbandkassetten für Datenarchivierung (GB).

Dateneingabe Im Feld werden Informatikmittel eingesetzt (Satellitenempfänger mit Auswertesoftware, Feldrechner für elektronische Tachimeter, Datenübertragung im Büro auf GIS. Photogrammetrie nutzt analytische oder digitale Auswertegeräte, die direkt an GIS angeschlossen sind. Automatisierung des Datenerfassungsprozess durch Einsatz von Scannern.

Datenausgabegeräte Stiftplotter, Zeichentische, Thermotransferdrucker, Laserplotter, Farbplotter (Laser-Belichter), Elektrostatische Farbplotter, Tintenstrahl-Plotter, LCD-Bildschirme.

2.4 Funktionale Komponenten

Benutzeroberfläche Medium um mit dem GIS zu kommunizieren (steuern, Operationen auslösen, Informationen abfragen).

Änderungen und Ergänzungen Geometrische und thematische Datenbestände sind während der gesamten Lebensdauer des Systems nachzuführen. Funktionen zur Konsistenzprüfung und Kontrolle der Ausführungsberechtigung.

Abfrage und Darstellung Abfragen und Analysieren von Daten. Ergebnisse sind eine Kombination von geometrischen und thematischen Inhalten. Erste Definition der grafischen Eigenschaften eines Elementes muss unmittelbar nach der Definition des Objekts im DBMS stattfinden.

Datenverwaltungssystem Datenverwaltungssystem zum Management von Informationen einsetzen.

Sehr heterogene Informationen. Raumbezogene Daten besitzen folgende erschwerenden Eigenschaften:

- Abfragen erfordern Suche nach sehr vielen geometrischen Elementen
- Suchkriterien sind hauptsächlich räumlich (2- oder 3-D)
- Konsistenzbedingungen sind komplex

Heute: Kombination von lokalem Datenspeicher (geometrische Information schnell abfragen und speichern) und relationaler Datenbank (Langfristige Verwaltung der Daten für Abfrage und Analysen). Modifizierter Datenbankkern, wenn Systeme alle Daten in der relationalen DB verwalten. Benötigt schnelle, räumliche Zugriffe.

Digitalisieren von Plänen und Karten Klassische Karten werden digitalisiert. Software-Module gehören zur Grundausstattung eines GIS.

Transformations- und Interpolationsverfahren Änderung des Bezugssystem (digitalisierte Plankoordinaten in Landeskoordinaten. Mittels mathematischer Verfahren.

Treiber für Hardwarekomponenten, Datensicherungseinheit Komponenten werden im Laufe der Zeit ergänzt, ersetzt oder ausgetauscht. Wichtig ist, ob in der Grundsoftware der Anschluss für verschiedene Peripheriegeräte vorhanden sind.

Softwaremodul für die komplette Datensicherung, die kontinuierlich und vollautomatisch ablaufen.

Spezialmodul Funktionen und komplexe Programme, die für besondere Applikationen benötigt werden (Wasserversorgungsnetz, Ausgleichsrechnung, Ausbreitung von Schallwellen).

3 Datenstrukturen und Datenbanken

Sichere, fehlerfreie Speicherung von grossen Datenmengen über längere Zeit, als auch die Daten verschiedenen Benutzern zugänglich machen und in mehreren Applikationen verwenden.

Gleiche Daten sollen nicht mehrmals erfasst und verwaltet werden. Konsistenz von Daten.

Datenbankkonzept Datenverwaltung in verschiedenen Anwendungen ähnlich \Rightarrow DBMS. Bestehen aus Funktionen und Algorithmen für zentrale/ verteilte permanente Speicherung/ Organisation und Suche von Daten. Daten werden über feste Schnittstellen (DML) abgefragt und bearbeitet.

Vorteile der Datenbankarchitektur

Zweiteilung der Architektur Anwendungsunabhängiges DBMS als Kern. Anwenderprogramme auf einer anderen Schicht. Daten und Organisation werden getrennt. Damit wird verhindert, dass der User die interne Organisation kennen muss. Datenunabhängigkeit (Änderung der Programme ohne dass Daten betroffen sind). Datenbankschema kann erweitert werden.

Datenintegrität Eingabekontrolle, Plausibilitätstest wird Widerspruchsfreiheit überprüft. Höhere und komplexere Konsistenzprüfungen müssen in der Anwendersoftware integriert werden. Schutz der Daten durch Sperren. Datensicherheit (Verlust, irrtümliche Verfälschung) mittels Backup und Recovery.

