

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 89 (1991)

**Heft:** 8

**Artikel:** Verteilte räumliche Datenbank der Stadt Zürich : 3. Teil : Der Wirkungsgrad des Vermessungsinformationssystems

**Autor:** Smehil, G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234598>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Verteilte räumliche Datenbank der Stadt Zürich

### 3. Teil: Der Wirkungsgrad des Vermessungsinformationssystems

G. Smehil

Die Stadt Zürich hat 1985 ein Projekt unter dem Namen «Ingenieurdatensystem Vermessung und Werkkataster» (IVW) gestartet, das zum Ziel hatte, die Problematik der räumlichen Daten in der städtischen Verwaltung mit Computermitteln vollständig zu lösen. Im 1990 passierte das Projekt den Kulminationspunkt, indem eine distribuierte (verteilte) Datenbank für räumliche Daten implementiert und in einer produktiven Umgebung eingeflochten wurde. Die digitalen Grundkatasterdaten stehen auch den Benutzern ausserhalb des Vermessungsamtes zur Verfügung: durch den On-line-Anschluss an das Netzwerk können sie den Grundkataster direkt ansprechen.

Das interdisziplinäre Projekt IVW umfasste mehrere Phasen, auf die in drei separaten Teilberichten eingegangen wird: Aufbau der Hardware-Basis, die Datenaufbereitung und der Aspekt der räumlichen Datenbank.

Der erste Teil der Artikelserie befasste sich mit der historischen Entwicklung des Vermessungswerkes in der Stadt Zürich sowohl im Vermessungsamt, als auch bei den Industriellen Betrieben. Ferner wurde die Zielsetzung, das Konzept, der Verlauf und der Zustand beim Abschluss des IVW-Projektes aufgezeigt.

Im zweiten Teil wurde die Projektphase «Umtransformation» vorgestellt. Durch die Umtransformation, die innerhalb des Vermessungsamtes als das Projekt «Vereinheitlichung der Koordinatensysteme in der Stadt Zürich» bezeichnet wurde, entstand eine einheitliche geodätische Basis mit hoher Genauigkeit und Homogenität. Sie bildet eine hochqualitative Grundlage für den Aufbau des digitalen Grundkatasters im Vermessungsamt und für verschiedene andere digitale Kataster in mehreren städtischen Organisationen.

Im dritten und letzten Teil wird das Vermessungsinformationssystem sowie sein Wirkungspotential innerhalb und ausserhalb des Vermessungsamtes vorgestellt. Weiter werden die Grenzen zwischen IVW und RAV und eine Schlussfolgerung gezogen.

*En 1985 la ville de Zurich a mis en route un projet sous le nom de «Ingenieurdatensystem Vermessung und Werkkataster» (IVW) ayant pour but de résoudre entièrement le problème des données à référence spatiale dans l'administration à l'aide de l'ordinateur. Ce projet d'envergure atteignait son point culminant en 1990, du fait qu'il offrait une base informatique pour des données géographiques et qu'il entraînait dans une phase productive. Le service des mensurations de la ville de Zurich offre aux autres services non seulement ses données, mais il leur permet également de se relier directement à son réseau.*

*Ce projet interdisciplinaire englobait plusieurs phases, qui elles-mêmes tenaient compte des différents aspects du problème: développement des systèmes de communications et d'ordinateurs, de la préparation des informations et des données à référence spatiale. Pour faciliter une vision globale de ce projet, les différents aspects seront traités séparément dans des exposés.*

*Dans la première partie, il était question de l'historique du développement du cadastre dans la ville de Zurich, ceci autant au service des mensurations que dans les différents services industriels ainsi que le but, le concept, et l'état actuel du projet IVW.*

*Dans la deuxième partie était présentée la phase «retransformation», laquelle sert de base à un cadastre informatisé sur toute la ville et qui solutionne les aspects géodésiques du projet IVW. Par cette phase du projet, appelée «unification des systèmes de coordonnées» au service des mensurations, il en résulte un cadastre informatisé de hautes précision et homogénéité.*

*Dans la troisième et dernière partie seront présentées les premières expériences ainsi que les nouvelles possibilités du groupement informatique. On pourra esquisser, en plus de l'effet synergique positif des réalisations «IVW», une évaluation de la partie «mensuration» à partir des expériences réalisées. Des parallèles seront tirés avec le projet national REMO.*

### 1. Computerverbund im Vermessungsamt

#### 1.1 Hardware

Bei der Computerinbetriebnahme ist es notwendig zu versuchen, das neu angeschaffte System so rasch wie möglich der Produktion zuzuführen, jedenfalls bevor es veraltet. Da es sich meistens um hohe Investitionen handelt, sollte auch die Amortisierungsdauer, unberührt von der rasenden Entwicklung in der Elektronik, möglichst lange sein. Aber nicht nur die EDV-Ersteinführung stellt den Benutzer vor diese schwierige Aufgabe; auch die Ablösung eines vorhandenen, mit mehreren Softwareschichten und grossen Datenmengen beladenen Computersystems, stellt eine beträchtliche Herausforderung dar.

