

Literatur

- PLOENZKE AG (1992): Konzeptioneller Entwurf Medien-Modul CIS, unveröffentlichte Studie, Wiesbaden.
- Schmidt, C.-D. et al. (Tarifausschuß, Unterausschuß 2 »Elektronische Zahlungsmedien«) (1993): Electronic cash und point of sale ohne Zahlungsgarantie im ÖPNV, in: VDV Mitteilungen 9/93.
- Strobel, H. (1993): Intermodales Verkehrsleitsystem Ballungsraum »Dresden/Oberes Elbtal«, Interdisziplinäre Forschungsprojektgruppe INTER-VLUS-Dresden, Studie gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (Förderkennzeichen TV 9220), Dresden.
- Strobel, H. (1992): Voruntersuchung zum Verbundprojekt INTER-VLUS-Dresden (Intermodales Verkehrsleit- und Umweltschutzsystem), Hochschule für Verkehrswesen »Friedrich List«, Dresden, Studie gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (Förderkennzeichen TV 9206), Dresden.
- Strobel, H./Ritschel, M. (1993): Vom rechnergestützten Betriebsleitsystem zum computerintegrierten Stadtverkehr: eine Übersicht über Szenarien, Integrationsmethoden und Management-Konzepte, Referat UITP-Weltkongreß, Sidney.

Das Strategische Informationssystem SIS als Kernlösung des Verkehrsmanagements

Metadatengesteuerte Sach- und Raumbezugsdatenbereitstellung

von Toni Fuchs und Dietmar Hermsdörfer

Vorbemerkung

Das Strategische Informationssystem SIS wird unter Federführung der Stadt Köln zusammen mit der Software AG im Rahmen einer *KOSIS-Entwicklungsgemeinschaft* aus Großstädten und Bundesländern entwickelt. Die SIS-Weiterentwicklung sowie die Integration mit dem Geographischen Informationssystem GRADIS-GIS der Firma strässle Informationssysteme GmbH zum Aufbau eines Integrierten Systems für Verkehrsbeobachtung, Verkehrsplanung und Verkehrssteuerung in Köln wird im Rahmen des EG-Projektes *SCOPE* (EG-Programm DRIVE II) gefördert.

1. SIS – das Strategische Informationssystem

Das Strategische Informationssystem ist die Antwort auf die dringend notwendige Verbesserung der Informationslage in der kommunalen und staatlichen Verwaltung zur Vorbereitung planerischer und politischer Handlungen sowie zur Kontrolle von deren Wirkung und Erfolg. Für Verwaltungsführung und politische Ebene müssen Informationen aktuell und problemadäquat verfügbar gemacht werden.

Zu diesem Zweck werden Daten aus unterschiedlichen Quellen erschlossen und im Strategischen Informationssystem SIS gespeichert,

fachlich-inhaltlich beschrieben, fortgeschrieben und für unterschiedlichste Auswertungen und Analysen problemorientiert bereitgestellt. Inhaltlich sind diese Daten fachlichen *Berichts- und Beobachtungssystemen* (z.B. Verkehr, Umwelt, Arbeitsmarkt und Wirtschaft, Einwohner usw.) zugeordnet.

Dies erfolgt schrittweise in Verbindung mit der Erschließung und Dokumentation thematisch relevanter Datenbestände aus automatisierten Verwaltungsverfahren, Umfragen, Zählungen, Messungen und raumbezogenen Verfahren.

Das SIS ist wesentlicher Bestandteil und Werkzeug des Informationsmanagements einer Verwaltung. Es wird für bestimmte Anwendungsfelder im Verkehrs- und Umweltbereich ergänzt und erweitert durch das *Raumbezugssystem GRADIS-GIS* für alle raumbezogenen Daten, die in Verbindung mit den im SIS gespeicherten Sachdaten eine völlig neue Qualität dv-gestützter Planung und Politikberatung erschließen.

1.1 Trennung von Sach- und Raumbezugsdaten im SIS

Nahezu alle operativen Datenverarbeitungsverfahren, aber auch die planungs- und politiknahen Steuerungs- und Controllingaufgaben einer Kommune und der staatlichen Ebene haben eine räumliche Komponente.

Die unterschiedliche Bedeutung dieser räumlichen Komponente im jeweiligen Verfahren gibt zugleich Hinweise für eine differenzierte Handhabung dieser Komponente in verschiedenen Systemzusammenhängen. Die Verbindung des jeweilig erforderlichen Raumbezuges mit den fachspezifisch in entsprechenden Verfahren bereitgestellten Sachdaten hängt davon ab, ob es sich um »direkten« oder »indirekten« Raumbezug handelt, der eine integrierte bzw. nicht-integrierte Sachdatenspeicherung erfordert. Dies wird an den folgenden Beispielen deutlich:

Ein *Verfahren mit direktem Raumbezug* ist z.B. das Automatisierte Liegenschaftskataster (ALK). Dieses Verfahren verwendet aufgrund einschlägiger rechtlicher Vorgaben zur Abbildung des Raumbezuges grundrißtreue Geometrien. Die in diesem Zusammenhang zu speichernden inhaltlichen Informationen sind ebenfalls eindeutig vorgegeben und wegen der geringen Anzahl als Attribute direkt den räumlichen Objekten zugeordnet. Eine integrierte Speicherung dieser Attribute mit der digitalen Kartengrundlage ist zweckmäßig.

Abb. 1: Datenintegration im SIS



Anders sind Verfahren zu beurteilen, die zwar ebenfalls einen direkten (geometrischen) Raumbezug aufweisen, die jedoch nicht nur wegen einer speziellen, oft äußerst differenzierten und fortschreibungsintensiven Fachgeometrie, sondern auch wegen der Masse von Meß- und Beobachtungsdaten, z.B. im Verkehrs- und Umweltbereich, zusätzliche Probleme bei der Zuordnung und Analyse dieser Sachdaten aufwerfen und diese nicht-integriert speichern.

Ein *Verfahren mit indirektem Raumbezug* ist z.B. das Kraftfahrzeugmeldewesen. In diesem wird der Raumbezug über die Adresse realisiert. Hierbei sind die Sachdaten die wesentlichen Informationen. Raum- wie auch Zeitbezug dienen der Einordnung der Informationen in eine definierte Struktur.

Der geometrische Raumbezug kommt dann zum Tragen, wenn z.B. Kraftfahrzeugdaten pro Adresse auf Stadtteile verdichtet werden müs-

sen. Dies wird über logische, geometrische oder topologische Beziehungen zwischen einzelnen Objekten realisiert.

Entsprechend ist eine sehr flexible Verbindung zwischen indirektem und direktem (geometrischem) Raumbezug zu schaffen. Das *Raumbezugssystem GRADIS-GIS* schafft den organisatorisch-konzeptionellen Rahmen für diese unverzichtbare Anforderung und verbindet sowohl direkten und indirekten Raumbezug als auch integrierte und nicht-integrierte Sachdatenspeicherung im Zusammenhang mit dem *Strategischen Informationssystem SIS*.

Informationen, die eng mit dem Raumbezug zusammenhängen (z.B. Flächengröße), werden als Attribute direkt an den räumlichen Objekten geführt. Weitere Sachdaten werden jedoch getrennt von der Geometrie im SIS gespeichert und fortgeschrieben.

Die Verbindung der Datenbanken wird durch gleiche Identifikatoren in beiden Systemen realisiert. Die *systemtechnische Trennung und logische Verbindung* der Datenbanken hat den Vorteil, daß sowohl Sachdaten als auch Raumbezugsdaten in ihren jeweiligen Systemen optimal strukturiert werden können. Die räumlich/zeitliche Einordnung des Datenbestands wird, integriert mit den Sachdaten im SIS, redundanzfrei gewährleistet.