3.1 Architektur eines DBS

Ein DBS besteht aus DBMS, DML, DDL, Abfragesprache, Report Writer (Ausgabe der DB-Abfrage), Prozeduren als Schnittstelle.

3.2 Standard-DBS

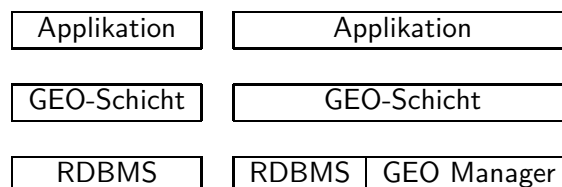
Relationale Datenmodell implementiert. SQL (Structured Query Language) als prozedurale und eingebettete DML. Hilfsprogramme für Steuerung und Überwachung der DB: Schemaerweiterung, Backup, Recovery, Zugriffsberechtigungen

DBS nicht auf Grosscomputer beschränkt. Client-Server Architektur.

3.3 Nicht-Standard-DBS

Anforderungen an DBDM: grosse Menge, vielseitiger Daten, Raumbezogenheit, komplexe Konsistenzbedingungen, Nachbarschaftsbeziehungen, effiziente Zugriffe (2-, 3-D), Objekte, lange Transaktionen, komplexe Objekte (Attribute mit verschiedenen Eigenschaften).

Zusatzschichtarchitektur Weitere Softwareschicht aufsetzen um Leistungsfähigkeit zu steigern. Neben RDB ein Spezialsystem „Geometrie“. Viele Komponenten müssen nochmals implementiert und durch Zusatzschicht integriert werden.



Datenbankkernarchitektur Erweiterung des DBKernsystem. Zugriff auf mehrdimensionales Gebiet kombiniert mit verschiedenen Kategorien von Objekten anbieten. Nachbarschaft von raumbezogenen Objekten auch in der Speicherorganisation berücksichtigen.

NF2-Modell Modell der geschachtelten Relationen. Behandlung komplexer Objekte wird unterstützt.

Objektorientierung Berücksichtigung von Operationen und Funktionen auf DBObjekte. Zu jedem Objekt eine Datenstruktur und eine objektspezifische Menge von Operationen.

3.4 Datenbankentwurf

Modell, Formalismus	Abstraktionsstufe	Entwurfsphase, Modellierungsschritt
ERM	Vereinfachte Realität	Konzeptionelle Modellierung
	Konzeptionelles Schema	
DDL (SQL)	Logisches Schema	Logische Modellierung (Datenmodell)
	Physisches Schema	Physische Modellierung

3.5 Entety- Relationship Modell ERM

Entitätsmenge Menge aller Objekte eines für die Anwendung benötigten Ausschnittes der Wirklichkeit werden in Klassen gleichartiger Elemente eingeteilt.

Entität Entität ist eine selbständige Einheit der Realität oder Gedankenwelt. Die Realität ind in Entitäten diskretisiert.

Attribut Einzelmerkmale von Entitäten. Identifikationsschlüssel ist das Attribut oder die Attributskombination eine Entität eindeutig identifiziert.

Beziehungen Einfach (1-1), konditionell (0/1), multiple (>1), multipel- konditionell(≥ 0).

	1	c	m	mc	Beziehungstypen
1	1-1	1-c	1-m	1-mc	hierarchisch
c	c-1	c-c	c-m	c-mc	konditionell
m	m-1	m-c	m-m	m-mc	Netzwerkförmig
mc	mc-1	mc-c	mc-m	mc-mc	

3.6 Relatoinales Modell

Relationenmodell	ERM
Tabelle, Tupelmenge	Entitätsmenge, Klasse
Tupel	Entität, Objekt
Feldname/ Feldtyp	Attributsbeschreibung
Feldwert	Attributswert

Join Möglichkeit, verschiedene Tabellen zu verbinden. Kartesisches Produkt.

ERM → RM

1. Für jede Entität wird eine Tabelle geschaffen. Jedem Attribut wird eine Spalte zugeordnet.
2. hierarchisch/ konditionelle Beziehung: Einfügen eines Fremdschlüssels
3. netzwerkförmige Beziehung: Spalten für Beziehungsattribute und für ID der Entitäten die in Beziehung stehen.

