

Institut für Landesvermessung
und Ingenieurgeodäsie
Abteilung Landesvermessung

Gußhausstraße 27-29 E127/1
A - 1040 Wien
Tel.(0222) 588 01 3786
Fax: (0222) 650 95 80



Auswahl und Beurteilung von GIS

o.Univ.Prof. Dr. A. Frank

Leiter der Abteilung Landesvermessung der TU Wien

Kompaktkurs im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
Wien, 20.3.1992

Vorwort

Wir haben diesen Kompaktkurs organisiert, da wir der Meinung sind, daß für die hier angesprochene Zielgruppe, den Entscheidungsträgern, relevante Informationen in speziell aufbereiteter Zusammenstellung präsentiert werden sollen. Die große Teilnehmeranzahl bestätigt dieses Bedürfnis in eindrucksvoller Weise.

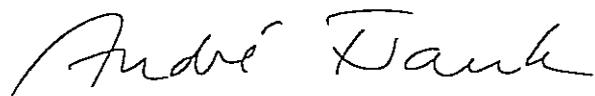
Die Idee umfaßt eine möglichst weitreichende Einbindung der Teilnehmer und deren GIS Anwendungsgebiet in die Diskussion. Offensichtlich ist bei den meisten Teilnehmern die Entscheidung ob GIS überhaupt zur Anwendung kommt bereits gefallen, sodaß die Motivation zum GIS - Einsatz hier weitestgehend unterbleiben kann. Die nunmehr anstehende Systementscheidung ist in den meisten Fällen eine für Jahre oder auch Jahrzehnte relevante Grundsatzentscheidung die fundierter Entscheidungsgrundlagen bedarf.

Natürlich können in einem eintägigen Kompaktkurs nicht alle Anforderungen im Detail besprochen werden. Es wurden vielmehr signifikant exemplarische Teilbereiche ausgewählt und in globale Aussagen zusammengefaßt. Abschließend wurde versucht Faustformeln zu erarbeiten und auf die Beispiele anzuwenden. Die beschriebenen Vorgehensweisen können nun, mehr oder weniger direkt, auf praktische Anwendungen bezogen werden.

Der Aufbau als eintägige Informationsveranstaltung mußte bei hoher Packungsdichte eine besondere Struktur gewählt werden. Die vorgelegten Kursunterlagen folgen natürlich dieser Gliederung und sollen daher keinesfalls ein Lehrbuch etc. ersetzen, sondern vielmehr als Rückgrat der präsentierten Inhalte und zum Nachbearbeiten dienen. Im Anhang dieser Unterlagen finden Sie drei Artikel welche aus wissenschaftlicher Sicht den Kursinhalt berühren und daher in Kopie angefügt wurden.

Wir hoffen mit dieser Veranstaltung zum Erfolg Ihres GIS Anwendung beizutragen und hoffen Sie bei weiterführenden Veranstaltungen wieder begrüßen zu dürfen. Ihre Anregungen zur Themenstellung solcher Veranstaltungen werden wir gerne aufgreifen. Darüber hinaus stehen wir gerne zur weiterführende Diskussion Ihrer Probleme zur Verfügung.

Wien, im März 1992



o.Univ.Prof. Dr. A. Frank

Danksagung

Für das große Interesse am Zustandekommen dieser Veranstaltung, sowie die Bereitstellung der Tagungsräumlichkeiten und deren Ausstattung dürfen wir uns herzlich beim Gastgeber Herrn Präsident Dipl.-Ing. F. Hrbek vom

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

herzlich bedanken.

Den nachfolgend, in alphabetischer Reihenfolge angeführten Firmen sei für Ihre Unterstützung und Mitwirken an dieser Veranstaltung ebenfalls herzlich gedankt:

Datamed

GRINTEC

IBM Österreich

Intergraph Österreich

SIEMENS NIXDORF

SUTER + SUTER design systems

Inhaltsübersicht

Teil 1: Generelle Einführung in GIS

Teil 2: Verschiedene GIS Aufgaben

Teil 3: Architektur verschiedener GIS

Teil 4: Datenbanken und Datenmodelle

Teil 5: Geometrische Datenmodelle

Teil 6: Relevante Technische Entwicklungen

Teil 7: Diskussion und Vergleich von Systemen

Teil 8: Zusammenfassung, Diskussion, Fragen

Diese Unterlagen sind Unterrichtsmaterial, erarbeitet von Prof. A. Frank und seinen Mitarbeitern. Als solche sind sie urheberrechtlich geschützt.

Teil 1: Generelle Einführung in GIS

Teil 1: Generelle Einführung in GIS

Ziel:

Einleitung; Definition und Aufbau von GIS als Informationssysteme.

Gliederung:

1. Einleitung
 - 1.1 Ziel des Kurses
 - 1.2 Modell des Prozesses der Einführung eines GIS
 - 1.3 Vorstellung der Beteiligten
 2. Begriff "GIS"
 - 2.1 Bezeichnungen für GIS
 - 2.2 Integrative Wirkung von GIS
 - 2.3 Zweck eines GIS
 - 2.4 Komponenten eines GIS
 3. Komponenten eines GIS
- Zusammenfassung

Geoinformationssysteme werden heute in grosser Zahl in die Praxis eingeführt. Praktiker verschiedener Berufsrichtungen haben damit plötzlich neue, wirkungsvolle Instrumente zur Hand, die ihnen bei der Lösung wichtiger, aktueller Probleme helfen sollen. Diese Instrumente richtig auszuwählen und einzusetzen, ist aber nicht immer einfach und erfordert oft Kenntnisse, die erst in den letzten Jahren gewonnen wurden. Den Entscheidungsträgern, die meist vor vielen Jahren ihre Universitätsausbildung genossen haben, sind diese Kenntnisse meist gar nicht oder nur unzureichend vermittelt worden. Dieser Kurs bietet in kompakter Form einige Grundkenntnisse zur Auswahl und Beurteilung von Geoinformationssystemen an.

1. Einleitung

1.1 Ziel des Kurses

Um was geht es in diesem Kurs?

Der Kurs soll *Grundlagen* vermitteln für die Auswahl und den erfolgreichen Einsatz eines GIS.

Voraussetzung für einen wirkungsvollen und erfolgreichen Einsatz eines GIS ist die richtige Auswahl der einzusetzenden Software. Im Rahmen dieses eintägigen Kompaktkurses sollen Ihnen die dazu nötigen Grundlagen in einer praxisgerechten Form vermittelt werden. Vergleichskriterien werden erarbeitet, und ihre differenzierte Anwendbarkeit auf verschiedene Systeme wird aufgezeigt. Technische Details werden bewusst weggelassen und die Aussagen werden möglichst zu griffigen Formeln verallgemeinert.

Die *allgemeine* Frage nach dem 'besten GIS' ist nicht lösbar.

Die *spezielle* Frage nach dem GIS, das fuer eine bestimmte Aufgabe am besten geeignet ist, ist in den meisten Fällen einfach zu beantworten.

Die Aufgabe, ein GIS Softwarepaket auszuwählen, mag schwierig erscheinen. Sie ist generell unlösbar, wenn man versucht, das beste GIS zu finden. Es gibt kein bestes GIS, sowenig wie es ein bestes Auto gibt. Jedes der am Markt erhältlichen Pakete hat seine Vor- und Nachteile. Erstaunlicherweise ist aber immer, wenn man eine Auswahl fuer eine bestimmte Aufgabe treffen muss, die Wahl relativ einfach und ein klarer Favorit meist deutlich auszumachen. Wichtig ist, dass man erkennt, welche Kriterien im speziellen Fall angewandt werden muessen.

Es geht in diesem Kurs deshalb darum,

- die verschiedenen Typen von *Aufgabenstellungen*,
- die *Anforderungen* dieser Aufgabentypen an die Architektur von Systemen und
- die *Haupteinsatzgebiete* von gängigen Systemen aufzuzeigen.

Die GIS Softwarepakete, die heute auf dem Markt angeboten werden, sind verschieden im Aufbau und in ihren Anforderungen an die Hardware. Vor allem unterscheiden sie sich aber in den Annahmen, die dem Entwurf zugrunde lagen, insbesondere hinsichtlich der zu bearbeitenden Aufgaben. Ein GIS Paket ist jeweils für bestimmte Zwecke optimiert, und die Zielsetzung des GIS Einsatzes sollte die Auswahl der Software bestimmen. Das Anwendungsspektrum der handelsüblichen GIS Pakete ist breit. Manche Systeme werden angeboten, als ob man sie für alles verwenden könnte und dies trifft zum Teil auch fast zu. Dennoch ist es ökonomischer, wenn das GIS und die zu lösende Aufgabe zusammenpassen.

Ein eintägiger Kurs kann nur einen *Ueberblick* und generelle *Hinweise* bieten.

Wichtige *Begriffe* sollen soweit veranschaulicht werden, dass sie

- eine zielgerichtete Diskussion im Auswahlprozess und
- den Rückgriff auf die Fachliteratur ermöglichen.

Natuerlich kann ein eintägiger Kompaktkurs nur einen Ueberblick ueber das Problem und generelle Hinweise darauf bieten, was bei der Auswahl und beim Einsatz von GIS zu beachten ist. Das Lehrziel ist deshalb, eine Uebersicht zu gewinnen und die wichtigsten Kriterien zu verstehen. Sie sollten am Ende des Kurses wissen, wie in groben Zügen vorzugehen ist und welche Fragen vorgängig abzuklären sind.

Warnung: in einem einzigen Tag können keine Experten ausgebildet werden. Erkennen Sie rechtzeitig, wann Sie zusätzliche Unterstützung brauchen!

1.2 Zugrundegelegtes Modell der Einführung eines GIS

- | |
|--|
| Modell der Einführung eines GIS |
| 1. Analyse der Aufgabe |
| 2. Auswahl von Software |
| 3. Hardware und Organisation bestimmen |
| 4. Aufbau |
| 5. Nutzung |

Wir verwenden ein Modell der Einführung eines GIS, das vorsieht, dass man zuerst die gestellte Aufgabe genau abklärt. Dies schafft die Voraussetzungen, um zwischen den verschiedenen angebotenen Software-Paketen fuer ein GIS auswählen zu können und deren Tauglichkeit fuer die gestellte Aufgabe zu beurteilen. Verwirrung schaffen dabei manchmal die Anbieter, die gewisse Vorteile ihres Systems in den Vordergrund rücken, auch wenn diese fuer die Aufgabe ganz irrelevant sind. Insbesondere die Leistungsfähigkeit der Hardware stellt ein sehr untergeordnetes Kriterium dar. Erst wenn eine Entscheidung fuer eine Software vorliegt, sollte man an die Auswahl der Hardware denken und die nötige Organisation skizzieren. Danach kann man an den Aufbau der Organisation, das Erfassen der Daten und, hoffentlich bald, an eine erfolgreiche Nutzung des Systems gehen.

- | |
|--|
| Ein abschreckendes Beispiel:
New Jersey Power and Light |
| 1. Kauf der Hardware |
| 2. Anstellung eines Beraters |
| 3. Feststellung, dass keine geeignete Software auf dieser Hardware existiert |
| 4. Verkauf der Hardware mit Verlust |
| 5. Neue Evaluation |

"New Jersey Power and Light" kaufte zuerst die Hardware. Danach wurde ein Berater angestellt, der sofort festgestellt hat, dass auf der Hardware keines der allenfalls passenden Programme läuft. Die gesamte Hardware wurde ungebraucht und mit grossem Verlust wieder verkauft und eine vollständig neue Beschaffung eingeleitet, diesmal mit dem Software entscheid zuerst.

- | |
|--|
| In diesem Kurs können nur die Schritte |
| 1. Analyse der Aufgabe und |
| 2. Auswahl von Software |
| behandelt werden. |

Der Kompaktkurs befasst sich nur mit den ersten zwei Schritten: der Analyse der gestellten Aufgabe - soweit sie fuer die Auswahl der Software wesentlich ist - und der Vorgehensweise, die zur Auswahl der GIS Software fuehrt. Andere wichtige Fragen, insbesondere die wirtschaftlichen Aspekte, muessen wegen der beschränkten Zeit

Vorgangswelt

weitgehend ausgeklammert bleiben. Allenfalls können sie an einer späteren Veranstaltung diskutiert werden.

1.3 Vorstellung der Beteiligten

<p>Vorstellung der Beteiligten</p> <p>o. Univ. Prof. Dr. André Frank</p> <p>Dipl. Kult. Ing. ETH (1978); Dr. sc. techn. ETH (1983): Datenstrukturen für Landinformationssysteme; Professor in Surveying Engineering, University of Maine (seit 1983); Associate Director, U.S. National Center for Geographic Information and Analysis (1988-1991); Vorsteher, Abteilung Landesvermessung, TU Wien (seit April 1991); Weitreichende internationale Publikations- und Beratungstätigkeit.</p>
--

Dr. Werner Kuhn

Dipl. Verm. Ing. ETH (1982);
Dr. sc. techn. ETH (1989);
Visiting Assistant Professor, University of
Maine (1984/85);
Research Associate, U.S. National Center
for Geographic Information and Analysis
(1989-1991);
Assistent, Abteilung Landesvermessung,
TU Wien (seit August 1991);
Beratung in Deutschland und USA für
grosse GIS Projekte 1990/91.

Dr. Heinz Stanek

Dipl. Ing. TU Wien (1983);
Dr. techn. TU Wien (1988);
Ziviltechniker (1990);
Assistent, Abteilung Landesvermessung,
TU Wien (seit 1983);
Lehrauftrag Ausgleichsrechnung;
Gutachten für Netzentwürfe.

2. Begriff "GIS"

2.1 Bezeichnungen für GIS

Vorweg sind einige Begriffe zu klären, um das Feld für die folgenden Ausführungen frei von Begriffsverwirrungen zu halten. Nicht nur die Diskussion, sondern auch die sachliche Entscheidung wird wesentlich erleichtert, wenn die Begriffe klar sind und in einem logischen Zusammenhang zueinander verstanden werden.

Klärung der Bezeichnung:

Geoinformationssysteme (GIS) verwalten Daten über Objekte mit einem Bezug zur Lage im Raum.

Andere gebräuchliche Bezeichnungen sind:

- Raumbezogene Informationssysteme
- Geographische Informationssysteme
- Landinformationssysteme

Gegenstand dieses Kurses sind Geoinformationssysteme. Manchmal heissen sie auch raumbezogene Informationssysteme, Geographische Informationssysteme, Landinformationssysteme, Planungs- oder Umwelt-Informationssysteme. Ursprünglich hat man Geographische Informationssysteme von Landinformationssystemen unterscheiden

wollen. Diese Unterscheidung und die zugehörigen Begriffe haben sich aber nicht durchgesetzt. Heute muss man feststellen, dass die unterschiedliche Verwendung der Begriffe mehr mit der beruflichen Herkunft der Autoren, als mit sachlichen Unterschieden in den Systemen zusammenhängt und damit bedeutungslos geworden ist. Hier wird als Oberbegriff die Bezeichnung "Geoinformationssysteme" mit der Abkürzung "GIS" verwendet. Der Begriff "Geoinformation" setzt sich im deutschen Sprachraum immer mehr durch und erlaubt, die international gebräuchliche Abkürzung "GIS" zu verwenden.

Entscheidend für ein GIS ist, dass

- die Daten einen Bezug zur Lage von Objekten im Raum enthalten;
- der Raumbezug bei der Auswertung verwendet werden kann.

Daten in einem Informationssystem beschreiben (beziehen sich auf) reale Objekte. In einem Geoinformationssystem beschreiben die meisten - aber nicht alle - Daten Objekte, die eine bestimmte, bekannte Lage und Ausdehnung im Raum haben. Diese wird durch die geometrischen Daten beschrieben. Die Auswertung soll diesen Raumbezug ausnützen können, z.B. um die Nachbarn zu einem Grundstück zu finden oder die Unfälle innerhalb einer bestimmten Distanz von einem Schulhaus zu zählen.

Gegenbeispiel: Ein Zulassungsverzeichnis für Kraftfahrzeuge enthält neben den Namen der Besitzer auch deren Adresse, die durchaus ein raumbezogenes Attribut ist. Hingegen erlaubt die Organisation der Datei normalerweise keine raumbezogene Auswertung. Deshalb ist dies kein Geoinformationssystem.

2.2 Integrative Wirkung von GIS

GIS wirken *integrativ*, indem sie Daten für verschiedene Interessen zusammenbringen und das Zusammenwirken dieser Interessen im Raum modellieren.

Raumbezogene Daten werden vielseitig verwendet und sind für viele Organisationen wertvoll.

Durch den Raumbezug stehen die Daten eines GIS bereits in einem natürlichen Zusammenhang zueinander. In einem administrativen Informationssystem ist dies häufig nicht der Fall: die Liste der Zahlungsausstände steht in keinem logischen Zusammenhang zur Kartei der Beschäftigten. Durch den gemeinsamen Raumbezug können auch Daten, die sonst nichts miteinander gemeinsam haben, zueinander in Bezug gesetzt werden. Dies geschieht oft auch über die Grenzen von Organisationen hinweg, z.B. über mehrere Ministerien oder mehrere politische Ebenen (Bund, Land, Gemeinde).

