

AUFNAHME- UND ERFASSUNGSTECHNIKEN RAUMBEZOGENER DATEN ZUM AUFBAU UND ZUR AKTUALISIERUNG VON DREIDIMENSIONALEN GEBÄUDEINFORMATIONSSYSTEMEN

László KIS PAPP

Lehrstuhl für Allgemeine Geodäsie
Technische Universität Budapest
H-1521 Budapest, Ungarn

Eingegangen: am ersten Juni, 1998

Abstract

The construction and maintenance of buildings demand a great number of technical and design information. As tools of information acquirement maps, plans, metric photographs are available. Usually, the available data is treated independently and this can lead to mixing up the data and in consequence to not satisfactory preparation of the decision making process. The volume of the available information related to the buildings and their environment is growing continuously, it cannot be processed without proper tools, thus the decision making is impossible in the lack of those. The Building Information System (BIS) containing geometric, utility and graphical data aims at the solution of these problems.

The capture of utility and geometric data related to the buildings can be performed directly (*primary data capture*) or indirectly (*secondary data capture*). In the first case the data is captured directly from the building or its digital image. The direct acquisition of utility data frequently can be linked to the acquisition of the building's geometry. By secondary data capture, data are digitized from existing data sets (plans, other materials).

In *primary data capture* one can apply the methods of surveying and photogrammetry. In the first case it is advantageous to use equipment and methods providing electronic recording of digital data. In the second case both the traditional and digital methods of photogrammetry are in use.

The methods of *secondary data capture* are based on such archive materials as maps, plans, metric images. In this case two ways are applied for filling up the BIS:

- digitizing of existing maps, plans, photogrammetric images,
- taking over of existing digital data sets.

To the latter method we have to make the comment that the design realized by some kind of up to date CAD software results in data which is suitable, if checked properly, for direct transfer to the BIS. In this case we need converter modules for transferring the data without any loss.

Theoretical studies in our days and also practical experience show that the methods of data capture and data processing related to geometric and utility data for BIS should be developed with consideration of local circumstances and possibilities. If separately applied, the photogrammetric or surveying approach can deliver only a part of the required three-dimensional information for building description. Therefore in the practice several methods are combined for data capture, to ensure the economical way of building up the geometric and utility data set.

Keywords: geometric, utility data, surveying, photogrammetry.

1. Ausgangslage

Für die Erstellung, Bewirtschaftung und Verwaltung von Gebäuden z.B. in Industriebetrieben, Wohnungsbauunternehmen, Ver- und Entsorgungsbetrieben sowie in der öffentlichen Verwaltung wird eine Vielzahl von geometrischen, technischen und planerischen Informationen benötigt.

Als Hilfsmittel zur Informationsgewinnung dienen Karteien und Planwerke, die aus der heutigen Sicht noch nach herkömmlichen Methoden geführt werden. Hier sind alle denkbaren Kombinationen vertreten – von der manuell geführten Kartei bis zur Computerliste, von der unmaßstäblichen Planskizze bis hin zum auf der Grundlage exakter Vermessung entstandenen Bestandsplan – und das alles verteilt unter unterschiedlichen Abteilungen innerhalb der Unternehmen. Überall werden Daten – häufig doppelt und dreifach – erfaßt, aktualisiert, meist unabhängig voneinander verwaltet und archiviert.

Auf der anderen Seite erleben wir heute eine rasante Entwicklung im Bereich der automatisierten Datenverarbeitung. Hier stehen eine Reihe von Verfahren zur Verfügung, bei denen geometrische und fachliche Daten miteinander verknüpft und in umfassenden raumbezogenen Informationssystemen dargestellt werden. Diese graphisch-interaktiven Programmsysteme könnten helfen, die vorher geschilderten Zustände zu beseitigen und aufgrund ihrer breiten Anwendungspalette zu einem der Führungswerkzeuge der Zukunft werden.

2. Rahmenbedingungen

Der Aufbau eines raumbezogenen Informationssystems setzt eine eingehende Analyse des Ist-Zustandes unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen voraus. Hier muß zunächst die Qualität der vorhandenen Planwerke bewertet werden.

Daraus läßt sich ein Konzept über die Erfassung der geometrischen Daten ableiten. Gleichzeitig muß eine Strukturierung hinsichtlich der attributiven Daten erfolgen.

Nun ist es zu klären, welche Fachbereiche mit dem System arbeiten sollen. Innerhalb der Fachbereiche muß festgelegt werden, welche Abteilungen Daten aktiv in das System eintragen werden, und welche Abteilungen Daten nur passiv abrufen werden. Art und Umfang der einzelnen Daten mit den dazugehörigen Mengen muß ermittelt werden. Aus dem sich daraus ergebenden Mengengerüst können der Aufbau des Informationssystems konzipiert sowie Angaben über Soft- und Hardware-Anforderungen gemacht werden.

