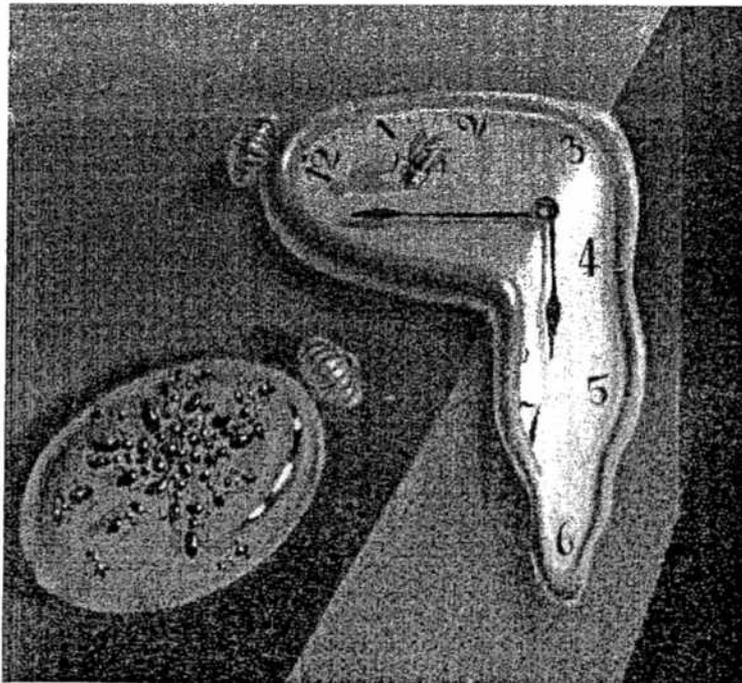


Projektbericht Nr. 183/1-29
Dezember 1991

ELDORADO
Ein graphischer Verkehrsnetzeditor
A. Bezirgan, A. Dluhy, G.-H. Schildt, R. Wirth



Ausschnitt aus: Salvador Dalí, "Die Beständigkeit der Erinnerung"

ELDORADO

Ein graphischer Verkehrsnetzeditor

A. Bezirgan*, A.Dluhy**, G.-H. Schildt*, R. Wirth***

Die Aufnahme und Erfassung von Verkehrsnetzen ist im Rahmen verkehrsplanerischer Arbeit ein elementarer und prozeßhafter Vorgang. Insbesondere bei größeren Netzen erfordert dieser Arbeitsschritt bisher noch einen hohen Zeitaufwand; infolge der Komplexität der in der Praxis vorliegenden Verkehrsnetze ist meist auch die Fehleranfälligkeit bei der Aufnahme hoch. Zur Erleichterung, Beschleunigung und Genauigkeitssteigerung des Erfassungsvorganges wurde der graphische Verkehrsnetz-Editor ELDORADO entwickelt. Die Grundzüge dieses Software-Systems werden nachfolgend vorgestellt.

Aufgabe

Für eine Vielzahl von Aufgaben in der städtischen und regionalen Verkehrsplanung werden unterschiedliche Verkehrsnetze betrachtet und für Verkehrsberechnungen sowie für die Ermittlung verkehrsrelevanter Umweltwirkungen aufbereitet. Es handelt sich dabei um:

- Straßennetze
- Netze des öffentlichen Verkehrs (Bus, Straßenbahn, U-Bahn, S-Bahn, usw.)
- Radverkehrsnetze
- Fußwegnetze
- Wasserstraßennetze ...

Um diese Verkehrsnetze einer computerunterstützten Verarbeitung zuführen zu können, muß eine aufgabengerechte Abbildung auf jeweils ein *Netzmodell* vorgenommen werden. Für Verkehrsberechnungen, z.B. zum Zweck der Prognose von Belastungen auf den Netzelementen, werden hierfür speziell aufgebaute *Netzgerüste* als Netzmodelle benötigt, welche aus den für die Verkehrsuntersuchung relevanten Strecken und Knoten bestehen. Aus mathematischer Sicht handelt es sich dabei um Graphen. Bei einem Straßennetzmodell werden dabei Straßenabschnitte durch Strecken und Verknüpfungen (Kreuzungen, Einmündungen) durch Knoten repräsentiert. Weiter sind Strecken und Knoten hinsichtlich ihrer

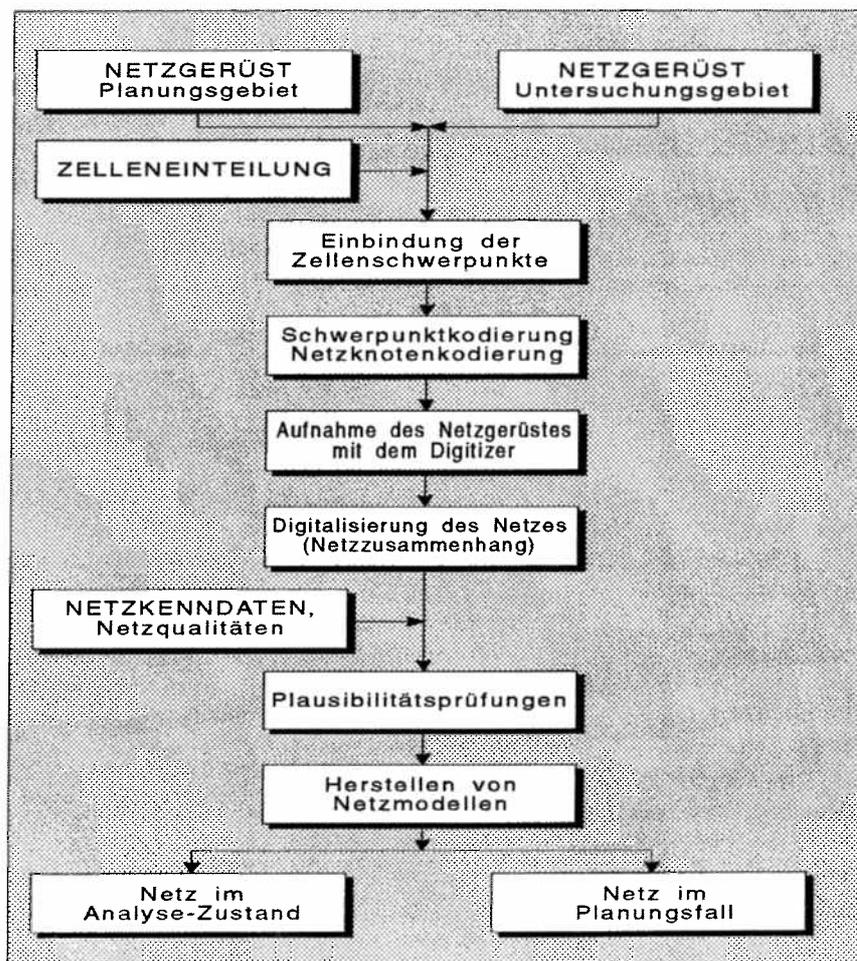


Abb. 1 Arbeitsschritte bei der Erstellung eines Netzmodells

- Lage
- Verknüpfung
- Art und
- Qualitäten

*) Institut für Automation, TU Wien
**) Diplomand am obigen Institut
***) Institut für Stadtbauwesen,
TU Braunschweig

im Netzmodell zu beschreiben. Zum Beispiel wird bei einem Straßennetzmodell unter der Qualität einer Strecke unter anderem die zulässige Geschwindigkeit, die Abhän-

gigkeit zwischen Streckenbelastung und Geschwindigkeit und die Streckenleistungsfähigkeit sowie bei Knoten die durchschnittliche Wartezeit je Verkehrs- bzw. Abbiegevorgang (ggf. belastungsabhängig) verstanden.