2. Sachdaten im Strategischen Informationssystem SIS

Grundidee bei der Entwicklung von SIS war es, die zeitnahe und problemorientierte Informationsbereitstellung zwischen heterogen organisierten operativen DV-Systemen einer Verwaltung und den bei Planung und Verwaltungsspitze angesiedelten Analyseinstrumenten zu ermöglichen. Neben der technischen Lösung steht hier im Vordergrund, daß SIS-Daten nach festgelegten Standards strukturiert und im System selbst beschrieben sind, was ihre Transparenz und Verknüpfbarkeit sowie die Online-Auswertbarkeit auch für fachfremde Anwender ermöglicht.

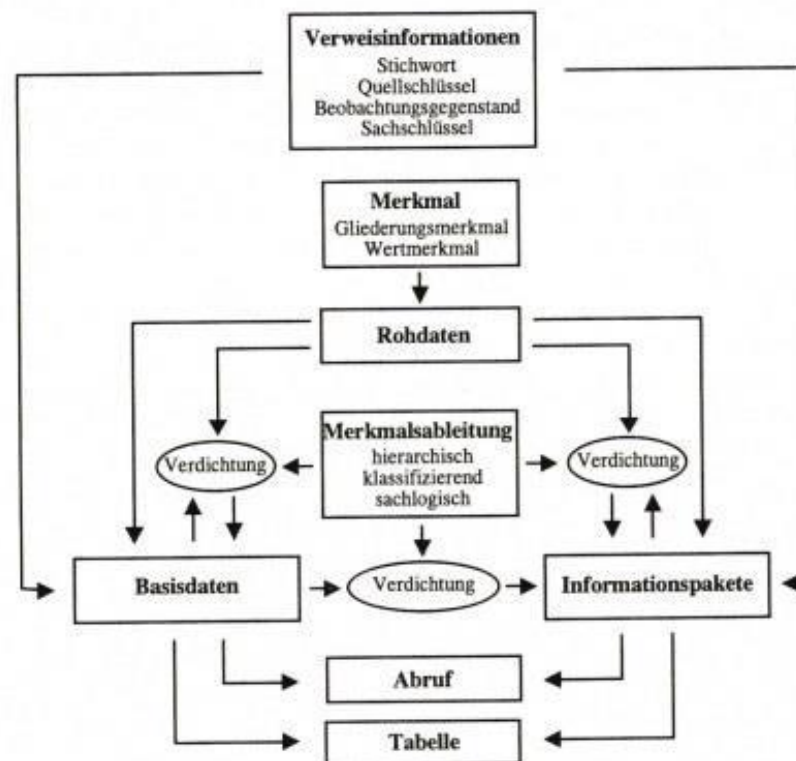
2.1 Ein System für die Daten von heute und morgen

Um Daten in einheitlicher Form verwalten zu können und den Datennutzern mit einfachen Retrievalfunktionen wieder zur Verfügung zu

stellen, ist es notwendig, zunächst Informationsobjekte im SIS anzulegen, d.h. dem System bekannt zu machen und zu beschreiben. Zu diesen Informationsobjekten zählen Merkmale und deren Ausprägungen, Merkmalsableitungen, Verweisinformationen, Rohdaten und schließlich Basisdaten und Informationspakete.

Jedes Informationsobjekt baut auf der standardisierten Beschreibung anderer Informationsobjekte auf. So werden Rohdaten, Basisdaten und Informationspakete durch die räumlichen, zeitlichen und sachlichen Merkmale strukturiert.

Abb. 2: Informationsobjekte und Datenfluß im SIS



2.1.1 Merkmale und deren Ausprägungen

Im SIS wird zwischen Wert- und Gliederungsmerkmalen unterschieden. Bei einem *Wertmerkmal* handelt es sich um Werte oder Berechnungen (Summe, Minimum, Maximum, Durchschnitt), die durch Zählung oder Messung ermittelt wurden. Typische Wertmerkmale sind Kraftfahrzeugzahlen, Kraftfahrzeugleistung in Kilowatt oder Prozentsätze.

Gliederungsmerkmale sind Merkmale, die numerisch verschlüsselte Ausprägungen besitzen. Die numerischen Werte haben in der Regel keine unmittelbare Bedeutung, sondern charakterisieren qualitative Eigenschaften, Klassen oder Hierarchien. Zu jeder Ausprägung kann im SIS eine Bezeichnung angelegt werden, die die Daten transparenter macht.

Es gibt *zeitliche, räumliche und sachliche Gliederungsmerkmale*. Über zeitliche Gliederungsmerkmale (»Jahr«, »Monat«) können Datenbestände fortgeschrieben werden. Das bedeutet, zu einem Datenbestand können mehrere »Zeitscheiben« geladen werden.

Räumliche Gliederungsmerkmale können über das Raumbezugssystem fortgeschrieben werden. Wenn z.B. im Raumbezugssystem eine Adresse neu angelegt, geändert oder »gelöscht« wird, wird diese Information an das SIS übergeben.

Ein wesentliches Leistungsmerkmal von SIS ist die *Datierung von Gliederungsmerkmalen*. Für jede Ausprägung eines datierten Gliederungsmerkmals werden im SIS Versionen geführt. Jede Version bekommt ein Gültigkeitsdatum. Es wird ein Gültigkeitsdatum festgelegt und zwischen aktiven und inaktiven Zuständen unterschieden. Ein inaktiver Zustand entspricht einer »Löschung« der Ausprägung. Würde eine Ausprägung physikalisch gelöscht und gäbe es keine Datierung, könnten ältere Datenbestände nicht mehr in der Tabelle mit den zum Stichtag gültigen Bezeichnungen angezeigt werden. Zum anderen wird stichtagsbezogen die Gültigkeit einer Ausprägung beim Laden überprüft, so daß nur Daten mit gültigen Ausprägungen ins System gelangen.

2.1.2 Merkmalsableitungen

Da man heute nicht weiß, auf welcher Verdichtungsebene die Daten morgen benötigt werden, können vom SIS-Administrator jederzeit Merkmalsableitungen definiert werden. Drei Ableitungsarten werden im SIS unterschieden.

Die *hierarchische Ableitung* schneidet bei einem Schlüssel entsprechend der angegebenen Zahl Stellen von hinten ab. Hierarchische Ableitungen werden insbesondere bei Systematiken (Wirtschaftszweige) oder bei räumlichen Merkmalen (Stadtstruktur) verwendet.

Bei einer *klassifizierenden Ableitung* wird jeder Zielausprägung ein Wertebereich zugeordnet. Dadurch können auch Wertmerkmale in Gliederungsmerkmale überführt werden. Ein typisches Anwendungsbeispiel ist die Bildung von Altersklassen.

Schließlich gibt es noch *sachlogische Ableitungen*. Hierbei werden den Quellausprägungen beliebige Zielausprägungen zugeordnet. Es entsteht eine Beziehungstabelle. Diese kann über das Raumbezugssystem fortgeschrieben oder bei Bedarf erstellt und in das SIS importiert werden.

Die *Datierung sachlogischer Ableitungen* wird im SIS verwaltet. Ändert sich eine Zuordnung von räumlichen Objekten im Raumbezugssystem, wird diese Veränderung an das SIS übergeben. Wie bei der Datierung von Gliederungsmerkmalen, erhalten die Zuordnungsvorschriften Versionen mit einem Gültigkeitsdatum.