Viele Organisationen müssen oder wollen in ihren Entscheiden räumliche Bezüge beachten. Die Beschaffung der dazu notwendigen Daten ist aber aufwendig. Man hat erkannt, dass viele Stellen im wesentlichen die gleichen raumbezogenen Daten benötigen und sich daher eine einmalige Erfassung und mehrfache Nutzung aufdrängt. Eine

angepasste Lösung dieser Problematik ist heute noch schwierig. Die Möglichkeiten dafür könnten in einem späteren Kompaktkurs erläutert werden.

Bei der Beschaffung und Einführung von GIS muss jedoch vorweg auf diese Möglichkeiten und Ansprüche, die zusätzliche Schwierigkeiten schaffen, Rücksicht genommen werden. Es besteht also ein Spannungsfeld zwischen der genauen Definition der Aufgabe eines GIS und der zu erwartenden Mehrfachnutzung.

2.3 Zweck eines GIS

Zweck eines GIS:

Ein *Informationssystem* soll Informationen über einen bestimmten Ausschnitt der Realität vermitteln. Dazu muss dieser Ausschnitt im System modelliert werden.

Information = Antwort auf eine vom Menschen gestellte Frage

Daten = Ausgangsmaterial zur Produktion von Information

Der Zweck eines Informationssystems, auch eines GIS, ist die Produktion von Informationen über einen Ausschnitt der Realität. Der Benutzer eines Informationssystems hat eine Frage, für die er eine Antwort braucht. Die vom System gelieferte Information wird dann für bestimmte Entscheidungen verwendet.

Um auf Fragen flexibel reagieren zu können, muss im System ein Modell des Ausschnitts der Realität gebildet werden. Damit wird es möglich, nicht nur auf vorbestimmte typisierte Fragen eine Antwort zu finden, sondern die gespeicherten Daten in verschiedener und nicht vorhersehbarer Art auszuwerten (Mehrfachnutzung - siehe oben). Die Modellierung einer gemeinsamen Realität ist allerdings eine äußerst schwierige Aufgabe, da sich die Auffassungen darüber je nach Aufgabe und Fachgebiet drastisch unterscheiden.

3. Komponenten eines GIS

Komponenten eines GIS:

Geoinformationssysteme enthalten nicht nur die (sichtbare) *Hardware*, sondern auch *Software*, *Daten* und eine *Organisation*.

Was man von einem GIS sehen und berühren kann, ist nur die Hardware. Ein GIS umfasst aber auch mehrere "unsichtbaren" Komponenten, die zusammenwirken müssen, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. In einem ersten Überblick unterscheiden wir die Organisation, die Daten, die Software und die Hardware als GIS Komponenten.

Die *Organisation* ist zuerst eine abstrakte Einheit, die eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen hat (z.T. einen gesetzlichen Auftrag) und dazu über gewisse Ressourcen verfügt.

Die *Daten* sind das Rohmaterial, das in einem GIS umgesetzt wird. Ohne Daten ist kein GIS vorstellbar. Aus der Gesamtheit der vorhandenen Daten ergibt sich direkt, welche Fragen ein GIS beantworten kann und welche Informationen produziert werden können.

Die *GIS Software* verwaltet - unter Kontrolle der Organisation, d.h. ihres Personals - die Daten und regelt den Zugang dazu. Sie verarbeitet die Daten und stellt sie in Formen dar, die dem Menschen verständlich sind (Karten, Graphiken, Tabellen etc.).

Die *Hardware* ist die technische Voraussetzung dafür, dass die Software laufen kann und dass die Daten sicher gespeichert werden können. Sie zerfällt in Prozessoren, Speichermedien, Ein- und Ausgabegeräte sowie Kommunikationsmittel.

Zusammenfassung

Zusammenfassung:

Ziel der Tagung ist, Grundlagen für die Auswahl von GIS Software zu geben.

Im ersten Teil haben wir unsere grundsätzlichen Annahmen geklärt und die wichtigsten Begriffe eingeführt.

Das Ziel dieses ersten Teils war weniger, Neues zu vermitteln, als die Grundlagen unserer heutigen Zusammenarbeit zu erstellen. Wir haben uns bemüht, Ihnen das gesteckte Ziel nochmals zu erläutern. Dann haben wir unsere Annahmen über den Prozess der Einführung eines GIS diskutiert und Ihnen damit gezeigt, welchen Stellenwert das heute Erklärte im gesamten Vorgehen bei der Beschaffung und Einführung eines GIS einnimmt. Schliesslich haben wir erklärt, wie wir gewisse Fachbegriffe verwenden, um jene gemeinsame Terminologie zu schaffen, die Voraussetzung für jede effektive Kommunikation ist.

Teil 2: Verschiedene GIS Aufgaben

Teil 2: Verschiedene GIS Aufgaben

Ziel:

Strukturierung der Aufgabenbereiche von GIS; Rückwirkung auf die Systemauswahl.

Gliederung:

- 4. Erfassung der Aufgaben eines GIS
 - 4.1 Auswahl geht von Aufgabe aus
 - 4.2 Bestimmung der nötigen Daten
 - 4.3 Zeitplan
 - 5. Aufgabentypen von GIS
 - 5.1 Zur Typisierung
 - 5.2 Einzelprojekt
 - 5.3 Überwachung
 - 5.4 Verwaltung
 - 5.5 Echtzeitaufgabe
 - 5.6 Kartennachführung
 - 5.7 Zuordnung einer realen Situation
 - 6. Anforderungen der Aufgabentypen
 - 6.1 Anforderungen an die Aktualisierung
 - 6.2 Anforderungen an die Genauigkeit
- Zusammenfassung

In diesem Teil wird diskutiert, für welche Aufgaben ein GIS eingesetzt werden kann. Diese Aufgaben unterscheiden sich sehr wesentlich und bestimmen in erster Linie die Auswahl eines Systems. Nach einigen Bemerkungen zu den allgemeinen Anforderungen von Aufgaben werden folgende Aufgabentypen unterschieden: Einzelprojekt, Überwachung, Verwaltung, Echtzeitproblem und Kartennachführung. Die Charakteristiken dieser Aufgabentypen werden erläutert und in ihrer Auswirkung auf die Systemauswahl diskutiert.

4. Erfassung der Aufgaben eines GIS

4.1 Auswahl geht von Aufgabe aus

Die Auswahl eines GIS muss von der gestellten *Aufgabe* ausgehen.

Die Anforderungen dieser Aufgabe müssen *realistisch eingeschätzt* werden, bevor mit der Realisierung begonnen werden darf.

Es sollte selbstverständlich sein, dass man für die Auswahl eines GIS von der zu erfüllenden Aufgabe ausgehen muss. Nur wenn diese Aufgabe klar gestellt ist, kann eine Realisierung erfolgreich sein - denn nur dann weiss man, welche Ziele gesetzt wurden und kann beurteilen, ob sie erreicht wurden. Häufig werden unklare und verschwommene Zielvorstellungen als 'Aufgaben' vorgegeben. Dies reicht nicht aus, erschwert oft sogar die Auswahl erheblich oder macht eine rationale Begründung einer Auswahl überhaupt unmöglich.

Sind die notwendigen *Mittel* zur Realisierung vorhanden?

Die Mittel müssen nicht nur für Hard- und Software, sondern auch zur Bereitstellung von Daten und qualifiziertem Personal ausreichen.

Damit eine Aufgabe realistisch eingeschätzt werden kann, muss beurteilt werden, ob die erforderlichen Mittel für die Realisierung bereitgestellt werden können. Dazu gehört nicht nur, dass die Hard- und Software bezahlt werden kann, sondern es müssen auch Daten beschafft werden können und das notwendige Personal mit ausreichender Ausbildung und Motivation muss vorhanden oder einstellbar sein. Somit können sich nicht nur finanzielle, sondern auch organisatorische, zeitliche und rechtliche Probleme ergeben.

Beurteilen Sie realistisch, welche Mittel zur Lösung des Problems zur Verfügung stehen:

- qualifiziertes Personal
- Finanzierung
- Zeit

Wählen Sie das System für die Aufgabe die Sie lösen können.

In der Praxis ist der erfolgversprechendste Weg oft der, möglichst klein anzufangen, um an einem einfachen Beispiel etwas zu lernen, sowohl über die Aufgabe als auch über die Möglichkeiten eines Systems. In diesem Falle soll man aber nicht lange evaluieren, sondern rasch etwas Billiges einkaufen (PC Versionen, public domain Programme) und damit Erfahrungen sammeln.

4.2 Bestimmung der nötigen Daten

Bestimmung der nötigen Daten:

- Welche Daten sollen einbezogen werden?
- Wie sind sie zu strukturieren?
- Wie gross sind die Datenmengen?

Zur realistischen Beurteilung der Aufgabe gehört die Festlegung, welche Daten einbezogen werden sollen. Für diese Daten benötigt man eine Beschreibung der logischen Datenstruktur und somit eine Entscheidung über die geometrischen Datenmodelle, die zugrundegelegt werden (siehe Teil 5).

Wichtige Fragen sind

- welche Beziehungen bestehen zwischen den Daten? (was kann mit was verknüpft werden?)
- was sind die ungefähren Grössen der Datenelemente?
- wieviele davon gibt es? (z.B. pro Flächeneinheit)

Dadurch kann man die totale Datenmenge abschätzen, die schliesslich den Speicherbedarf bestimmt.

4.3 Zeitplan

Zeitplan:

- Wann soll das System einsatzbereit sein?
- Wann stehen die Daten bereit?
- Wann beginnt die Aktualisierung?

Die Realisierung muss mit einem Zeithorizont versehen werden. Damit ein System eingesetzt werden kann, müssen nicht nur Hard- und Software vorhanden sein, sondern vor allem die nötigen Daten. Werden die Daten erst nach und nach erfasst, so mag es sich lohnen, nicht das ganze System auf einmal anzuschaffen, sondern die Beschaffung zu staffeln.

Beurteilung zukünftiger Entwicklungen:

- zukünftige Wünsche
- unvorhergesehene Nutzungen
- zukünftige Möglichkeiten der Systeme

Im Laufe der Planung eines GIS wird immer wieder auf zukünftige Wünsche, die heute noch nicht bekannt sind, ja nicht einmal bekannt sein können, verwiesen werden. Das gehört zur Natur der Sache, darf aber die Auswahl nicht ungebührlich erschweren. Es empfiehlt sich, das System für den heutigen, klar abschätzbaren Bedarf auszuwählen.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, dass ein GIS, wenn es einmal aufgebaut ist, für wesentlich mehr als nur die vorhergesehenen Anwendungen eingesetzt wird (siehe Teil 1: integrative Wirkung). Diese zusätzlichen Nutzen machen eine realistische Kostenschätzung schwierig. Im allgemeinen werden sie in Kosten-Nutzen Berechnungen nicht eingebezogen. Sie sollten auch für die Auswahl weggelassen werden: Entweder werden Aufgaben im Pflichtenheft ausgewiesen oder sie sind nicht wichtig oder konkret genug. Das Pflichtenheft kann während der ersten Gespräche mit den Herstellern meist auch noch erweitert werden.

5. Aufgabentypen von GIS

5.1 Zur Typisierung

Die Typisierung von Aufgaben soll sich nach dem *organisatorischen Auftrag* richten.

Das thematische Anwendungsgebiet ist weniger wichtig.

Grundsätzliche Aufgabentypen:

- Einzelprojekt
- Überwachung
- Verwaltung
- Echtzeitproblem
- Kartennachführung

Es ist immer wieder überraschend, wie vielfältig die Aufgaben sind, die mit einem GIS bearbeitet werden können. Die verschiedensten Organisationen verwenden GIS in irgendwelcher Art, von vielen Wissenschaften über Verwaltungen jeder Stufe bis zu Mittel- und Grossbetrieben. Die enorme Spannweite der Anwendungen, für die GIS erstellt werden, reicht von der Erforschung der Bewegung von Wildtieren über die Steuereinschätzung von Grundstücken bis zur Einsatzlenkung von Rettungsfahrzeugen.

GIS unterscheiden sich natürlich stark nach den davon verwalteten Daten und folglich nach den Anwendungen. Sind somit die Besonderheiten der Anwendungen für die Auswahl eines GIS relevant? Teilweise ja, weil sie angeben, welche Aufgaben ein GIS erfüllen muss. Für die Auswahl von GIS Software ist aber in erster Linie der organisatorische Auftrag entscheidend, der hinter der Einrichtung eines GIS steht.

Das thematische Anwendungsgebiet beeinflusst zwar, welcher Typ von organisatorischem Auftrag vorliegen kann. Es ist aber für die generelle Charakterisierung der Aufgabe weniger entscheidend und beeinflusst in der Praxis vor allem die geometrische Modellierung der Daten (siehe Teil 5).

5.2 Einzelprojekt

Einzelprojekt:

- einmalige Entscheidung
- Zusammensuchen aller benötigten Informationen
- Aufbereitung der Daten für den Entscheidungsträger
- Dokumentation des Vorgehens
- keine Aktualisierung

Ein typischer Auftrag für ein GIS ist die Unterstützung eines raumwirksamen Projekts. Typischerweise ist dies die Erstellung eines

Bauwerkes (z.B. Donau-Aufstauung). Es kann aber auch um die Erstellung eines Flächenwidmungsplans oder um den Erlass eines Gesetzes gehen, das flächenwirksam ist (z.B. für Massnahmen zur Förderung von Bergbauern). In allen diesen Fällen müssen die relevanten Daten zusammengeführt und raumbezogen sichtbar gemacht werden. Damit können Zusammenhänge erkannt und mögliche Entwicklungen und deren Einflusszonen abgeschätzt werden. Ein GIS sollte dazu ein gutes Modell der kritischen Prozesse enthalten, um verschiedene Alternativen durchrechnen und die Ergebnisse den Entscheidungsträgern vorlegen zu können. In die Gruppe "Einzelprojekt" gehören auch GIS, die raumbezogene Daten statisch erfassen, um eine wissenschaftliche Analyse eines Zustandes durchzuführen.

5.3 Überwachung

Überwachungsaufgabe:

- langfristig
- kritische Faktoren erfassen
- regelmässige Aktualisierung
- oft grosse Datenmengen

GIS werden oft eingesetzt, um gewisse, als gefährlich, bedrohlich oder sonst wichtig erachtete, räumliche Entwicklungen zu verfolgen. Solche Prozesse sind manchmal nur über längere Zeiträume zu erfassen (z.B. klimatische Veränderungen). Zu ihrer Überwachung ist es erforderlich, raumbezogene Daten entweder laufend oder in regelmässigen Abständen zu aktualisieren. In diese Gruppe gehören auch Systeme, die für wissenschaftliche Zwecke raumbezogene Daten in ihrer Entwicklung über die Zeit verfolgen, um räumliche Prozesse zu analysieren.

5.4 Verwaltung

Verwaltungsaufgabe:

- Daten als Grundlage für administrative Entscheidungen
- Überprüfung der sachlichen Richtigkeit auf dem Rechtsweg

Moderne Verwaltungen erlassen eine grosse Zahl von Entscheiden in Einzelfällen. Dazu werden immer häufiger Datenbanken verwendet, in denen die nötigen Daten laufend gehalten werden. Diese Entscheide können von den Betroffenen, die den Sachverhalt meist aus eigener Anschauung kennen, vor Gericht auf sachliche Richtigkeit eingeklagt werden. (Die Verwaltung geniesst wesentlich mehr Ermessensspielraum beim Erlass von nachgeordneten Planungen, und der Spielraum des Gesetzgebers beim Festsetzen von Planungen ist noch wesentlich grösser.)

5.5 Echtzeitaufgabe

Echtzeitaufgabe:

- Entscheide innert Sekunden
- Fehlentscheide können katastrophal sein
- hohe Aktualisierungs-Anforderungen

Beispiele für Echtzeitaufgaben sind Navigationshilfen für Personenwagen und Einsatzplanungen für Rettungs- oder Transportfahrzeuge. Der Transport von Gütern und Menschen in Verkehrsnetzen ist eine wesentliche Komponente der Volkswirtschaft. Verkehrsnetze werden immer komplizierter und verändern sich laufend. Das Problem, darin einen besten Weg zu finden, wird zunehmend schwieriger. GIS können die Fahrzeuglenker oder Einsatzverantwortlichen dabei sinnvoll unterstützen. Diese Anwendungen nehmen rasch an Bedeutung zu, besonders weil wesentliche wirtschaftliche Interessen im Spiel sind.

5.6 Kartennachführung

Kartennachführung:

- hohe Qualitätsanforderungen
- langwieriger Prozess
- keine raumbezogenen Analysen

Die Nachführung einer Karte, eines Planes oder gar ganzer Plan- und Kartenwerke kann gut mit einem Rechner unterstützt werden. Dabei wird im Rechner ein graphisches Bild einer Karte gespeichert und nachgeführt, um dann ein neues Kartenoriginal zu zeichnen, das auf herkömmlichem Weg gedruckt wird. Die Benutzer der Daten lesen Informationen aus der Karte heraus und kommen nicht direkt mit den im Computer gespeicherten Daten in Kontakt. Man kann deshalb streng genommen nicht von einer GIS-Aufgabe sprechen.

5.7 Zuordnung einer realen Situation

Welchem Grundtyp ist eine GIS Aufgabe zuzuordnen?