Der Aufbau eines solchen Netzmodells - also die Erfassung sämtlicher Strecken und Knoten mit deren zahlreichen Beschreibungsgrößen einschließlich Abstimmung mit den Netzmodellen anderer Verkehrsarten - ist bisher für den Verkehrsingenieur ein zeitaufwendiger, fehleranfälliger Arbeitsschritt, dem ebenso aufwendige Plausibilitätsprüfungen folgen.

Bisher wird der Erfassungsvorgang mit Hilfe eines herkömmlichen CAD-Systems bewerkstelligt; z.B. werden die geometrischen Informationen zu Strecken und Knoten unter Verwendung von Digitalisieretafeln aus den geeigneten Plandarstellungen, z.B. Stadtplänen, gewonnen. Dieser Arbeitsablauf (Abb.1) kann aber den sehr spezifischen Anforderungen, die weiter unten erläutert werden, nicht gerecht werden. Abgesehen von ergonomischen Aspekten wie der Handhabung des AO-Digitizers und ebenso großer Pläne, ist vor allem das CAD-System für diesen Zweck wenig geeignet, da einerseits die erforderliche Funktionalität nicht gegeben ist und andererseits eine praktikable Möglichkeit für die EDV-unterstützte Festlegung der Beschreibungsgrößen und Parameter von Strecken und Knoten (Typisierung) weitgehend fehlt. Die notwendige Kompatibilität der einzelnen Verkehrsnetze untereinander kann bisher nur in einem überaus aufwendigen Verfahren "manuell" hergestellt werden.

Anforderungen

Es entstand daher der Wunsch nach einem Software-System, das den Aufbau von Netzmodellen in bestmöglicher Form unterstützen soll und folgendem Anforderungsprofil entsprechen muß:

- Interaktive Konstruktion und Manipulation des Netzgraphen
- graphische Darstellung des Netzmodells nach frei-definierbaren Kriterien
- Flexibilität bezüglich Änderungen im Netzmodell (Verkehrsnetze sind nicht statisch, sondern einer permanenten Veränderung unterworfen)
- herstellen von Planungsfall-Netzen (z.B. durch entsprechende Veränderungen in den Netzen des Analyse-

Zustandes)

- leichte, effiziente Bedienbarkeit (auch für ungeschulte Personen)
- einfache Erfassungsmöglichkeit der erforderlichen Parameter von Strecken und Knoten (Datenbankschnittstelle)
- Ausgabe von Netzgraphen auf einem Plotter, mit geeigneter Darstellung von Netzelementqualitäten (Beschreibungsgrößen und Parameter) zum Zweck von Prüfung und weiterer planerischer Arbeit.
- Konvertierung der gewonnenen Daten in ein externes Datenformat um vorhandene Berechnungsprogramme weiterverwenden zu können.

Diese primären Anforderungen und zusätzliche Wünsche der Verkehrsplaner führten zu ganz spezifischen Anforderungen an die Funktionalität, die Oberfläche und die Datenbank des Programms, welche im folgenden erläutert werden.

Als Beispiel für eine funktionale Anforderung soll der Wunsch der Anwender nach der Möglichkeit der Durchführung verschiedener Plausibilitätskontrollen während des und nach dem Erfassungsvorgang dienen. Eine einfache Kontrolle dieser Art ist die Überprüfung, ob der Erfassungsvorgang vollständig ist, ob z.B. alle Strecken einen Wert für den Parameter "Breite" bekommen haben.

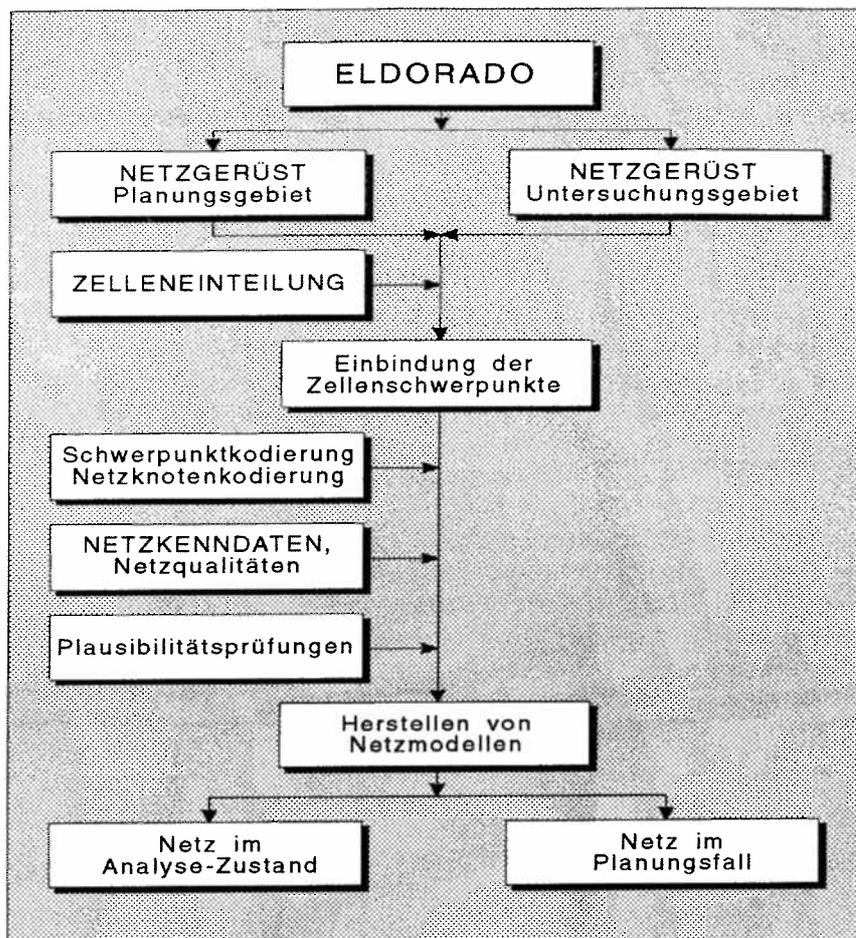


Abb.2 Arbeitsschritte bei der Erstellung eines Netzmodells mit ELDORADO

Strecken, die diese Eigenschaft nicht erfüllen, sollen besonders gekennzeichnet werden, z.B. durch eine markante Farbe. Diese Kennzeichnung erleichtert die Vervollständigung der Eingaben. Das Fehlen dieser und ähnlicher, einfacher Funktionen im bisher verwendeten CAD-System erhöhte den Erfassungsaufwand enorm. Neben diesen einfachen Überprüfungen gibt es auch komplexere, die Konsistenzbedingungen über einer Menge von Objekten und Parametern betreffen. Solche Überprüfungen können i.a. mit herkömmlichen CAD-Systemen nicht durchgeführt werden.