2.1.3 Verweisinformationen

Von großer Bedeutung für ein Strategisches Informationssystem ist das Auffinden der Daten über eine einfache Suchfunktion. Im SIS besteht die Möglichkeit, über sogenannte Verweisinformationen (Stichwörter, Quellschlüssel, Beobachtungsgegenstand, Sachschlüssel) – auch kombiniert – nach Datenbeständen zu suchen.

Stichwörter werden, genau wie die folgenden Verweise, standardisiert beschrieben. Sie dienen insbesondere zur Suche von Datenbeständen für den intuitiv arbeitenden Anwender.

Der *Quellschlüssel* erfüllt, neben der Funktion als Verweis zu dienen, den Zweck, Auskunft über die Herkunft der Daten zu geben, d.h. dieser wird in allen Tabellen als Fußnote angezeigt.

Ein *Beobachtungsgegenstand* ist Träger von Eigenschaften. Eigenschaften sind im SIS durch standardisierte Merkmale repräsentiert. Datenbestände beziehen sich immer auf einen bestimmten Beobachtungsgegenstand. Die Eigenschaften sind die den Datenbestand strukturierenden Merkmale.

Sachschlüssel sind numerische oder alphanumerische Schlüssel, die ein möglichst umfassendes, gleichzeitig aber stark detailliertes Ordnungsschema mit hierarchischem Aufbau bilden.

2.1.4 Rohdaten

Eine *Rohdatenbeschreibung* ist eine komplette Dokumentation der externen Bestände über die Angabe von Merkmalen, die die »Felder« auf dem externen Datenbestand beschreiben. Die Rohdatenbeschreibung stellt die Verbindung zu den nicht im SIS gehaltenen Datenbeständen her. Dabei ist es unbedeutend, um welche Datenbestände es sich handelt. SIS verwendet intern ausschließlich numerische Werte. Falls auf externer Seite eine alphanumerische Codierung vorliegt, können Fachschlüssel angegeben werden. SIS kann aufgrund dieser Fachschlüssel beim Laden der Daten selbständig eine entsprechende Umcodierung vornehmen. Es bedarf keines Programmieraufwandes, die Daten in ein entsprechendes »SIS-Format« umzuwandeln.

2.1.5 Basisdaten und Informationspakete

SIS nimmt Daten aus den unterschiedlichsten Quellen auf und vereinigt diese Daten, die in der Regel keine einheitliche Struktur aufweisen, zu einem homogenen Bestand und bildet damit eine aktuelle Informationsbasis. Dabei werden Basisdaten und Informationspakete unterschieden.

Basisdaten sind Einzelinformationen zu einem Beobachtungsgegenstand, die in standardisierter Form im SIS verwaltet werden. Basisdaten werden durch Gliederungsmerkmale und Wertmerkmale beschrieben. Dabei beschreibt die Ausprägung eines Gliederungsmerkmals den Beobachtungsgegenstand, d.h. ein Fahrzeug ist beispielsweise von der Art Pkw. Auch das Wertmerkmal trägt eine Information zu diesem Fahrzeug bei. Das Fahrzeug leistet z.B. 58 KW.

Basisdaten können fortschreibbar sein. Dazu muß ein Basisdatenbestand ein zeitliches Gliederungsmerkmal enthalten. Zu jeder Ausprägung dieses zeitlichen Gliederungsmerkmals können »Zeitscheiben« geladen werden.

Der wesentliche Unterschied der Basisdaten zu den Rohdaten liegt darin, daß Basisdaten in standardisierter, zentral beschriebener Form vorliegen und auch von Benutzern, die die Rohdaten nicht kennen, durch ihre Dokumentation zur Weiterverarbeitung genutzt werden können. Selbstverständlich dürfen auf die Basisdaten nur die Benutzer zugreifen, die eine entsprechende Zugriffsberechtigung besitzen.

Informationspakete sind problem- und nachfrageorientierte Datenbestände, die durch direktes Laden, Verdichtung, Kombination oder Verknüpfung entstehen und den Anwendern des SIS zur Auswertung

bereitgestellt werden. Es handelt sich um multi-dimensionale Aggregate, die abhängig von der Anzahl der Gliederungsmerkmale mehrere Achsen aufweisen. In den Schnittpunkten dieser Achsen liegen die Aggregatwerte. Diese Schnittpunkte entsprechen genau einer Ausprägungskombination.

2.2 Aus Daten werden Informationen

Bevor die Daten in das System geladen werden können, müssen die oben beschriebenen Informationsobjekte angelegt sein. Im Anschluß daran können Daten in das SIS importiert werden. Dabei werden aus der Rohdatenbeschreibung die Merkmale ausgewählt, die den Basisdatenbestand beschreiben. Neben Standardprüfungen, wie Formate und Gültigkeit von Ausprägungen bei Gliederungsmerkmalen sowie Wertebereiche von Wertmerkmalen, können beim Import der Daten Prüfregeln definiert werden, um sicher zu gehen, daß nur plausibilisierte und konsistente Daten in das SIS geladen werden.

Im nächsten Schritt werden im SIS nachfrageorientierte Informationspakete gebildet. Dazu bietet SIS innerhalb der *Verdichtungsfunktion* eine Reihe von Möglichkeiten an. Zunächst besteht die Möglichkeit der *Selektion* von Merkmalen, die das Informationspaket strukturieren sollen. Dabei können Gliederungsmerkmale komplett übernommen, bestimmte Ausprägungen oder Bereiche von Ausprägungen ausgewählt werden.

Eine weitere Möglichkeit der Selektion kann durch Angabe einer Ausprägungsmenge erfolgen. Ausprägungsmengen enthalten Ausprägungen zu einem bestimmten Gliederungsmerkmal. In den meisten Fällen werden sich diese Ausprägungsmengen auf räumliche Gliederungsmerkmale beziehen. Durch unterschiedliche Operationen im Raumbzugssystem, wie geometrie-, beziehungs-, attribut- oder sachdatenbezogene Selektionen, können Objektmengen auf einfachste Weise gebildet werden. Eine Transferschnittstelle zum Austausch dieser Mengen existiert zwischen GRADIS-GIS und SIS.

Eine zusätzliche Möglichkeit wird dem Benutzer angeboten, indem er frei definierte Selektionsregeln – auch über mehrere Merkmale – definiert.

Des Weiteren können *Transformationsvorschriften* eingegeben werden. Eine Transformationsvorschrift besteht aus einer einfachen Anweisung (z.B. Summenbildung über mehrere Merkmale) oder aus be-

dingten Anweisungen und einer alternativen Anweisung (z.B. zur Berechnung von Versorgungsquoten).

Nach der Selektion und Transformation erfolgt die eigentliche *Aggregation*. Der Benutzer gibt an, welche Merkmale die Achsen seines Informationspaketes bilden. Dabei können Merkmale auch über Merkmalsableitungen zusammengefaßt werden. Natürlich kann es passieren, daß eine gewünschte Merkmalsableitung, die für eine ad hoc-Auswertung benötigt wird, noch nicht im System angelegt ist. In diesem Falle kann der Benutzer eine individuelle Merkmalsableitung anlegen.

Als letzte Aktion innerhalb der Verdichtung wird entschieden, in welcher Form die Werte berechnet werden sollen. Hier hat man die Möglichkeiten der Fallzählung sowie der Bildung von Summe, Minimum, Maximum oder Durchschnitt.

Bei Bearbeitungen, die in regelmäßigen Abständen wiederholt werden – z.B. Informationspakete mit statistischen Eckdaten zur Bevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt – können Fortschreibungsketten definiert werden, die zu einem neuen aktuellen Zeitpunkt abgearbeitet werden. Allgemeiner kann jede wiederholbare Bearbeitung als Prozedur abgelegt und unter Angabe von Quelle und Ziel aufgerufen werden.