Reale Fälle lassen sich selten eindeutig klassieren. Mehrzwecksysteme sind jedoch heikel!

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass eine reale Situation selten vollständig einem dieser Idealtypen zuzuordnen ist. Es sollte aber immer gelingen, die *dominierende* Aufgabe zu erkennen und das System daraufhin auszurichten. Wenn ein System zu viele verschiedene Aufgaben erfüllen soll und gleichberechtigt zu mehreren der obigen Kategorien zu gehören scheint, ist bei der Gestaltung und bei der Auswahl der Software grösste Vorsicht am Platze. Mehrzwecksysteme sind sehr schwierig zu realisieren. Wird zuviel verlangt, so kann man leicht Schiffbruch erleiden. Versuchen Sie nicht, eine eierlegende Wollmilchsau zu züchten, besonders nicht, wenn es sich um das erste GIS in einer Organisation handelt.

Wichtige Hinweise lassen sich meist aus dem (gesetzlichen) Auftrag der Organisationseinheit, die das GIS nutzen soll, entnehmen.

Oft bietet es Schwierigkeiten, den genauen Auftrag eines GIS zu erfassen. Aus dem gesetzlichen Auftrag der Organisationseinheit, für die das GIS gebaut werden soll, kann man aber vielfach erkennen, wie die Aufgabe einzuordnen ist. Lassen Sie sich auch von allfälligen Auftraggebern genau erklären, wozu das System verwendet werden soll. Aus der Wortwahl können Sie oft leicht erkennen, um welchen Typ einer Aufgabe es sich handelt.

6. Anforderungen der Aufgabentypen

6.1 Anforderungen an die Aktualisierung

Aktualisierungsanforderungen

- für Einzelprojekt: keine, Stand am Stichtag eingefroren
- für Überwachung: essentiell, oft als regelmässige Gesamterhebung
- für Verwaltung: essentiell, oft durch die Veränderungen ausgelöst, nur geringe Verzögerung tolerierbar
- für Echtzeitaufgaben: essentiell und zeitkritisch, oft durch Benutzer
- für Kartennachführungen: periodisch, vor jeder Neuauflage

Für eine Projekt-Unterstützung braucht man im allgemeinen keine Laufendhaltung. Die Veränderungen sind oft nicht rasch und bedeutend genug, um während der Laufzeit eines Projekts von Bedeutung zu sein. In Überwachungssystemen wird man häufig eine regelmässige Gesamterfassung, statt eine objektbezogene, durch Veränderungen ausgelöste, Aktualisierung organisieren. In einem Verwaltungssystem müssen Veränderungen so rasch als möglich erfasst werden. Dazu wird eine umfangreiche Organisation (Meldewesen, Absorption der Unsicherheit) benötigt. Echtzeitaufgaben sind besonders kritisch in bezug auf die Aktualität der gespeicherten Daten. Eine Vielzahl von Informationsquellen wird benötigt, um ständig und sofort alle relevanten Veränderungen zu erfahren. Oft können die Systembenutzer selbst die besten Informationen liefern. Kartennachführungen geschehen periodisch; alle in der Zwischenzeit angefallenen Änderungen werden eingebaut, bevor eine neue Karte ausgegeben wird.

6.2 Anforderungen an die Genauigkeit

- | |
|--|
| <p>Genauigkeitsanforderungen</p> <ul style="list-style-type: none">• für Projekte: im Einzelfall abzuklären, i.a. gering• für Überwachungen: dito• für Verwaltungen: sehr hoch, Fehler können i.a. nicht toleriert werden• für Echtzeitaufgaben: sehr unterschiedlich, i.a. gering• für Kartennachführungen: durch den Kartenmasstab gegeben |
|--|

Die Genauigkeitsanforderungen und die zur Erreichung dieser Genauigkeit eingesetzten Mittel sind eine Möglichkeit, vorweg abzuklären, welchem Typ eine GIS Aufgabe zuzuordnen ist. Für Projekte und Überwachungsaufgaben muss die notwendige Genauigkeit im Einzelfall abgeklärt werden. Sie ist aber oft recht gering, weil nur Mittelwerte, Summen oder ähnliches für Entscheidungen herangezogen werden. Administrative Systeme hingegen streben Fehlerfreiheit an, da jede Entscheidung auf dem Rechtsweg überprüft werden kann. Bei Echtzeitaufgaben richten sich die Genauigkeitsanforderungen sehr stark nach der Anwendung. Navigationsaufgaben verlangen zum Beispiel eine eher geringe räumliche, dafür aber eine relativ hohe zeitliche Auflösung. Für Kartennachführungen sind die Genauigkeitsanforderungen durch den Kartenmasstab gegeben.

Zusammenfassung

- | |
|--|
| <p>Zusammenfassung:</p> <p>Die typischen Aufgaben eines GIS sind:</p> <ul style="list-style-type: none">• Einzelprojekt• Überwachung• Verwaltung• Echtzeitprobleme• Kartennachführung <p>Vor der Züchtung einer eierlegenden Wollmilchsau sei gewarnt!</p> |
|--|

Teil 3: Architektur verschiedener GIS

Teil 3: Architektur verschiedener GIS

Ziel:

Vergleich der in GIS verwendeten grundlegenden Architekturen bezüglich Datenorganisation und Manipulation.

Gliederung:

- 7. Architektur
- 7.1 Begriff der Software Architektur
- 7.2 Funktionale Komponenten eines GIS
- 7.3 Zusammenwirken von Softwarekomponenten
- 7.4 Datei-basierte GIS Architektur
- 7.5 Datenbank-basierte GIS Architektur
- 7.6 Gegenüberstellung
- Zusammenfassung

In diesem Teil werden zwei grundlegende Architekturen von GIS beschrieben und verglichen:

1. Datei-basiert, für in sich geschlossene Projekte, wo ein Kartenblatt als Gebiet genügt und oft auch Operationseinheit ist.
2. Datenbank-basiert, für langfristig nachzuführende, blattschnittfreie Systeme mit Operationen auf Einzelobjekten.

7. Architektur

7.1 Begriff der Software Architektur

Unter *Architektur* versteht man im Software Engineering die Organisation eines Softwaresystems in seine Teile und deren Zusammenwirken.

Der Begriff der Software-Architektur ist dem konventionellen Architektur-Begriff vergleichbar, wenn man die Programmteile mit den Räumen eines Gebäudes vergleicht und die Türen mit den Mechanismen für den Austausch zwischen den Teilen. Die Architektur enthält die Grundsatzentscheide, welche Aufgaben ein System erfüllen kann. Sie wird durch die vorhandenen funktionalen Komponenten definiert. Funktionen, die nicht durch ein Program realisiert und eingebaut sind, können vom Benützer nicht genutzt werden.

7.2 Funktionale Komponenten eines GIS

Die notwendigen funktionalen Komponenten in einem GIS sind:

- Datenerfassung
- Datenspeicherung und -zugriff
- Datenverarbeitung (Attribut- und Geometrie-Daten)
- Datenausgabe (Karten, Tabellen)
- Datenaustausch
- Interaktion mit Benutzern

Unabhängig von gewissen speziellen Funktionen einzelner Systeme weist fast jedes GIS eine Anzahl von Grundfunktionen allgemeiner Art auf. Es muss irgendwie Daten erfassen können, sei dies interaktiv, automatisch ab Sensoren oder durch Einlesen von vorbereiteten Dateien. Die Daten müssen gespeichert und wieder abgerufen werden können, was eine interne Datenorganisation erfordert, sei dies in Form von gewöhnlichen Dateien, Datenbanken oder kombinierten Lösungen. Für raumbezogene Auswertungen sind Verarbeitungsprogramme notwendig, die sowohl geometrische wie auch Attributdaten bearbeiten. Zur Datenausgabe ist besondere Graphik- und andere Darstellungssoftware erforderlich. Der Datenaustausch mit anderen Systemen wird immer wichtiger und verlangt eigene Programme, etwa zur Formatkonversion. Die Interaktionskomponente muss die Kommunikation mit dem Benutzer unterstützen (Eingabe von Befehlen und Daten, Auswahl am Bildschirm usw.).

7.3 Zusammenwirken von Softwarekomponenten

Das Zusammenwirken von Softwarekomponenten ist am besten am Beispiel des "client-server" Prinzips in der Datenkommunikationsnorm "Open Systems Interconnection" (ISO OSI) zu erklären.

Zusammenwirken von Softwarekomponenten:

Der Server bietet eine Leistung (eine Funktion, engl. service) an, die vom Klienten benutzt wird.

client

service

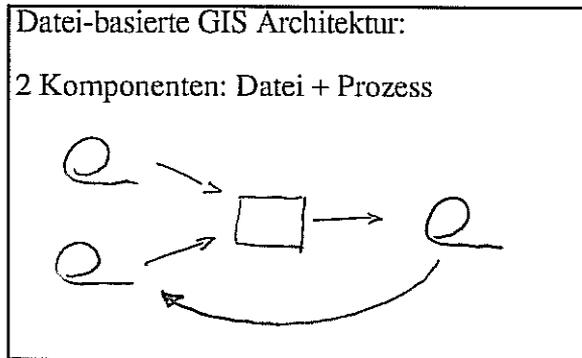
server

Begriff *Transparenz*:
Höherwertig-machen einer Leistung

Ein Beispiel dafür stellt ein virtuelles Speichersystem dar (virtual memory). Es bietet eine einheitliche logische Sicht auf eine physisch sehr komplexe

verteilte Speicherfunktion. Dies führt zu einer Aufwertung einer Leistung durch eine zusätzliche Abstraktion.

7.4 Datei-basierte GIS Architektur



Typen von Prozessen:

- Eingabe
- Verarbeitung
- Ausgabe

Alle Prozesse arbeiten mit einem einheitlichen Dateiformat.

Die datei-basierte Architektur ist flexibel, da sich neue Prozesse leicht einfügen lassen. Sie erfordert Prozesse zur Transformation aus und in andere Formate, Verarbeitungsprozesse und Prozesse zur Ausgabe auf den Bildschirm. Alle Arbeitsabläufe werden aus einer Folge von solchen Prozessen zusammengesetzt. Dazwischen steht immer dasselbe Dateiformat, welches für das System einheitlich festgelegt ist. Alle Daten zu einem bestimmten Gebiet müssen in einer Datei abgelegt werden.

Die datei-basierte GIS-Architektur entstand aus der planerischen Projektarbeit.

Der "Urvater" ist das ODYSSEE System des Harvard Computer Graphics Lab.

-> "Harvard Design"

Diese, von uns als "Harvard Design" bezeichnete, Idee aus den 70er Jahren wurde kommerziell aufgegriffen und führte zum System ARC/INFO von ESRI. Die Herkunft aus der Planungsarbeit zeigt sich in der direkten Übernahme der Arbeitsweise von Planern in Form der Plan-Überlagerung ("map overlay") als grundlegender Prozess. Das Entwurfsteam hatte sich angeblich mit dem Einsatz einer Datenbank auseinandergesetzt und (richtigerweise, angesichts des Ziels, ein praktisch einsetzbares System zu entwickeln) entschieden, dass Datenbanken noch nicht reif für diesen Einsatz waren.

7.5 Datenbank-basierte GIS Architektur

Konzept der Datenbank:

Datenbestand + Datenverwaltung =
Datenbank

Das Datenbankkonzept sieht eine völlige Trennung der Datenspeicherung und -verwaltung von den Verarbeitungsprozessen vor. Dazu ist ein eigenes Datenbankverwaltungssystem notwendig, das die Organisation der Datenspeicherung und den Zugang zu den Daten regelt. Es bietet eine einheitliche Schnittstelle für beliebige Anwenderprogramme an, die somit nicht mehr an spezielle und veränderliche Dateiformate gebunden sind (siehe Teil 4).

Die meisten GIS Anwendungen sind klassische Fälle für den Einsatz von Datenbanken: Die Lebensdauer der Daten liegt oft weit über jener der Programme und Speichermedien, es gibt unvorhersehbare Nutzungen der Daten, und die Organisation der Speicherung ist zu komplex, um sie den Anwenderprogrammen zu überlassen.

Die Datenbank-basierte GIS-Architektur entstand aus interdisziplinären Forschungsprojekten von Geodäten und Informatikern im Hinblick auf Verwaltungsanwendungen.

Der Datenbank-basierte GIS Entwurf, von uns als "Zürcher Design" angesprochen, lag der Arbeit in der Gruppe um Prof. Conzett an der ETH Zürich zugrunde. Er wurde massgeblich mitgetragen von Datenbankgruppen, z.B. Prof. Schek und Prof. Härder in Deutschland sowie Prof. Stonebraker in den USA. Der "Zürcher Design" wird heute in vielen kommerziellen Systemen verwendet, z.B. System 9 (Prime, vormals Wild), INFOCAM (Leica, vormals Kern), SICAD (Siemens). Die Probleme liegen in der Unterstützung eines raschen Zugriffs auf raumbezogene Daten.

7.6 Gegenüberstellung

Datei-basiert (Harvard Design):

Eignet sich für ein eng abgegrenztes Gebiet, z.B. ein Projektgebiet oder ein Kartenblattausschnitt.

Das Gebiet für den Einsatz eines datei-basierten Systems darf nicht zu gross sein, da sonst die Datenmengen zu umfangreich werden. Prozesse sind besonders effizient, wenn sie den ganzen Datenbestand bearbeiten (z.B. map overlay). Wesentlich schwieriger ist der Zugriff auf und die Verarbeitung von Daten, die zu einzelnen Objekten gehören.

Datenbank-basiert (Zürcher Design):

Eignet sich, um Daten für ein grosses Gebiet zusammenhängend zu speichern und vielseitig zu bearbeiten.

Die Gebietsgrösse ist nur durch die physische Speicherkapazität und durch die Effizienz der raumbezogenen Zugriffsmethoden begrenzt. Der Zugriff auf einzelne Objekte kann erfolgen, ohne eine Dateistruktur kennen zu müssen. Operationen auf einzelnen Objekten lassen sich damit effizient implementieren.

Zusammenfassung

Zusammenfassung:

Die Entwurfsziele der zwei grundlegenden Architekturen waren:

- *Harvard*: Unterstützung von Planungsprojekten
- *Zürich*: Unterstützung der Verwaltungstätigkeit (speziell Grundbuch)

Teil 4: Datenbanken und Datenmodelle

Teil 4: Datenbanken und Datenmodelle

Ziel:

Modellierungsansätze und Datenbankkonzepte (relational, entity-relationship, objektorientiert) werden erläutert und auf GIS angewandt. Probleme bei Netzbetrieb werden aufgezeigt.

Gliederung:

- 8. Das Datenbankkonzept
 - 8.1 Datenbankdefinition
 - 8.2 Unterschied zum Informationssystem
 - 8.3 Datenbankprinzipien
- 9. Datenmodelle und Datenmodellierung
 - 9.1 Begriff Datenmodell
 - 9.2 Verbreitete Datenmodelle
 - 9.3 Abstraktionsmechanismen
- 10. Datenbanken im Einsatz
 - 10.1 Mehrfachnutzung
 - 10.2 Verteilte Datenbanken
 - 10.3 Leistungsfähigkeit

Zusammenfassung

In diesem Teil werden Grundbegriffe zu Datenbanken und zur Datenmodellierung erläutert. Die verbreitetsten Datenmodelle werden charakterisiert und praktische Aspekte des Einsatzes von Datenbanken in GIS besprochen.

8. Das Datenbankkonzept

8.1 Datenbankdefinition

Datenbankdefinition (nach Zehnder):

Eine *Datenbank* ist eine selbständige, auf Dauer und für flexiblen und sicheren Gebrauch ausgelegte Datenorganisation. Sie umfasst einen Datenbestand und die dazugehörige Datenverwaltung.

Datenbestände existieren über längere Zeit (besonders in einem GIS), werden von verschiedenen Interessenten genutzt und sollten deshalb unabhängig von den Programmen verwaltet werden. Wenn ein Datenverwaltungssystem diese Aufgabe übernimmt, d.h. den Datenbestand dauernd und sicher organisiert und verschiedenen Anwenderprogrammen zugänglich macht, so spricht man von einer Datenbank.

Ein Datenbankverwaltungssystem muss Mittel anbieten, um Daten zu definieren (Datendefinitionssprache, DDL) und zu manipulieren (Datenmanipulationssprache, DML), insbesondere abzufragen (Abfragesprache).

8.2 Unterschied zum Informationssystem

Unterschied zum Informationssystem:

Ein *Informationssystem* gibt Antwort auf Fragen von Benutzern. Es enthält neben einer Datenbank auch eine Methodenbank (Programme) zur intelligenten Auswertung der Daten und zur Kommunikation mit Benutzern.

Eine Datenbank allein ist noch kein Informationssystem. Mit einer Abfragesprache lassen sich selten Fragen eines Anwenders beantworten. Ihre Konzepte sind zu implementationsnahe und ihre Darstellungsmittel zu einfach. Ein Informationssystem sollte die eigentlichen Informationsbedürfnisse des Benutzers erkennen und sie in Teilfragen an die Datenbank umsetzen sowie deren Antworten dem Benutzer geeignet präsentieren. In der Praxis (auch bei GIS) muss sich der Benutzer heute noch zu stark mit den anwendungsfernen Konzepten der Datenbank auseinandersetzen.