Die Anforderungen des Benutzers an die **graphische Oberfläche** waren größtenteils ergonomischer Natur. Diese ergaben sich aus den Besonderheiten der Anwendung und bildeten einen weiteren Grund für das ausscheiden handelsüblicher CAD-Systeme. Zum Beispiel soll ein Endpunkt einer Strecke, die in der Nähe einer Kreuzung positioniert wird, mit dieser verschmelzen, während Strecken diese Snap-Eigenschaft nicht haben sollen. Weiters sollen Knoten beim Verschieben einen Gummibandeffekt bei den zu- und wegführenden Strecken auslösen. Obwohl ähnliche Funktionen auch in anderen CAD-Systemen zu finden sind, unterscheiden sie sich von denen in ELDORADO dadurch, daß die Objekte, auf die sie sich beziehen, eine andere Bedeutung haben. So sind Kreuzungen in ELDORADO etwas anderes als Punkte in einem CAD-System, unter anderem weil auf ihnen unterschiedliche Operationen definiert sind. Die Snap-Funktion der Knoten ist in ELDORADO nicht nur eine graphische Funktion, sondern sie hat auch Auswirkungen auf das, der graphischen Ausgabe unterlagerte Netzmodell.

Die Oberfläche sollte auch die visuelle Unterscheidung von Objekten mit verschiedenen Eigenschaften, insbesondere mit verschiedenen Werten für einen Parameter ermöglichen. Strecken mit einer Breite von mehr als 3 Spuren sollen z.B. rot dargestellt werden können. Sollte durch Bauarbeiten die Breite einer solchen Strecke auf 2 Spuren reduziert worden sein, so wird das nach der Eingabe der Änderung automatisch berücksichtigt.

Kein uns bekanntes graphisches Softwareprodukt bietet die für diese Anwendung notwendige Kombination von Fähigkeiten, einerseits um mit den sehr großen Raster- und Liniengraphiken umzugehen andererseits aber auch die gewünschte Funktionalität zu bieten.

Die Komponente **Datenbank** war die unproblematischste, was die Anforderungen des Benutzers betrifft, da es eine genaue Beschreibung der Datenformate, die beim Austausch von Daten mit existierenden Programmen zu verwenden ist, gab. Die restriktiven Anforderungen kamen also nicht vom Benutzer, sondern von unserem eigenen Entwurf und der Entwicklungsumgebung. Wir haben uns für eine herkömmliche ISAM-Dateiverwaltung entschieden. In zukünftigen Versionen soll eine SQL-Datenbank verwendet

werden.

Eine zusätzliche, **software-entwicklungs-technische Anforderung** ergab sich aus den folgenden zwei Tatsachen:

1. Wir wollten keine Speziallösung für einen einzigen Benutzer herstellen, sondern möglichst universell bleiben, ohne jedoch so allgemein zu werden, daß das Ergebnis für die konkrete Anwendung unbrauchbar ist.
2. Die Kommunikation mit dem Verkehrsplaner war auf Grund der geographischen Entfernung etwas schwierig. Auch aus diesem Grund wollten wir möglichst generalisieren, sodaß wir die möglichen Wünsche des Kunden abdecken können.

Wir entschieden uns für einen Rapid-Prototyping-Ansatz, bei dem wir nicht so sehr eine spezielle, konkrete Anwendung schaffen wollten, als viel mehr ein universelles System, das im Idealfall vom Anwender durch einfache "Programmierung" mittels Macros (siehe die Abschnitte über Selektionen und Aktionen weiter hinten) genau auf seine Anforderungen angepaßt werden kann.

Lösungsansatz - Das Gesamtsystem

Nach diesem Anforderungskatalog wurde der graphische Verkehrsnetzeditor ELDORADO entworfen. Im Gegensatz zur bisherigen Verfahrensweise (vergl. Abb.1) wurde bei der Konzeption von ELDORADO erhöhter Wert auf eine EDV-Unterstützung von notwendigen Arbeiten zur Verkehrsnetzbearbeitung von Beginn an (Abb. 2) gelegt. Ziel war es, ELDORADO nicht nur als zeichnerisches Hilfsmittel zu entwerfen, sondern vielmehr als Ausgangspunkt eines integrierten Gesamtsystems für das Verkehrswesen zu sehen. Daraus entstand folgende Struktur eines Gesamtsystems (Abb.3), die sich u.a. aus Überlegungen zur Verbesserung der Ergonomie des Er-

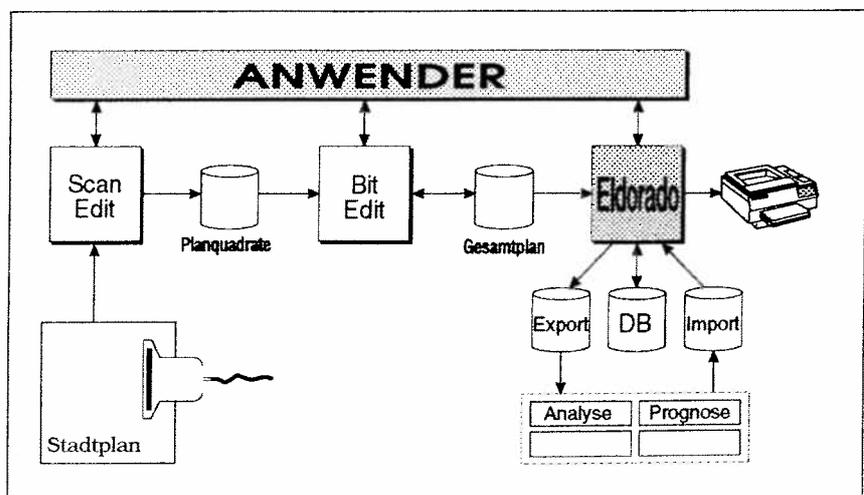


Abb.3 Das Gesamtsystem

fassungsvorganges gegenüber der bisher praktizierten Methode ergab.

Der Stadtplan wird bei ELDORADO mit einem Scanner planquadratweise abgetastet (ScanEdit). Anschließend werden die gescannten Planquadrate wieder mit einem zu Eldorado gehörendem Zusatzprogramm (BitEdit), automatisch zu einem Gesamtplan zusammengefügt. Die Notwendigkeit von Zerlegen und Zusammenfügen ergibt sich, weil in der Praxis zu verwendende Stadtpläne mit aufgabengerechtem Detailierungsniveau eine Größe aufweisen, die von keinem handelsüblichen Scanner in nur einem Scanvorgang bewältigt werden kann. Der auf diese Weise gescannte Stadtplan kann nun im Verkehrsnetzeditor im Hintergrund eingeblendet werden. Mit den vorhandenen Zeichenfunktionen lassen sich alle ausgewählten Strecken und Knoten eintragen.

Seine zentrale Bedeutung erhält ELDORADO durch die Fähigkeit, vorhandene Datenbestände importieren und weiterverarbeiten zu können sowie durch die Ankopplungsmöglichkeit an existierende Software. Diese Anbindung wird durch den Export der internen Repräsentation des Netzmodells in Dateien bestimmter Formate erreicht, die von Fremdprogrammen verarbeitet werden können.

Der Prototyp

Die bisherige Beschreibung von ELDORADO befaßte sich mit den projektierten Fähigkeiten des Gesamtsystems, implementiert wurde bislang allerdings nur der Kern dieses Systems - der graphische Verkehrsnetzeditor. Diesem fehlt noch die integrierende, zentrale Stellung, da er im Funktionsumfang beschränkt ist.