Informationspakete können aus bis zu 10 Gliederungsmerkmalen bestehen. Je nachdem wieviele Ausprägungen ein oder mehrere Gliederungsmerkmale besitzen, kann man sich leicht vorstellen, daß Informationspakete sehr groß werden können, d.h. eine Vielzahl von Ausprägungskombinationen enthalten. Da sehr große Informationspakete für eine Auswertung eventuell noch zu stark differenziert sind, bietet SIS ebenso die oben beschriebene Verdichtungsfunktionalität für Informationspakete an.

Informationspakete sind demnach völlig frei zu erstellen, ohne eine fest vorgeschriebene Struktur. Dadurch kann das System auf alle zukünftigen Anforderungen reagieren, d.h. es können jederzeit neue Merkmale, Merkmalsableitungen, Verweisinformationen, Rohdaten, Basisdaten und Informationspakete mit neuer Struktur und neuem Inhalt angelegt werden.

Die Flexibilität des Systems zeigt sich darin, daß auch die Möglichkeit besteht, im SIS Daten, die bereits »Tabellenstruktur« besitzen, in ein Informationspaket zu laden. Dabei ist der komplette Funktionsumfang des Ladens incl. Prüfung, Selektion, Transformation und Aggregation anwendbar.

Es kann natürlich vorkommen, daß die für konkrete Auswertungen benötigten Informationen nicht in *einem* Datenbestand zur Verfügung

stehen. Dafür kann im SIS die Funktion zum *Verknüpfen* von Datenbeständen genutzt werden. Dabei wird aus zwei Quellen über einen gemeinsamen Schlüssel ein neues Ziel gebildet. Bei Einzeldaten ist ein gemeinsamer Schlüssel oft nicht vorhanden, über die Verdichtungsfunktion für Basisdaten kann aber ein gemeinsamer Schlüssel gebildet werden.

Eine weitere Möglichkeit Informationen zusammenzuführen besteht darin, zwei Quellen zu *kombinieren*. Der Unterschied zum Verknüpfen besteht darin, daß beim Kombinieren die Quellen die gleiche Struktur besitzen und lediglich die Ausprägung eines Merkmals sich unterscheidet. Über das Kombinieren können somit auf einfache Weise z.B. *Zeitreihen* gebildet werden.

Wesentliches Leistungskriterium ist, daß alle diese Funktionen über die zuvor definierten Beschreibungen gesteuert werden und so eine nicht-prozedurale Bearbeitung gewährleistet ist.

2.3 Selbständige Auswertungen durch den Anwender

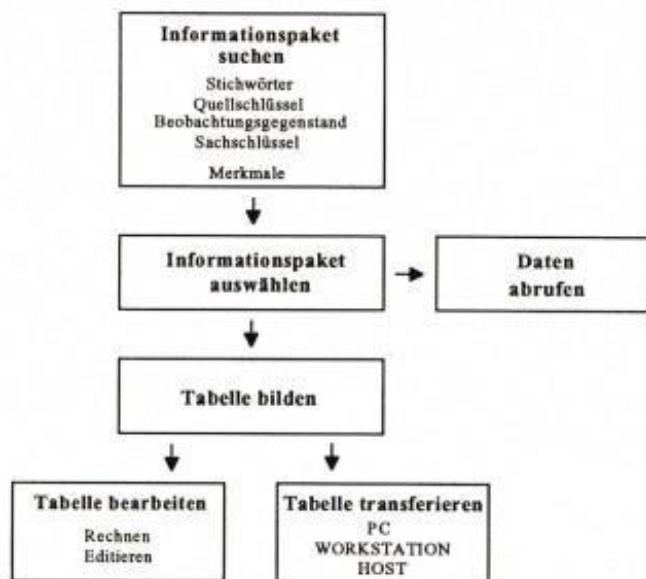
Nachdem die grundlegenden Vorarbeiten, das Laden von Rohdaten in standardisierte Basisdaten und das Verdichten zu problemorientierten Informationspaketen, abgeschlossen sind, liegt es nun am Anwender, die für ihn richtigen Datenbestände auszuwählen und Auswertungen durchzuführen.

An dieser Stelle bekommen die Verweisinformationen eine große Bedeutung. Über komfortable *Retrieval-Funktionen* sucht der Anwender die Daten, die er für eine Auswertung benötigt.

Der intuitiv suchende Benutzer ohne Vorwissen kann über ein Stichwort im SIS nach Informationen suchen. Weitere Alternativen sind die Suche über den Beobachtungsgegenstand, das datenquellenorientierte Suchen über Quellschlüssel oder das hierarchische Suchen über den Sachschlüssel. Um die Ergebnismenge zu präzisieren, kann der Anwender auch Gliederungs- und Wertmerkmale angeben.

Aus der Ergebnismenge eines Retrievals wird dann das Informationspaket oder der Basisdatenbestand ausgewählt, aus dem der Benutzer seine *Tabelle bildet*. Um eine Tabelle zu bilden, muß der Benutzer lediglich angeben, welche Gliederungsmerkmale in die Vorspalte bzw. in den Kopf der Tabelle übernommen werden sollen. Durch Angabe einer Reihenfolge wird eine Hierarchie definiert. Auch beim Bilden

Abb. 3: Datenrecherche und Auswertung im SIS



einer Tabelle stehen dem Benutzer die kompletten Selektionsmöglichkeiten wie oben beschrieben zur Verfügung.

Die Datenauswertungsfunktionen sind so weit ausgebaut, daß aus der gebildeten Tabelle eine Drucktabelle erstellt werden kann. SIS verzichtet bewußt auf den vollen Funktionsumfang eines Tabellenkalkulationsprogramms. Es gibt genügend etablierte PC-Software in diesem Bereich, zu der Schnittstellen bereitgestellt werden. Dennoch stehen dem SIS für die interaktive Bearbeitung innerhalb der Drucktabelle einfache Editier- und Rechenfunktionen zur Verfügung. Es können sowohl Summen, Prozentwerte und Mittelwerte gebildet als auch die Grundrechenarten angewandt werden. Gleichzeitig kann man beim Erstellen der Drucktabelle Zwischen-, Rand- und Endsummen bilden.

Eine Tabelle kann auch über die *Koppelfunktion* gebildet werden. Es tritt häufig der Fall auf, daß die gesuchten Informationen in zwei unterschiedlichen Informationspaketen vorliegen. Dann werden diese beiden Informationspakete einfach gekoppelt und stehen als Tabelle für eine Auswertung zur Verfügung. Voraussetzung ist allerdings, daß die beiden Informationspakete mindestens ein gemeinsames Gliederungsmerkmal enthalten.

Eine weitere sehr komfortable Auswertungsmöglichkeit besteht für den Anwender im *Abruf* von Informationen. In dieser Funktion wird eine einfache Tabellenstruktur bereits vorgegeben und der Benutzer muß nur noch die Gliederungsmerkmale mit den gewünschten Ausprägungen sowie die Wertmerkmale aussuchen und erhält sofort die angeforderten Informationen.

Für weitergehende Auswertungsanforderungen, z.B. grafische Darstellung von Ergebnissen, spezielle statistische Verfahren oder in Verbindung mit dem Raumbezugssystem für Raumanalysen und thematische Kartierungen sowie für Verkehrsmodellierungsprogramme, bietet SIS mehrere Transferschnittstellen zu HOST-, WORKSTATION- und PC-Software. Durch diese Schnittstellen werden neben den eigentlichen Daten auch Programme generiert, die das Einlesen und die Datendefinition einschließlich sämtlicher Beschreibungsinformationen übernehmen.