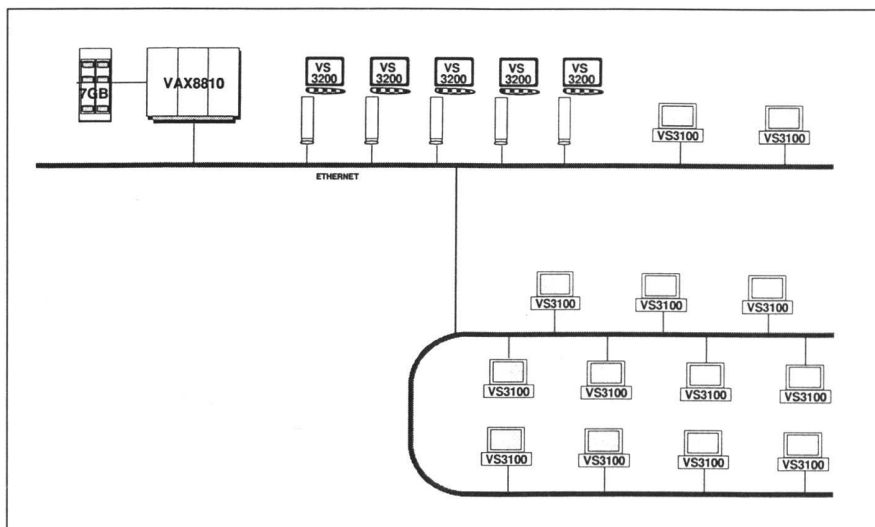
Eine der imperativen Massnahmen bei einer Systemanschaffung, welche die erwähnten Schwierigkeiten lindern kann, ist die Berücksichtigung der Systemmodularität. Computersysteme im Vermessungswesen bestehen meistens aus mehreren, von verschiedenen Herstellern stammenden Komponenten. Bei der Wahl des PDP-basierten INFORMAP-Systems im Vermessungsamt der Stadt Zürich (VAZ) im Jahre 1981 konnte dieses Kriterium nicht genügend beachtet werden; damalige Systeme wurden entsprechend untransparent gebaut und sogar mit speziellen Hardwareteilen ausgerüstet.

Erst das installierte Nachfolgesystem INFORMAP III ist modular. Der Hersteller, die Firma Synercom Technology Inc., Texas USA, stellte Mitte der 80er Jahre den Hardwarebau ein und konzentrierte sich ausschliesslich auf die Software-Entwicklung. Als Hardwarebasis benutzte man die Produkte der Firma Digital Equipment Corporation (DEC), die untereinander kompatibel sind; lokales Netzwerk, Computer, Workstations und die peripheren Geräte. Somit ist es im VAZ heute möglich, einzelne Systemteile auszutauschen, ohne dass das ganze System ersetzt werden müsste.

Ein Baustein im Zürcher Computerverbund ist ein Hardware-Modul (siehe IVW-Modul im 1. Teil und Abb. 1).

Im VAZ besteht es aus einem lokalen Netzwerk, das durch alle Amtsräumlichkeiten gelegt ist. Das Netzwerk basiert auf dem Protokoll 802.3 (Ethernet), mit welchem eine theoretische Datenübertragungsgeschwindigkeit von 10 Megabit/sec erreicht werden kann. Praktisch werden zwischen 25–50% dieser Leistung erzielt, was immerhin die Übertragung von 12 ha eines vollnumerischen Operates unter einer Minute gewährleistet.

Das Netzwerk begünstigt ausserdem eine bessere Ausnutzung der Büroräumlichkeiten, da die Arbeitsplätze und peripheren Geräte an beliebigen Orten, insbesondere



**Abb. 1: Konfiguration VAX.**

direkt am Arbeitsplatz aufgestellt werden können.

Der Server, ein VAX/8810-Computer, steht in einem fensterlosen Raum und bedarf (noch) einer Luftkühlung. Er hat eine Leistung von 6 VUPS [1]. Der 8810 kam vor drei Jahren auf den Markt und es war der erste Multiprozessor-Rechner der Firma DEC mit einem sogenannten «symmetrischen Processing». Durch den Einbau von weiteren Prozessoren lässt sich seine Leistung vervierfachen. Im VAX wurde er im Jahre 1988 aufgestellt und diente bis zur Produktionsumstellung im Frühjahr 1991 als Software-Entwicklungsplattform. Weiter wurde er für eine schleichende Übernahme der PDP-Applikationen und -Daten verwendet. Für die bevorstehende Datenerfassung ist er mit über 100 Megabyte Hauptspeicher und sieben Gigabyte Speicherraum genügend ausgerüstet.

Die 20 Ingenieur-Workstations sind Standardgeräte der Firma DEC, VS3200 und VS3100. Sie sind mit je 16 Megabyte Arbeitsspeicher und einer lokalen Disk ausgerüstet. Diese graphischen Arbeitsplatzrechner haben zum Teil eine höhere Leistung als der Server selber; der Ingenieur verfügt somit am Arbeitsplatz sowohl für die Display-Operation, als auch für diverse Ingenieur Anwendungen über eine genügende Rechenleistung. Die produktiven Einsatzbereiche dieser Hardware liegen in der Nachführung der Grundbuchvermessung, der Neuvermessung, der digitalen Datenausgabe und neu ansatzweise auch in der Kartographie. Die Software-Entwicklung sowie die Ausbildung der Mitarbeiter Innen sind weitere abzudeckende Infrastrukturbereiche. Ein wesentlicher Teil der Kapazität ist für die Vervollständigung des digitalen Katasters vorgesehen.

Die Peripherie-Geräte wurden vom alten System übernommen und nur unwesentlich ausgebaut. Dank der Modularität, die ein Netzwerk bietet, können sie von den

neuen Anlagen direkt angesteuert werden. Es sind etwa 40 Terminals, 30 Drucker, 10 GRE-Anschlüsse sowie zwei Präzisionsplotter TA2 der Firma Leica und ein Calcomp-Checkplotter für Kontrollzeichnungen.

Das beschriebene Netzwerkmodul stellt eine der möglichen Konfigurationen dar. Das VAX hat es bei der Anschaffung auf seine Aufgaben abgestimmt, es ist aber jedem Anwender freigestellt, seinen Modul individuell zu gestalten. Schon eine einzige Workstation kann bereits ein selbständiges Computerverbund-Modul bilden. Andererseits können Module mit einer hundertfachen Leistung des VAX-Systems aufgestellt werden.