3. Definition eines Gebäudeinformationssystems

Gebäudeinformationen sind strukturierte Kenntnisse über

- die Geometrie von Gebäuden innen und außen,

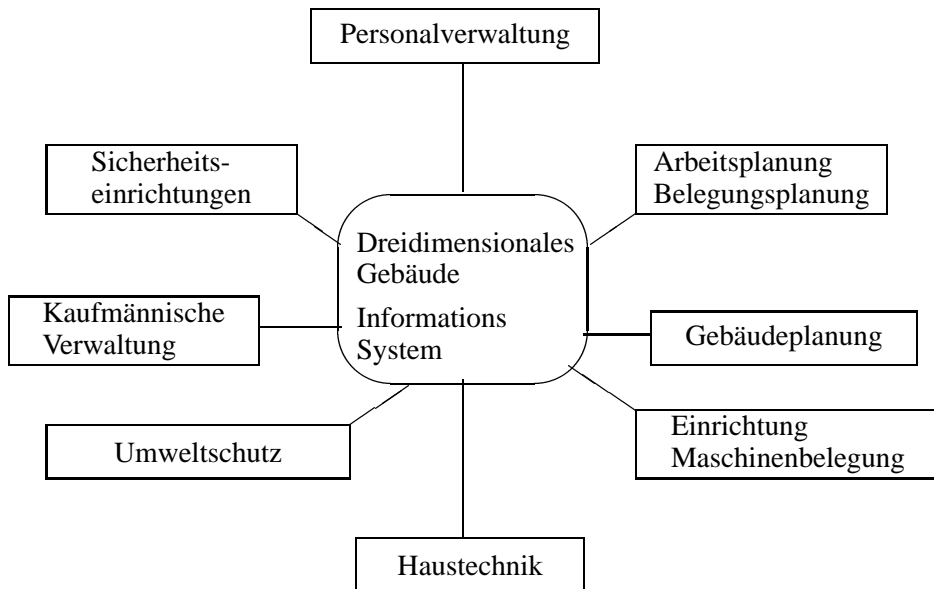


Abb. 1. Konzeptbeispiel eines Gebäudeinformationssystems

- die Einordnung von Gebäuden in einen Raumbezug, sei es ein objektbezogenes oder ein überörtliches Koordinatensystem, vornehmlich das Landeskoordinatensystem.
- die mit den Gebäuden, deren Bestandteilen und Einrichtungen verbundenen Beschreibungen, Nutzungen und Bewertungen.

Diese Gebäudeinformationen fügen sich in ein Gebäudeinformationssystem ein.

Ein Gebäudeinformationssystem ist ein System zur

- Erfassung,
- Dokumentation und
- Auswertung

von Gebäudeinformationen, es umfaßt

- das Datenmodell
- die Software
- die Hardware
- die systemergonomischen Funktionen für die Ersterfassung, den Aktualisierungsdienst und die Anwendung.

4. Klassifizierung nach der Herkunft der Daten

Die zu erfassenden Daten können in zwei Hauptklassen

- geometrische Daten einschließlich topologischer Angaben und
- beschreibende, thematische Daten (Sachdaten)

untergliedert werden. Die Daten beider Hauptklassen werden miteinander verknüpft und den Objekten wie z.B. Räumen, Wänden oder Türen zugeordnet. Bei der Auswahl der Erfassungstechniken sollte berücksichtigt werden, daß mit dem gewählten Verfahren Daten beider Hauptklassen gleichzeitig erfaßt werden können und die Verknüpfung schon bei der Erfassung hergestellt wird. Zuordnungsfehler lassen sich dadurch weitestgehend vermeiden.

Für bestehende Gebäude sind gelegentlich schon Daten in digitaler oder analoger Form vorhanden. Da eine Neuerfassung i.a. kostenintensiver ist als eine Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials, ist zunächst zu prüfen, inwieweit das existierende Datenmaterial den Ansprüchen des Gebäudeinformationssystems genügt. Ferner muß untersucht werden, ob eine Möglichkeit der Übernahme vorhandener Daten besteht.

Die Einrichtung eines Gebäudeinformationssystems für Neubauten sollte schon in der Planungsphase des Gebäudes beginnen. Es ist anzustreben, den Entwurf, der heute für Großbauten i.a. mit Hilfe von CAD-Systemen ausgeführt wird, als vorläufiges geometrisches Gerüst in das Gebäudeinformationssystem zu übernehmen. Bei hohen Genauigkeitsanforderungen an das System könnten die Planungsdaten aufgrund von Bautoleranzen oder Ausführungsänderungen den Ansprüchen nicht genügen. Dann ist eine baubegleitende Erfassung der Daten zu fordern, da in vielen Fällen eine Datenerfassung nach Fertigstellung des Baus kostenintensiver oder nicht mehr möglich ist. Zum Beispiel können Ver- und Entsorgungsleitungen mit einfachen Verfahren erfaßt werden, bevor sie durch Verputz oder Vorbauten verdeckt sind.