3.7 SQL, relationale DB-Sprache

Abfrage von Daten aus einer Datenbank durch Anwender/ Anwenderprogramme. **Datenbearbeitung** durch einsetzen, fortschreiben und löschen von Daten. **Datendefinition** durch eingabe neuer Tabellen in DB. **Datensteuerung** Datenschutz.

3.8 Objektrelationale DBS

Verwaltung von räumlichen Daten in Zusatzmodulen (Oracle Spatial). Integrierte Datenhaltung von räumlichen und nicht-räumlichen Daten. Datenbank-Aufsätze mit speziellen Konzepten von Inangen Transaktionen, offenen Schnittstellen für Zugriff auf räumliche Daten. Verringerung von Serveraufgaben bei der Bereitstellung von räumlichen Funktionalitäten.

Objektrelationale Erweiterungen gegenüber RM Grosse Objekte (Multimediatdaten), Kollektionswertige Attribute (Modellierung von „zu-n-Beziehungen“ stark vereinfachen, ermöglicht auf Elterntabelle zurück zu schliessen), geschachtelte Relationen (Attribute sind wieder Relationen), Typendeklaration (Userdefined Types UDT, komplexe Datenstrukturen), Referenzen, Objektidentität, Vererbung (Generalisierung/ Spezialisierung), Operationen/ Methoden.

4 Datenmodelle für raumbezogene Informationen

4.1 Vierschalen Modell

Modell Vereinfachte Darstellung der Realität. Abstraktionsprozess trennt wesentliche Elemente von den unwesentlichen.

Räumliches Modell Inhalte des Informationssystem festlegen. (Verantwortlich: Experte der Thematik)

Konzeptionelles Modell In formal eindeutige Sprache übersetzten. Alle Elemente mit Attributen und Beziehungen festlegen (ERM, INTERLIS) Projekt der Datenstruktur. (GIS-Experte)

Logisches Datenmodell Ins vorhandene GIS-System einführen (DDL). Eingabe von Konsistenzüberprüfungen. (GIS-Softwareexperte)

Physikalisches Datenmodell Art der Datenspeicherung sowie die Zugriffsmechanismen. Enge Verknüpfung zwischen logischem und physikalischem Datenmodell. (GIS-Softwareexperte)

4.2 Modellierungsansätze

Rasterstrukturen Einfachste Form der Modellierung von Raumdaten (Quadrate, Würfel etc).

Ungeordnete Polygone Linien als Listen von Koordinaten, Punkte als Koordinaten

Geordnete Polygone Ungeordnete Polygone ordnen und mit thematischen Informationen binden. Daraus können logische Zusammenhänge herleitbar werden. Schnelle redundanz, Konsistenz wird fraglich, Mutationen und korrekturen aufwendig.

Ebenenprinzip Raumbezogene Informationen teilweise thematisch gliedern ⇒ Daten in Layers teilen. Geometrische Information jeder Ebene getrennt speichern.

Thematische und geometrische Information Beschränkte Fähigkeit, thematische Informationen mit geometrischen verknüpfen. Komplexe thematische Sachverhalten können nicht abgebildet werden. Thematik muss praktisch für jedes GIS besonders modelliert werden. Geometrische Informationen sind viel weniger von der Anwendung abhängig. Für die Thematik stellt GIS Modellierungswerkzeuge zur Verfügung. Die Geometrie wird vom Hersteller zur Verfügung gestellt.

4.3 Geometrische Modelle

Unterteilung der Geometrie in Metrik (Position der Punkte im Modell) und Topologie (räumlichen und strukturellen Eigenschaften), unabhängig von der Ausdehnung und der Form (Punkt, Linie, Fläche, Körper). Beziehungen zwischen geometrischen Objekten (Schnitt, Berührung, Umrandung, Nachbarschaft, Verbindung, Geschlossenheit). Topologische Eigenschaften sind invariant. Verbindungen (Inzidenz), Nachbarschaft (Adjazenz) (können topologisch gleich sein, metrisch aber nicht).

Eindeutigkeit der geometrischen Grundelemente An einem Ort im Raum darf nur ein Knoten sein. Zwei Kanten dürfen nicht einen gemeinsamen Verlauf haben. Teilweise Überdeckung und Kreuzen ist nicht erlaubt. Zwei Flächen dürfen sich nicht überdecken. Elementarflächen müssen eindeutig im Raum sein.

4.4 Thematische Information

Gibt Auskunft über Lage von Objekten und über räumliche Beziehungen von Objekten. Beziehungen zwischen thematischen und geometrischen Elementen sind Bestandteile der GEO-Information.