Um den zukünftigen Anwender des Systems möglichst früh in die Entwicklung einzubinden und auf dessen Vorschläge auch eingehen zu können, wurde dieser Kern mittels rapid prototyping erstellt. Die so entstandene

Prototyp-Applikation soll als Kommunikationsmittel zwischen Anwender und Entwickler, zur Schaffung eines gemeinsamen mentalen Modells und einer Diskussionsbasis für Gespräche über die weitere Vorgangsweise im Projekt dienen. Das äußerst positive Feedback auf diese Vorgangsweise und die breite Zustimmung, mit welcher der dabei entstandene Prototyp aufgenommen wurde, bestätigt die Richtigkeit dieser Vorgangsweise.

Im folgenden wird der bereits implementierte Kern des Verkehrsnetzeditors näher vorgestellt. Eine Liste der wichtigsten **Features** gestattet einen Einblick in dessen Funktionalität:

- MS-WINDOWS 3.0 als Benutzeroberfläche
- Ein-/Ausblenden des gescannten Stadtplanes im Hintergrund
- Zeichenfunktionen zum Erfassen der Strecken
- zahlreiche Manipulationsmöglichkeit des Netzgraphen
- einfache Typisierung (Parametrisierung) der Strecken
- freidefinierbare Selektionskriterien (ähnlich SQL)
- (automatische) Selektions- und Aktionsmakros definierbar
- beliebig positionierbare Funktionsbox mit Zeichentools
- Rückgängig machen des letzten Arbeitsschrittes (UNDO-Funktion)
- automatische Speicherung der Daten (Datensicherheit!)

Nach dem Aufruf präsentiert sich der Editor wie in Abb.4 gezeigt. Dabei wird beim Start stets jener Zustand wiederhergestellt, der beim Verlassen des Programms vorgelegen hat. Damit ist gewährleistet, daß die Arbeit genau an jenem Punkt fortgesetzt werden kann, an dem sie unterbrochen wurde. In Abb. 4 ist am linken Fensterrand die Funktionsbox eingeblendet sowie das Pulldownmenü »Datei« geöffnet. Der Fensterinhalt zeigt einen Ausschnitt des Straßennetzgraphen der Wiener Innenstadt.

Im folgenden werden in der Reihenfolge der Menüs, die wesentlichen Funktionen von ELDORADO beschrieben.

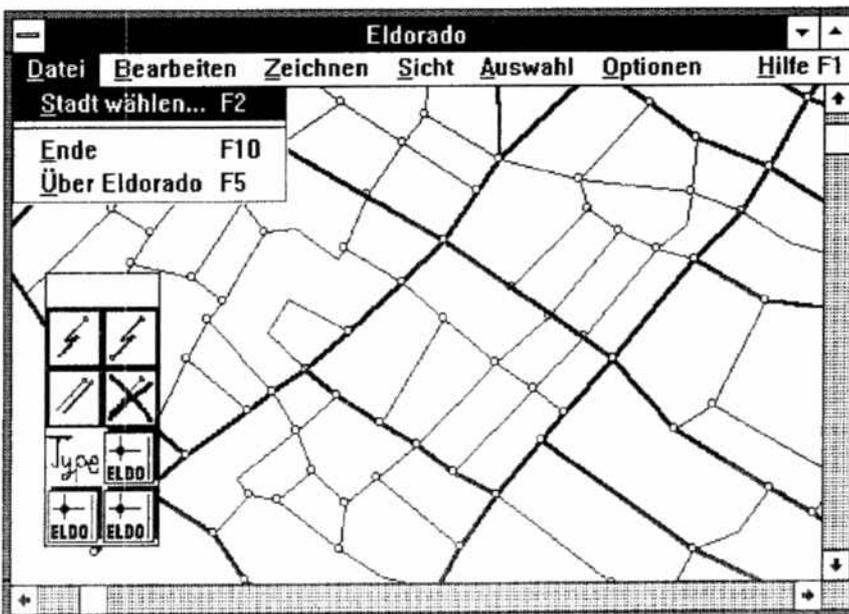


Abb.4 Das Hauptfenster von ELDORADO mit Funktionsbox und Netzgraph

Die Funktionsbox

Die Funktionsbox stellt die am häufigsten benötigten Zeichen- und Manipulationsfunktionen zur Verfügung und dient vor allem der Vereinfachung des Arbeitsvorganges, da lediglich ein kurzes Anklicken des entsprechenden Symbols genügt, um eine Funktion zu aktivieren.

Die in Abb. 5 beschriebenen Funktionen entsprechen den gleichlautenden Menüpunkten und werden an entsprechender Stelle noch vertiefend dargestellt.

Die Funktionsbox ist auch außerhalb des Hauptfensters frei verschieb-

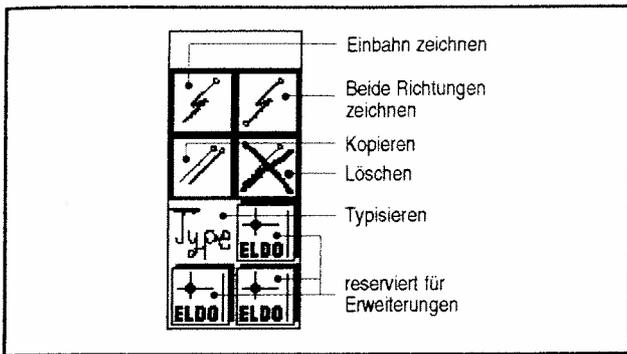


Abb. 5 Die Funktionsbox

bar und kann im Menü »Optionen« aktiviert bzw. deaktiviert werden, wobei alle Funktionen weiterhin über Menüs erreichbar sind.

Das Datei Menü

In Abb. 6 ist das »Datei« Menü geöffnet. Neben der Ausgabe einer kurzen Information über Eldorado und dem Beenden des Programms ist der wichtigste Menüpunkt jener zur Auswahl eines beliebigen Untersuchungsraumes:

Dazu müssen lediglich die entsprechenden Stadtpläne in gescannter Form vorliegen. Aus einer Liste kann dann die gewünschte Stadt ausgewählt werden (siehe Abb. 6).

Erfahrene Anwender vermissen sicherlich den Menüpunkt »Speichern...«. Dieser wurde nicht etwa vergessen, sondern wird einfach nicht benötigt, da Eldorado jeden Vorgang automatisch speichert und damit ein hohes Maß an Datensicherheit bietet. Dem unerfahrenen Anwender wird dadurch erspart, sich mit computer-spezifischen Konzepten wie RAM, Festplatte, Datei usw. befassen zu müssen.