8.3 Datenbankprinzipien

Datenbankprinzipien:

- Trennung der Daten von den Benutzern
- Strukturierung der Daten
- Anwenderprogramme werden datenunabhängig
- Daten werden mehrfach verwendbar
- Integrität der Daten ist gewahrt
- Transaktionskonzept

Die Trennung von Daten und Benutzern erlaubt beidseitig unabhängiges Arbeiten mit einer stabilen Schnittstelle: Die interne Datenorganisation betrifft die Anwenderprogramme nicht, und neue Programme können jederzeit auf den Datenbestand zugreifen. Dies ist eine Grundvoraussetzung für die Mehrfachnutzung von Daten (data sharing), die bei GIS infolge der hohen Kosten der Datenerfassung und -aktualisierung besonders erwünscht ist. Die Regelung des Zugriffs auf die Daten ist unabdingbar für die Erhaltung der Datenintegrität, d.h. zur Vermeidung der Aufnahme von Widersprüchen (Datenkonsistenz), des Datenverlusts oder der Verfälschung und des missbräuchlichen Zugriffs.

Das Transaktionskonzept:

- atomarer Bearbeitungsvorgang
- Koordination unter mehreren Benutzern
- von einem konsistenten Zustand in den nächsten
- Dauerhaftigkeit der Ergebnisse

Das Mittel zur Erhaltung der Datenintegrität und zur Ermöglichung der parallelen Mehrfachnutzung ist die Transaktion, d.h. die Zusammenfassung von Operationen zu einem atomaren

Bearbeitungsvorgang, welche die Datenbank von einem konsistenten Zustand in einen anderen überführt.

9. Datenmodelle und Datenmodellierung

9.1 Begriff Datenmodell

Begriff Datenmodell:

Ein *Datenmodell* ist eine Sammlung von Konzepten zur Beschreibung von Daten.

Um Daten unabhängig von ihrer Verarbeitung und ihrer physischen Speicherung beschreiben zu können, sind besondere Werkzeuge notwendig. Diese nennt man Datenmodelle. Sie unterscheiden sich wesentlich in der Art der Konzepte, die sie zur Datenbeschreibung anbieten. Ein Konzept aus einem Anwendungsgebiet, das nicht im Datenmodell erscheint, muss durch die vorhandenen Konzepte simuliert werden. Zum Beispiel sind geometrische Konzepte (Punkte, Linien, Flächen, Netzwerke usw.) in Standard-Datenmodellen nicht vorhanden und müssen etwa auf Tabellen abgebildet werden. Da dieser Schritt für GIS und andere räumliche Anwendungen sehr komplex ist, wurden spezielle geometrische Datenmodelle entwickelt (siehe Teil 5).

9.2 Verbreitete Datenmodelle

Verbreitete Datenmodelle:

- Hierarchische und Netzwerkmodelle
- Entity-Relationship Modell
- Relationales Modell
- Objekt-orientierte Modelle

Technologische Entwicklung:

1960	Konzept der Datenbank
1970	Theorie zum Relationenmodell
1980	Relationale Systeme
1990	Verbreitete Anwendung und Erweiterungen hin zur Objektorientierung

Heute stehen in der Praxis vier Typen von Datenmodellen im Vordergrund. Historisch wurde die Datenbankidee durch die Arbeiten der CODASYL Gruppe etabliert, die in den 60er Jahren das Netzwerkmodell definiert hat. Seit ca. 1970 waren entsprechende Systeme erhältlich, aber vorerst nur mit Schwierigkeiten für einfache Aufgaben zu benützen. Zur selben Zeit hat Codd das Relationale Datenmodell theoretisch definiert. Relationale Datenbanksysteme werden auf breiter Front seit ca. 1980 angeboten, waren aber zu Beginn noch nicht für grosse Datenmengen

einsetzbar und erst ab ca. 1985 produktiv. Auch heute noch bestehen Beschränkungen bei sehr grossen Datenmengen (1 Mio Datensätze und mehr). Objektorientierte Datenbanken kommen erst zögernd auf den Markt.

Konzepte in Entity-Relationship Modell:

- Entitäten
- Beziehungen
- Rollen

Das Entity-Relationship Modell ist eher eine allgemeine Form der Datenmodellierung für Anwendungen, als ein Modell, das zu bestimmten Datenbanksystemen gehört. Eine Entität ist ein Ding, das real oder als Vorstellung in einer Anwendung vorkommt und eindeutig identifizierbar ist (ein Unternehmen, eine Person, ein Grundstück, ein Haus etc.). Eine Beziehung ordnet Entitäten einander zu. In jeder Beziehung spielen die Entitäten gewisse Rollen, z.B. ist "Eigentümer" eine Rolle in einer Beziehung zwischen Personen und Grundstücken..

Konzepte im Netzwerkmodell:

- Records (Datensätze)
- Sets (Mengen mit owners und members)

Das CODASYL Netzwerkmodell beruht auf zwei Grundkonzepten: Datensätzen und ihrer Zusammenfassung zu Mengen. Jeder Datensatz modelliert eine Entität durch mehrere Attribute, die zu Gruppen zusammengefasst werden können. Mengen beschreiben Beziehungen zwischen den Datensätzen. Jede Menge verbindet zwei bestimmte Datensatz-Typen, einen "owner" und einen "member" Typ. Zu jeder Menge muss ein owner Datensatz gehören, member Datensätze dürfen auch fehlen (leere Menge).

Konzepte im Relationenmodell:

- Tabellen
- Tupel
- Normalformen
- Relationenalgebra

Das Relationenmodell ist das am stärksten formalisierte Datenmodell und hat heute die meisten kommerziellen Anwendungen. Seine Grundlagen sind sehr einfach und besonders in administrativen Anwendungen (Banken, Versicherungen, Lagerhaltung etc.) genügend nahe an den Anwenderkonzepten. Das Grundkonzept ist die Relation, die nichts anderes ist, als eine Tabelle. Eine relationale Datenbasis ist eine Sammlung von Tabellen. Darin liegt die Stärke des Relationenmodells, da Tabellen in manchen Anwendungen eine zentrale Rolle spielen. Jede Relation besteht aus mehreren Tupeln (Zeilen). Zur redundanzfreien Speicherung müssen Relationen in sogenannte Normalformen gebracht werden. Die Auswertung der Daten erfolgt durch die Operationen der sogenannten Relationenalgebra, die im wesentlichen Tabellen mittels gemeinsamer Werte kombinieren.

Konzepte der Objektorientierung:

- Abstraktionsmechanismen
- Identität
- Vererbung

Als Ausblick auf zukünftige Datenbanksysteme seien hier die grundlegenden Eigenschaften der Objektorientierung genannt, auch wenn man heute noch kaum von einem "objektorientierten Datenmodell" sprechen kann. Gegenüber klassischen Datenmodellen stechen drei Eigenschaften hervor: Abstraktionsmechanismen müssen vorhanden sein, um Entitäten zu Gruppen zusammenfassen und sie klassieren zu können. Identität bedeutet, dass jede Entität eindeutig identifizierbar sein soll, unabhängig von den Attributen, die sie beschreiben. Die Vererbung erlaubt es, in Hierarchien von Entitätsklassen die allgemeinen Eigenschaften möglichst weit "oben" zu definieren und sie nach "unten" zu vererben (z.B. die Tatsache, dass ein Punkt Koordinaten hat, unabhängig davon ob er ein Triangulations-, Einschalt- oder Grenzpunkt ist).

9.3 Abstraktionsmechanismen

Abstraktionsmechanismen:

- Klassierung
- Generalisierung
- Aggregierung

Abstraktionsmechanismen sind für das menschliche Denken zentral. Wir verwenden sie laufend, um mit der Komplexität der Sinneseindrücke und Informationen umgehen zu können, mit denen wir konfrontiert sind. Folglich sollten auch Datenbanken entsprechende Mechanismen anbieten, besonders um komplexe Anwendungen wie GIS unterstützen zu können. Man unterscheidet meistens Klassierung, Generalisierung und Aggregierung. Die Klassierung dient dazu, Einzelercheinungen in Klassen zusammenzufassen, d.h. ihnen einen Namen zu geben (z.B. die Klasse "Haus" für Bauten in denen Menschen wohnen). Die Generalisierung bildet Oberbegriffe (z.B. "Gebäude" für Häuser und Ställe). Die Aggregierung bildet Gruppen von Dingen (z.B. kann ein Wohnhaus als Zusammensetzung von Mauern, Türen, Fenstern und Dach aufgefasst werden). Wenn die gruppierten Teile zur gleichen Klasse gehören, spricht man oft von Assoziierung (z.B. ein Wohnhaus als Zusammensetzung von Wohnungen).

10. Datenbanken im Einsatz

10.1 Mehrfachnutzung

Mehrfachnutzung:

Mehrere Benutzer (Personen) greifen auf den gleichen Datenbestand gleichzeitig zu und verändern ihn.

Problem: Verhindern von Datenverlust

Datenbestände sind wertvoll; ihre Sammlung und Laufendhaltung ist kostspielig. Darum ist es erwünscht, dass mehrere Benutzer den gleichen Bestand intensiv nutzen. Gegenseitige Behinderungen können entweder durch organisatorische Absprachen oder durch programmierte Vorkehrungen vermieden werden.

Das Problem besteht in der Gefahr, dass Änderungen die ein erster Benutzer einbringt durch Änderungen eines zweiten Benützers ausgelöscht werden. Typischer Ablauf: A kopiert sich den Bestand des Baublockes 19 heraus, B kopiert sich den gleichen Baublock. A macht Änderungen und schreibt seinen neuen Datenbestand zurück. B macht andere Änderungen und schreibt seine Kopie zurück und überschreibt dabei die Werte die A geschrieben hat: die Änderungen von A sind verloren.

10.2 Verteilte Datenbanken

Verteilte Datenbanken:

Rechner-Netzwerke erlauben, eine Datenbank über mehrere Rechner zu verteilen.

Eine einheitliche logische Sicht ist möglich.

Daten, die von verschiedenen Amtsstellen gesammelt werden, wollen auch von diesen je einzeln verwaltet werden. Hingegen muss oft Anderen ein Zugang zu den Daten über Rechner-Kommunikation (Netzwerke) verschafft werden. Gewisse Datenbanken erlauben dann, den gesamten Datenbestand in allen Rechnern des Netzes als logisch zusammengehörend zu sehen, obwohl er zur physischen Speicherung verteilt ist. Der einzelne Benutzer braucht sich um den Ort der physischen Speicherung nicht zu kümmern.

10.3 Leistungsfähigkeit

Leistungsfähigkeit:

Für die Beurteilung und Abschätzung der Einsatzfähigkeit werden die physische Datenorganisation und die Hardware relevant.

Zugriffe zur Festplatte sind langsam und bleiben langsam.

Der hauptsächliche Flaschenhals bei einem GIS ist und bleibt bis auf weiteres der Zugriff zu den, auf der Festplatte gespeicherten, Daten. Er ist ungefähr eine Million mal langsamer als das Lesen eines Datenelementes im Hauptspeicher. Plattenzugriffe müssen beim Entwurf und bei der Einsatzplanung berücksichtigt werden. Je nach Abfrage, sind ganz andere Antwortzeiten zu erwarten:

- Heraussuchen der Anzahl Stockwerke eines Hauses mit gegebener Adresse (1..3 Zugriffe)
- graphisches Darstellen des Hauses (Heraussuchen aller Kanten und Knoten, 20 Zugriffe)
- graphisches Darstellen eines Grundstückes und seiner Umgebung mit Gebäuden und Leitungen (5000 Knoten und Kanten)
- Auffinden eines Gebietes mit bestimmter Nutzung und Bodentyp (Overlay von Nutzungskarte und Bodenkarte: mehrere 100,000 Zugriffe)

Man vergesse nicht: ein Plattenzugriff benötigt etwa 20 msec (oder es sind maximal 50 Zugriffe pro Sekunde möglich). Entscheidend ist zu erkennen, welcher Fall für eine Anwendung kritisch ist, das System für diesen Fall zu optimieren und die Hard- und Software darauf auszulegen. Im allgemeinen sind spezielle Methoden (sogenannte räumliche Zugriffsmethoden) notwendig, damit graphische Ausgaben mit vertretbaren Antwortzeiten möglich werden.

Zusammenfassung

Zusammenfassung:

- Datenmodell beschreibt, was in der Datenbank abgebildet werden kann
- Transaktionskonzept garantiert Datensicherheit
- Leistungsfähigkeit ist durch Festplatten-Zugriffe und physische Speicherungsstruktur bedingt.

Teil 5: Geometrische Datenmodelle

Teil 5: Geometrische Datenmodelle

Ziel:

Kenntnis der verbreiteten geometrischen Datenmodelle und deren Anwendungen.

Gliederung:

- 11. Geometrische Datenmodelle
 - 11.1 Unterschied Grafik - Geometrie
 - 11.2 Raumkonzepte, Geometrische Datenmodelle und Datenstrukturen
 - 11.3 Abstrakter Raum und Objektraum
 - 11.4 Beschränkte Auflösung im Computer
 - 11.5 Rastermodelle
 - 11.6 Spaghettimodelle
 - 11.7 Graphenmodelle
 - 11.8 Zellmodelle
 - 11.9 Konversionen
- Zusammenfassung

In diesem Teil wird die Modellierung geometrischer Daten in GIS behandelt. Die grundlegenden geometrischen Datenmodelle werden erläutert und es wird gezeigt, für welche Anwendungen sie besonders geeignet sind. Die Möglichkeiten zur Konvertierung zwischen verschiedenen geometrischen Datenmodellen werden besprochen.

11. Geometrische Datenmodelle

11.1 Unterschied Grafik - Geometrie

Unterschied Grafik - Geometrie:

Grafik beschreibt eine bestimmte räumliche Situation mit graphischen Mitteln (Strichzeichnungen, Symbole etc.). Grafik dient der Kommunikation.

Geometrie beschreibt diese Situation mit mathematischen Mitteln (Punkte, Kurven etc.). Geometrie dient der Modellbildung. Zur Darstellung muss sie in graphische Symbole umgewandelt werden.

In GIS werden raumbezogene Informationen verwaltet. Diese können in verschiedener Form gespeichert werden. Anfänglich wurden GIS meist zur Speicherung und Aktualisierung von Karten verwendet, d.h. im GIS wurden graphische Symbole gespeichert (meist in Form von Anweisungen, wie diese zu zeichnen sind). Damit lassen sich leicht neue Karten zeichnen, Änderungen des Ausschnitts und Massstabs sind zu einem gewissen Grad möglich, aber inhaltliche (thematische)

Auswertungen nur sehr beschränkt. Später hat man erkannt, dass ein GIS ein geometrisches Modell der Wirklichkeit - nicht bloss ein Abbild einer Karte - enthalten sollte, um komplexe Abfragen zu ermöglichen.

11.2 Raumkonzepte, Geometrische Datenmodelle und Datenstrukturen

Raumkonzepte: Wie denken und sprechen Anwender über den Raum?

Geometrische Datenmodelle: Mit welchen Mitteln beschreibt ein GIS die Lage, Form und Ausdehnung von Objekten im Raum?

Geometrische Datenstrukturen: Wie können diese Beschreibungen auf den Speicher eines Computers abgebildet werden?

Beispiele

Raumkonzepte: Ort, Behälter, Block, Verbindung, Weg, Netzwerk, leerer Raum.

Geometrische Datenmodelle: Rastermodell, Spaghetti, Graphen.

Geometrische Datenstrukturen: Koordinatenlisten, winged edges, runlength codes, quad trees.

In Analogie zu den bei Datenbanken üblichen Begriffen unterscheiden wir geometrische Datenmodelle und Datenstrukturen. Ein geometrisches Datenmodell ist eine Sammlung von geometrischen Objekten und Operationen zur Beschreibung von räumlichen Sachverhalten. Geometrische Datenstrukturen sind die Mittel, um diese geometrischen Objekte auf die Speicherstrukturen von Computersystemen abzubilden.

Für ein GIS ist es darüberhinaus notwendig, die menschlichen Vorstellungen über räumliche Sachverhalte zu beachten. Je nach Aufgabe und Kulturkreis sind diese sehr unterschiedlich (vgl. etwa die verschiedenen Auffassungen der Geometrie einer Strasse im Kataster, bei Navigationsaufgaben und für einen Strassenbauer). Eine Hauptschwierigkeit heutiger GIS liegt darin, Raumkonzepte verschiedener Interessenten in ein und demselben räumlichen Gebiet zu unterstützen.

11.3 Abstrakter Raum und Objektraum

Zwei grundlegend verschiedene Auffassungen des Raums:

Abstrakter Raum, von dem man weiss, was sich an jeder Stelle befindet ("Lego-Grundplatte").

-> Rastermodelle

Objektraum, aufgespannt durch Gegenstände, von denen man weiss, wo sie sich befinden, wie gross sie sind etc.