Einfache thematische Objekte Flächen (m:m), Linien (m:m), Punkte (1:m).

Komplexe Objekte Gruppen von verschiedenartigen, einfachen Objekten als Objekt. Kann auch ohne komplexe Objekte modelliert werden. Meist hierarchische 1:m-Beziehungen.

Thematische Ebene Gruppen von Objekten einer thematischen Ebene (Layer) zuordnen.

Thematische und topologische Konsistenzbedingung Transaktion: Überführung von einem konsistenten Zustand in einen anderen. Sätze der Graphentheorie eignen sich für Konsistenzbedingung (zusammenhängend, Zyklen, Baum). Knoten - Kanten + Flächen = 2 für planare Graphen.

4.5 Inhalt und Datentransfer

Datenstruktur beschreibt die Dateninhalte eines GIS eindeutig. Darstellung als ERM (konzeptionelle Schema). Konzeptionelles Modell als Referenz für den Datenaustausch verschiedener GIS-Systeme.

5 Räumliche Datenanalyse

Untersuchung, Abfrage, Auswertung mit gespeicherten Geodaten ist eine Datenanalyse. Die räumliche Analyse schließt die Analyse und Synthese von raumbezogenen Daten zu einer Einheit. Ueö der räumlichen Abfrage (spatial analysis) ist räumliche Beziehungen zwischen Elementen eines oder mehrerer Themen zu ermitteln.

Direkte Abfrage Abfragen, deren Resultat bereits in der Datenbasis schon besteht.

Thematische Abfragen Abfrage nach Attributen, die die gestellten Bedingungen erfüllen. Handelt sich um Sachdaten.

Logische Operatoren AND beide wahr, OR mind. einer wahr, XOR genau einer wahr, NOT wahr, wenn einer falsch.

Geometrische Abfrage Abfrage nach Punkten, Linien und Flächen.

Topologische Abfrage Abfrage der räumlichen Beziehungen untereinander.

Komplexe räumliche Abfragen Zählen und Messen, Funktion der Raumanalyse, statistische Analyse, Geländeinterpolation

5.1 Datenmanipulation

Neue Informationselemente erzeugen.

5.2 Spezialauswertung

Bereitstellung von Geodaten für Lösung von technische, administrativen und politischen Themen in speziellen Fachbereichen.

6 Rastermodelle in GIS

Betrachtete Raum wird in gleichartige Flächenelemente unterteilt und zu jedem Element werden Rauminformationen gespeichert. Pixel (Picture element), geometrische Auflösung (dpi), radiometrische Auflösung (Kodierung des Pixels, 0-255), Binärbilder (Bild aus 0,1), Halbtonbilder (8bit, 0-255), Farbbilder (3-8 bit, 16.7 Mio)

Vektorstruktur	Rasterstruktur
+ Kleiner Speicherbedarf	+ Einfache Konzeption
+ geometrische Transformation	+ Flächendarstellung unproblematisch
+ Objektorientierung	+ Flächenoperationen leicht durchführbar
+ Komplexe thematische Verknüpfung	+ Datenerfassung schnell und günstig
+ Thematische Abfragen und Analysen	+ Raumbezogener Datenzugriff leicht
+ geometrisches Auflösungsvermögen gross	- Speicherbedarf gross
- Raumbezogener Zugriff aufwändig	- Geometrische Transformationen aufwendig
- Kombination von Datenebenen aufwändig	- Algorithmen-Abfragen und Analysen unmöglich
- Datenerfassungsarbeiten intensiv	- Auflösungsvermögen begrenzt

6.1 Datenstrukturen

Speicherung als ungeordnete Pixellisten, vollständige Tabellen, blockweise Codierung (Komprimierung), Quadrees, Lauflängenkodierung mit variabler Bit-Anzahl (Morsealphabet).

6.2 Hybride Systeme

Daten als Vektor- und Rasterstruktur.

7 Interoperabilität

7.1 Transferformate

Proprietäre Transferformate sind ein Grundbedürfnis. Mit Standard-Formaten ist es möglich Daten zwischen den Systemen auszutauschen. Modellbasierte Transferverfahren dienen dazu die Datenstruktur und die thematischen Inhalte frei zu definieren und diese dann so zu transferieren.

7.2 Interoperabilität

Daten von einem System auf ein anderes transferieren, ohne Verschiebung der Originaldaten.

Metadaten Daten über die Daten.