Zum Aufbau eines Gebäudeinformationssystems sollten zunächst alle vorhandenen Daten auf Eignung zur Übernahme in das System geprüft werden, da i.d.R. eine Neuerfassung kostenintensiver ist als eine Aufbereitung des vorhandenen Datenmaterials.

Die Verfahren werden nach der Herkunft der Daten in

- originäre oder unmittelbare und
- sekundäre oder mittelbare Erfassungstechniken untergliedert.

Bei den originären Erfassungstechniken werden die Daten direkt am Objekt oder aus einem unbearbeiteten Abbild des Objektes bestimmt. Für die geometrische Datenerfassung sind u.a. die geodätischen und photogrammetrischen Verfahren einzusetzen. Die originäre Erfassung der Sachdaten kann in vielen Fällen mit der Bestimmung der Geometrie des Gebäudes verbunden werden. Zum Beispiel kann die Raumnutzung parallel zur Aufmessung eines Raumes erfaßt werden.

Mit den sekundären Erfassungstechniken lassen sich vorhandene Objektdaten in das Informationssystem übertragen. Die Vorlagen können sowohl in analoger als auch schon in digitaler Form vorliegen. Zur Erfassung geometrischer Daten werden überwiegend Digitalisierungstechniken eingesetzt, mit denen Daten aus graphischen Vorlagen in das Gebäudeinformationssystem übernommen werden. Neben der Gebäudegeometrie können auch Sachdaten, die graphisch dokumentiert wurden, erfaßt werden. Eine weitere Möglichkeit der sekundären Datenerfassung ist die manuelle Eingabe vorhandener alphanumerischer Daten. Diese Methode wird hauptsächlich für die Erfassung analog geführter Karteien eingesetzt. Wenn die Karteien maschinenlesbar sind, ist auch der Einsatz von Scan-Techniken in Verbindung mit Schrifterkennungs-Software zur Übertragung der analogen, alphanumerischen Daten in das Informationssystem möglich.

Ein weiterer Schwerpunkt sekundärer Datenerfassung ist die Überführung digital vorliegenden Datenmaterials in das Gebäudeinformationssystem. Hierzu müssen ggf. Konvertierungsmodule oder Datenschnittstellen geschaffen werden, die einen Datentransfer ohne Informationsverluste ermöglichen. Da die Daten meist heterogene Strukturen aufweisen, sind die Schnittstellen sehr spezifisch, es obliegt häufig dem Anwender, die entsprechenden Schnittstellen zu erstellen.

Da die sekundären Erfassungstechniken für die geometrischen Daten als Informationsquelle ein maßstäblich verkleinertes und ggf. auch generalisiertes Abbild des Objektes benutzen, sind die Genauigkeiten der so erfaßten Daten meistens schlechter als bei einer Neuerfassung. In vielen Fällen kann nicht einmal eine Aussage über die Genauigkeit der Ausgangsdaten getroffen werden. Soweit lediglich eine zeichnerische Darstellung des Objektes vorhanden ist, sind Aussagen über die verwendeten Aufnahmemethoden für die Ersterfassung und ihre Genauigkeiten kaum möglich. Vorhandene Pläne liefern kein korrektes Abbild der Örtlichkeit, wenn die Pläne nach der Erstellung nicht aktualisiert wurden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das vorhandene Datenmaterial vor der Übernahme zu prüfen.

Folgende Aspekte sind zu beachten:

- Genauigkeit, sowohl geometrisch als auch thematisch
- Exaktheit, Vollständigkeit und Sachgerechtheit der Daten
- Aktualität der Daten
- Aufwand für die Datengewinnung.

5. Terminierung der Datenerfassung

Grundsätzlich sollte die Datenerfassung für ein Gebäudeinformationssystem so früh wie möglich durchgeführt werden, da in vielen Fällen eine nachträgliche Erfassung mit einem erhöhten Arbeits- und Kostenaufwand verbunden ist. Bezüglich des baulichen Zustandes der Objekte kann eine Unterteilung der Erfassung nach

- Ersterfassung im Zuge der Planung
- ausführungsbegleitende Ersterfassung
- Ersterfassung im Altbestand

– Erfassung von Veränderungen im Altbestand

unterschieden werden.

Die Einrichtung eines Gebäudeinformationssystems und die Datenerfassung sollten in der Planungsphase des Gebäudes beginnen. Da für den Entwurf von Gebäuden vermehrt CAD-Systeme eingesetzt werden, ist eine Übernahme der diesbezüglichen Planungsunterlagen in das Gebäudeinformationssystem vorzusehen. Dadurch können neben den geometrischen Informationen auch vielfältige Sachdaten wie z.B. die Werkstoffe des Mauerwerks oder die Bemessungsparameter für die Statik erfaßt werden.