-> Vektormodelle ("feature geometry")

Allen heutigen Systemen liegt eines von zwei grundlegenden Raumkonzepten zugrunde: Sie bauen entweder auf einem abstrakten, als leer vorgegebenen Raum auf, den man darauf befragen kann, was sich an einer bestimmten Stelle befindet, oder auf einzelnen Objekten, von denen man die Lage im Raum, ihre Form und Grösse erfahren kann. Im ersten Fall spricht man traditionell von "Rastersystemen", im zweiten von "Vektor-", bzw. "topologischen Systemen". Diese zwei Sichten in einem System zu vereinen, ist erst in Ansätzen möglich. In jedem kommerziellen System ist eine der beiden Sichten vorrangig.

11.4 Beschränkte Auflösung im Computer

Beschränkte Auflösung:

- Computergeometrie ist immer Gittergeometrie
- oft sind Gitter äusserst unregelmässig
- unerwartete Ergebnisse
- inkonsistente Informationen
- Lösungsansätze: "Angstbits", Toleranzen, topologische Datenmodelle.

Leider ist geometrisches Rechnen in einem Informationssystem gänzlich verschieden vom geometrischen Rechnen in der Schule. Da jedes digitale System nur eine beschränkte Anzahl von Punkten darstellen kann, entstehen unerwartete Schwierigkeiten: Geraden schneiden sich mehrfach, aber ihre Schnittpunkte liegen manchmal weder auf der einen noch auf der anderen Geraden, Punkte wandern bei Koordinatentransformationen über Flächengrenzen hinweg, bei Flächenverscheidungen entstehen unerwünschte Nebenprodukte (schmale Restpolygone).

Geometrie im Computer ist immer Geometrie auf einem Gitter, ob man ein Rastermodell verwendet oder nicht. Dieses Gitter ist ausserdem hochgradig unregelmässig, wenn REAL Zahlen verwendet werden. Vorsicht: REALs (besser: Gleitkommazahlen) haben mit den reellen Zahlen der Mathematik fast gar nichts gemeinsam. Alle gewohnten geometrischen Berechnungen bauen leider auf Eigenschaften der reellen Zahlen auf, die bei REALs nicht gegeben sind. Durch Verwendung von Zahlen mit höherer Genauigkeit ("double precision" etc.) werden die Probleme seltener, sind aber nicht auszuräumen. Durch Toleranzen wird

versucht, Konsistenz bei geometrischen Berechnungen (d.h. immer gleiche Antworten auf gleiche Fragen) zu erreichen. Die Verwendung topologischer Datenmodelle ist aber die einzige zuverlässige Abhilfe in Fällen, wo solche Effekte kritisch sind.

11.5 Rastermodelle

Rastermodelle:

- Gleichförmiges Gitter
- endliche Anzahl möglicher Orte
- einfache geometrische Eigenschaften und Beziehungen (Nachbarschaft, Masse)
- viele Algorithmen und Datenstrukturen

Um den abstrakten Raum in einem endlichen Computer darstellen zu können, müssen die unendlich vielen möglichen Orte in Klassen eingeteilt werden. Dadurch entsteht ein Gitter, bzw. "Raster". Alle Orte innerhalb eines Rasterfeldes werden als gleich angesehen. Alle Felder sind normalerweise gleich gross und jedes hat 4 bzw. 8 Nachbarn. Längen und Flächen lassen sich sehr einfach durch Abzählen von Feldern bestimmen.

11.6 Spaghettimodelle

Spaghettimodelle:

- Haufen ungeordneter Linien
- Abstände und Längen einfach
- Flächen- und Schnittberechnungen schwierig
- topologische Beziehungen problematisch
- praktisch bedeutsam (Digitalisierung)

Das einfachste Modell für den Objektraum ist eine ungeordnete Sammlung von Linien, wie sie z.B. beim Digitalisieren von Karten und Plänen entsteht. Wenn man über die Beziehungen der einzelnen Linien (Schnittpunkte usw.) nichts weiss, spricht man anschaulich von einem "Spaghettimodell". Die einzelnen Linien sind häufig einfach als Listen von Koordinatenpaaren beschrieben.

11.7 Graphenmodelle

Graphenmodelle:

- Knoten und Kanten
- zur Modellierung von Netzwerken (Leitungen, Verkehrsnetze)
- als topologisches Modell im allgemeinen
- erfassen Schnittpunkte und Berührungen
- vielfach implementiert

Um mehr über geometrische Beziehungen von Objekten aussagen zu können, als im Spaghettimodell, sind topologische Datenmodelle entwickelt worden. Die Topologie befasst sich mit jenen Eigenschaften und Beziehungen, die unter den allgemeinsten geometrischen Abbildungen erhalten bleiben. Topologische Beziehungen sind besonders in grossmasstäblichen Anwendungen (Kataster) und bei Navigationsaufgaben wesentlich: welche Grundstücke liegen an einem

Strassenstück, unter welchen Gebäuden verläuft eine Leitung, gibt es eine Verbindung von A nach B über C?

Graphenmodelle gehören zu den einfachsten topologischen Modellen. Sie stellen geometrische Objekte durch Knoten (Punkte) und Kanten (Linienstücke) dar. Damit lassen sich einerseits Netzwerke besonders gut abbilden, andererseits Schnittpunkte und Berührungen in jeder geometrischen Situation darstellen. Die meisten der sogenannten "Vektorsysteme" enthalten heute eine Art Graphenmodell.

11.8 Zellmodelle

- | |
|--|
| <p>Zellmodelle:</p> <ul style="list-style-type: none">• zusätzlich Flächenbausteine• zur Modellierung von Geometrie mit hohen Ansprüchen• allgemeinstes topologisches Modell• Flächenbeziehungen• selten implementiert |
|--|

Als Weiterentwicklung der Graphenmodelle sind im letzten Jahrzehnt verschiedene topologische Datenmodelle entwickelt worden, die neben 0- und 1-dimensionalen (Knoten und Kanten) auch 2-dimensionale Bausteine (Zellen) enthalten. Diese sind besser geeignet, um geometrische Beziehungen zwischen Flächen zu modellieren, z.B. Inseln und zusammengehörige Teilflächen, sowie Kombinationen davon. Es gibt aber bis heute nur wenige kommerzielle Implementierungen von Zellmodellen.

11.9 Konversionen

- | |
|---|
| <p>Konversionen:</p> <ul style="list-style-type: none">• meist schwierig• Rasterung einfach, Vektorisierung nicht ohne Zusatzinformation möglich• Informationsverluste verhindern freies Hin- und Her• Anwendungen sind (noch) meist auf bestimmte Modelle ausgerichtet. |
|---|

Das Überführen geometrischer Daten von einem in ein anderes Modell ist selten einfach und oft nicht vollständig möglich. Am einfachsten ist die Konvertierung in ein Rastermodell aus irgendeinem anderen Modell. Dabei geht aber normalerweise Information verloren, da das Gitter des Rastermodells in allen praktischen Fällen gröber ist, als die Auflösung in einem Vektormodell. Daraus folgt auch, dass der umgekehrte Weg, von Raster- zu Vektordaten, meist nicht ohne Zufuhr von Information möglich ist. Insbesondere muss der Zusammenhang von Linien wieder hergestellt werden, die in einzelne Rasterpunkte aufgelöst wurden. Diese Zusatzinformation kann in Form von Plausibilitätsregeln oder durch interaktive Eingriffe von Bearbeitern zugeführt werden.

Ein freies Hin- und Herbewegen von Daten zwischen Raster- und Vektormodellen ist somit bis heute nicht möglich. Davon sind die meisten Anwendungen allerdings nicht stark betroffen, da sie stark auf das eine oder andere Grundmodell ausgerichtet sind. Eine Ausnahme bilden kartographische Anwendungen, wo eine flexiblere Konvertierung

erwünscht wäre. Jedoch steigen durch die zunehmende Integration raumbezogener Anwendungen auch in anderen Bereichen (Planung, Navigation) die Ansprüche an Raster-Vektor Konversionen.

Zusammenfassung

Zusammenfassung:

Die *Hauptschwierigkeiten* bei der Modellierung von Geometrie sind der Umgang mit

- verschiedenen Raumkonzepten
- beschränkter numerischer Auflösung

Ein geometrisches Modell ist nicht absolut "gut" oder "schlecht", sondern besser oder schlechter geeignet für eine Anwendung.

Topologische Datenmodelle sind ein Mittel gegen numerische Schwierigkeiten. Sie erzielen bessere Konsistenz und Effizienz.

Teil 6: Relevante Technische Entwicklungen

Teil 6: Relevante Technische Entwicklungen
Ziel: Ein Ausblick auf absehbare GIS-Entwicklungen der kommenden 5 Jahre wird gegeben. Besprochen werden dabei speziell die Entwicklung von Hardware, Benutzeroberflächen und Gesamtkosten von GIS Lösungen.
Gliederung: 12. Technische Entwicklungen 12.1 Allgemeines 12.2 Hardware vs. Software 12.3 Software-Entwicklung 12.4 Hardware-Entwicklung 12.5 Weitere Aspekte Zusammenfassung

Die Planung eines GIS Einsatzes kann nicht allein auf den heutigen Stand der Technik abstellen. Es muss entschieden werden, wann das System einsetzbar sein soll. Dann wird abgeschätzt, welche technischen Lösungen zu jenem Zeitpunkt erhaltlich sein werden und für diesen Stand wird geplant. Eine Planung, welche die heute gängige Technologie für ein zukünftiges System einplant, führt mit Sicherheit zu einem System, das bei seiner Einführung schon veraltet ist.

12. Technische Entwicklungen

12.1 Allgemeines

Einsatzdauer von Systemkomponenten:
• Hardware: ökonomisch 3 Jahre, praktisch 5 Jahre
• Software (mit regelmäßigen Erweiterungen): 7 bis 10 Jahre
• Daten: in Systemen mit Aktualisierung vielleicht 20 bis 50 Jahre
• Personal: 30 Jahre von Ausbildung bis Pensionierung
• Organisation: ?

Die verschiedene Teile eines GIS sind verschiedenen Entwicklungsrhythmen unterworfen. Organisation, Personal und die im GIS enthaltenen Daten unterliegen nicht den gleichen raschen Erneuerungszyklen, wie Hard- und Software. Entwicklungen sind langsamer und leichter in den Planungsprozess einzubeziehen.

Die technische Entwicklung der naechsten 7 - 10 Jahre laesst sich abschaetzen. weil kaum etwas, das nicht heute in Forschung ist innerhalb dieses Zeitraumes auf den Markt kommen kann.

Es ist für den Fachmann, der die Forschungsliteratur verfolgt, ohne weiteres moeglich, die Tendenz der zu erwartende Entwicklung vorherzusagen. Schwierig ist, einzelne Ereignisse genau zeitlich vorherzusagen oder den kommerziellen Erfolg einer Entwicklung abzuschätzen. Entwicklungsentscheide der GIS Anbieter sind nicht nur vom technisch Machbaren beeinflusst, sondern in viel hoeherem Masse vom erwarteten wirtschaftlichen Erfolg - und dies auf einem weltweiten Markt.

Die Entwicklung der technischen Komponenten, insbesondere der Hardware, sind nur indirekt für GIS relevant.

Die ganze technische Entwicklung, die immer wieder beschworen wird, bringt für den GIS Entwickler nur wenig: mehr Leistung für weniger Geld. Aber man erinnere sich, dass die ganze Hardware ohnehin nur 1% der Totalkosten eines GIS ausmacht. Relevant ist für das GIS nur, was von der Software auch genutzt wird - was meist erst nach einiger Zeit der Fall ist - und dann vom Benutzer auch tatsaechlich verwendet wird. Es gibt eine lange Liste von Dingen, die an und für sich für den GIS Anwender voellig irrelevant sind, weil sie per se die Funktion des GIS nicht beeinflussen (z.B. welche Programmiersprache verwendet wurde).

12.2 Hardware vs. Software

Geschwindigkeit der technischen Entwicklung:

- Hardware: sehr rasch, 50% pro Jahr, keine Anzeichen, dass eine Abflachung erfolgt
- Software: rasch, 2 bis 5 Jahre für wesentliche Neuerungen

Die Entwicklung von EDV Geräeten ist heute sehr rasch, die Leistung nimmt sehr schnell zu und die Preise sinken laufend. Die Grenzen der Entwicklung sind absehbar, aber noch sehr weit entfernt, so dass mit weiteren Verbesserungen im heute üblichen Rahmen gerechnet werden muss. Diese stürmische Entwicklung lässt sich kaum mit der Entwicklung üblicher Geräte, z.B. der elektrischen Schreibmaschine, vergleichen. Sie in den Planungsprozess einzubeziehen, ist schwierig und schafft Probleme mit den üblichen administrativen Abläufen.

Achtung:
Die Hardware Entwicklung wird immer unterschätzt, die Software Entwicklung immer überschätzt.

Es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, dass wir uns immer wieder von Entwicklungen der Hardware, insbesondere Steigerung der Leistungsfähigkeit, überraschen lassen. Andererseits sind wir bereit, Entwicklungen der Software zu erwarten, die dann viel später als geplant auf dem Markt erscheinen. Die Weiterentwicklung von Hardware scheint uns eben schwierig, weil sie vergleichbar der Entwicklung von andern Alltagsgegenständen scheint. Mit Software dagegen haben wir kaum Erfahrung und sind daher, ganz zu unrecht optimistisch, wie sich immer und immer wieder zeigen lässt.

12.3 Software-Entwicklung

Software-Entwicklung:

- objekt-orientierte Entwurfsmethoden
- auf mathematischer Grundlage
- modelliert nach den Methoden, die Menschen zum Denken brauchen
- Zusammenwirken von Komponenten (verschiedener Größe) beschreibbar

Klassische Programmierung beruht auf Prozeduren, die regelmaessig vorkommende Abläufe zu einem einzigen Aufruf vereinfachen. Es blieb dem Programmierer überlassen, zu verstehen, welche Daten von diesen Prozeduren verwendet werden und wie diese zu strukturieren waren. Die objekt-orientierten Entwurfsmethoden bündeln Daten und darauf anzuwendende Operationen. Die mathematische Grundlage dazu liefert das abstrakte Konzept der Algebra. Die drei fundamentalen Methoden der

Abstraktion (Generalisierung, Klassifizierung und Aggregation) koennen alle verwendet werden und müssen nicht mit andern Mitteln simuliert werden.

- | |
|--|
| z.B. Sprache C++ <ul style="list-style-type: none">• Standardpakete• Datenbanken• Benützerschnittstellen• Graphikpakete mit Editoren• Netzwerk-Dienste |
|--|

Die Entwicklung beim Software-Entwurf hat zu einer raschen und weiten Verbreitung der C++ Sprache (eine Weiterentwicklung von C) geführt. Die Sprache unterstützt die Anwendung von standardisierten Software-Paketen für die Speicherung von Daten, zur Gestaltung von Benützerschnittstellen etc., insbesondere aber auch zur Entwicklung und effektiven Standardisierung von Dienstleistungen in Computer-Netzwerken.

Für den GIS Anwender ist die Verwendung von Standardprodukten relevant, weil ihm damit Zugang zum Einsatz der besten handelsüblichen und billigen Produkte gegeben wird, und er nicht auf die notwendigerweise beschränkten Möglichkeiten, die in einem GIS eingebaut sind, verwiesen wird. Das gilt für Page Layout so gut wie für standardisierte Benützerschnittstellen oder Computer-Netzwerke. Die Möglichkeit, mehrere Computer zu verbinden und miteinander kommunizieren zu lassen, ist von enormer Bedeutung für GIS. Sie erlaubt organisatorische Lösungen, die noch vor wenigen Jahren nicht denkbar gewesen waren.

12.4 Hardware-Entwicklung

- | |
|---|
| Hardware-Entwicklung: <ul style="list-style-type: none">• nicht sehr relevant, weil nicht unmittelbar neue Funktionen ermöglichend• hauptsächlich das selbe billiger |
|---|

Im Moment befindet sich die Industrie in einer Phase mit regelmaessigen Leistungssteigerungen, so dass verbesserte Hardware im allgemeinen für den gleichen Preis angeboten wird. Ein Personal Computer kostet seit Jahren etwa gleichviel, die Leistung hat sich aber gewaltig veraendert, von einem System mit zwei langsamen Floppy Disks und 128 kB Speicher zu einem mit 300 MB Harddisk und 8 MB Speicher. Dennoch: diese spektakulaere Entwicklung hilft zwar der Verbreitung von GIS, indem jetzt GIS auch auf einem PC laufen, aber entscheidend ist sie nicht.

CPU - Verbesserung von mehr als 50% des Preis/Leistungsverhältnisses pro Jahr.

Vergleich von CICS (Vax, Intel x86-Reihe, Motorola 680x0-Reihe) und RISC:

Differenz für GIS praktisch unerheblich

Wer das neueste Modell auf dem Markt besitzt, ist am schnellsten und billigsten. Die Hersteller sind interessiert, die Leistungszahlen (MIPS, FLOPS) in der Diskussion zu halten. Diese sind einfach zu verbessern und lenken von wichtigeren Problemen ab. Die mit diesen Zahlen messbare Leistung ist für GIS nicht sehr relevant.