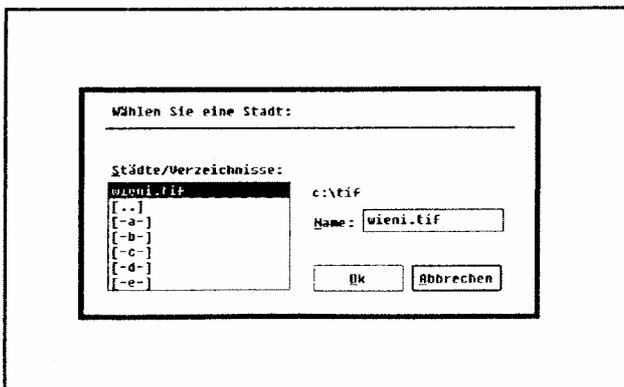


Abb. 6 Das Datei Menü

Bearbeiten

Abb. 7 zeigt ELDORADO mit eingblendetem Stadtplan und geöffnetem »Bearbeiten« Menü. Es bietet die Möglichkeit, den letzten Arbeitsschritt rückgängig zu machen (Fehlertoleranz) und Elemente zu kopieren bzw. zu löschen. Mit Hilfe des Menüpunktes »Letzte Aktion« kann die zuletzt gesetzte Aktion zur Vereinfachung häufig wiederkehrender Arbeitsvorgänge wiederholt werden. Dies soll an Hand eines Beispiels erläutert werden: i.a. besteht der Erfassungsvorgang aus einer immer wiederkehrenden Abfolge von Aktionen (z.B. Strecke zeichnen - Strecke mit Parametern belegen (Typisierung)). Soll nun eine Anzahl von Strecken mit denselben Parametern versehen werden, so muß nicht etwa für jede einzelne Strecke derselbe Typisierungsvorgang durchgeführt werden, sondern es genügt, diese Typisierung *einmal* vorzunehmen, als Akti-

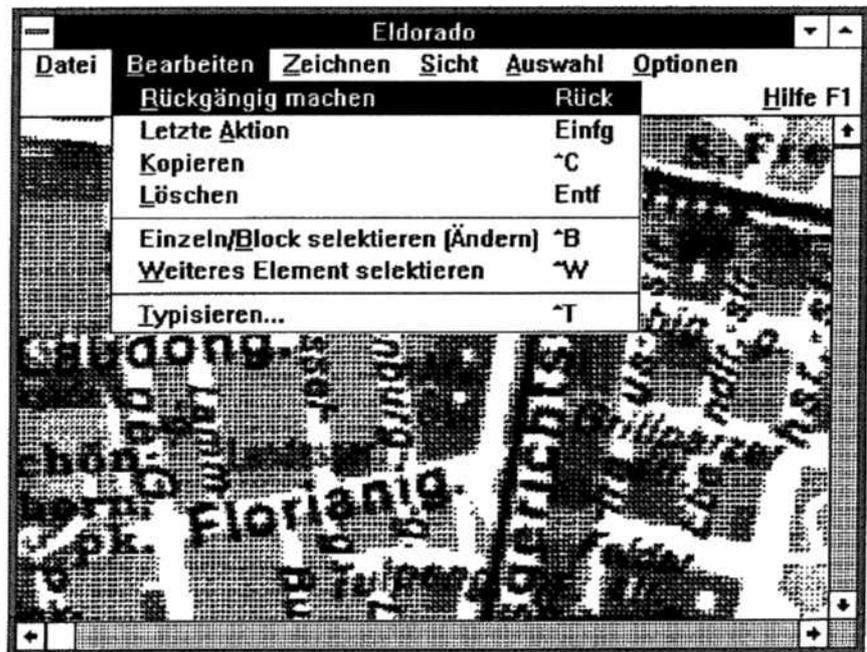


Abb.7 ELDORADO mit eingblendetem Stadtplan

on zu definieren und für jede weitere Strecke die Funktion »Letzte Aktion« aufzurufen.

Die beiden Menüpunkte »Einzel/Block selektieren (Ändern)« und »Weiteres Element selektieren« befinden sich nur deshalb in einem Pull-downmenü, weil es für einen unerfahrenen Anwender einfacher ist, aus einer angezeigten Funktionsliste die gesuchte Funktion herauszufinden. Der fortgeschrittene Anwender hingegen wird sicherlich die effizientere und WINDOWS konforme Variante SHIFT+linke Maustaste verwenden um zu einer Anzahl selektierter Elemente ein weiteres hinzuzufügen. Die Möglichkeit ein Element durch Anklicken oder eine Anzahl von Elementen durch Aufziehen eines Rahmens zu selektieren bzw. selektierte Elemente zu ändern, besteht ohnedies jederzeit, außer es wurde zuvor eine der beiden Zeichenfunktionen aktiviert. Selektierte Strecken werden rot und strichliert dargestellt.

Parametrisierung

Die interessanteste Funktion des »Bearbeiten« Menüs ist unter dem Menüpunkt »Typisieren...« zu finden. Unter dem Begriff der Typisierung wird in Eldorado die Zuordnung von Parametern an Netzelementen in der Form

Typ = Wert

verstanden. 'Typ' steht dabei für den Namen eines beliebigen Typs und 'Wert' kann sowohl ein numerischer Wert als auch Text sein. **ELDORADO kennt weder eine Beschränkung bezüglich der Anzahl der Parameter, die einem Netzelement zugeordnet werden können, noch in der Anzahl der verschiedenen Typen innerhalb eines Netzmodells!** Dieses Konzept geht bezüglich der Typisierungsmöglichkeiten weit darüber hinaus, was für Untersuchungen in der Stadt- und Verkehrsplanung im allgemeinen notwendig ist.

In der bisher vorliegenden Entwicklungsstufe von ELDORADO wurde die Möglichkeit der Typisierung von

ELDORADO unternimmt keine semantische Interpretation der Werte (z.B. ob die Maßeinheit der Länge in obigem Beispiel in Meter oder cm anzugeben ist) - derartige Festlegungen obliegen dem Anwender.

Soll eine Strecke typisiert werden, so ist diese zunächst zu selektieren und anschließend kann »Typisieren...« gewählt werden. In einem Dialogfenster werden daraufhin alle zur Strecke gehörenden Typen angezeigt, sofern schon eine Festlegung erfolgte. Die Werte können angezeigt und geändert werden, Typen lassen sich löschen. Möchte man neue Typen definieren oder im Netzmodell bereits definierte Typen der Strecke zuordnen, so öffnet sich ein weiteres Dialogfenster, welches all diese Funktionen zur Verfügung stellt (Abb. 8).

Zeichenfunktionen

Auch im Menü »Zeichnen« zeigt sich deutlich der Unterschied zwischen ELDORADO und einem herkömmlichen Zeichenprogramm. Nicht Linien, Linienzüge oder Polygone werden als zeichnbare Objekte angeboten, sondern Einbahnen und Zwei-Richtungs-Straßen (siehe Abb. 10).

In der Verkehrsplanung werden Netzmodelle aus Strecken aufgebaut an deren Ende sich immer ein Knoten befindet, wodurch die Richtung der Strecke festgelegt wird.

Mit der Funktion »Einbahn« kann eine solche Strecke gezeichnet werden, genauso wie eine Linie in einem Zeichenprogramm gezeichnet wird. Um Strecken (im Sinne des Modells) zeichnen zu können, welche keine Geraden sind (Kurven), besteht die Möglichkeit, diese mit Hilfe von Knickpunkten (Linienzug) anzunähern, ohne unnötige Knoten generieren zu müssen. Anfangs- und Knickpunkte werden dabei mit der linken, Endpunkte der Strecke mit der rechten Maustaste gesetzt.

Um Zwei-Richtungs-Straßen zu erfassen, mußten bisher die Strecken für beide Richtungen einzeln erfaßt werden. Mit der Funktion »Beide Richtungen« erledigt dies Eldorado in einem Arbeitsschritt.