2.4 Datensicherheit

SIS bietet durch seine *Mandantenfähigkeit* z.B. Landesämtern oder Gebietsrechenzentren die Möglichkeit, Großrechnerleistung und die Funktionalität des SIS anderen Institutionen (Mandanten) zur Verfügung zu stellen. Der Mandant kann innerhalb eines abgeschotteten Bereiches eigene Daten beschreiben, laden, bearbeiten und auswerten.

Eine wichtige Anforderung an ein Strategisches Informationssystem ist die Gewährleistung des Datenschutzes. SIS erfüllt diese Anforderung auf funktioneller und inhaltlicher Ebene. Ein *systemtechnischer Zugriffsschutz* wird durch spezielle SOFTWARE AG-Produkte wie NATURAL SECURITY und durch das Betriebssystem selbst gewährleistet.

Der *funktionelle Zugriffsschutz* besteht darin, daß im SIS Benutzergruppen eingerichtet sind, denen benutzerspezifische Funktionen zur Verfügung stehen. Dies wird durch eine dynamische Menüsteuerung unterstützt, die jeder Benutzergruppe nur die Menüpunkte anbietet, die ihrer funktionellen Zugriffsberechtigung entsprechen.

Dem Systemverwalter obliegen die Aufgaben der standardisierten Beschreibung von Merkmalen, Merkmalsableitungen und Verweisinformationen. Der Fachstatistiker innerhalb der abgeschotteten Statistikstelle übernimmt, neben den üblichen Auswertungen und Analysen, sowohl die Beschreibung von Basisdaten und Informationspaketen als auch die Verdichtung von Basisdaten zu Informationspaketen. Dem

Endanwender stehen schließlich in vollem Maße alle Auswertungsfunktionen zur Verfügung, zusätzlich hat er die Möglichkeit, temporäre Informationspakete zu bilden.

Über die Zuordnung von funktionalem Zugriffsschutz hinaus ist im SIS ein *inhaltlicher Zugriffsschutz* realisiert. Für jeden Mandanten können bis zu 36 Bereiche mit unterschiedlichen Zugriffsschutzanforderungen definiert werden. Jedem Benutzer wird die Zugriffsberechtigung auf Datenbestände der einzelnen Bereiche zugeordnet.

Darüber hinaus bietet SIS die Möglichkeit, Informationspakete und Merkmale innerhalb eines Informationspaketes oder einzelne Werte im Informationspaket geheimzuhalten. Ebenso bietet SIS die Funktionalität, Wertmerkmale eines Informationspaketes oder einzelne Werte eines einzelnen Informationspaketes zu verfälschen und dann der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

3. Raumbezugsdaten im Strategischen Informationssystem SIS

Das Raumbezugssystem GRADIS-GIS ist eine der wichtigsten Komponenten im Strategischen Informationssystem SIS. Es sichert die Fortschreibung, Verwaltung und Bereitstellung aller relevanten Raumbezüge und stellt diese in Verbindung mit Informationen aus dem SIS für vielfältige Analysen und Präsentationen zur Verfügung. Das nächste Kapitel beschreibt nicht die Basisfunktionalität des Geographischen Informationssystems GRADIS-GIS, sondern Datenmodell, Funktionalität und Schnittstellen der Applikation GRADIS-SIS.

3.1 Daten mit räumlicher Komponente

Für die Verwaltung und Nutzung von raumbezogenen Objekten in Zusammenhang mit dem SIS sind eine einheitliche und eindeutige Schlüssel-systematik, punkt-, linien- oder flächenförmige Geometrie (Rechtswert/Hochwert) sowie deren Höhe, Beziehungen/Topologie, Attribute und die Gültigkeit von Bedeutung.

Damit Sachdaten überhaupt erfaßt, verwaltet und später analysiert werden können, müssen die Objekte, auf die sie sich beziehen, *einheitlich und eindeutig verschlüsselt* werden. Jede Gemeinde hat eine eindeutige

Kennziffer (z.B. Köln 05315000) aus der sich die Zugehörigkeit zum Bundesland, zum Regierungsbezirk und teilweise zum Kreis ergibt.

Unterhalb der Stadtebene existiert eine hierarchische Gliederung in Stadtbezirke und Stadtteile, die über Block und Blockseite bis auf den Blockseitenabschnitt herunterreicht und in Form einer 8-stelligen Ziffer verschlüsselt wird.

Da die meisten Daten über Einwohner, Gebäude, Gewerbe usw. mit einer *Adresse* als Ortsangabe versehen sind, stellt die Adresse das zentrale räumliche Zuordnungsobjekt dar. Die Adresse setzt sich aus dem Straßenschlüssel und der Hausnummer zusammen. Somit kann jede Adreßangabe innerhalb der Stadt eindeutig identifiziert werden.

Neben der Vergabe eindeutiger und einheitlicher Schlüssel, die die Verbindung zu Daten im SIS herstellen, haben die räumlichen Objekte über *Koordinaten* (Gauß-Krüger-Koordinatensystem) einen genauen Bezug zur Erdoberfläche. Die Adressen werden in Form von Gebäudemittelpunktkoordinaten repräsentiert. Straßen, die wiederum aus einzelnen Straßenabschnitten bestehen, haben eine linienförmige Geometrie. Stadtbezirk oder Block sind z.B. von flächenförmiger Gestalt. Die spätere grafische Ausgestaltung der Geometrie wird in einem oder mehreren Darstellungsmodellen beschrieben und verwaltet. Für manche Anwendungen spielt auch die dritte Dimension – Höhe und Tiefe – eine entscheidende Rolle. Die Geometrie ist sowohl die Basis für Analyse- und Kartierprogramme als auch für operative und strategische Verkehrssteuerungs- und Verkehrsplanungssysteme.

Ein dritter wichtiger Punkt ist die Erfassung, Verwaltung und Nutzung von *Beziehungen* zwischen einzelnen Objekten. Die einfachste Beziehung ist die, über die hierarchische Systematik, vom Bundesland bis zum Blockseitenabschnitt. Dadurch, daß z.B. die Adresse mit einer Punktordinate in die Fläche eines Blockseitenabschnittes fällt, ist auch hier eine eindeutige Beziehung zwischen beiden Objekten hergestellt. Eine weitere wichtige Beziehung besteht zwischen Straßenabschnitten und den links und rechts angrenzenden Blockseiten sowie zur Straße selbst. Daneben gibt es aber auch geometrische und topologische Beziehungen in Form von Nachbarschaften zwischen Gemeinden oder dem Zusammentreffen von Straßenabschnitten an Straßenknoten. Objektbeziehungen werden sowohl für Vollzugsaufgaben als auch für die räumliche Verdichtung von Daten zu Informationen benötigt.

Wie oben bereits aufgeführt, gibt es aber auch beschreibende Informationen (*Attribute*) zu jedem Objekt wie z.B. den Straßennamen, den Namen einer Gemeinde, die Länge einer Straße oder die Nutzungs-

art eines Blockes. Alle darüber hinausgehenden Daten aus Verwaltungsvollzug, Zählung, Messung und Umfragen werden über einheitliche Schlüssel der Objekte/Merkmalausprägungen verknüpft und im SIS verwaltet.

Da zu einem einmal vorhandenen Objekt gespeicherte Daten auch dann noch zur Verfügung stehen müssen, wenn dieses Objekt umbenannt (z.B. Straßen) oder abgerissen (z.B. Gebäude) worden ist, müssen auch *historische Objekte* sowie *historische Objektbeziehungen* fortgeschrieben, gespeichert und für Auswertungen bereitgestellt werden.