Zwei Folgerungen:

1. CPU-Leistung kostet heute (fast) nichts und steht in genügendem Mass für GIS zur Verfügung. Daraus ergibt sich, dass das Argument 'die Lösung x spart Rechenleistung' fast in keinem Fall Sticht. Eine Verbesserung um 20% entspricht weniger als 2 Monaten Entwicklung der Industrie.
2. Man muss Hardware so spät als möglich auswählen und einkaufen, weil die Preise ständig sinken, und einmal angeschaffte Geräte rasch veralten. Man kaufe nicht mehr, als das vorhandene Personal wirklich jetzt braucht und kauft - den Rest in 3 Monaten.

Festplatten:

- Verbesserung der Kapazität
- Reduktion der Kosten pro MB Speicherplatz
- keine wesentliche Verbesserung der Zugriffszeiten zu erwarten

Speichermedien sind ein wichtiges Kostenelement in einem GIS. Glücklicherweise sinken die Kosten laufend, etwa so rasch wie Amstellen neue Daten erfassen können. Hingegen ist die Zugriffszeit von Festplatten immer noch (fast) dieselbe, wie vor 10 Jahren. Diese relativ langsame, wenig verbesserte Zugriffsgeschwindigkeit zum bevorzugten Speichermedium für GIS bestimmt immer noch den Entwurf der meisten Systeme.

Neue Speichertechnologien: optical disks

- viel höhere Kapazität pro Einheit
- langsamer im Zugriff

als magnetische Festplatten.

Neue Methoden der Aufzeichnung konkurrenzieren heute zunehmend die früher vorherrschenden magnetischen Systeme. Sie sind billiger und erlauben oft, grössere Datenmengen in einem kleineren Volumen unterzubringen. Die Methoden sind im wesentlichen dieselben, die von CDs zur Musikaufzeichnungen verwendet werden. Dies ist eine Technologie, die seit 10 Jahren als unmittelbar bevorstehend angekündigt wurde; heute scheint sie tatsächlich einsatzbereit zu sein.

Ungluecklicherweise sind die Zugriffszeiten laenger (oft sehr viel laenger), als bei den heute ueblichen magnetischen Festplatten.

Netzwerke:

- Technologie bekannt, Markteroberung gegenwaertig
- wird in zukunft wirklich funktionieren (Standardisierung)
- Steigerung der Übertragungsraten im LAN

Der Zusammenschluss von Computern in Netzwerken ist meines Erachtens die wichtigste Aenderung der letzten Jahre. Weltweite Netze existieren und werden laufend verwendet, aber auch der Zusammenschluss der PCs in einem Büro bringt wesentliche Vorteile.

Die meiste GIS Software kann die Vorteile von Computernetzwerken noch nicht vollstaendig ausnuetzen. Sie nutzt oft nur die Grund-Dienstleistungen (z.B. Verwendung von Ausgabestationen im Verbund), unterstuetzt aber nicht die Zusammenarbeit von Mitarbeitern, die am gleichen Problem arbeiten.

Ausgabe: Farbbildschirme
Entwicklung zu 1000 x 1000 als Standard

Eine weitere entwicklung ueber die heute als Standard anzusehende Aufloesung der Bildschirme hinaus, wird wohl sehr langsam sein (1500 x 1500 gibt es, aber die technischen Probleme sind betruechtlich und damit die Kosten hoch). Man erwartet eher einen Ersatz durch aktive Displays, allenfalls auch farbig. Die Kosten sind heute noch sehr hoch, fallen aber rasch, da ein grosser Markt besteht.

Ausgabe: Plotter
Entwicklung zu Farb-Laserdruckern mit groesseren Formaten

Ein GIS verlangt die Ausgabe von grossformatigen Plaenen in Farbe. Billige, grossformatige, aber unpraezise Plotter werden angeboten. Sie sind nur beschraenkt verwendbar. Für hochpraezise Zeichentische besteht nur ein kleiner Markt, die Entwicklung ist damit viel langsamer, und die Kosten bleiben hoch.

Eingabe: Scanner
zunehmende Verbreitung, Loesung einiger Probleme (Genauigkeit)

Scanner mit grober Aufloesung und beschraenkter Flaechen (A4) sind leicht erhaeltlich und billig. Die Umwandlung grosser Plaene in Rasterbilder und deren Vektorisierung mit Software ist eher durch die Leistung der Programme als durch teure Hardware beschraenkt. Wichtig ist die Feststellung, dass es heute (fast) moeglich ist, photogrammetrische Aufnahmen in digitales Format umzuwandeln ohne an Praezision und Aufloesung wesentliche zu verlieren.

Eingabe: interaktiv

- mouse/trackball;
- Spracherkennung (Diktiermaschinen moeglich - aber schwierige probleme für die allgemeine Verwendung)

Die Mittel für die Kommunikation vom Benutzer zum System werden die gleichen bleiben wie heute: Tastatur und Maus, eventuell Trackball, zusätzlich Digitalisierlupe. Der Einsatz von spracherkennenden Systemen bleibt weiterhin auf Ausnahmefaelle beschraenkt.

12.5 Weitere Aspekte

Betriebssystem: UNIX

Ein allgemeiner Durchbruch von UNIX ist zu erwarten. Standardisierung ist einer der Faktoren, die dafür sprechen (Kenner fragen vielleicht, welches UNIX?). UNIX ist ein klassisches Beispiel dafür, wie langsam Software entwickelt und eingeführt wird: UNIX wurde 1970 erfunden - heute findet es weite Verbreitung.

Ein Einsatz ist heute moeglich, weil sich die Leistungsfahigkeit der Harware soweit verbessert hat, dass ein 'normales' System auch auf einem PC laeuft. Gleichzeitig werden Benützerschnittstellen angeboten, die den normalen Anwender vor den berüchtigten UNIX-Kürzeln isolieren.

Entscheidend: Benützerschnittstelle

Allgemein entscheidend ist, was der Benutzer sieht und was er brauchen kann - nicht welche technische Schickane im Innern verborgen ist. (Wie wichtig ist Ihnen die Farbe des Zündverteilers Ihres Autos?). MIPS entsprechen etwa der PS-Zahl eines Autos - wie viel Wert legen sie darauf, wenn sie einen Wagen auswahlen; würden sie vor allem darauf einen Entscheid gründen? Ob ein Ablauf um 10% schneller oder langsamer ist, spielt meist keine Rolle. Hingegen sollte auf die Benützerschnittstelle groesseren Wert gelegt werden. Jeder Benutzer wird sowohl einen Teil des Betriebssystems als auch die Befehle des GIS lernen müssen - ob das rasch oder langsam geht, ob er viel oder wenig vom System effektiv benützen kann - darüber entscheidet die Gestaltung der Benützerschnittstelle. Man bedenke, dass die Schulung von Benützerern sicher die gleichen Kosten verursachen wird, wie die Anschaffung von Hard- und Software.

Zusammenfassung

- Hardware-Entwicklung ist sehr rasch und senkt die Kosten
- Software-Entwicklung ist überraschend langsam
- Entscheidend ist, was von der Entwicklung für den Benutzer sichtbar ist.

Die Einführung der Datenverarbeitung ist erst am Anfang!

Vergleiche mit der Erfindung und Entwicklung des Automobils.

Zum Schluss dieses Teils eine kleine Aufforderung zum Nachdenken:

Das Automobil wurde Ende des letzten Jahrhunderts erfunden und fand eine beschränkte Verbreitung bis zum zweiten Weltkrieg. Erst danach hat es sich rapid durchgesetzt, unseren Lebensraum entscheidend verändert und soziale Strukturen nachhaltig beeinflusst.

Man vergleiche damit die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung, die etwa 1940 erfunden wurde. Wo stehen wir heute damit im Vergleich zur Einführung des Automobils? Meine Schätzung: etwa 1920 - d.h. die wesentlichen und umfassenden Entwicklungen und Einbindungen in die Gesellschaft stehen uns erst noch bevor.

Teil 7: Diskussion und Vergleich von Systemen

Teil 7: Diskussion und Vergleich von Systemen

Ziel:

Fallbeispiele für typische GIS-Einsätze;
Allgemeine Hinweise zur Beurteilung von Systemen

Gliederung:

13. Typische GIS Anwendungen
13.1. Kommunales Informationssystem
13.2 Regionales Informationssystem
13.3 Leitungskataster (facility management system)
13.4 Zeichensystem im Ingenieurbüro
13.5 Kartennachführung
13.6 Projektorientiertes System
14. Beurteilung von Systemen
14.1 Allgemeines
14.2 Systemvergleich
Zusammenfassung

Wir stellen zuerst einige stark vereinfachte Fälle von GIS Aufgaben vor, wie sie in der Praxis im Prinzip vorkommen können. Jeden dieser Fälle charakterisieren wir mit gewissen Eigenschaften. Dann beschreiben wir exemplarisch einige typische Software-Systeme, die heute angeboten werden und vergleichen sie mit den Anforderungen. Zum Schluss wird diese vereinfachte Betrachtungsweise differenziert und zusätzliche Beurteilungskriterien werden eingeführt.

13. Typische GIS Anwendungen

13.1. Kommunales Informationssystem

Kommunales Informationssystem:

- Erfassung von Grundstücken und Bebauung für administrative Benutzung
- lange Lebensdauer
- laufende Nachführung
- Daten sind rechtlich relevant
- erwünscht: Datenbank, multi-user Betrieb

Dieser Typ eines GIS orientiert sich stark an den administrativen Anwendungen, die mit dem System bewältigt werden sollen. Es erfordert hinsichtlich der Qualität der einzubringenden Daten die, auf die Flächeneinheit bezogene, teuerste Datenerfassung. Die Anforderungen an die Positionsgenauigkeit ist mit wenigen cm anzugeben.

Die Anforderungen hinsichtlich der Aktualisierung bzw. Fortführung der raumbezogenen Daten und auch der Attributdaten sind hoch. Sie sollen meist bestehende, mittels konventioneller Verfahren geführte Kartenwerke ersetzen. In vielen Fällen ist während der Einführungsphase ein Parallelbetrieb unumgänglich. Erschwerend wirkt sich zusätzlich die, von Anfang an einzubindende, Fortführungsstrategie und deren Auswirkung auf altes und neues Verfahren im Echtbetrieb aus.

Das Kommunale Informationssystem orientiert sich am Vektormodell, wobei das Datenvolumen sehr groß werden kann. Hinsichtlich räumlicher Daten und Attributdaten besteht die Notwendigkeit des Datenaustausches. Will etwa im städtischen Bereich ein Leitungsbetreiber ein Leitungskataster aufbauen, wird er naturgemäß auf die hochgenauen Basisdaten zurückgreifen. Auch eine regelmäßige Abgabe von Nachführungsinformation ist vorzusehen. Ein Direktzugriff seitens des Leitungsbetreibers ist für dessen Anwendung meist nicht nötig und unwirtschaftlich. Bezüglich Attributdaten sind Anbindungen an die GDB, ein Melderegister etc. denkbar.

Im Wesentlichen handelt es sich bei diesem GIS Typ um einen zentral organisierten Datenbestand. Es ist für diesen Typ von GIS ist auch die Frage von Zugriffsbeschränkungen zu organisieren.

Für die Raumbezug ist einerseits ein rechtsrelevanter Bereich (Digitale Katastralmappe) und ein Bereich mit genauem Naturstand zu berücksichtigen. Bei Systemabfragen sind beide Ebenen zu berücksichtigen.

Beispiele:

Verschiedene Gemeinden versuchen derzeit durch Einarbeitung von DKM (teilweise mit Verwaltungsübereinkommen mit dem BEV) und teilweise oder flächendeckender Naturaufnahme die Grundlagen für ein kommunales Informationssystem aufzubauen. Meist steht die Führung des Flächenwidmungs- und speziell des Bebauungsplans, Realitätenverwaltung, Leitungsdokumentation, Projektierungen etc. in GIS Form an. Der Grund für den GIS Umstieg sind unbrauchbar gewordene Unterlagen, oder die Bearbeitung neu aufgeschlossener Flächen.

Die Frage der unteren Schranke der Einwohneranzahl, ab der ein Kommunales GIS wirtschaftlich vertretbar ist, läßt sich nicht generell beantworten. Verschiedene Abschätzungen geben eine Größenordnung von 10.000 bis 20.000 Einwohnern an. Diese Schranke wird, bedingt durch die Preisentwicklung am HW-Markt und der größeren SW-Stückzahlen, weiter absinken. Auf die Bedeutung der Fortführung wurde bereits hingewiesen. Sie sollte vertraglich von Anfang an geregelt werden. Die Kostenstelle "Mitarbeiterschulung" muß unbedingt, mit ausreichender Dotation, vorgesehen werden.

13.2 Regionales Informationssystem

Regionales Informationssystem:

- für die regionale und Landesplanung
- Organisation der Daten in verschiedene Themen, je flächendeckend
- Auswertung für die Erarbeitung von Varianten (analytische Verfahren)
- erwünscht: flexible Auswertung und Darstellung

Typisch für diesen Typ eines GIS ist die *Unterstützung der Regionalplanung* für ein größeres Gebiet, wie etwa mehrere politische Bezirke oder auch ganze Bundesländer. Bisher wurden diese Aufgaben häufig rein mit kartographischen Methoden bearbeitet. Dies läßt analytische Auswertungen und flexible Ausgaben nicht zu. Regionale Raumplanung bzw. Raumordnung stellt einen rechtsrelevanten Anwendungsbereich dar. Eingliedern lassen sich auch weiträumige Standortsbestimmungen bzw. Variantenuntersuchungen von Verkehrswegen, oder auch die immer häufiger geforderte Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Die Aktualisierung der räumlichen Situation ist in diesem Maßstabbereich weniger kritisch als die Aktualisierung von Attributdaten. So ist etwa die Einarbeitung eines neuen Raumordnungskonzeptes sicherlich vordringlicher als die Einbringung einzelner Häuser. Die Positionsgenauigkeit läßt eine parzellenscharfe Abgrenzung häufig nicht zu.

Die Aussagen eines regionalen Informationssystems sind durchwegs globaler als jene die aus einem kommunalen Informationssystem abzuleiten sind.

Ein regionales Informationssystem setzt meist auf einem bestehenden, durch Gesetze definierten Verfahren auf. Die für planerische Zwecke bedeutsame Höhenkomponente wird vereinfacht einbezogen. Die Einbeziehung von Rasterdaten sowie deren Integration im GIS stellen hinsichtlich der SW Realisierung hohe Ansprüche.

Beispiele (exemplarisch)

KAGIS (Kärntner Geographisches Informationssystem) ist ein, aus der Raumplanung motiviertes Informationssystem. Es bindet auch Anwendungen der Wasserwirtschaft, Forst- und Landwirtschaft ein.

SAGIS (Salzburger GIS) ist mehr auf den städtischen Bereich mit betonter planerischer Komponente ausgerichtet. Es wurden auch Querverbindungen zu Leitungsbetreibern eingerichtet.

Regionale Planungsanwendungen der Mehrzweckkarte Wien bzw. des Raumbezugssystems Wien.

entsprechende Entwicklungen in Linz, Graz, Innsbruck,....

13.3 Leitungskataster (facility management system)

Leitungskataster für eine grössere Stadt:

- lange Lebensdauer von Linien-Daten
- Aktualisierung wesentlich
- administrative und fachspezifische Auswertemethoden

Für Leitungskataster werden räumlicher Basisinformation mit Leitungsobjekten und beschreibende Informationen in Beziehung gesetzt. Erreicht werden soll das sichere und rasche *Auffinden* von Leitungselementen im Gebrechenfall, sowie die effiziente *Bewirtschaftung von Leitungen*. Dabei unterscheidet man mehrere Teilbereiche:

Die gezielte Auswechslung von Leitungselementen soll die Ausfallsicherheit erhöhen.

Dies erfordert die Erfassung aller, das einzelne Leitungselement charakterisierende

Kenngrößen wie Dimension, Material, Bauart, Produktions - und Einbaudatum.

Simulationsberechnungen dienen der Netzausbauplanung hinsichtlich Absicherung gegen Gebrechen und Überlastung, sowie der Entscheidung für Ausbau oder Umlegung von Leitungen.

Neuerdings wird auch die Steuerung von optimaler Leitungsauslastung bearbeitet, falls das System mit Rückmeldung ausgestattet ist.

Die koordinative Beschreibung der Endpunkte von Leitungselementen bringt im praktischen Betrieb Probleme mit sich. Vielfach entstammen die Koordinaten der Hausecken anderen Naturaufnahmen. Spannungen können auf Grund verschiedener Anbindungen an das Festpunktfeld enthalten sein. Für den praktischen Betrieb des Gebrechensdienstes wären einfache Einmessungsskizzen mit Sperrmaßen zu den nächsten Hausecken etc. die einfachste Methode. Problematisch wäre dabei das große Datenvolumen und die Aktualisierung.

Veränderungen im Leitungsbestand müssen möglichst unmittelbar im Informationssystem nachgeführt werden. Rechtliche Konsequenzen insbesondere Haftungen müssen berücksichtigt werden. Da die Leitungspositionen sicher im Landessystem erfaßt werden sind die Systeme gegenüber nicht nachgeführter Umgebungssituation weniger empfindlich. Eine veraltete Situationsdarstellung wird jedoch die Aussagekraft von GIS als Entscheidungswerkzeug stark einschränken.