Zur Zeit wird dieses Werkzeug nur im VAX produktiv eingesetzt. Es ist aber eine Frage der Zeit, bis mehrere Verwaltungs-

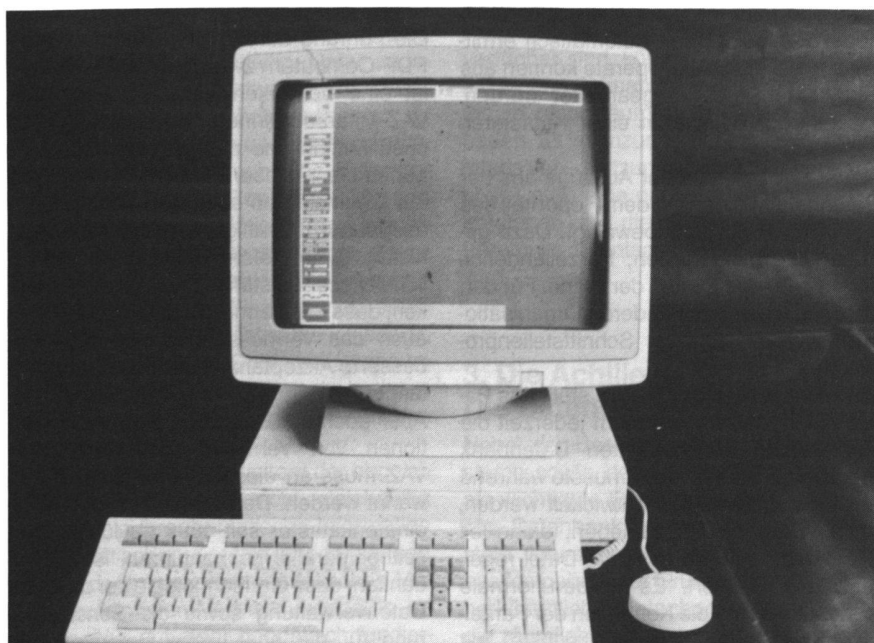
stellen ihre Aufgaben mit ähnlichen Modulen bewältigen; gemäss einer Untersuchung der Stadt Burnaby in Kanada sind etwa 70% aller Daten in einer Kommunalverwaltung raumbezogen. Andere Schätzungen kommen sogar auf einen Anteil von 80–90%. Und in [MA5/1] können wir nachlesen: «Die Fähigkeit, Datensätze leicht gemeinsam zu teilen, ist wahrscheinlich der einzige und zugleich der wichtigste Aspekt in der heutigen GIS-Welt.»

Durch die Aufspaltung der Datenproblematik in einzelne thematische Teilbereiche und ihre Abbildung in selbständige Hardware-Module sowie durch die Bereitstellung des Grundkatasters inklusive der Eliminierung der Nachführungsproblematik konnte auch die organisatorische Komplexität der Stadtverwaltung bewältigt werden. Das begrenzte Wachstumspotential, eine der grössten Schwachstellen von Grossrechenzentren, ist in dieser Systemarchitektur nicht gegeben.

## 1.2 Software

Die Software basiert auf dem Betriebssystem VAX/VMS der Firma Digital Equipment Corporation (DEC) und der räumlichen Datenbank INFORMAP III der Synercom, Texas, USA. Auf diesen beiden Produkten ist die Applikationsschicht des Vermessungsinformationssystems (ASVIS) aufgebaut.

Sowohl das Betriebssystem als auch die räumliche Datenbank haben ihre Vorgänger im Betriebssystem PDP/RX11M und der PDP/INFORMAP-Datenbank. Diese Produkte wurden im VAX anfangs der 80er Jahre angeschafft und bis Frühling 1991 produktiv genutzt; neben der laufenden Nachführung der Parzellarvermessung wurde auf dieser Basis auch die Altstadt-



**Abb. 2: VAX-Workstation VS3100.**

Neuvermessung links der Limmat und die Umtransformation durchgeführt (siehe 2. Teil).

Die neue Softwarebasis erlaubt dem VAZ die ASVIS auszubauen. Die massiv erhöhte Rechenkapazität erlaubt, im Gegensatz zum früheren System, die Aufstockung neuer Applikationen und auch die Programmierung bedienungsfreundlicher Benutzerschnittstellen, ohne dass die Antwortzeiten (response time) zunehmen. Dieser Leistungszuwachs kommt dem Bedienungskomfort und der Erhaltung der Datenqualität zugute.

Ein wichtiger Aspekt der neuen Software besteht auch in der Betriebssicherheit. Während die alte Software vollständig offen und gegenüber Fehleingriffen ungeschützt war, stellt die neue Basis zahlreiche Sicherheitsmechanismen zur Verfügung. Gemäss der Sicherheitsnormen des Verteidigungsministeriums der USA ist VMS eines der sichersten Betriebssysteme überhaupt. Aber auch INFORMAP III bietet dem Benutzer zusätzliche Möglichkeiten, unabhängige Sicherheitsmassnahmen zu implementieren.

Die Applikationsschicht des Vermessungsinformationssystems ASVIS besteht aus verschiedenen funktionellen Teilen, die voneinander unabhängig entwickelt, jetzt aber ansatzweise integriert wurden.

Die Nachführungssoftware unterstützt den Mutationsablauf in der Grundbuchvermessung; Mutationseröffnung, Konstruieren neuer Linien, Flächendeckungskontrolle, Mutations-Validierung oder -Storno sowie die Mutationshierarchie sind implementiert. Die interaktive Punktberechnung und die Digitalisierung neuer räumlicher Objekte sind selbstverständlich auch vorhanden.

Unter dem Projektnamen «Dateninput & Check» wurde der Datenfluss zwischen Büro und Feld realisiert. Die Koordinaten neuer Punkte werden automatisch ermittelt und validiert. Alte Operate können aus Feldbüchern neu aufgearbeitet werden, wie es zum Beispiel in einer Katastererneuerung der Fall ist.

Die Auswertungen oder Auszüge aus der Datenbank werden mit dem Reportteil des INFORMAP-Systems bewältigt. Dazu gehören Koordinatenlisten, Parzellendefinitionen oder das Plotten der Pläne. Für den Datenaustausch mit anderen Organisationen werden diverse Schnittstellenprogramme eingesetzt.