3.2 Datenstruktur des Raumbezugssystems

Basis des Raumbezugssystems bilden räumliche Objekte mit ihrer jeweiligen geometrisch-topologischen Gestalt in Form von Punkten, Linien und Flächen, den dazugehörigen Attributen sowie deren Beziehungen untereinander. Die räumlichen Objekte werden verschiedenen Aufgabenbereichen zugeordnet. Dies erlaubt es anderen Anwendern, entweder nur Teile des Datenmodells zu verwenden oder für spezielle Anwendungen dem bestehenden Datenmodell ergänzend neue Bereiche hinzuzufügen. Entscheidend ist, daß Beziehungen auch aufgabenbereichsüberschreitend aufgebaut und ausgewertet werden können.

Das *Datenmodell* gliedert sich in Bereiche wie Regionalstruktur, Stadtstruktur, Individualverkehrsplanung, Öffentliche Verkehrsplanung, Umweltplanung u.a. Durch die Segmentierung des Datenmodells wird es auch möglich, differenzierte Zugriffsrechte auf die unterschiedlichen Bereiche zu definieren.

Das gesamte Datenmodell liegt in der Form eines Entity-Relationship-Modells vor. Entitäten sind dabei eindeutig identifizierbare Objekte wie z.B. Adressen, Straßen oder Blöcke. Die *Beziehungen* zwischen den Entitäten werden problembezogen über hierarchische Schlüssel, topologische Beziehungen oder Schlüsselattribute aufgebaut.

Der Vorteil der Entity-Relationship-Methode liegt darin, daß ein streng formales Modell gebildet werden kann. Widersprüche oder Inkonsistenzen werden leichter erkannt. Die Modelle sind unabhängig von einem bestimmten Datenbanksystem. Aufgrund ihres hohen Formalisierungsgrades können sie aber einfach beim Aufbau von relationalen Datenbanken umgesetzt werden.

3.2.1 Regionalstruktur

Den zentralen Teil des Datenmodells bildet die *Kleinräumige Gliederung* der Statistik (Regional- und Stadtstruktur). Grundlage für dieses Modell ist die entsprechende Empfehlung des Deutschen Städtetags.

Die Regionalstruktur bildet eine Hierarchie vom Bundesland über Regierungsbezirk, Kreis/kreisfreie Stadt, Gemeinde/Stadtbezirk bis zum Gemeinde-/Stadtteil ab. Für die Verschlüsselung wird eine erweiterte *Gemeindekennziffer* verwendet. Das Objekt Gemeinde-/Stadtteil hat eine Beziehung zum Objekt Block im Aufgabenbereich Stadtstruktur.

3.2.2 Stadtstruktur

Im Aufgabenbereich Stadtstruktur wird die Hierarchie der Regionalstruktur durch Block, Blockseite, Blockseitenabschnitt und Adresse als Basisobjekt fortgesetzt.

Neben der hierarchischen *Blockstruktur* existiert noch eine Beziehung zwischen Blockseiten und Straßenabschnitten und damit zur Straße. Damit lassen sich z.B. alle Blockseiten entlang einer Straße auflisten. Die Straßenabschnitte werden von Straßenknoten begrenzt, die z.B. Kreuzungen oder Einmündungen abbilden. Die Richtung der Straßenabschnitte ist in Köln durch die Richtung der aufsteigenden Hausnummern definiert. Damit ist eindeutig die linke und die rechte Straßenseite festgelegt. Die Strukturierung in *Straßen und Straßenabschnitte* erfolgt aufgrund namentlicher Kriterien.

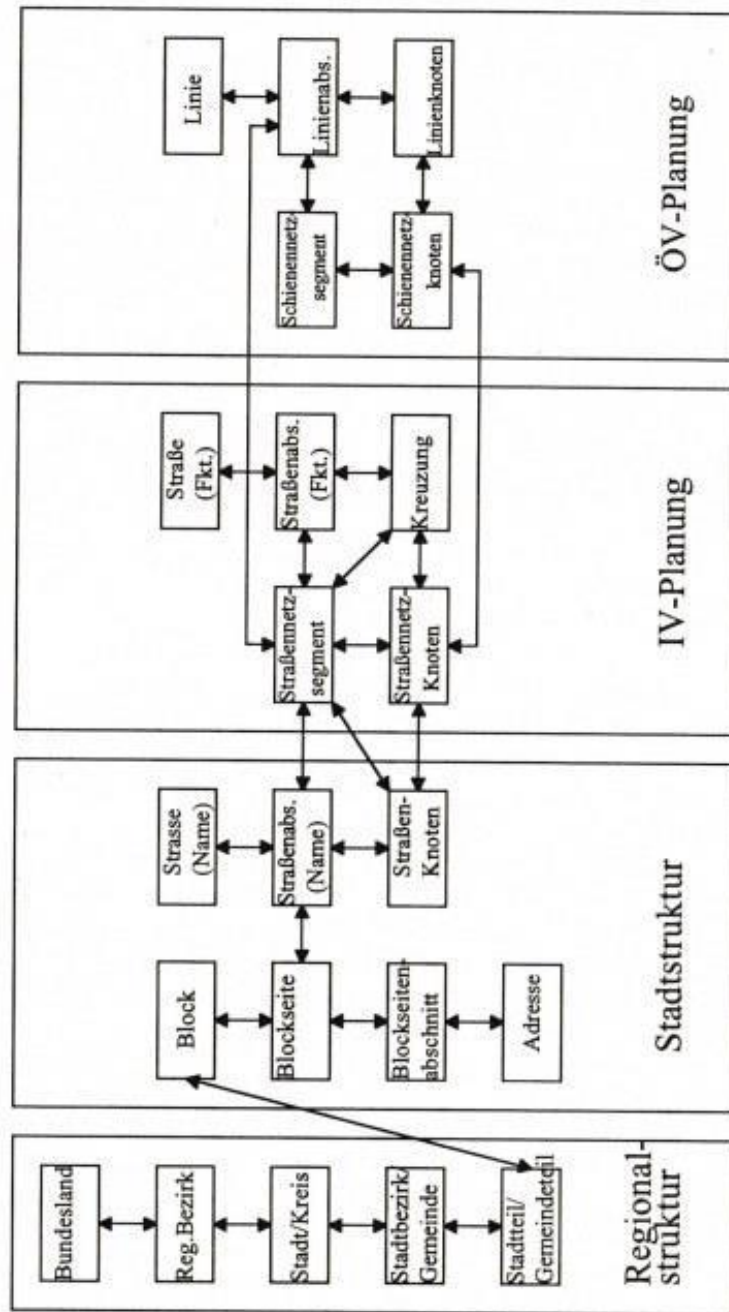
Eine Besonderheit stellen die aufgrund siedlungs-, gewerbe- und bevölkerungsstruktureller Kriterien abgegrenzten *Stadtviertel* dar. Sie repräsentieren mehr oder weniger homogen strukturierte Gebiete wie z.B. alte Dorfkerne, Neubausiedlungen sowie Gewerbe- und Industriegebiete. Die Stadtviertel bilden eine wichtige Basis für eine Vielzahl von planerischen Analysen.

Mit dem Raumbezugssystem lassen sich Straßen- und Blockstruktur eindeutig beschreiben. Solche Beschreibungen können über das SIS in Form von Einzelabfragen oder Verzeichnissen (z.B. Straßenverzeichnis) abgerufen werden.