Beispiele:

Wiener Stadtwerke Gaswerke:
überwiegend städtischer Bereich,

teilweise altes Leitungsnetz mit veralteter oder fehlender Dokumentation
Erfassung an der offenen Künette im Gebrechenfall, teilweise
Suchschlitze

Kooperation mit Vermessungsbüros bei Erstellung und Fortführung
stückweise Auswechslungen

hohe Systemanforderungen da stets flächendeckender Bearbeitung nötig

EVN (Energie Versorgung Niederösterreich)

NEWAG und NIOGAS Leitungen zusammengeführt

große Anzahl von zusätzlichen Bauten (Kraftwerke etc.)

Umstieg von homogener konventioneller Dokumentationsform je
Leitungsträger

Neuorganisation der gemeinsamen Leitungsdokumentation

Datenaustausch bezüglich der Situationsgrundlage mit anderen Stellen

13.4 Zeichensystem im Ingenieurbüro

Zeichensystem im Ingenieurbüro:

- Hilfsmittel für die Planerstellung
- keine Nachführung
- nur grafische Daten

Im Vordergrund steht hier die komfortable Erstellung einer Zeichnung. Eine Anzahl von leistungsfähigen Programmen sind für den PC Bereich verfügbar (AutoCAD, Microstation, etc.). Der Ursprung dieser SW Entwicklungen geht auf den klassischen Bereich des CAD zurück. Im Prinzip wird also eine Zeichenmaschine als Programm realisiert. Die grundlegenden Manipulationsmöglichkeiten sind dem klassischen Zeichnen mit Dreiecken, Zirkel und Tuschestift sehr nahe. Möglich ist etwa das Messen eines Abstandes, die Darstellung einer Parallelen oder das bestimmen eines Orientierungswinkels. Durchwegs sind die Bearbeitungsmöglichkeiten ausgereift. Dokumentation und Schulungen sind verfügbar und von hohem Niveau. Da diese Systeme weit verbreitet sind, wurden sie auch in diversen Ausbildungswegen aufgenommen. Damit ist Personal, welches nicht erst kostspielig im eigenen Betrieb herangebildet werden muß, verfügbar.

Grundlegend ist der Übergang auf ein Koordinatensystem welches blattbezogen oder objektbezogen organisiert wird. Die Beschreibung des räumlichen Bezuges zu einem eindeutig definierten Koordinatensystem können daher in einem Zeichensystem bearbeitet werden. Wesentlich für die Eingliederung in diese Gegenüberstellung ist das erstellte Produkt bzw. dessen Struktur. Theoretisch kann als Ergebnis eine, in einer Ebene enthaltene Zeichnung erstellt werden.

Die Verwendung von Zeichensystemen setzt meist umfassende Anpassungen voraus. Auf Grund der guten Benutzeroberfläche eignet sie sich zum Einsatz als grafischer Editor welcher sehr stark vereinheitlicht werden kann.

Für die Erstellung und Aktualisierung räumlicher Grundlagen haben diese Systeme mit jeweils, je Auftraggeber spezifischer Anpassung, große Verbreitung.

Ein Zeichensystem kann etwa zur Bearbeitung eines Teilungsplans adaptiert werden. Dabei wird die Struktur, welche aus technischen und rechtlichen Vorschriften ableitbar sind in der Adaptierung umgesetzt. Die Struktur bzw. Objektbildung ist dann richtig erfolgt wenn es gelingt automatisiert den Teilungsausweis zu erstellen. Die Grenzen eines Grundstückes, also Vektoren müssen automatisiert zu einem Objekt, dem Grundstück oder dem Teilstück zusammengesetzt und weiter verarbeitet werden. Keinesfalls darf der Bearbeiter auf die ursprünglichen Vektoren direkt zugreifen, was vom "rohen" Zeichensystem jedoch vorgesehen ist. Attributdaten wie Eigentümer etc. werden verstärkt aus Datenbankabfragen oder über auch Datenbankanbindungen bereitgestellt.

In vielen Vermessungskanzlein stehen adaptierten Zeichensysteme im täglichen Einsatz. Die Frage inwieweit durch immer ausgefeiltere Adaptierungen tatsächliche GIS Bearbeitungen möglich werden, ist derzeit noch nicht zu beantworten.

13.5 Kartennachführung

Kartennachführung:
(Topographische Karten, aber auch die Planwerke einer Stadt)

- Daten nach Blättern organisiert
- ebenso die Bearbeitung
- hohe Anforderungen an grafische Gestaltung
- vielfältige Datenmodelle

Die Kartennachführung stellt einen zeitlich abgeschlossenen Prozeß dar. Im Vordergrund steht dabei die *Weiterbearbeitung* von heterogenem Ausgangsmaterial. Hauptsächlich werden Vektordaten eingebracht. Aber auch die Einbeziehung von Rasterdaten oder Scanneraufnahmen werden als Eingabe gebraucht um bestehende, zuvor analog erstellte Kartenwerke zu überarbeiten. Sinngemäß lassen sich die Methoden auch auf Neuerstellungen anwenden. In diesem Fall sind keine kartographischen Generalisierungen oder Symbolverdrängungen in den Ausgangsdaten enthalten.

Wichtig ist die komfortable Zusammenführung von Grundlagen aus verschiedenen Maßstäben. So kann etwa für die Überarbeitung einer Karte im Maßstab 1:50.000 nur ein bestimmter Bildmaßstabsbereich zur Auswertung der Situation verwendet werden. Für die Höhenschichtenauswertung oder die Profilierung des digitalen Höhenmodells (DHM) sind wieder andere Kriterien relevant. Die Menge der Veränderungen je Ebene ist deutlich verschieden. Bei der Überarbeitung der ÖK 50 dürften die meisten Veränderungen in der Situation und kaum in der Schichtenlinienauswertung auftreten.

Interessant ist die Möglichkeit durch Verknüpfungen Verifikationen von Karteninhalten durchzuführen. Wird z.B. Höheninformation (DHM

von geeigneter Rasterweite) und Gewässerverlauf verknüpft, können Rückschlüsse auf deren Lage bzw. die Lagegenauigkeit gezogen werden.

Im Kartographischen Informationssystem werden die Daten aufbereitet, verwaltet und Kombinationen automationsunterstützt bearbeitet.

Ist die Bearbeitung abgeschlossen, kann im Wesentlichen der gesamte Datenbestand ausgelagert werden. Dieses Informationssystem wird kaum als GIS zum Auffinden von Entscheidungen, wie dies eigentlich der Definition eines GIS entspricht, eingesetzt.

13.6 Projektorientiertes System

Projektorientiertes System:

- Daten sind strikte nach Projekten organisiert
- keine Nachführung
- thematische Daten können in Ebenen organisiert werden

Hier steht die *Bearbeitung eines Projektes* im Vordergrund. Bei der Einrichtung braucht auf die Fortführung keine Rücksicht genommen zu werden. Die Optimierung zielt auf größte Effizienz und raschen Projektablauf ab. Der Vorteil der Organisation als GIS liegt in der wirtschaftlichen Anwendung eines mächtigen Werkzeugs auf einen klar umrissenen statischen Aufgabenbereich.

Variantenplanung kann daher überaus effizient durchgeführt werden. Keinesfalls darf jedoch durch Veränderung oder Ausweitung der Aufgaben die fachliche oder zeitliche Grenze überschritten werden. Diese Grenze hängt sehr stark vom individuellen Projekt ab.

Ein System zur Hochwassersimulation in Gebirgstälern ist hinsichtlich der Geländemodellierung kaum zeitabhängig (zumindest nicht linear). Ein Modell zur Simulation von Energiebedarf bzw. Standortplanung von Kraftwerken in der Nähe von Ballungszentren ist bezüglich der Aussagen und deren Qualität nahezu linear abhängig. Die zeitliche Entwicklung muß dabei in der Modellierung berücksichtigt werden.

GIS Typ

	Kommunales Info.sys.	Regionales Info.sys.	Leitungskataster	Zeichensystem	Kartennachführung	Projektorientiertes Info.sys.
Lebensdauer	20-30 Jahre	5-20 Jahre		1-2 Jahre	5-10 Jahre	einige Monate
Vorbereitung	2-5 Jahre	1-3 Jahre	1-3 Jahre	einige Wochen		Monate
Parallelführung	1-5 Jahre	2-8 Jahre	Monate	nein	ja	
Rechtsrelevanz	absolut, Administration	zum Teil, Planung	ja, Auflagen	nein	kaum	
Vektordaten	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Rasterdaten	nein	zusätzlich	nein	nein	als Eingabe	
Vorausdaten	ja	ja	ja	eventuell	eventuell	nein
bestehende Verfahren	ja	ja	ja	nein	ja	
Maßstab	<1:2.000	typ. 1:25.000	<1:5.000	bel.	>1:25.000	bel.
Datenvolumen	groß	mittel	groß	gering	mittel	bel.
Aktualisierung	absolut	teilweise	teilweise	nein	nein	

14. Beurteilung von Systemen

14.1 Allgemeines

Allgemeines zur Beurteilung von Systemen:

Systeme werden

- zu einem bestimmten Zeitpunkt,
- für einen bestimmten Einsatzbereich entworfen.

Meist basiert die Entscheidung auf einer Marktstudie.

Die meisten heute gängigen System wurden vor einigen Jahren entworfen, für einen Einsatzbereich, der damals als wichtig galt. Viele Systeme wurden mehr oder weniger speziell für den amerikanischen Markt entwickelt.

GIS Pakete werden laufend weiterentwickelt und für neue Anwendungen erweitert.

Vorteile eines "alten" Systems:

- erprobt
- viel Anwendersoftware
- viel Erfahrung

Vorteile eines 'neuen' Systemes:

- enthält neueste Konzepte (verteilte Datenbank)
- nuetzt neue Hardware (Netzbetrieb)

Kein erfolgreiches System steht still, sondern es erfolgen laufend Weiterentwicklungen. Das Grundkonzept der Entwicklung - die Architektur - bleibt dagegen konstant und kann nur bei einer vollständigen Neukonzeption ersetzt werden.

Systeme können auch für andere als die ursprünglich anvisierten Zwecke eingesetzt werden: Software ist flexibel

Anwendungen für andere als die ursprüngliche anvisierten Einsatzgebiete sind je nach dem leichter oder schwieriger zu bewerkstelligen. In einigen Fällen ist ein Einsatzgebiet ein Teilgebiet eines andern, so dass die Funktionalität automatisch gegeben ist. In andern müssen mit speziellen Vorkehrungen (z.B. organisatorischer Art) Beschränkungen umgangen werden. Wichtigstes Beispiel dazu ist die Vermeidung von gleichzeitiger Nachführung durch mehr als einen Benutzer in allen Systemen, die kein multi-user Datenbank-Konzept enthalten.

Sehr wichtig:

- Anwendersoftware, die auf den Grundsystemen aufsetzt
- Einbindung in die operationelle Umgebung

Ob Anwendersoftware für die spezielle Anwendung vorhanden ist oder nicht ist oft und zu recht von ausschlaggebender Bedeutung. Ist die Anwendersoftware für ihr Gebiet vorhanden und kann sie ohne weiteres verwendet werden - ohne schwierige Änderung in der Organisationsstruktur - so ist dies ein grosser Pluspunkt. Fehlt diese, so werden ein wesentlicher Aufwand und viel Zeit nötig sein, bis die GIS Software die speziellen Anforderungen erfüllen kann.

Ein System muss in die Arbeitsumgebung und die Organisation passen. Es ist im allgemeinen nicht möglich, Arbeitsabläufe vollständig umzustellen. Die Verbindung existierender Geräte (Photogrammetrie, Vermessung) mit dem GIS scheint oft ein Detail, das die praktische Nutzung eines Systemes aber stark verzögern kann.

Generell gilt wohl, dass fehlende Anwendersoftware oder Probleme mit der organisatorischen oder technischen Einbindung in den Arbeitsablauf die wichtigste Quelle für das Scheitern von GIS Einführungen ist.

2 Tendenzen

- Zusammenwirken von Standard Software-Paketen
- Zusammensetzen von speziell ausgerichteten GIS

Wir beobachten heute eine Tendenz, dass nicht jedes GIS alle möglichen Funktionen anbieten muss, sondern dass standardisierte Schnittstellen zu handelsüblichen Paketen angeboten werden - wie zum Beispiel für die Übertragung der Daten in ein Page Layout Program oder der Report Generator der Datenbank.

Auf der GIS Seite raten wir zu Systemen, die eine spezielle Funktion gut erfüllen und nicht alle Aufgaben gleichzeitig zu lösen versuchen. Allenfalls können Daten aus einem System in eine anderes übertragen werden, so dass sie auch da ohne Neuerfassung zur Verfügung stehen. Aber die Systeme sollen einzeln geplant und realisiert werden - möglichst eins nach dem andern; die Kapazität einer Organisation, Neuerungen zu absorbieren ist beschränkt.

Spezielle Beurteilungsprobleme

1. Vorsicht mit Prospekten
2. Einschätzung von zukünftigen Entwicklungen
3. Zusammenwirken von Systemteilen

Anbieter versuchen, ihre Produkte so positiv wie möglich darzustellen. Es ist Ihre Aufgabe, Werbe-Broschüren mit Sachverstand und Urteilskraft zu lesen. Schlagworte müssen auf ihre Relevanz für die zu lösende Aufgabe untersucht werden.

Schwierig ist es, vom Verkäufer angekündigte zukünftige Verbesserungen einzuschätzen. In erster Linie ist wohl die K.O. Methode

anzuwenden, d.h. ein Produkt muss heute alle Leistungen erbringen, die unbedingt notwendig sind. Zusätzliche Leistungen, die nur vielleicht gebraucht werden, dürfen nicht zur Wahl eines Paketes leiten, dass andere unumgängliche Ansprüche nicht erfüllt.

Nehmen Sie nicht viel als selbstverständlich an. Nur was ausdrücklich - im Vertrag, nicht in einem Prospekt - zugesichert wird, können sie mit Sicherheit erwarten. Insbesondere ist nicht zum Vornherein anzunehmen, dass die einzeln angepriesenen Teile eines Systemes auch sinnvoll zusammenwirken.

Im allgemeinen sind Kosten von Soft- und Hardware auf PC geringer, als auf Grossrechenanlagen.

Dagegen lassen sich Probleme mit grösseren Datenmengen und mehreren gleichzeitig arbeitenden Personen auf PC nur schwer koordinieren.

Es mag überraschen, dass die Kosten von sonst gleicher Software auf der PC Plattform generell geringer sind. Das lässt sich durch die grössere verkaufte Stückzahl aber auch durch einfachere technische Lösungen erklären.

Bevor man nun daraus schliesst, dass man alles auf dem PC lösen muss, ist daran zu erinnern, dass PC wesentliche Beschränkungen aufweisen, die dann durch organisatorische Anordnungen wettzumachen sind. Diese verursachen rasch hohe Personalkosten und von einem bestimmten Punkt an verunmöglichen sie die Lösung; man hat dann zwar ein billiges System, aber leider funktioniert es nicht ganz...

TANSTAFL - PRINZIP
There ain't such thing as a free lunch
zu deutsch:
sie kriegen, was sie bezahlen

Kosteneinsparungen sind nur möglich, wenn man darauf verzichtet, Dinge zu kaufen, die man nicht braucht. Wenn man Kosten 'spart' indem man notwendige Dinge nicht einkauft (oder übersieht) wird man dafür langfristig wesentlich mehr aufwenden müssen - Flicker ist immer teurer als von Anfang an richtig zu machen. Häufig ist der 'trade-off' zwischen der einmaligen Anschaffung von (billiger) Hardware oder der laufenden erhöhten Aufwendungen für (teures) Personal.

14.2 Systemvergleich

Wir gehen hier ungefähr der chronologischen Entwicklung der Systeme nach und versuchen, die heute gängigen Systeme in wenige Gruppen einzuteilen.

Ursprüngliche Zeichensysteme Computer-unterstützte Erstellung und einfache Nachführung von Plänen und Karten weiterentwickelt: Datenbank-Anschluss Anwender-Software angepasst: auf PC übertragen Typisch: Intergraph	
--	---

Computer lassen sich für die Erstellung von Plänen einsetzen und es wird damit möglich, Änderungen leicht anzubringen. Nur die neuen Teile müssen eingegeben werden, alles andere wird gezeichnet wie zuvor.

Solche Systeme wurden seit den späten sechziger Jahren zuerst für Grossrechner, dann aber auch für die aufkommenden 'Minicomputer', entwickelt und erfolgreich für Computer Aided Drafting (CAD) eingesetzt (Arbeitsteilung zwischen Ingenieur und Zeichner in den USA ist anders). Im Geo-Bereich wurden solche Systeme erfolgreich für die Nachführung von Leitungsplänen, aber auch von Stadtplänen eingeführt.

Generelle Kennzeichen sind: Organisation der Daten in Karten-Blättern, die autonom bearbeitet werden. Datenmodell ist der Plan mit Zeichenschlüssel.

Von den ursprünglichen Anbietern sind noch Intergraph, Synercom etc. am Markt. Die Systeme wurden wesentlich weiterentwickelt:

- Datenverwaltung wurde eingebaut, meist mit einfacher Strukturierungsmöglichkeiten, wie sie für die Leitungsverwaltung notwendig sind (z.B. Intergraph)

- Anschlüsse an standardisierte Datenbanken sind heute (fast) überall realisiert, unterscheiden sich aber im Detail.