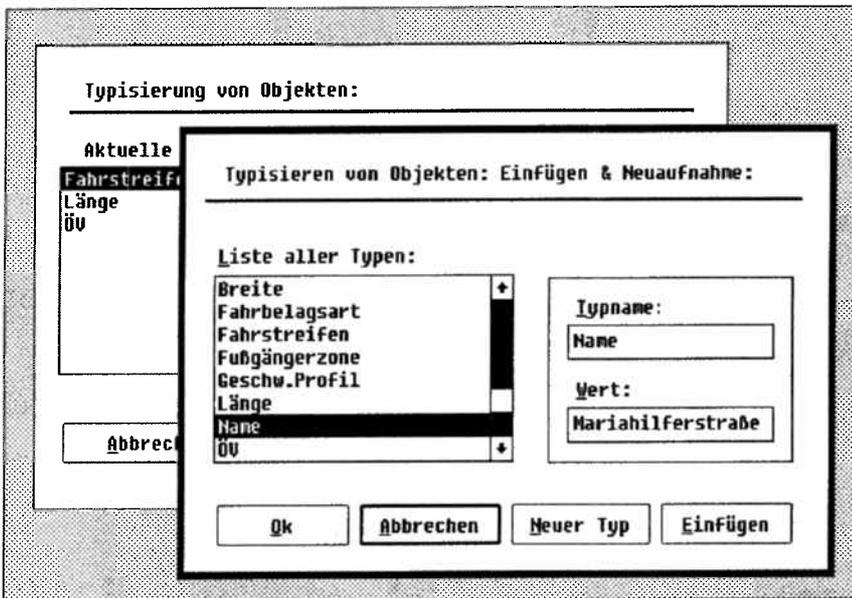


Abb. 8 Das Dialogfenster zur Definition von Typen

Strecken implementiert; entsprechende Möglichkeiten zur Typisierung von Knoten werden folgen.

An Hand eines kleinen Beispiels sollen die Einsatzmöglichkeiten dieser Funktion wieder verdeutlicht werden: Die Typisierung eines 314 Meter langen Abschnittes der Mariahilferstraße (eine beliebte Einkaufsstraße Wiens) auf welcher die Straßenbahnlinie 52 verkehrt und der Individualverkehr einstreifig geführt ist, könnte im einfachsten Fall folgendermaßen aussehen:

Name	= Mariahilferstr.
Länge	= 314
ÖV	= 52
Fahrstreifen	= 1

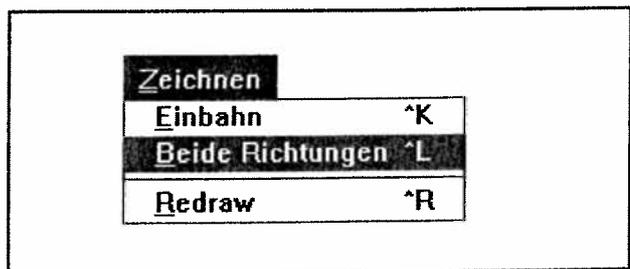


Abb. 9 Zeichenfunktionen

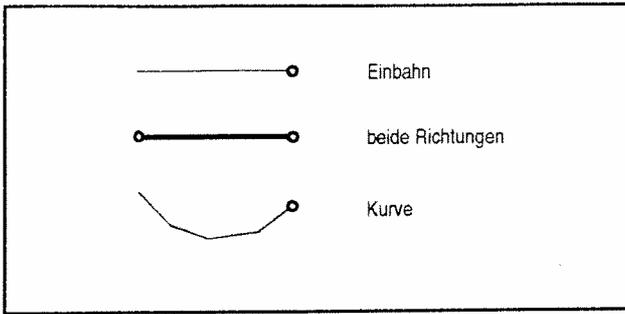


Abb. 10 Straßenarten

In der graphischen Darstellung unterscheiden sich solche Strecken von den Einbahnen durch eine größere Strichstärke.

Ein in ELDORADO eingebautes Feature ist die automatische *Snapfunktion*. Wann immer eine Strecke gezeichnet und der End- oder der Anfangspunkt in der unmittelbaren Nähe eines Knotens gesetzt wird, so wird dieser Punkt an die selbe Position wie der bereits bestehende Knoten gesetzt. Damit ist sichergestellt, daß z.B. 4 Straßen exakt im selben Knoten (Kreuzung) zusammenlaufen. Beim Verschieben des Knotens werden damit auch alle 4 im Knoten zusammenlaufenden Strecken in ihrer Streckenführung verändert. Das Fehlen dieser Funktion in herkömmlichen Zeichen- und CAD-Programmen stellt eines der Hauptprobleme bei der bisherigen Erfassung dar!

Der Menüpunkt »Redraw« erzwingt das Neuzeichnen des Fensterinhaltes, falls beim Löschen oder Verschieben von Strecken 'Löschanomalien' das Schirmbild stören.

Sicht

Das Menü »Sicht« verfügt vorläufig über erst zwei Funktionen (siehe Abb. 11). Wenn sich auf dem Schirm mehrere Strecken überlagern (z.B. das Straßennetz und das Netz der öffentlichen Verkehrslinien), kann es von Vorteil sein, die für die Betrachtung wichtigen Elemente in den Vordergrund oder die weniger wichtigen in den Hintergrund zu stellen. In weiterer Folge wird dieses Menü noch um Funktionen zum stufenlosen Zoomen erweitert.

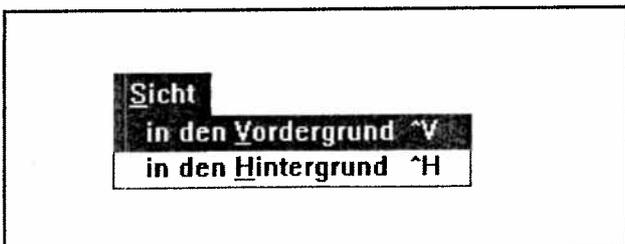


Abb. 11 Ansicht

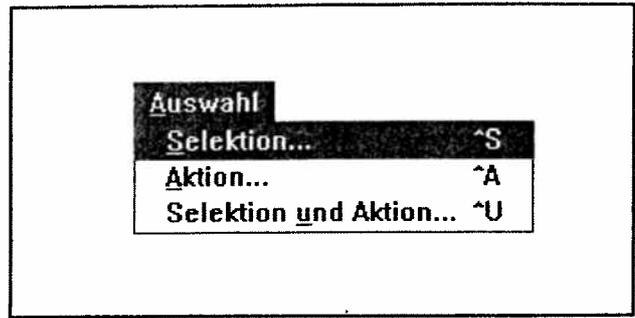


Abb. 12 Auswahl

Auswahl

Hinter den drei Menüpunkten des »Auswahl« Menüs verbergen sich sehr mächtige Funktionen zur Auswahl von Strecken auf Grund verschiedener Kriterien und zur Durchführung von Operationen (Aktionen) auf ausgewählte Elemente.

Natürlich können auch in Eldorado wie in herkömmlichen Zeichenprogrammen einzelne Strecken durch einfaches Anklicken, bzw. mehrere Strecken durch Aufziehen eines Rahmens selektiert werden. Darüber hinaus stellt Eldorado aber noch einen Selektionsmechanismus zur Verfügung, welcher es erlaubt, Strecken ganz gezielt an Hand ihrer Typen zu selektieren, wie zum Beispiel die Selektion aller Radwege.