Im Falle einer Neuerfassung des Baubestandes sollte diese schon baubegleitend durchgeführt werden, um zum einen die Einhaltung der Vorgaben aus dem Entwurf frühzeitig kontrollieren zu können, und zum anderen Objekte erfassen zu können, die nach der Fertigstellung des Baues nicht mehr zugänglich und nur mit einem erhöhten Aufwand zu erfassen sind. Im Idealfall sollte die Baudurchführung und die Datenerfassung von der Stelle geleitet werden, die das Gebäudeinformationssystem führt. Damit kann erreicht werden, daß die baubegleitende Datenerfassung sachgerecht und vollständig ausgeführt wird.

6. Originäre Erfassungstechniken

Originäre Erfassungstechniken gewinnen die zu erfassenden Daten direkt am Objekt oder aus dessen unbearbeitetem Abbild. Als wichtigste Erfassungstechniken geometrisch-topologischer Daten sind die geodätischen und photogrammetrischen Verfahren zu nennen. Mit Hilfe dieser Verfahren können neben der geometrischen Form des Baukörpers auch Sachdaten erfaßt werden. Weitere originäre Erfassungstechniken sind Erhebungen oder Registrierungen, die überwiegend zur Erfassung von Sachdaten eingesetzt werden. Da die Sachdaten oft einen räumlichen Bezug haben, ist bei der Erfassung sicherzustellen, daß eine Verknüpfung der Daten mit der Gebäudegeometrie hergestellt werden kann.

6.1. Geodätische Verfahren

Allen geodätischen Verfahren ist gemeinsam, daß die Objektgeometrie durch die Aufmessung diskreter Punkte auf der Objektfläche bestimmt wird. Neben den Koordinaten der Punkte können zusätzlich topologische Informationen erfaßt werden, und es kann eine Objektbildung vor Ort durchgeführt werden. Die Verfahren liefern digitale Daten, die ohne großen Nachbearbeitungsaufwand in das Gebäudeinformationssystem übernommen werden können. Die geodätischen Verfahren werden ferner zur Bestimmung von Anschlußpunkten eingesetzt. Über diese wird ein einheitlicher Raumbezug der erfaßten geometrischen Daten hergestellt. Zur Bestimmung von Paßpunkten für die photogrammetrischen Verfahren sind sie unerlässlich.

Nach der Art der erfaßbaren geometrischen Daten kann eine Klassifizierung der Verfahren vorgenommen werden. Man unterscheidet zwischen Verfahren zur:

- gleichzeitigen Bestimmung von Lage und Höhe
- Lagebestimmung
- Höhenbestimmung.

Es können aber auch Verfahren miteinander kombiniert werden; dabei ist sicherzustellen, daß bei der Verknüpfung der Ergebnisse eine eindeutige Zuordnung vorgenommen werden kann.

Da Gebäudeinformationssysteme im Idealfall die Geometrie des Gebäudes in dreidimensionaler Form und die zugehörigen Sachdaten beschreiben, werden überwiegend die Verfahren der gleichzeitigen Bestimmung von Lage und Höhe zur geometrischen Datenerfassung eingesetzt. Es werden bevorzugt die tachymetrischen Verfahren gewählt, da diese einfach zu handhaben sind. Ferner gehören heute Totalstationen mit zugehörigen Registriereinheiten zum alltäglichen Handwerkszeug eines zweckgerecht ausgestatteten Vermessungsbüros.

Die registrierenden Verfahren der elektrooptischen Tachymetrie ermöglichen ein objektcodierendes Arbeiten bei der Datenerfassung. Den Datensätzen der angemessenen Punkte werden zugehörige Objektschlüssel zugewiesen, und nach Ableitung der Koordinaten aus den Beobachtungen können diese direkt in das Informationssystem übernommen werden. Die so gewonnenen Daten müssen bei der Übernahme in das Informationssystem nur in geringem Umfang nachbearbeitet werden.

Durch den Einsatz elektronischer Theodoliten, die mit Erfassungsrechnern gekoppelt sind, kann ein automatischer Datenfluß realisiert werden. Wenn die Theodoliten gleichzeitig mit einem Erfassungsrechner gekoppelt sind, können die Meßdaten schon bei der Aufnahme kontrolliert werden. Wie auch bei den tachymetrischen Verfahren ist eine objektcodierende Datenerfassung möglich.

6.2. Photogrammetrische Verfahren

Als Photogrammetrie wird eine Meß- und Auswertemethodik bezeichnet, bei der die Lage, Form und Grösse räumlicher Objekte aus photographischen oder digitalen Bildern bestimmt werden. Im Gegensatz zur geodätischen Meßtechnik werden die Objekte nicht direkt, sondern indirekt über deren Abbildungen vermessen. Die Abbildungen werden photographisch durch Filmkameras oder opto-elektronisch durch digitale Kameras erzeugt.