Generell hat man die Beschränkung des Modelles "automatisches Zeichnen" erkannt und bewegt sich auf ein Modell "Verwalten von Objekt-Daten". Gleichzeitig haben einige Firmen die Software vom Grossrechner auf den PC übertragen (Intergraph Microstation) und die User-Interface gewaltig verbessert.

pländ.

Systeme für Raumplanungsprojekte räumliche Analyse von komplexen, multi- tematischen Datensammlungen weiterentwickelt: Datenbank-Anschluss angepasst: auf PC übertragen Typisch: ARC/INFO
--

Die Organisation und Analyse der verschiedenen thematischen Daten, die bei einem Planungsprojekt anfallen. Im wesentlichen handelt es sich um eine computerisierte Variante des Übereinanderlegens von Plänen um räumliche Analysen vorzunehmen. Die Entwicklung ging vom Harvard Graphics Lab aus (1970). Im Bereich der Vektordatenverarbeitung ist ESRI ARC/INFO der wesentliche Vertreter, daneben gibt es eine Reihe Rasterdaten GIS, die auf dem gleichen Prinzip aufbauen (z.B. SPANS, ERDAS, OSU MAP).

Generelle Kennzeichen sind: Organisation der Daten in Projekten (allenfalls können diese als Kartenblätter umdefiniert werden). Innerhalb der Projekte werden die Daten in Thematischen Ebenen (Layers) unterteilt. Sehr reiche Auswahl von Analytischen Funktionen, die die Daten

mehrerer Ebenen miteinander verbinden und eine neue Datenebene produzieren.

Wenn ursprünglich nur 'Layers' vorhanden waren (z.B. alle Flächen mit einem Flächennutzungscode) so sind heute auch Objekte (z.B. einzelne Grundstücks-Daten) zu verwalten. Die Entwicklung hat zu Anschlüssen an Datenbanken geführt, zuerst zu speziellen Produkten, dann auch zu einer Öffnung zu Standard-Datenbanken. Die Schwierigkeit ist der räumliche Zugriff: die Zugriffszeit wächst linear mit der Datenmenge, so die Projekt-Organisation nicht leicht über Bord zu werfen ist.

Leitungsverwaltung Verwaltung von Lage und Sachdaten in einer Datenbank weiterentwickelt zu allgemeinerer Anwendung Typisch: Siemens, Intergraph

Leitungsbetreiber haben erkeckliche Investitionen in Leitungen gebunden, die nicht nur planmässig geführt sondern objekt-mässig verwaltet werden müssen. Dazu ist eine Verbindung von Datenbank und Plandaten notwendig. Das wurde ab etwa 1980 möglich.

Die Schwierigkeit bestand aus der Verbindung von Datenbank-Systemen, die damals nur auf Grossanlagen lauffähig waren, mit graphischem Arbeitsplatz, die nur mit 'Minicomputer' zu lösen waren. Die geometrische Modellierung war in erster Linie auf die Linienstruktur ausgelegt.

PC Zeichensysteme Erstellen von Zeichnungen, heute auch wesentliche Anwendersoftware für spezielle Aufgaben Typisch: AutoCAD
--

Mit dem Aufkommen des PC wurde es ab circa 1986 möglich, mit wesentlich preisgünstiger Hardware CAD Arbeitsplätze anzubieten. Anfänglich bestand ein wesentlicher Unterschied in der Leistungsfähigkeit zu den 'Workstations'; heute ist der Unterschied eher in der Unterstützung des Betriebssystems (DOS ist nicht UNIX), im Komfort der Bedienung und graphischen Qualität zu sehen (und schliesslich in der Rechenleistung für komplexe Analyseprogramme). Hauptbeschränkung für PC basierte CAD Systeme ist die Schwierigkeit, die Zusammenarbeit in einer Arbeitsgruppe zu unterstützen.

Die Weiterentwicklungen haben auf den Basissystemen aufgesetzte Applikationspakete gebracht, die z.T. auch Datenbank-Anbindungen und Objekt-Strukturierungen unterstützen. Die geometrische Modellierung schliesst nicht immer ein 'Flächen-Konzept' ein und Topologie fehlt oft.

Datenbank-orientierte GIS Topologische Datenstrukturen in Datenbank gespeichert Typisch: Prime System 9, Leica Infocam

In der Forschung seit 1980 diskutiert wurde in den späten achtziger Jahren angefangen, geometrische Daten in Datenbanken zu speichern und darauf ein GIS aufzubauen. Es wird damit möglich, Sachdaten und Geometrie gleichzeitig zu verwalten und dazu die (damals) neuen relationalen Datenbanken zu verwenden. Im Prinzip ist damit eine sichere Gestaltung von Mehrplatz-Systemen mit automatischer Sperrung gegen Überschreiben möglich.

Die Schwierigkeit besteht einerseits darin, dass die neuen Konzepte an die Anwendungen angepasst werden müssen und die entsprechende Applikationssoftware neu entwickelt werden muss. Auf der andern Seite ist der Zugriff auf raumbezogene Daten langsam, d.h. es ist notwendig, zuerst den interessierenden Ausschnitt in den Arbeitsspeicher zu kopieren (check-out), dort zu bearbeiten, und am Schluss, wieder zurückzuschreiben (check-in).

Teil 8: Zusammenfassung, Diskussion, Fragen

In diesem letzten Abschnitt wollen wir den Teilnehmern ausgiebig Gelegenheit geben, zum vorgetragenen Fragen in einem grösseren Zusammenhang zu stellen. Zuerst werden wir die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammenfassen und einige zusätzliche Zusammenhänge herausarbeiten und diese zur Diskussion stellen. Danach können Teilnehmer praktische Probleme kurz schildern und wir werden diese besprechen.

15. Ergänzende Betrachtungen

15.1 Kosten der Komponenten

Kosten der Komponenten:

Eine wirtschaftliche Behandlung muss Gesamtkosten betrachten, nicht nur die Fremdkosten.

Auch Beamte, die schon angestellt sind, kosten.

Raumbezogene Informationssysteme, Geoinformationssysteme - die wir hier mit GIS abgekürzt haben - bestehen aus verschiedenen Komponenten. Hier wurde fast ausschliesslich von der Auswahl der technischen Komponente gesprochen, dh. der Software und der hardware. Diese Betrachtungsweise ist gegeben, da diese Teile typischerweise in einem Ausschreibungsverfahren beschafft werden und damit eine 'Auswahl' effektiv erfolgt. Leider hat dieses Vorgehen oft den Effekt, dass der Systementwurf des ganzen GIS nicht genügend berücksichtigt wird.

Man kann z.B. eine wirtschaftliche Betrachtungsweise wählen, die die gesamtkosten eines GIS betrachtet. Dabei fallen die Kosten der Hardware, die am Anfang anfallen, besonders ins Auge. Durch die speziellen Methoden der Rechnungsablage, die Zahlungen nach aussen anders behandeln als die laufenden Kosten der Mitarbeiter, wird diese Sicht weiters verstärkt. Eine rationale Entscheidung muss die Gesamtkosten minimisieren, nicht die Anfangskosten oder die Fremdkosten.

Verhältnis der Kosten von Daten, Software, Hardware in einem GIS heute:

100 : 10 : 1

Diese runden Zahlen - zu denen wohl noch der Hinweis, dass Ausbildung der Mitarbeiter in der gleichen Grössenordnung wie Software anfallen werden, gehört - zeigen deutlich, dass die Beschaffung und Nachführung der Daten den Löwenanteil der Kosten ausmachen. Die Anfangsinvestitionen in Software und Hardware dagegen sind verhältnismässig gering. Eine umfassendere Besprechung der Kostenrechnung eines GIS kann nicht in wenigen Minuten erfolgen und

wir erwägen die Organisation eines speziellen Kompaktkurses mit diesem Thema, sofern genügendes Interesse angemeldet wird.

GIS Design muss in erster Linie von der Nachführung ausgehen, nicht von den Möglichkeiten der Hardware

Entwurf eines GIS und speziell der Entscheid für ein System muss auf diesem Hintergrund insbesondere die Kosten für Nachführungen berücksichtigen. Generell kann man sagen, dass ein GIS von der Nachführungen her entworfen und ausgewählt werden muss.

In der Vergangenheit waren die beschränkungen der hardware ausschlaggebend. Ein modernes GIS ist erst durch die Möglichkeit der elektronischen Datenverarbeitung möglich geworden (aber die konzeptionelle Grundlage geht auf die 'deckpausen' methode, die seit anfang dieses Jahrhunderts verwendet wird, um Mehrzweckkataster zu führen, zurück). Darum wird oft die Auswahl von Hardware als zentral angesehen. Dies ist heute grundsätzlich falsch, denn die Beschränkungen heute sind ausschliesslich von der Software gegeben und die richtige Einbindung in die Organisation stellt die schwierigsten Probleme.

15.2 Partner bei der Einrichtung eines GIS

An einem GIS sind beteiligt:

Auftraggeber/Nutzer des GIS
Durchführer
Lieferanten (Software/Hardware)
Berater

Bei der Einrichtung eines GIS sind viele beteiligt. Sie lassen sich grob in die vier Gruppen unterteilen: Auftraggeber/Nutzer des GIS, Durchführer, Lieferanten (Software/Hardware), Berater.

Jeder dieser Gruppen fällt eine spezielle Rolle zu, die wahrgenommen werden muss. Eine vermischung, die oft vorkommt, führt meist nicht zu einer Verbesserung; insbesondere sind heute die Zeiten, in denen Auftraggeber und Nutzer gleichzeitig auch Hersteller der Software waren eindeutig vorbei. Vor der Versuchung, die Software im eigenen Hause zu erstellen oder 'leicht anzupassen' ist in den meisten Fällen zu warnen.

Technische Berater, die von den Herstellern unabhängig sind, können eine wichtige Rolle spielen.

Hier möchten wir auf die wichtige Aufgabe, die technische Berater, die von den herstellern unabhängig sind, wahrnehmen können, hinweisen. Die rasche und erfolgreiche Einführung vieler GIS in den USA ist eindeutig das Verdienst der sehr professionellen, erfahrenen Beratungsfirmen, die mit der durchführung solcher Projekte Übung haben, und eine vielzahl von tüchtigen, erfahrenen Mitarbeiter zum Einsatz in einem bestimmten Projekt bringen können. Im gegensatz dazu geht die Einführung von GIS

in Australien nur sehr schleppend vonstatt, weil dort (aus gesetzlichen Gründen) Berater meist nicht eingesetzt werden können, damit keine solche Firmen existieren und das entsprechende Know-how nicht angesammelt werden kann. Wenn sie einen Berater einstellen, so kaufen sie sich damit alle (auch die wertvollen, teuren, negativen) Erfahrungen, die er bei den letzten Projekten gemacht hat!

Rasche Auswahl eines Prototyp Projekts um Erfahrung zu sammeln.

Alternativ zum üblichen Vorgehen eine saubere Ausschreibung und Evaluation durchzuführen, die oft die Kenntnisse des vorhandenen Personals übersteigen, bietet sich eine unkonventionelles Vorgehen an: Man wählt ein einfaches, praktisches Projekt, das in einem halben Jahr erledigt werden kann, und setzt dazu ein GIS ein. Statt ausführlich zu evaluieren, nimmt man ein System, das tauglich scheint und mit wenig Aufwand ausgewählt wird. Dann lernt man 'on the job' (mit dem Risiko, dass das Projekt am Schluss händisch erstellt wird). Ziel ist, Erfahrung zu sammeln, so dass man nachher die Kenntnisse hat, um die definitive Entscheidung zu treffen.

16. Zusammenfassung des Tages

Vor der Zusammenfassung der wichtigsten Punkte hier eine kurze Liste von Grundsätzen:

GIS Entwurf:

- Zusammenwirken der Komponenten

Hauptprobleme:

- Nachführung
- Beurteilung der Datenqualität
- Benutzer-Schnittstelle und Ausbildung

Zusammenfassung

1. Die Wahl eines GIS Programmpakets muss von der zu lösenden Aufgabe ausgehen.

Wichtigster Gesichtspunkt muss immer die gestellte Aufgabe sein, und zwar muss diese realistisch beschränkt sein. Es gilt einerseits die vorhandenen Ressourcen abzuschätzen und nicht mehr anzuvisieren als mit den vorhandenen Mitteln wirklich erreicht werden kann. Die zeitliche Durchführung muss ebenfalls in den Plan einbezogen werden.

Am wichtigsten ist wohl, das Projekt auf das Realisierbare zu beschränken und nicht alle Probleme, einer Organisation aufs mal zu lösen. Das Projekt muss ein genau beschreibbares, begrenztes operationelles Ziel haben.

2. Verschieden Aufgaben stellen
verschiedene Anforderungen

Ist die Aufgabe erkannt und eingeschränkt, so folgt daraus logisch die Anforderung an das System. Unklarheiten in der Aufgabenstellung können erkannt werden, indem sehr generelle Anforderungen resultieren (das gewünschte System muss "alles" können).

3. Die angebotenen Systeme unterscheiden
sich (mehr oder weniger) in ihrer
Architektur.

Die GIS Software, die heute angeboten wird, unterscheidet sich erheblich im Einsatzbereich, für den sie ursprünglich konzipiert wurde. Alle Hersteller bemühen sich ständig, die Einsatzmöglichkeiten zu erweitern; dennoch weist das Grundkonzept auf den Einsatzbereich, für den das System am besten geeignet ist. Es ist meist möglich, aus den Unterlagen der Hersteller die Architektur zu erkennen oder mittels spezifischer Fragen zu entdecken.

4. Die Architektur der Systeme macht sie
mehr oder weniger geeignet für die
verschiedenen Aufgaben.

Die ursprüngliche Auslegung eines Systemes für eine bestimmte Aufgabe macht es (hoffentlich) für diese besonders geeignet, und damit für andere etwas weniger geeignet. Es ist heute mit den meisten Systemen möglich, fast alle GIS Aufgaben zu lösen; dennoch sollte man die speziellen Einsatzbereiche beachten.

5. Eine erste Beurteilung der System kann
auf grund der Architektur erfolgen.
Aus dem Vergleich von Aufgabe und
Architektur folgt eine Vorauswahl.

Was wir vorgetragen haben, hilft zu einer Grobauswahl. Nicht mehr jedes System sollte tauglich erscheinen.

Zwei Ergebnisse:

1. Gewisse Systeme können sofort ausgeschlossen werden, weil sie einen andern Anwendungsbereich abdecken.

Aus der Analyse der Aufgabe und der
Architekturen ergeben sich die relevanten
Beurteilungskriterien.

2. Das Anforderungsprofil reduziert sich auf die wesentlichen Eigenschaften, die die Systeme deutlich unterscheiden. Wird die Aufgabe nicht realistisch eingegrenzt und die wesentlichen Eigenschaften, die die Systeme im Prinzip unterscheiden nicht zuerst aufgelistet, werden die Pflichtenhefte für GIS meist zu sehr umfassenden Listen von erwünschte Funktionen, bei denen alle System einige haben, einige nicht haben und

viele "im Prinzip" können. Eine Auswahl aufgrund dieser Kriterien ist dann oft nicht möglich. Dann werden Kriterien der Verarbeitungsgeschwindigkeit herangezogen, und Entscheide aufgrund von "20% schneller in Operation A" getroffen, ohne dass erwiesen ist, dass sich dieser Unterschied in der praktischen Anwendung irgendwie bemerkbar machen wird.

Am wichtigsten bleibt:
Klare, realistische Beschränkung des
Einsatzgebietes des GIS.

Die heutigen Systeme sind mehr oder weniger geeignet für die meisten GIS Aufgaben und ein Fehler bei der Auswahl wirkt sich als Erschwerung bei der Realisierung aus. Unrealistische Vorstellungen, unklare Zielsetzungen und zu umfassende Vorstellungen, was alles in einem GIS integriert werden kann, sind wesentlich häufiger Ursache von Misserfolgen. Wir empfehlen heute eher ein schrittweises Vorgehen und eine Aufgliederung in Einzelsysteme, die nachher miteinander verbunden werden können.

Mögliche weitere Kompaktkurse:

- Kosten/Nutzen Vergleich für GIS
- Ablauf der Einführung eines GIS
- Datenqualität in einem GIS
- Erhebung der Anforderungen für ein GIS

Je nach vorhandenem Interesse sind wir gerne bereit, weitere Kompaktkurse über GIS durchzuführen. Themen, die uns bei der Bearbeitung dieser Kursunterlagen aufgefallen sind, werden hier erwähnt, auf andere Vorschläge gehen wir gerne im Rahmen des Möglichen ein. Wir könnten z.B. in Zusammenarbeit mit einem erfahrenen internationalen Consultant, eine Veranstaltung über den Kosten/Nutzen Vergleich für GIS (Cost-Benefit Analyse) organisieren. Es mag vielleicht von Interesse sein, das Vorgehen und den Ablauf der Einführungen eines GIS im Detail zu diskutieren. Speziellere Themen wären die Darstellung der Einflüsse der Datenqualität in einem GIS oder wie man am besten die Anforderungen erhebt. Wir erwarten gerne Ihre Hinweise zu den Themen, die Sie interessieren.