Wird der Menüpunkt »Selektion...« aktiviert, so er-

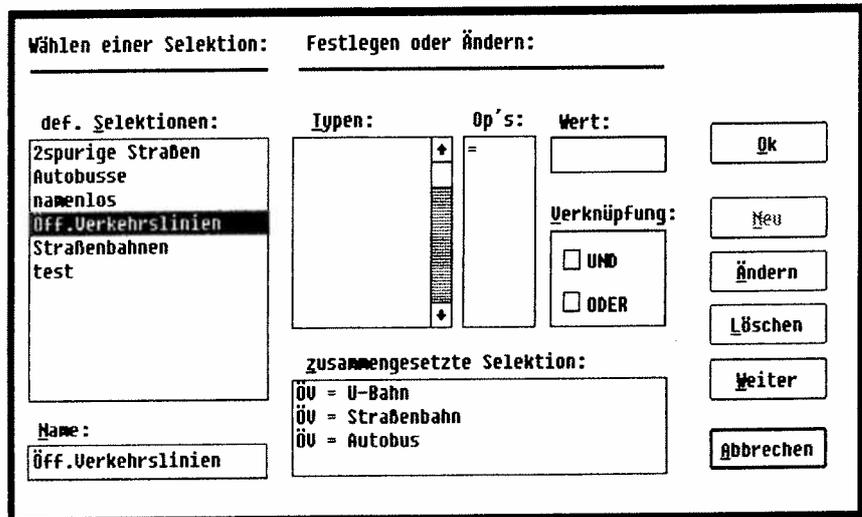


Abb. 13 Das Dialogfenster zur Definition von Selektionen

scheint die in Abb. 13 dargestellte Dialogbox. In der linken Hälfte des Fensters können aus einer Liste bereits definierte Selektionen ausgewählt werden. Soll eine neue Selektion festgelegt oder eine existierende verändert werden, so ist der rechte Fensterteil von Bedeutung.

Soll eine Selektion definiert werden, müssen Auswahldefinition und die entsprechenden Selektionskriterien festgelegt werden, z.B. alle ÖV-Linien eines bestimmten Verkehrsträgers. Selektionskriterien sind eine Anzahl von zu erfüllenden Bedingungen, damit ein Element selektiert wird. Bei Eldorado besteht eine solche Bedingung aus

einem Typ, dem Gleichheitsoperator und einem Wert. Sollen alle Strecken mit einer Querschnittsbreite von 12m selektiert werden, so ist als Selektionskriterium Breite=12 festzulegen.

Die Festlegung einer Bedingung erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Typs aus einer Liste, Auswahl eines Operators (bisher nur '='; in der Weiterentwicklung von ELDORADO sind zusätzlich '>', '<', '>=', '<=', u.a. vorgesehen) und der Eingabe eines Wertes. Werden mehrere Bedingungen festgelegt, so werden diese logisch mit UND verknüpft. In Zukunft soll auch eine ODER Verknüpfung möglich sein.

Abb. 13 zeigt die Realisierung des obengenannten Beispiels - "Selektiere alle öffentlichen Verkehrslinien", wobei die Kriterien in der Box mit der Überschrift "zusammengesetzte Selektion" aufgelistet sind.

Die Semantik dieser Art der Definition von Selektionen, entspricht jener des 'select' Befehls der Datenbankabfragesprache SQL.

Aktionen

Da das Selektieren von Elementen kein Selbstzweck sein soll, muß auch die Möglichkeit bestehen mit derart ausgewählten Objekten 'etwas zu tun'. Der Menüpunkt »Aktion...«

stellt dafür einen einfachen aber wirksamen Mechanismus zur Verfügung.

Unabhängig von diesem Mechanismus, welcher als eine zweckmäßige Erweiterung der Grundfunktionen gedacht ist, können natürlich alle Manipulationen, die in Eldorado mit selektierten Elementen möglich sind (Verschieben, Löschen, Typisierung,...) auch weiterhin parallel dazu verwendet werden.

Ziel dieses Mechanismus ist es, häufig wiederkehrende Folgen von Aktionen zu automatisieren, um dem Anwender monotone Arbeitsschritte abzunehmen und den Gesamtarbeitsfortschritt zu beschleunigen. Im wesentlichen handelt es sich dabei um eine Art Makrofunktion.

Abb. 14 zeigt das Dialogfenster nach dem Aufruf des Menüpunktes »Aktion...«. Es ist sehr ähnlich dem des Menüpunktes »Selektion...« aufgebaut; analoge Funktionsweise und Erleichterung der Handhabbarkeit sind die Begründung. Aus einer Liste von elementaren Aktionen (diese Liste wird in Zukunft noch stark erweitert werden) kann eine Aktionsfolge zusammengesetzt, unter einem Namen abgespeichert und bei Bedarf wieder auf-

gerufen werden. Die interessanteste Aktion stellt dabei die Möglichkeit dar, Strecken in der Form Typ=Wert typisieren zu können.

Ein Anwendungsbeispiel wäre etwa die Typisierung aller Strecken einer bestimmten öffentlichen Buslinie.

Im Menüpunkt »Selektion und Aktion...« werden die beiden Mechanismen (»Selektion...«, »Aktion...«) kombiniert. Eine Selektion und eine Aktion können zusammen unter einem Namen gespeichert und durch einen Aufruf

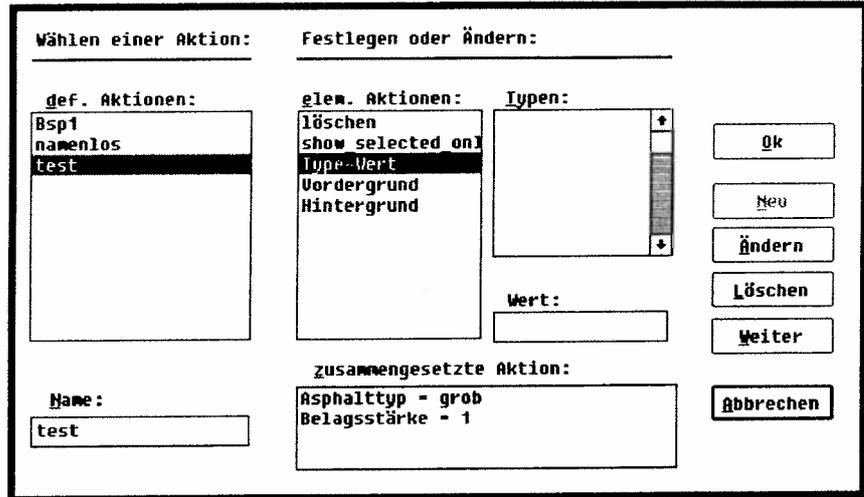


Abb. 14 Die Dialogbox zur Definition von Aktionen

unmittelbar nacheinander ausgeführt werden. Durch Anklicken von 'Automatisch' wird ein solches Selektions-Aktionspaar nach jeder Veränderung des Netzgraphen automatisch ausgeführt (siehe Abb. 15).