Der Einsatz photogrammetrischer Verfahren ist immer dann sinnvoll, wenn größere Punktmengen dreidimensional bestimmt werden sollen. Die Vorteile der Photogrammetrie basieren vor allem auf folgenden Eigenschaften:

- Der Zeitaufwand der Messungen vor Ort ist gering und hängt im wesentlichen von der Anzahl der Aufnahmen ab.

- Die Aufnahmestandpunkte sind weitgehend frei wählbar, es kann relativ flexibel auf die Aufnahmesituationen vor Ort eingegangen werden.
- Die Objekte werden berührungsfrei vermessen, auch unzugängliche Objekte können mit einem geringen Meßaufwand bestimmt werden.
- Es werden dreidimensionale Objektpunktkoordinaten bestimmt.
- Die Objekte werden simultan durch beliebig viele Punkte auf der Objektoberfläche erfaßt.
- Es kann eine weitgehend homogene Genauigkeit für die aufgenommenen Objekte erzielt werden.
- Der Objektzustand wird durch die Belichtung der Aufnahme dokumentiert, Nachmessungen bedürfen i.a. keiner Neuaufnahme.
- Bei der Auswertung werden Objekte gebildet, daher können die Ergebnisse i.a. ohne Nachbearbeitungsaufwand in das Informationssystem übernommen werden.

In Bezug auf die Datenerfassung für Gebäudeinformationssysteme besitzen die photogrammetrischen Verfahren folgende Nachteile:

- Der Auswertungsaufwand ist gegenüber den geodätischen Verfahren sehr hoch, wenn wenige Punkte zu bestimmen sind. Deshalb ist der Einsatz der Photogrammetrie nur dann sinnvoll, wenn viele Objektpunkte zu bestimmen sind, die mit relativ wenigen Aufnahmen erfaßt werden können.
- Zum Anschluß der Aufnahme an das Koordinatensystem des Informationssystems müssen Paßpunkte i.d.R. mit geodätischen Meßverfahren bestimmt werden.
- Die aufzunehmenden Objekte müssen ausreichend und möglichst gleichmäßig ausgeleuchtet sein, gerade bei Aufnahmen im Inneren von Gebäuden ist oft ein hoher Beleuchtungsaufwand erforderlich.

Eben die Nahbereichsphotogrammetrie und deren spezielle Anwendung in der Architekturaufnahme hat in den letzten Jahren einen deutlichen Aufschwung durch benutzerfreundliche und kostengünstige Aufnahme- und Auswertesysteme erhalten.

Unter Ausnutzung des natürlichen stereoskopischen Sehvermögens des Menschen in Verbindung mit einer quantitativen Messung werden mit Hilfe der Stereophotogrammetrie aufgenommene Objekte dreidimensional rekonstruiert. Jedem Auge eines menschlichen Beobachters wird jeweils ein Bild eines Stereobildpaares dargeboten. Im Sehzentrum des Beobachters werden homologe Partien beider Bilder zu einem plastischen, dreidimensionalen Modell verschmolzen. Für die Erzeugung eines Tiefeneindrucks wird vorausgesetzt, daß die Bilder des Objektes von zwei verschiedenen Standpunkten aufgenommen wurden.

Zur dreidimensionalen Ausmessung des so entstandenen virtuellen Modells werden zwei Meßmarken in den stereoskopischen Strahlengang eingespiegelt, die sich für den Betrachter zu einer virtuellen Raummarke verschmelzen. Durch Verschiebungen der beiden Meßmarken werden im Modellraum dreidimensionale Bewegungen der virtuellen Meßmarke generiert, so daß sich jeder beliebige Punkt

im Stereomodell anfahren läßt. Durch den Abgriff der Meßmarkenbewegungen können dreidimensionale Koordinaten im Modell gemessen werden (Abb. 2).

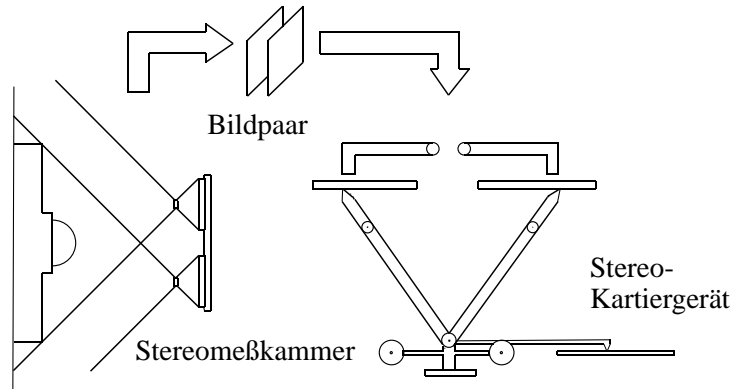


Abb. 2.