Ein wichtiger Teil des ASVIS stellt das Paket VERIF dar, mit welchem jederzeit die Überprüfung der gesamten Datenbank möglich ist. Dieses Paket musste während der Umtransformation entwickelt werden, um die Datenqualität zu heben, (siehe Teil 2). Seither wird die gesamte Datei regelmässig kontrolliert. Es werden formale Kontrollen sowie die Kontrollen der Parzellarvermessungsdaten (Grenzpunkte) mit Parzellendefinitionen sowie die Flächen-

deckung durchgeführt. Obwohl noch nicht alle Prüfmöglichkeiten ausgeschöpft sind, illustrieren die 30 Stunden Rechenzeit (mit einer VAX8810!), die zu einer einmaligen Überprüfung des gegenwärtigen Datenbestandes notwendig sind, sehr eindringlich die typischen Probleme bei der Verwaltung von räumlichen Daten.

### 1.3 Daten

Zur Zeit werden die Daten der Parzellarvermessung computerunterstützt verwaltet. Mit der Ausnahme von 77 ha (Altstadt rechts der Limmat), die in den kommenden Jahren neu vermessen werden, sind über die ganze Stadtfläche Grenzpunkte, Parzellen und Baulinien vorhanden. Der geschätzte Lagemittelfehler dieser Elemente liegt um die  $\pm 3,5$  cm, entsprechend der in der Umtransformation formulierten zugelassenen Genauigkeit der Passpunkte (siehe Teil 2).

Sowohl während der bereits durchgeführten Umtransformation, als auch während den kommenden Digitalisierungsarbeiten wurden, beziehungsweise werden Gebiete mit einer überproportionalen Spannung lokalisiert. Bei einem aufmerksamen Mutationsvorgehen darf vermutet werden, dass die innere Genauigkeit und Homogenität des ganzen Operates sukzessiv verbessert wird.

Die Altstadt rechts der Limmat wird in den nächsten Jahren neu vermessen. Das Fixpunktnetz ist in diesem Gebiet bereits erstellt, so dass etwa 10 Anschlusspunkte (Triangulationspunkte V. Ordnung) pro ha vorliegen. Links der Limmat ist die Altstadt bereits neu vermessen worden; der Projektabschluss ist für das nächste Jahr geplant. In diesem 95 ha grossen Gebiet liegen die geodätisch bestimmten Punkte in der Dichte von etwa 400 Punkte/ha – Parzellen, Häuser, Situation und so weiter – vor.

Die Führung der digitalen Daten mit den PDP-Computern zwischen 1984 und 1991 ist eine bemerkenswerte Leistung aller VAZ-MitarbeiterInnen. Auch mit schwachen Mitteln und mangelhafter Software haben sie in dieser Zeitperiode die digitalen Originaldaten sukzessiv nachgeführt, ausgebaut, bereinigt, verbessert, reorganisiert, umtransformiert und vereinheitlicht. Dieser Leistung ist es mit zu verdanken, dass das Vermessungsamt und damit auch das Vermessungswesen eine verbesserte Akzeptanz in der Stadt Zürich erlangte.

Aber auch die Leistung früherer Generationen von Vermessungsfachleuten im VAZ muss an dieser Stelle nochmals erwähnt werden. Dem Entscheid, den Koordinatenkataster seit 1896 zu führen und seither parallel nachzuführen, ist zu verdanken, dass die Technologie der digitalen Datenverwaltung sowie die Sensibilisierung für die analytische Datenverarbeitung und die damit verbundenen Pro-

bleme im Vermessungsamt vorhanden waren. Die Qualität der beinahe 100jährigen Datei erlaubte die Umtransformation mit Erfolg abzuschliessen. Obwohl die Überführung dieser Daten auf den Computer und die Gewährleistung des heutigen Qualitätsniveaus eine ausserordentliche Anstrengung in den letzten zehn Jahren bedingte, hätte man ohne die vorhandene Datengrundlage keine Möglichkeit gehabt, dies überhaupt zu tun.

## 2. Der Wirkungsgrad des Computerverbundes

### 2.1 VAZ-intern

Die volldigitale Verarbeitung der Vermessungsdaten ist im VAZ schon seit längerer Zeit zur Routine geworden. Die dauerhafte Führung der Katasterdaten mit einem Computer bedingte aber den Aufbau eines Rechenzentrums inklusive der notwendigen permanenten Infrastruktur. Der Gewährleistung der Daten- und Betriebssicherheit kam dabei eine hervorragende Bedeutung zu.

Der gegenwärtig befriedigende Zustand des digitalen Vermessungsoperates und ein Grossteil des heutigen VAZ-Erfolges ist der Beharrlichkeit und der Geduld seiner Mitarbeiter zuzuschreiben. Sie haben mit einem interaktiven System gearbeitet, das wenig bis keinen Benutzerkomfort bot und oft stark überlastet war. Situationen, in welchen die «interaktiven» Antwortzeiten im Minutenbereich lagen, waren nicht unüblich. Dies war auch nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass der PDP-Computer bis zu 40 Programme parallel verarbeiten musste. Seine Rechenleistung von etwa 0.5 MIPS (Maschineninstruktionen/sec.) entsprach einem heutigen PC/286-System.

Die entscheidende Veränderung betrifft die Pläne. Es ist gelungen, die Katasterdaten vom Datenträger – dem Papier oder Aluplatten – zu lösen. Die konsequent genutzte Kommunikationstechnik erlaubt es, diese Daten direkt über das Netzwerk und ohne Qualitätsverlust zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise müssen die Pläne (die materialisierte räumliche Information) nicht auf Vorrat produziert werden, sondern man überlässt es dem Anwender, seine eigenen Pläne zu gestalten und zu erzeugen. Abgesehen vom reduzierten manuellen Eigenaufwand kann auch die Kapazität von teuren Plottern eingespart werden. Der Plan kann in Zukunft nur noch als «Einweg»-Informationsübermittlung oder als ein Datenabgabemedium für diejenigen Benutzer gebraucht werden, welche keine eigene Datenverarbeitungsinfrastruktur besitzen. Unter diesen Voraussetzungen ist das systemimmanente Problem der Weitergabe von nicht-nachgeführten Plänen vollständig eliminiert. Einer



Nutzungsintensivierung der räumlichen Daten steht nichts mehr im Wege.