Optionen

Im Menü »Optionen« kann die Verwendung der

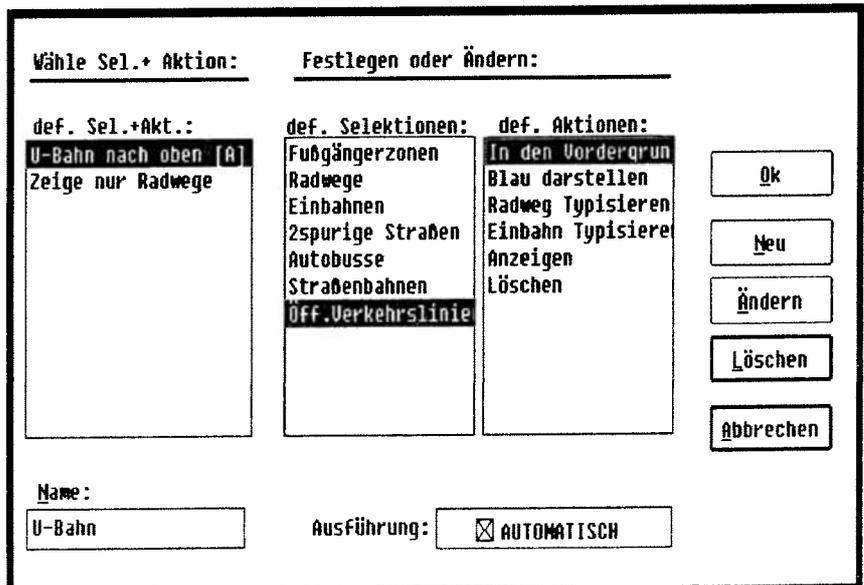


Abb. 15 Die Dialogbox zur Definition eines Selektion-Aktion - Paares

Funktionsbox und die Hintergrundeinblendung des Stadtplanes gewählt werden. Der momentane Status wird gekennzeichnet. »Reset« setzt alle Einstellungen auf den Zustand vor dem ersten Aufruf von Eldorado zurück.

Optionen	
Funktionsbox	F6
Scan ein/ausblenden	F7
Reset	F8

Abb. 16 Optionen

Hard- und Softwareumgebung

In der aktuellen Version läuft ELDORADO auf einem IBM PC/AT kompatiblen Rechner mit 80386 Prozessor mit 33 MHz, 4 MByte Hauptspeicher, einer SuperVGA Graphikkarte und einem 14" Farbschirm. Der Bedarf an Plattenspeicher wird in erster Linie durch die gescannten Bilder bestimmt. 20 bis 30 MByte pro gescanntem Stadt müssen in Kauf genommen werden. Der Speicherbedarf für das Programm und die Datenbank fallen da nicht ins Gewicht. Durch Verwendung eines Online-Datenkomprimierungsprogramms wie STACKER kann der Platzbedarf minimiert werden. Wir verwenden eine IDE Festplatte mit einer Kapazität von 210 MByte und einer mittleren Zugriffszeit von 18 ms. Die Datenübertragungsrate für die Festplatte beträgt ca. 1 MByte pro Sekunde. Die hier erwähnte Hardware stellt - die Festplatte ausgenommen - eine Minimalkonfiguration für ein sinnvolles Arbeiten mit ELDORADO dar.

Das Programm stellt keine besonderen Anforderungen an den Scanner. Er muß nur in der Lage sein, genau ein Planquadrat in unkomprimiertem bilevel (schwarz-weiß) TIF-Format in einer Datei abzulegen. Wir verwenden einen handelsüblichen Handscanner mit 10,5 cm Scanbreite.

ELDORADO läuft zur Zeit unter Windows 3.0 im Standard-Mode.

Erweiterungen

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei ELDORADO im aktuellen Entwicklungsstadium noch um einen Prototyp miteingeschränkter Funktionalität. Der Verkehrsnetzeditor wird in Kürze u.a. um folgende Erweiterungen vervollständigt werden:

- Ausgabe von Netzen auf Plotter
- Import/Export
- kontextsensitive Hilfe
- Zoomfunktion
- Erweiterung der Operatoren bei der Selektion
- freidefinierbare Zuordnung von Farben an Strecken

- Erweiterung möglicher Elementaraktionen
- Erstellung einer Windows-Version von BitEdit

Einsatzmöglichkeiten

Das flexible und offene Konzept von ELDORADO gestattet den Einsatz dieses Verkehrsnetzeditors in vielen Bereichen des Verkehrswesens. Denkbar wäre eine Verwendung in Zusammenhang mit einer schnellen Ermittlung von zeitkürzesten Routen zum Zweck der Einsatzplanung bei Rettungsdiensten oder eine Verwendung bei der Routenplanung im Güterverkehr zur Einhaltung von Terminen, z.B. bei "just-in-time" Anlieferungsvorgängen. Viele weitere Einsatzbereiche sind darüberhinaus in Verbindung mit anderer Verkehrsberechnungs-Software vorstellbar.

Zusammenfassung

In diesem Bericht wurde der in Zusammenarbeit von Informatikern und einem Verkehrsingenieur entworfene Verkehrsnetzeditor ELDORADO vorgestellt. Die wichtigsten Funktionen dieser Software wurden aufgezeigt; einfache Beispiele aus der bisherigen praxisorientierten Entwicklungsarbeit dienten einer ersten vertiefenden Erläuterung sowie der Begründung der Eignung von ELDORADO als wertvolles Hilfsmittel für die verkehrsplanerische Arbeit.

Es wurde argumentiert, daß herkömmliche CAD-Systeme aus verschiedenen Gründen für diese Anwendung nicht geeignet sind. Aus den selben Gründen eignen sich auch andere graphische Anwendungen, die Linien- oder Rastergraphiken manipulieren, nicht. Die wichtigsten dieser Gründe bilden wohl die funktionalen Anforderungen, z.B. die Möglichkeit Plausibilitätskontrollen durchzuführen.

Die Vereinigung von Raster- und Liniengraphik ist ebenfalls eine Eigenschaft von ELDORADO, über die das vom Benutzer zur Zeit verwendete CAD-System nicht verfügt. Die Einblendung des gescannten Stadtplanes im Hintergrund ermöglicht eine visuelle Überprüfung des Erfassungsvorgangs. Das automatische Tracen der Strecken im gescannten Bild, wie dies in einigen Graphikprogrammen möglich ist, schien uns hier nicht sinnvoll, da die gescannten Bilder sehr unregelmäßige Strukturen aufweisen, z.B. Strecken, die Namenszüge enthalten oder von diesen unterbrochen werden. ELDORADO enthält weder Bildverarbeitungsfunktionen noch Funktionen zur Manipulation von komplexen, geometrischen Figuren, was es von anderen Graphikprogrammen unterscheidet. Solche Funktionen werden in den geplanten Anwendungen nicht benötigt.

Nach Abschluß der aktuellen Prototypphase soll ELDORADO - durch umfangreiche Erweiterungen - zu einem vollständigen System mit zentraler Stellung bei der Verkehrsnetzerfassung ausgebaut werden. Es wird dann seine Fähigkeiten in der Praxis beweisen müssen.

Literatur

- [1] Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Schriftenreihe "Forschung Stadtverkehr", Heft 31, Kirschbaum Verlag, Bonn, 1982.
- [2] Institut für Stadtbauwesen der TU Braunschweig, "Grundlagen der städtischen Verkehrsplanung" (Materialien zur Vorlesung), Braunschweig, 1989.
- [3] Peter Coad, Edward Yourdon, *Object-Oriented Analysis*, Prentice Hall, Inc., 1990.
- [4] Charles Petzold, *Programming Windows*, Second Edition, Microsoft Press, 1990.
- [5] J. D. Foley, A. van Dam, *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley, 1984.
- [6] Jeffrey D. Ullman, *Principles of Database Systems*, Computer Science Press, 1982.