Der Einsatz digitaler Kameras für Aufnahmen in der Nahbereichsphotogrammetrie ist ein Gegenstand aktueller Forschungen. Bei diesen wird das Aufzeichnungsmedium Film durch einen Halbleiter-Flächensensor, einen sogenannten Charge Coupled Device (CCD) ersetzt, der aus einem Flächenarray lichtempfindlicher elektro-optischer Detektoren besteht. Die Aufzeichnung der Bildinformationen erfolgt digital in Form einer Grauwertmatrix. Die Bildauflösung wird stark vom Abstand und der Anzahl der lichtempfindlichen Zellen auf dem Flächensensor bestimmt. Heute übliche CCD-Kameras besitzen Sensor-Chips mit einer Auflösung von 1012×1524 Pixeln. Bei einer Pixelgröße von $9 \times 9 \mu\text{m}$ und unter Einsatz von Bildverarbeitungsalgorithmen zur automatischen Punktvermessung sind hiermit bereits heute Genauigkeiten von etwa $1 \mu\text{m}$ in den Bildkoordinaten erreichbar. Die Kombination eines Digitalen Stereometrischen Systems mit einer Einrichtung zur digitalen Datenaufnahme, z.B. einer Stereokammer in CCD-Technik, führt zu einem rein digitalen photogrammetrischen Aufnahme- und Auswertesystem, wie es in Abb. 3 skizziert ist.

7. Sekundäre Erfassungsmethoden

Die sekundären Erfassungsmethoden greifen auf bereits erfaßte Daten eines Gebäudes zu, die in analoger oder digitaler Form aufbereitet wurden, und verarbeiten diese so weiter, daß sie in das Gebäudeinformationssystem übernommen werden können. Da bei der Primärerfassung oft nur die Daten erfaßt wurden, die dem jeweiligen Anwendungszweck dienen, ist der Informationsgehalt der dabei entstandenen Vorlagen für eine Sekundärerfassung geringer als bei einer Primärerfassung. In vielen Fällen sind die Erfassungsmethoden der vorliegenden Daten nicht bekannt, und es

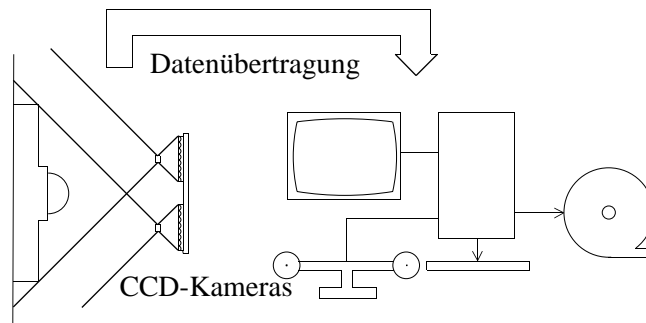


Abb. 3.

können nur eingeschränkte Genauigkeitsaussagen gemacht werden.

Wenn die Gebäudegeometrie aus analogen Plänen erfaßt wird, hat der Maßstab der Vorlage einen großen Einfluß auf die geometrische Genauigkeit und den Detailgrad der Daten. Mit kleiner werdendem Maßstab nimmt auch die erzielbare geometrische Genauigkeit der übernommenen Daten ab. Ebenso wird der Detaillierungsgrad der Pläne geringer, da sich kleinförmige Objektausprägungen vielfach nicht mehr darstellen lassen und im Zuge einer zeichnerischen Generalisierung bei der Planerstellung vernachlässigt werden.

In analogen Plänen lassen sich die geometrischen Sachverhalte lediglich zweidimensional darstellen. Für den Aufbau eines homogenen dreidimensionalen Datenbestandes als Idealfall eines geometrischen Grundgerüsts für ein Gebäudeinformationssystem eignen sich die Übernahmeverfahren aus analogen Plänen nur bedingt. Wenn jedoch beim Aufbau eines Gebäudeinformationssystem zunächst nur geschoßbezogene, zweidimensionale Daten erforderlich sind, spielen die sekundären Erfassungstechniken eine bedeutende Rolle, da sie i.a. kostengünstiger als Neuerfassungen sind. Sie werden überwiegend für bestehende Gebäude eingesetzt, für die schon vielfältige Daten vorhanden sind.

7.1. Manuelle Digitalisierung

Die manuelle Digitalisierung ist die bisher noch überwiegend eingesetzte sekundäre Erfassungsmethode für den Aufbau von Gebäudeinformationssystemen. Die Daten werden auf der Grundlage maßstäblicher Pläne, die auf einem Digitalisieretisch eingerichtet werden, erfaßt. Für eine Transformation der Tischkoordinaten in das Koordinatensystem des Informationssystem werden mindestens zwei koordinatenmäßig bekannte Punkte benötigt, die mittels einer Cursorlupe in der Planvorlage angemessen werden können. Im allgemeinen werden jedoch mehr als zwei koordinatenmäßig bekannte Punkte angemessen, um eine überbestimmte Transformation durchführen zu können. Ferner bietet sich bei mehreren Punkten die Möglichkeit,

unterschiedliche Verzerrungsparameter in den Koordinatenrichtungen mittels einer Affintransformation zu bestimmen.