Im VAZ werden durchgehend die automatisierten Erfassungsgeräte GRE4 der Firma Leica eingesetzt. Vor den Aufnahmen werden die Anschlusspunkte von der räumlichen Datenbank in das GRE4-Gerät geladen; anschliessend werden die Messungen im Feld programmgesteuert registriert und nach dem Aufnahmenabschluss in die Datenbank zurückerespiziert. Zusammen mit einer automatischen Validierung der neuen Punktkoordinaten ist dieses Vorgehen sehr effizient, weil die restliche «manuelle» Arbeit am graphischen Bildschirm nur aus der Verbindung der benachbarten Punkten zu graphischen Objekten besteht.

Die Bauvermessung wird durch die neuen Methoden ebenfalls unterstützt. Neu projektierte Objekte können in digitaler Form aus der Datenbank «herausgelesen», in GRE4 geladen und anschliessend im Feld abgesteckt werden. Kontrollaufnahmen werden dann ähnlich einer Neuaufnahme behandelt; sie werden in die Datenbank eingelesen, ausgewertet und das Resultat mit dem Originalprojekt verglichen. Die Integration der Arbeitsabläufe wirkt sich auf die Arbeitseffizienz bei terrestrischen Methoden positiv aus.

Die räumlichen Daten können nebst der automatischen Planherstellung auf verschiedenste Systeme exportiert werden, zum Beispiel auf DOS- und UNIX-Rechner, Macintosh, Mini- und Grosscomputer. Es gibt eine Reihe von international akzeptierten Schnittstellen, zum Beispiel DXF (für AutoCAD) oder STI (für Intergraf-Systeme); ihre Anzahl wird in Zukunft laufend ausgebaut. Im vergangenen Jahr wurden die digitalen Daten in die Produktpalette des VAZ aufgenommen und seither mit Erfolg vertrieben. Solche «Offline»-Daten über das gewünschte Gebiet werden auf einer Diskette oder einem Magnetband abgegeben. Als Verrechnungsbasis dient die bezogene Fläche.

Grössere Benutzer können sich im VAZ on-line anschliessen. Sie greifen auf die Daten des Grundkatasters zu, um sie auf ihr eigenes System zu kopieren. Der Anschluss ist für diejenigen Benutzer von Vorteil, die einen eigenen spezialisierten Kataster führen möchten. Neben einer Jahresabonnement-Grundgebühr ist vorgesehen, die Anzahl der angeschlossenen Arbeitsplätze (Workstations) zu verrechnen. Während die digitalen Daten leicht nachzuführen (up-to-date) sind, bleibt die Frage der Nachführung der alten «manuellen» Unterlagen offen. So werden im VAZ nach wie vor die Originalpläne und die Originalplanpausen manuell aufgearbeitet, so wie auch die anderen Planwerke: Baulinienpläne, Baublätter, Notariatspläne, Handrisse, Übersichtspläne und der Stadtplan. Obwohl einige der Spezialplaninhalte im System schon erfasst sind (z.B.

die Baulinien), werden die parallelen Planwerke solange nachgeführt werden müssen, bis eine Vorschriftenrevision und eine umfassende Verbreitung von Informatikmitteln einen Verzicht auf ihre Führung erlauben.

Da ein produktionsreifes hochintegriertes Werkzeug für die Verwaltung der räumlichen Daten in Zürich bereits existiert, werden die kommenden Arbeiten am digitalen Kataster mit einem beschleunigten Tempo durchgeführt werden können. Zur Zeit werden diverse Erfassungsmethoden erschlossen. Für den «Digitalen Kataster», eine neue Abteilung des Vermessungsamtes, ist der Arbeitsvorrat für die nächsten Jahre geschaffen. Unter dem Einsatz aller verfügbaren Mittel und Methoden hofft man, spätestens bis zum hundertjährigen Jubiläum des Vermessungsamtes im Jahre 1996 den digitalen Grundkataster in der Stadt Zürich vollständig aufgebaut zu haben.

## 2.2 VAZ-extern

Die wichtigsten Abnehmer der Vermessungsdaten sind die industriellen Betriebe der Stadt Zürich. Sie führen ihre Leitungskatasterpläne seit der Jahrhundertwende auf der Basis der vom Originalplan abgeleiteten Baublätter und möchten nun ihre Ingenieurdaten in eine Datenbank speichern.

Die Nachführung der Leitungsinformationen in den etwa 80 Jahren alten Baublättern verursacht Probleme. Obwohl das geodätische Modell im VAZ und den Werken ursprünglich identisch war (vom Originalplan abgeleitete Planwerke zum Zeitpunkt der Ableitung), hat es sich während der 80 Jahre durch die Nachführungsarbeiten in jedem einzelnen Planwerk «verselbstständigt». Die Einflüsse für den Spannungszuwachs zwischen dem Originalplan und den jeweiligen Baublatt-Kopien waren und bleiben vielfältig. Unter anderem können hier der Blattverzug, das Planumzeichnen, die photomechanischen Massstabsreduktionen und/oder -vergrößerungen, die kartographische Planmontage, der Einfluss der Reprotechniken und zum Teil auch ein geodätisch fragwürdiges Vorgehen bei der Nachführung dieser Planwerke genannt werden. Die Ursachen der Spannungen im Einzelnen zu ermitteln ist unmöglich; die Tatsache ist jedoch, dass in bestimmten Gebieten Spannungen bis zu zwei Metern zwischen einem Leitungsplan und dem Originalplan im Vermessungsamt festgestellt wurden.

Somit kann es den Verwaltern der abgeleiteten Spezialkataster nicht gleichgültig sein, ob sie ihre thematische Information im geodätischen Kontext der 80jährigen Pläne oder im präzisen geodätischen Modell der digitalen Vermessungsdaten erfassen. Nur auf einer geodätisch fundierten Basis kann die gemeinsame Zielsetzung

der Verwaltungsabteilungen, nämlich einen *Gesamtkataster* in der Stadt zu schaffen, erreicht werden.