3.2.3 Individualverkehrsplanung

Um einen Überblick über die Straßenstruktur zu bekommen, reicht im Prinzip die namentliche Straßenbeschreibung. Für verkehrssteuernde

Abb. 4: Ausgewählte Objekte und Beziehungen im Raumbezugssystem



und -planende Systeme wird aber eine wesentlich genauere Abbildung des *Straßennetzes* benötigt. Daher lassen sich z.B. die Straßenabschnitte in die einzelnen Fahrrichtungen und in einzelne straßenbaulich abgegrenzte Segmente unterteilen. Darüber hinaus kann ein Straßenknoten z.B. in die einzelnen Segmente eines Kreisverkehrs oder eines Autobahnkreuzes aufgesplittet werden. An diesen Segmenten des Straßennetzes werden Attribute wie Nutzung, Baulastträger sowie Einschränkungen für Gewicht, Höhe, Breite und Geschwindigkeit fortgeschrieben.

Für bestimmte Anwendungen der Verkehrsplanung lassen sich die Grundobjekte des Straßennetzes aber auch zu abstrakten Straßenabschnitten nach funktionalen Kriterien zusammenfassen (z.B. Hauptverkehrsstraße).

Das Straßennetz steht in Beziehung zu verschiedenen, aus verkehrsplanerischer Sicht definierten Bereichen (z.B. Verkehrszellen), die wiederum Beziehungen zur Kleinräumigen Gliederung der Stadtstruktur haben.

3.2.4 Öffentliche Verkehrsplanung

Neben dem Individualverkehr ist auch der öffentliche Verkehr im Datenmodell berücksichtigt. Basis für den öffentlichen Verkehr ist das *Schienen- und Straßennetz*. Eine Linie (z.B. U-Bahn, Straßenbahn, Bus) gliedert sich in Linienabschnitte, die jeweils von einem Linienknoten zu einem anderen Linienknoten führen. Je nachdem, ob es sich bei der Linie um ein schienengebundenes Fahrzeug oder um einen Bus handelt, existieren Beziehungen zum Schienennetzsegment und/oder zum Straßennetzsegment. Ein oder mehrere Linienknoten können einer Haltestelle zugeordnet werden.

Spezielle Raumeinheiten, wie Einzugsbereiche von Haltestellen und Tarifzonen, stehen in Beziehung zur Kleinräumigen Gliederung der Stadtstruktur und zu den Haltestellen.

3.2.5 Weitere Planungsbereiche

Die übrigen Planungsbereiche haben im Prinzip immer den gleichen Aufbau. Sie bestehen aus *Einzugsbereichen* (z.B. Schulen) sowie den jeweiligen *Standorten* der Einrichtungen.

Zu diesen flächenförmigen Objekten bestehen über das Datenmodell Beziehungen zu den Blockseitenabschnitten und damit zu den

Adressen. Dies erlaubt die Verdichtung von adressbezogenen Einzeldaten auf die jeweiligen Einzugsbereiche.

3.3 Räumliche Verdichtung von Daten zu Informationen

Wie bereits beschrieben, können im SIS erst dann Daten geladen werden, wenn z.B. zum Merkmal »Adresse« die entsprechende Ausprägung »Hansaring 25a«, die natürlich im System mit »01288002501« kodiert ist, existiert, damit z.B. die Anzahl der dort registrierten Kraftfahrzeuge erfaßt werden kann.

Für die Fortschreibung von räumlichen Objekten wird das Raumbezugssystem benötigt, da die Menge der zu erfassenden Objekte, die Änderungshäufigkeit sowie die räumliche Lage und damit die Richtigkeit der Beziehungen von entscheidender Bedeutung sind.

Um aus Einzeldaten Informationen zu bekommen, müssen sachliche, zeitliche und/oder räumliche Verdichtungen über entsprechende Ableitungen durchgeführt werden. Im Raumbezugssystem wird auch von Beziehungen zwischen räumlichen Objekten gesprochen.

Während die sachlichen und zeitlichen Beziehungen mehr oder weniger statisch sind und im SIS über einen alphanumerischen Dialog gepflegt werden, sind die räumlichen Objekte und ihre Beziehungen sowohl hinsichtlich der Fortschreibungsmenge und -häufigkeit als auch hinsichtlich der Auswertungsmöglichkeiten wesentlich dynamischer.

Für die Verdichtungen werden im Raumbezugssystem entsprechende über das Datenmodell definierte Beziehungen zwischen räumlichen Objekten fortgeschrieben und verwaltet und für das SIS bereitgestellt. Aufgrund dieser Beziehungen können z.B. Basisdaten zu Informationspaketen verdichtet werden.

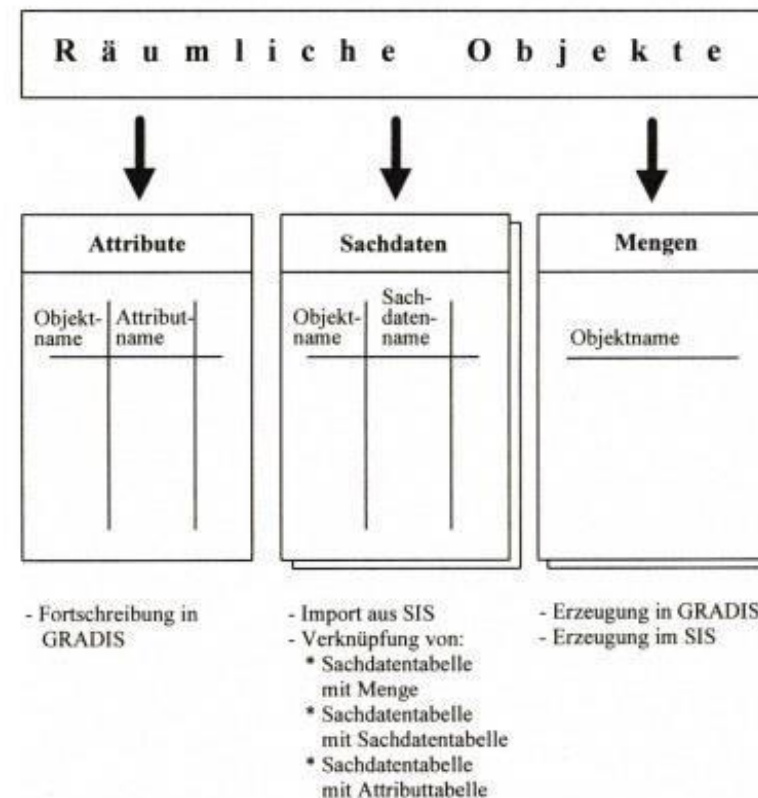
Da im Datenmodell nicht alle möglichen Beziehungen gepflegt werden sollen und können, besteht die Möglichkeit, aufgrund von Verschneidungsoperationen im Raumbezugssystem unterschiedliche räumliche Objekte in Beziehung zu setzen. So können z.B. durch eine Punkt-in-Fläche-Verschneidung alle Haltestellen (Punktobjekt) in einer vorgegebenen Menge von Stadtvierteln (Flächenobjekt) herausgefiltert werden. Neben der rein geometrischen Operation wird parallel eine Beziehungstabelle zwischen Haltestelle und dem jeweiligem Stadtviertel aufgebaut, die für Verdichtungen an das SIS übergeben wird.

3.4 Analyse und Visualisierung von räumlichen Informationen

Für die *Raumanalyse* werden Daten aus dem Raumbezugssystem und SIS miteinander verknüpft. Dies geschieht über einheitliche Identifikatoren. Da in den seltensten Fällen nur zu einem einzelnen Objekt Informationen benötigt werden, müssen Objektmengen gebildet und ausgetauscht werden.