Die Koordinatentransformation kann sowohl direkt bei der Digitalisierung der Objektpunkte als auch nach der vollständigen Erfassung aller im Plan enthaltenen Objekte durchgeführt werden. Im allgemeinen wird die direkte Transformation bevorzugt, da die so ermittelten Koordinaten für den Operator anschaulicher sind und dadurch die Fehleranfälligkeit der Digitalisierung verringert wird.

Neben der Erfassung der geometrischen Grundstruktur des Gebäudes können mittels manueller Digitalisierung auch Sachdaten, die einen räumlichen Bezug besitzen, erfaßt werden.

7.2. Automatische Digitalisierung

Bei der automatischen Digitalisierung werden graphische Vorlagen mit einem Scanner punktuell abgetastet und in eine Matrix einzelner Rasterpunkte mit definierten Grauwerten überführt. Die so gewonnenen Daten sind weder topologisch noch objektweise strukturiert. Zur Objektbildung und zur Verknüpfung der Daten mit den Sachdaten ist eine Konvertierung vom Raster- in das Vektordatenformat erforderlich. Hierzu werden Mustererkennungsprogramme eingesetzt, die auf der Grundlage vorgegebener Schemata Objekte im Rasterbild identifizieren und unter gleichzeitiger Objektbildung eine Konvertierung in das Vektorformat vornehmen.

Die derzeit angebotenen Mustererkennungsprogramme setzen einfache Vorlagen voraus, die regelmäßige Geometrien, geringe Symbolik und einheitliche Objekttypen beinhalten. Die Vorlagen sollten eine hohe graphische Qualität besitzen, um eine einwandfreie, automatische Erkennung zu ermöglichen. Da die zuvor genannten Voraussetzungen bei Bestands- oder Werksplänen oft nicht gegeben sind, erscheint die automatische Digitalisierung derzeit zur Datenerfassung für Gebäudeinformationssysteme nicht geeignet. Die Entwicklung leistungsfähiger Mustererkennungsprogramme ist Gegenstand der aktuellen Forschung, so daß in Zukunft mit leistungsfähigeren Programmen gerechnet werden kann, die eine automatische Digitalisierung zur Datenerfassung auch für Gebäudeinformationssysteme ermöglichen.

8. Anforderungen an die Funktionsfähigkeit eines Gebäudeinformationssystems

Ein Gebäudeinformationssystem hat in integrativer Form Informationen zu Gebäuden in dem Umfang vorzuhalten, der den Anforderungen der Anwender an ein solches System gerecht wird. Das System muß in der Lage sein, Informationen nach freien Kriterien zu selektieren und zu kombinieren. Der Kern eines Gebäudeinformationssystems ist somit das Objekt als kleinster im Datenbestand abrufbarer Gebäudebestandteil mit seinen einzelnen attributiven Informationen.

Wie in *Abb. 4* dargestellt, sind diese Objekte mit Hilfe der Basissoftware und der Datenbank abgelegt. Alles umgebend gilt die Kommunikation als Austauschebene zwischen den Objekten und den Anwendungen, die in den Methoden/Funktionen definiert sind und mit Hilfe der Benutzeroberfläche ausgeführt werden können.

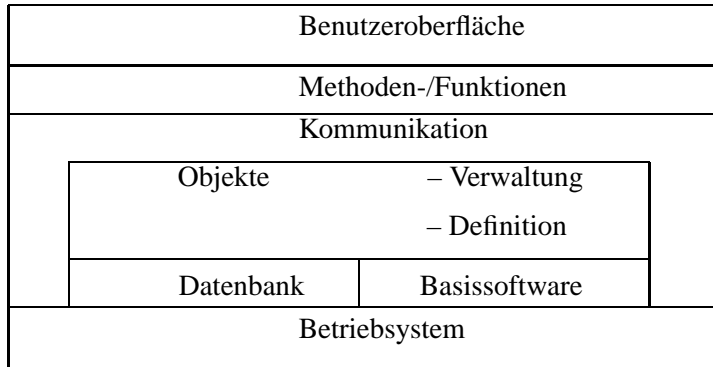


Abb. 4.

Die Funktionsfähigkeit eines Gebäudeinformationssystems hängt somit von der Funktionsfähigkeit dieser Komponenten ab. Die Anforderungen an ein Gebäudeinformationssystem können nicht auf kurzfristige Ziele ausgerichtet sein, sondern müssen der Lebensdauer des Gebäudes und dessen Daten Rechnung tragen. Hard- und Software können somit in der Formulierung von Anforderungen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Literatur