Eines der wichtigsten gemeinsam erarbeiteten Resultate im IVM-Projekt war, dass die städtischen Ämter nicht versucht haben, ihre Leitungspläne unabhängig von den Vermessungsdaten zu digitalisieren. In diesem Fall wäre eine Integration der aus verschiedenen Planwerken unabhängig digitalisierten Daten schlichtweg ein Ding der Unmöglichkeit geworden. Dagegen ist es heute nur eine Zeitfrage, wann dieser Gesamtkataster realisiert wird – wenn bei der Datenerfassung adäquate Erfassungsmethoden angewendet werden.

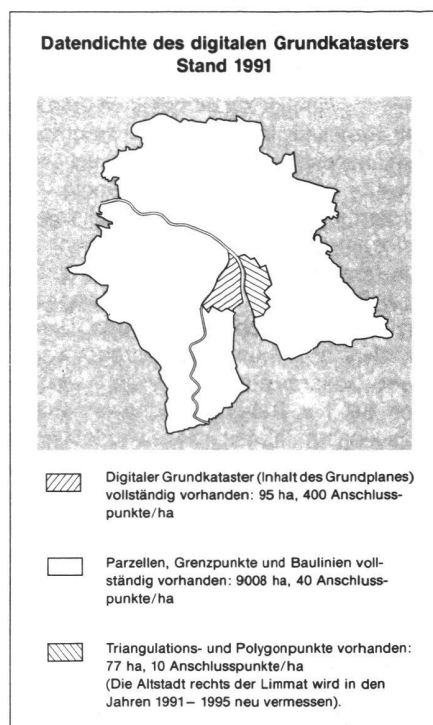
Der Glaube in die Genauigkeit der «eigenen» Pläne ist seltsamerweise bei vielen Katasterverwaltern ausgeprägt. Vielfach äussert sich das unkritische Verständnis für den Begriff «Genauigkeit» mit dem Satz: «Die Leitungen müssen nur auf «Schaufelbreite» genau sein und so genau sind ja unsere Pläne».

Diese Aussage verrät, dass man sich der eigentlichen Vermessungsproblematik nicht bewusst ist. Man möchte zwar den gesuchten Ort auf etwa 20 cm genau abstecken, vergisst aber gleichzeitig, dass der Anschlusspunkt, ab welchem das Absteckungsmass genommen wird, einen um ein vielfaches grösseren Fehler aufweisen kann. Die häufige Verwechslung von modell- und realitätsresidenter Objekte behindert die gegenseitige Verständigung zwischen Fachmann und Planbenutzer oft sehr stark. Eine wirkungsvolle Verwaltung von thematischen Katastern mit dem Computer kann nicht mehr mit graphischen, sondern nur mit analytischen Mitteln und Methoden betrieben werden.

Da die Nachführungsproblematik des digitalen Grundkatasters die Führung spezialisierter Katasterarten nicht mehr einengen kann und die Katasterdaten sehr schnell verfügbar sind, können auch neue Benutzer eigene thematisch raumbezogene Daten in einer räumlichen Datenbank aufbauen. Es ist anzunehmen, dass aus einer intensiven Nutzung dezentraler räumlicher Daten eine ganz neue Fachdisziplin entstehen wird, die die Verwaltung grosser Kommunen entscheidend vereinfachen wird.

## 3. Die Achillesferse: Die Datenbank

Nebst der Beschaffung des Hardwaresystems sowie der Datenaufbereitung war als wichtigste Frage zu beantworten, welche Datenbanksoftware für das IVW-System verwendet werden soll. Ein im voraus festgehaltener Grundsatz, wonach die herkömmliche Datenbanktechnologie für die räumlichen Daten nicht geeignet und deshalb nicht zu verwenden sei, erwies



**Abb. 3: Datendichte 1991.**

sich im nachhinein als richtig und weitblickend [Sme80].

Dieser Grundsatz war im Verlauf des IVW-Projektes nicht leicht aufrechtzuerhalten, da die relationale Datenbanktechnologie gerade im letzten Jahrzehnt ihren Aufschwung erlebte. Diese wurde bereits in den 70er Jahren durch Codd [Cod70] auf der theoretischen Basis der relationalen Algebra aufgebaut. Heute gibt es bereits mehrere Generationen von qualitativ hochstehenden kommerziell erhältlichen relationalen Datenbanken.

Der unbestrittene Beitrag der relationalen Datenbanktechnologie liegt im Bereich der Verwaltung von attributiven Daten. Sie legte ein klares Konzept fest, nach welchem die Implementierung dynamischer Datenbankstrukturen während den Transaktionen möglich war, bei gleichzeitiger Wahrung der Datensicherheit, -integrität und Update-Synchronisation, so wie auch in einer strukturierten sprachlichen Schnittstelle (SQL) für die Bedienung des Datenbankmanagementsystems DBMS [Ull82].

Für die Verwaltung von räumlichen Daten war die relationale Datenbanktechnologie jedoch nicht gedacht. Speicherung der räumlichen Daten in einer klassisch implementierten relationalen Datenbank führt zwangsläufig zu langen Bearbeitungszeiten, da die Koordinaten zuerst vom Rechner «zusammengesucht» werden müssen (Join-Operation), was bereits bei einer simplen Display-Operation zu unzumutbaren Antwortzeiten führt. Deshalb versuchte man die Zugriffszeiten durch Hilfsstrukturen (das Surrogat-Konzept) oder durch verschiedene Hilfsmechanismen,

wie zum Beispiel die Anwendung von heuristischen Algorithmen beim Datenzugriff (Caching), zu beschleunigen. Obwohl so eine Leistungszunahme erreicht werden konnte, fehlt ein schlüssiger Beweis für die Korrektheit derartiger Implementierungen in der Praxis bis heute. Nach Meinung des Autors wird es wohl noch einige Zeit dauern, bis neue theoretische Konzepte für eine leistungsfähige Verwaltung räumlicher Daten festgelegt werden.