Der erste Schritt der *Objektmengenerzeugung* wird normalerweise auf der Grundlage einer digitalen Karte am Grafikbildschirm durchgeführt. Durch unterschiedlichste Operationen, wie objektbezogene Selektion über Name (ID), Objektart oder über Mengenvergleich, geometrische Selektion über Picken, Polygon, Radius, Korridor oder über Ver-

Abb. 5: Sachdatenanalyse im Raumbezugssystem



schneidung, geometrisch-topologische Selektion über Wegstrecke, Routensuche oder Nachbarschaft, beziehungsbezogene Selektion, attributbezogene Selektion oder sachdatenbezogene Selektion, kann eine Menge von Objekten gebildet werden.

Nachdem die Menge erzeugt worden ist, kann diese an das SIS transferiert werden und dient dort der räumlichen Selektion auf Basisdaten, Informationspakete oder Tabellen.

Der zweite Schritt besteht im Transfer dieser Sachdaten an das Raumbezugssystem, um dort für Analysen und thematische Kartierungen genutzt zu werden.

Wird der umgekehrte Weg verfolgt, daß im SIS ein Datenbestand dahingehend ausgewertet wird, ob ein bestimmter Wert über- oder unterschritten wird, kann das Ergebnis dieser Analyse eine Menge sein, die an das Raumbezugssystem transferiert werden kann, um dann die räumliche Verteilung der gefundenen Objekte zu visualisieren.

Die vom SIS bereitgestellten Sachdaten werden als Tabelle in der Datenbank des Raumbezugssystems hinterlegt. Zunächst besteht die Möglichkeit, sich über die transferierten Sachdaten im Raumbezugssystem zu informieren. Es können die einzelnen Sachdatentabellen, deren Struktur sowie Informationen über Anzahl der Fälle, Minimal- und Maximalwert angezeigt werden.

Damit der Benutzer im Raumbezugssystem auch Informationen über einzelne Objekte (z.B. Verkehrszelle 4711) bekommt, können die auf dem Bildschirm dargestellten Objekte gepickt und die zugehörigen Informationen einer ausgewählten Tabelle, also Spaltennamen und die entsprechenden Spaltenwerte, angezeigt werden.

Möchte man nicht Werte für ein einzelnes Objekt, sondern die Summe von Sachdatenwerten bezogen auf Objekte in einem räumlichen Einzugsbereich, so können über die vorgenannten Möglichkeiten der Mengenbildung entsprechende Berechnungen durchgeführt werden.

Informationen, die im Raumbezugssystem als Attribute (z.B. Flächengröße) vorliegen, und beliebige Informationen aus dem SIS (z.B. Verkehrsstruktur) lassen sich koppeln, um damit neue Werte (z.B. Kraftfahrzeugdichte) zu berechnen.

Für weitere Raumanalysen werden Schnittstellen zu den digitalen Kartenwerken des Vermessungsamtes (Automatisiertes Liegenschaftskataster ALK, Deutsche Grundkarte DGK5) sowie der Stadt- (Flächennutzungsplan) und Umweltplanung (Umweltkataster) realisiert.

Als Digitalisierungsgrundlage für die Erfassung und Fortschreibung direkt am Grafikbildschirm sowie für Analyse und Visualisierung kön-

nen Orthophotos, Satellitenbilder oder beliebige gescannte Karten als Rasterdaten genutzt werden.

Die *thematische Kartierung* dient der Darstellung statistischer Daten sowie der Ergebnisse von Raumanalysen in ihren räumlichen Beziehungen, Verteilungen und Disparitäten. Ausgewählte Sachdaten können in Abhängigkeit von den geometrischen Ausprägungen der jeweiligen Objekte in Form verschiedener thematischer Kartierungen aufbereitet werden.

Während traditionelle Kartierprogramme mit starren Geometrien arbeiten und lediglich in der Auswahl der Sachdaten sowie ihrer grafischen Präsentation variieren können, bietet das Raumbezugssystem die Möglichkeit, auch die geometrischen Grundlagen durch analytische Operationen zu variieren und auf diese die Sachdaten neu zu berechnen.

4. Systemgrundlagen

SIS ist mit NATURAL implementiert und nutzt die einschlägigen Standardprodukte der SOFTWARE AG. SIS ist ein Dialogsystem mit menügesteuerter Benutzeroberfläche und integriertem Kommando Prozessor. Der Prototyp für eine WINDOWS-Version wurde bereits entwickelt.

SIS läuft in den Betriebssystemumgebungen der SNI- und IBM-Welt sowie verschiedenen UNIX-Derivaten und auf den Datenbanksystemen ADABAS, DB2 und SESAM. ORACLE und INFORMIX sind geplant.

Für die Integration in das SIS wurde das Paket GRADIS-GIS des Softwarehauses strässle Informationssysteme GmbH ausgewählt.

In GRADIS-GIS sind alle Daten objektweise organisiert und topologisch strukturiert. Die Daten werden blattschnittfrei in einer relationalen Datenbank (ORACLE) gespeichert. Es ist eine sehr flexible Datenmodellierung möglich unter Einbezug von CASE-Werkzeugen. Für die Rasterdatenverarbeitung ist die Rasterdatenbank *GRADIS-RVS* integriert.

Die Benutzeroberfläche von GRADIS-GIS, die auf dem Industriestandard OSF/MOTIF beruht, kann weitgehend individuellen Anwendungen angepaßt werden.

Die Systemarchitektur von GRADIS-GIS beruht auf den Standards offener Systeme wie UNIX, SQL, X11, CGM sowie ETHERNET und TCP/IP. Diese Architektur ist daher sehr zukunftssicher und erlaubt eine einfache Integration in die unterschiedlichsten Systemumgebungen.

Die oben beschriebene Anwendungsschale *Raumbezugssystem*, die auf GRADIS-GIS aufbaut, wird unter dem Namen *GRADIS-SIS* vermarktet und beinhaltet Datenmodell sowie Funktionalität und Schnittstellen für Fortschreibung und Analyse im Zusammenhang mit dem SIS.

Perspektiven der Verkehrsleittechnik

von Dieter Rittich

Zähflüssiger Verkehr, Staus auf Autobahnen und städtischen Zufahrtsstraßen sind für die Autofahrer zur Gewohnheit geworden. Ohne geeignete Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen zur effizienten Ausnutzung der vorhandenen Straßenfläche wird sich die Situation weiter verschärfen. Ein zum prognostizierten Anstieg der Verkehrsdichte paralleler Ausbau des Straßennetzes ist in vielen Industriestaaten aus ökonomischen wie ökologischen Gründen nicht möglich. In diesem Aufsatz werden die verschiedenen Möglichkeiten beschrieben, durch intelligente Kommunikationssysteme den Verkehrsfluß nach unterschiedlichen Kriterien zu optimieren. Neben kollektiven wie individuellen Verkehrsleitsystemen wird ein multi-lane-fähiges, automatisches Gebührenerhebungssystem erläutert.

1. Möglichkeiten zur Verkehrsbeeinflussung

Moderne Verkehrsleitsysteme bieten die Grundlage zur Leistungssteigerung der vorhandenen Transportkapazitäten, wobei mit vergleichsweise geringem Investitionsaufwand in kurzer Zeit beachtliche Erfolge erzielt werden. Es wird zwischen kollektiven und individuellen Systemen unterschieden.

Kollektive Leitsysteme erfassen und steuern die Verkehrsströme mittels Wechselwegweisern und Wechselverkehrszeichen sowie durch aktuelle Verkehrsdurchsagen im Rundfunk. Die flächendeckende Ausstattung der Autobahnnetze mit derartigen Anlagen ist die Basis und gleichzeitig die erste Stufe eines integrierten Gesamtverkehrskonzeptes. Sie gewährleistet kurzfristig einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. In der Bundesrepublik Deutschland wer-