- [1] BALÁZS L.: A számítógépes adatállományhoz kapcsolódó néhány elvi kérdés. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1989.
- [2] BALK, F.: Neue Wege zeichnerischer Dokumentation in der Denkmalpflege. Trigomat, Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, 1991.
- [3] BERENCZEI, R.: A HUNGIS a felsőoktatásért. *Térinformatika*, Budapest, 1992.
- [4] BERÉNYI, A.: Digitális földmérési alaptérkép készítési munkák. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1990.
- [5] DETREKŐI, Á. – SZABÓ, GY.: Bevezetés a térinformatikába. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1995.
- [6] DREKOPF, N.: Einsatz der graphischen Datenverarbeitung bei der Dokumentation von Industrieanlagen. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1988.
- [7] ELEK, I.: A térinformatikai rendszerek tervezése. *Térinformatika*, Budapest, 1991.
- [8] GARSTKA, H.: Datenschutz im Vermessungswesen. Einige grundlegende Aspekte des Datenschutzes. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1988.
- [9] HAAS, W.: CAD-Datenaustausch-Knigge: STEP-2DBS für Architekturen und Bauingenieure. Springer Verlag, Berlin, 1993.

- [10] KARNER, G.: Informationssystemen in Industrie und Großanlagenbau. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1986.
- [11] KIS PAPP, L.: A geodézia, fotogrammetria és távérzékelés szerepe az Építmény-térinformációs Rendszer kialakításában. *Országos Térinformatikai Konferencia*, Szolnok, 1996.
- [12] KIS PAPP, L.: Korszerű fotogrammetriai eljárások az Építmény-térinformációs Rendszer létrehozásához. *Műemlékvédelem*, Budapest, 1998.
- [13] KNOLLMAN, J.: Gedanken zur Gebäudedatei. *Mitteilungsblatt Vermessungsamt*, Hamburg, 1988.
- [14] MAIHACK, ST.: Schnittstellentools für neutrale CAD Schnittstellen. CAD-CAM Report, 1994.
- [15] MAGUIRE, D.J.: Geographical Information System: Principles and Application. London, 1991.
- [16] MÁRKUS, B.: A földrajzi információs rendszerek várható fejlődése. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1989.
- [17] MIHÁLY, SZ.: A hazai földmérés és térképészet helyzetelemzése. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1992.
- [18] MÜLLER, V.: Überwachung und Erhaltung von Industrieanlagen – auch ein Betätigungsfeld für den Vermessungsingenieur. BA-Wü., 1990.
- [19] NIKLASZ, L.: Településirányítási műszaki információs rendszer tervezésének, kialakításának kérdései. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1990.
- [20] NIKLASZ, L.: A térinformatikai rendszerek fejlődésének irányai. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1993.
- [21] PAPP-VÁRY, A.: A földrajzi információs rendszerekről. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1990.
- [22] POMASKA, G.: ROLLEIMETRIC – ein Systemkonzept für photogrammetrische Ingenieurwendungen. *Bildmessung und Luftbildwesen*, 1988.
- [23] RÁTKAINÉ FÖLDVÁRI, Á.: Térinformatikai rendszerekkel kapcsolatos feladataink. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1993.
- [24] REMETÉY-FÜLÖPP, G.: Az európai térinformatikai szolgáltatási törekvések. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1992.
- [25] RINNER, H.: Der Ziviltechniker als Sammler digitaler Datensätze. *BDVI- Forum*, 1992.
- [26] RUNNE, H.: Gebäudeinformationssysteme-Integrationswerkzeuge für Planung, Bau, Unterhaltung und Nutzung von Gebäuden. *Festschrift für Bodo Schrader zum 65. Geburtstag. Geodätische Schriftenreihe der Technischen Universität Braunschweig*, 1994.
- [27] SÁRKÖZY, F.: Modelling of Scalar Fields Represented by Scattered 3D-Points. *Periodica Polytechnica*, Budapest, 1992.
- [28] STAUDINGER, J.: TÉRINFORM interaktív változásvezetési modul. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest 1991.
- [29] SCHRADER, B.: Ingenieurgeodätische Beiträge zur Schaffung von Gebäudeinformationssystemen. *FIG XX. International Congress, Melbourne*, 1994.
- [30] SZABÓNÉ SZALÁNCZI E.: A térképi elemek objektum- és tulajdonságstruktúrája. *Térinformatika*, Budapest, 1993.
- [31] SZABÓ, SZ.: Térinformatika az önkormányzatoknál. *Térinformatika*, Budapest, 1991.
- [32] TÁNCZOS, L.: Adatbázis és adatmodell. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1992.
- [33] TIKÁSZ, E.: Regionális Területi Információs Rendszer. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1992.
- [34] WESTER – EBBINGHAUS, W.: Photogrammetrische Systeme in der industriellen Meßtechnik. Geodätische Meßverfahren im Maschinenbau, *Schriftenreihe des DVW*. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1992.
- [35] WITTE, B.: Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1992.
- [36] WOYTOWICZ, D.: A Photogrammetric Evaluation System for Digital Images. Optical-3-D Measurement Techniques II. Zürich/Schweiz. Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe, 1993.
- [37] ZSÁMBOKI, S.: A digitális ingatlankezelés jelentősége és szerepe. *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 1991.