Die Frage lautet nicht, ob die Katasterdaten mit einer relationalen Datenbank abgebildet werden können; dies ist wohl möglich. Die kritische Frage lautet, ob ein abgebildetes Operat gebietsweise und inhaltlich unbeschränkt wachsen kann, ohne dass Abstriche an einer genügenden Funktionalität oder an den Antwortzeiten während des gesamten Betriebs gemacht werden müssen. Die so formulierte Anforderung liess nur wenige Datenbankprodukte für die Verwaltung und die Distribution der räumlichen Daten zu. In diesem Sinn hatte die Stadt Zürich bei der Wahl des INFORMAP-Systems eine glückliche Hand, da die Funktionalität und das zeitliche Verhalten von INFORMAP in den meisten relevanten Belangen ausgewogen ist, was bereits beim praktischen Betrieb der PDP-Hardware grundsätzlich nachgewiesen wurde. An dieser Stelle ist zu bemerken, dass die Leistungszunahme moderner Hardware keinen Einfluss auf die gestellte Frage hat.

Die jetzige INFORMAP-Datenbank basiert auf der VAX-Architektur der Firma Digital Equipment Corporation. DEC hat frühzeitig das wirtschaftliche Potential von Netzwerken erkannt und die neuartigen Konzepte ihrer Architektur zugrunde gelegt. Für das geplante IVW-System kam die Netzwerktechnologie Mitte der 80er Jahre gerade rechtzeitig auf den Markt, da sie die dringend notwendige Verteilung der Computerressourcen auf ein Netzwerk erlaubt hat. Das Client/Server-Konzept konnte somit hardwaremässig abgebildet werden.

INFORMAP lässt sich nach [Zeh85] als eine non-standard Datenbank einstufen. Bei seiner Konzeption in den 70er Jahren standen pragmatische Anforderungen im Vordergrund: das Resultat der ersten INFORMAP-Generation war ein «Mapping»-System, das zur Produktion von grossmassstäblichen Plänen bestimmt war. Seit 20 Jahren wurde das System aber in eine Datenbank für die Verwaltung von zweidimensionalen Daten weiterentwickelt. Wichtige Konzepte, welche die Informatiker für die kommenden 90er Jahre als Forschungsziele deklariert haben, sind im INFORMAP bereits realisiert. Dazu gehört die erwähnte Client/Server Architektur, welche den INFORMAP-Einsatz in einer Netzwerkumgebung erlaubt, sowie das Konzept der im Mutationswesen benötigten Langzeit-Transaktionen, das bereits in

der PDP-Version vorhanden war. Auch die Erweiterbarkeit war ihrer Zeit voraus. So konnte das VAZ in der Applikationsschicht des VIS beispielsweise ansatzweise das Versionenkonzept (Mutationshierarchie) implementieren.

INFORMAP erlaubt heute eine komfortable Verwaltung des grössten Vermessungsoperates der Schweiz sowie dessen Ausbau, ohne Rücksicht auf die Operatsgrösse, die Datendichte sowie die Gesamtheit der internen und externen Benutzer, welche die Katasterdaten gleichzeitig nachführen oder nutzen möchten.

## 4. IVW und RAV

Das Projekt IVW wurde von der RAV unabhängig geplant und durchgeführt. Für die Projektinitialisierung waren stadtinterne Gründe massgebend. Das VAZ war gehalten, seine Daten möglichst schnell den anderen Dienstabteilungen zur Verfügung zu stellen, um ihnen den Start der Erfassungsarbeiten ihrer thematischen Planinhalte zu ermöglichen. Auf Drängen vom Tiefbauamt und den Industriellen Betrieben wurde eine Lösung bereits 1984 angegangen. Zu diesem Zeitpunkt lag das RAV-Konzept noch nicht vor.

Nach dem Erscheinen des RAV-Konzeptes im Jahre 1987 zeigte sich, dass die vorgelegten Richtlinien keine relevanten Elemente enthielten, welche das IVW-Projekt zu grundsätzlichen Konzeptänderungen veranlasst hätte. Die Bedeutung der RAV für das IVW-Projekt lag hauptsächlich in der Legalisierung bereits eingeleiteter Arbeiten.

In der Hoffnung, dass im Sinne konkreter Empfehlungen oder Anweisungen auch in Zukunft keine grösseren Änderungen mehr vorgenommen werden, ist das VAZ bemüht, seinen Datenkatalog an die RAV-Vorschriften anzugleichen. Dazu gehören die Definition des Grunddatensatzes, der im VAZ bereits seit 1984 nachgeführt wird, oder die Zeichnungsnormen für die Planherstellung. Im Gegensatz zur RAV verwendet das VAZ eine zum Teil erweiterte Datenstruktur; andererseits müssen einige neue Attribute noch eingeführt werden. Auf jeden Fall werden sich die zukünftigen Datenarbeiten und die Weiterentwicklung des Vermessungsinformationssystems VIS an die RAV-Strukturen möglichst anlehnen, wie es zum Beispiel bei der Definition des Detaillierungsgrades bereits heute der Fall ist.

Die Vorgaben für die notwendige Funktionalität von räumlichen Datenbanken und Aussagen über die Konsistenzbedingungen, die für eine Evaluation solcher Systeme massgebend sind, sind in der RAV richtigerweise nicht vorhanden, was aber nicht bedeutet, dass eine Plattform für die Beantwortung solcher Fragen nicht nötig wäre. Mangels geeigneter Anleitungen ist

der Benutzer den Eigenheiten bestehender «Geographischer Informationssysteme» (GIS) oder anderer Softwarepakete u.U. stark «ausgeliefert», was aus der Sicht des IVW-Projektes problematisch, ja gefährlich sein kann.

Die Kommunikationskomponente, die im IVW im Vordergrund stand, beschränkt sich im RAV-Konzept auf die Datenabgabe der Grundbuchvermessungsdaten. Dies ist bei der Systemvielfalt notwendig; für eine integrierte Lösung in einer grossen Gemeinde ist der off-line Datenaustausch jedoch unzureichend. Das IVW verfolgte die Strategie, die nachgeführten räumlichen Daten der interessierten Öffentlichkeit so schnell wie möglich verfügbar und nutzbar zu machen. Die Planerstellung, welche in der RAV nach wie vor im Vordergrund steht, ist im IVW nebensächlich, da die Pläne (und ihre Menge) erst die eigentliche Nachführungsproblematik verursachen. Auf jeden Fall werden sie aus naheliegenden Gründen in der Stadt Zürich nie mehr zur Speicherung räumlicher Daten verwendet.

Die Projektvorgaben für die Realisierung der verteilten räumlichen Datenbank der Stadt Zürich konnten auf Erfahrungen aus den 70er Jahren abgestützt werden [Sme77]. Die damals fehlende Kommunikationstechnologie bot neu die Möglichkeit, die mit «Graphik» permanent überlasteten Computer zu entlasten. Erst die Verbindung mehrerer unabhängiger Technologien und ihr ausgewogener Einsatz erlaubte die Schaffung von notwendigen Voraussetzungen für den Aufbau dieses hochintegrierten Verwaltungswerkzeuges in Zürich.

## 5. Ausblick

Als im Jahre 1976 im Kanton Aargau das CALMA-System der damaligen Automationskommission der SVVK vorgeführt wurde, hat der Berufsstand leider zuwenig erkannt, wie entscheidend und dringend die Einführung dieser Technologie in nur wenigen Jahren sein würde. Der Einsatz von Computern als ein integrativ wirkendes Mittel, welches dem Dienstleistungssektor «Vermessung» starke Impulse hätte vermitteln können, erfuhr damit beträchtliche Verzögerungen. Deshalb lässt sich die gegenwärtige Situation mit dem aus dem Schachspiel bekannten Begriff

«Zeitnot» umschreiben. Obwohl der Markt für die digitalen Vermessungsdaten vorhanden wäre, sind diese mehrheitlich entweder nicht vorhanden oder nicht schnell verfügbar.

Eine der wichtigsten, mit dem Aargauer System gewonnenen Erkenntnisse war, dass die eigentliche Vermessungsproblematik auch mit «zweckentfremdeten» Systemen gelöst werden konnte. So wie das CALMA-System von einem CAD-System abgeleitet wurde, werden heute Vermessungsinformationssysteme auf der Basis von geographischen Systemen gebaut. Die Erwartung, die Vermessungsproblematik mit der Anschaffung eines GIS gelöst zu haben, wird aber insbesondere bei grossen Operaten und integrierten Lösungen mit Sicherheit nicht erfüllt. Es darf nicht vergessen werden, dass die geographischen Informationssysteme vom «Remote Sensing» sowie von der Bildverarbeitung und -analyse her stammen. Heutige Entwicklungsbemühungen im Bereich der GIS konzentrieren sich auf funktionelle Erweiterungen gemäss Anforderungen einer verwirrenden Vielfalt unterschiedlichster Benutzergruppen.

Ein System für eine effiziente, integrierte Verwaltung der räumlichen, mit verschiedenen Methoden erfassten Vermessungsdaten kann ohne massive Entwicklung von spezifischer Applikationssoftware nicht implementiert werden. Ausserdem wird häufig, wie es das Beispiel des Kantons Aargau bereits in den 70er Jahren zeigte, der dazu notwendige Aufwand sowie die digitale Datenverwaltung entweder unterschätzt oder nicht wahrgenommen. Für die Entwicklungen im Bereich «Vermessungsapplikation» gibt es keinen offiziellen finanziellen Träger, obwohl gerade dort die entscheidenden Weichenstellungen für die Zukunft vorgenommen werden. Auch in Zürich wurde der Aufbau des Vermessungsinformationssystems VIS und damit die Intensivierung der Datennutzung nur durch den systematischen Einsatz neuester Werkzeuge und langjähriger Applikationsentwicklungen möglich. Dabei muss festgehalten werden, dass diese Realisierung eine risikoreiche und aufreibende Aufgabe war, weil neben der Bewältigung der technischen, strukturellen, organisatorischen und psychologischen Probleme auch die Finanzierung gesichert und verantwortet werden musste. Das IVW-Projekt hätte ohne wohlwollende Zu-

stimmung der politischen Instanzen nicht durchgeführt werden können.

Die Initiative im Bereich der Grundlagen- und angewandten Forschung in der Informationsverarbeitung sowie der Entwicklung von speziellen Datenbanksystemen haben zur Zeit andere Berufsgruppen, zum Beispiel Informatiker, Geographen oder Ökonomen ergriffen. Für die Berufsstandautonomie ist eine solche Fremdbestimmung nicht unbedenklich. Adäquate Aktivitäten sollten auf verschiedenen Stufen, vor allem auch auf Hochschulebene möglichst rasch eingeleitet werden. Die Softwareentwicklung darf nicht ein Aschenputtel-Dasein fristen, sondern sie muss professionalisiert werden. Es sollte auch die Konsequenz daraus gezogen werden, dass die Anforderungen an Vermessungsinformationssysteme gegenwärtig allzu stark von vermessungsfremden Disziplinen und von unzeitgemässen Zielsetzungen dominiert werden.

### Anmerkung:

[1] VUPS = «VAX Unit per Sekunde» ist eine Rechenleistungseinheit der Firma Digital Equipment Corp. (DEC), die an der Leistung einer VAX/780 gemessen wird. Somit hat die 8810 die Leistung von sechs VAX/780.

### Referenzen:

- [Cod70] Codd E. F., 1970, «A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks», Communication ACM 13/6.
- [MA5/1] Mapping Awareness Vol. 5, No. 1: «GIS on the grand scale».
- [Sme77] Smeil G., 1977, «EDV als ein Hilfsmittel der Vermessung», in «Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik» 10/77.
- [Sme80] Smeil G., 1980, «Vermessungswerke und Datenbanken», in «Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik» 5/80.
- [Ull82] Ullman J. D., 1982, «Principles of Database Systems».
- [Zeh85] Zehnder C. A. «Datenbanken und Informationssysteme».

### Adresse des Verfassers:

Georg Smeil, dipl. Vermessungsing.  
Leiter des Geschäftsbereichs Informatik  
und Projektleiter des Projektes  
«IVW-Zukunft»  
Vermessungsamt der Stadt Zürich  
Werdmühleplatz 3, Postfach  
CH-8023 Zürich