Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 114 (1996)
Heft: 41

Artikel: Digitale Grundlagen für den Tiefbauingenieur: bestehende Pläne für die Bearbeitung mit modernen EDV-Werkzeugen nutzen
Autor: Burkhardt, Pierre / Mathur, Ajay
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79059

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: 13.07.2025

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

Pierre Burkhart, Kriens, Ajay Mathur, Horw

Digitale Grundlagedaten für den Tiefbauingenieur

Bestehende Pläne für die Bearbeitung mit modernen EDV-Werkzeugen nutzen

Vor der Realisierung eines Bauwerkes wird eine Strategie entwickelt: Es entsteht eine Vorstudie mit dem Ziel, die Machbarkeit und das Projekt zu definieren, danach wird in einem Vorprojekt die optimale Lösung umschrieben und schliesslich ein baureifes Projekt erarbeitet. Die Realisierungsphase ist gekennzeichnet durch Ausschreibung, Ausführung, Inbetriebsetzung und Abschluss. Diese Stufen werden durch die Planung begleitet, die dem Bauherrn entsprechend der jeweiligen Phase die Entscheidungsgrundlagen bis hin zu den Ausführungsplänen zur Verfügung stellt. Damit die Planung mit den modernen Werkzeugen der EDV erfolgen kann, sind Grundlagedaten notwendig.

Am Anfang steht die Idee bzw. die Aufgabe zur Erstellung eines Bauwerkes. Daraus entwickelt der Auftraggeber mit den Auftragnehmern eine Strategie: Wie gilt es das Projekt anzupacken, und welche Randbedingungen müssen dabei eingehalten werden? Das erste Zwischenziel kann eine Variantenstudie sein, die dem Auftraggeber präsentiert wird. Um Varianten zu erarbeiten, setzen die Planer als Werkzeug die EDV ein. Sie ermöglicht, die Ideen der Beteiligten in kurzer Zeit umzusetzen und darzustellen. Dabei ist auch die effiziente Änderbarkeit sichergestellt. Diese Vorgehensweise bedingt ein Datenmodell, das so aufgebaut ist, dass entsprechend der Projektphase die Genauigkeit erhöht und verdichtet werden kann.

Die Frage, ob ein Projekt mit Hilfe der EDV entworfen werden kann, ist mit «ja, aber» zu beantworten. Zum einen müssen die Anwender für einen Entwurf die Programmsysteme virtuos anwenden können. Wichtigster Punkt ist jedoch, ob die Grundlagedaten, z.B. das Grundbuch, die Werkleitungen, die Topographie usw., in die EDV übergeführt werden können. Hier stellt sich die Frage, woher diese digitalen Grundlagedaten bezogen werden können und welche Kosten damit verbunden sind. Mit anderen Worten: Es geht um die Schnittstellen. Im folgenden soll dargestellt werden, welche Möglichkeiten es gibt, digitale Daten bereitzustellen und in welchem Format. Wir wollen uns somit nicht mit dem Thema der Übernahme von Punkten, Achsen, Querprofilen und digitalen Flächenmodellen, Basisplänen der amtlichen Vermessung beschäftigen, sondern wir gehen davon aus, dass die Grundlagedaten als Pläne in Papierform vorliegen.

Beispiel einer digitalen Übernahme papierner Pläne

Als Beispiel wählen wir die Aufgabe, Varianten einer verkehrsberuhigenden Massnahme auf zwei Kilometern Länge im innerstädtischen Bereich zu erarbeiten mit dem Ziel, die Machbarkeit nachzuweisen. Die Pläne 1:2500 werden als Bestandteil einer Abstimmung und Pläne 1:500 zur begleitenden Ausstellung benutzt. Wird die Vorlage angenommen, wird als Grundlage für das Bauprojekt ein Vorprojekt erarbeitet. Der Grundbuchplan liegt in Papierform vor. Um die Machbarkeit nachzuweisen, ist Genauigkeit in der Lage im Dezimeterbereich genügend. Höhenangaben sind nur zur Information interessant.

Somit kann aus der Aufgabenstellung für die Phase der Machbarkeit angenommen werden, dass der Grundbuchplan als Hintergrund dienen soll. Bei der Plandarstellung ist aber ein hoher Standard gefordert. Die Gebäude werden in Farbe vollflächig dargestellt, und die Parzellennummern, die Strassennamen sowie die Flurnamen müssen gut lesbar sein. Die so vereinbarte Qualität kann in einem CAD-System am besten umgesetzt werden, wenn die Informationen technisch als Vektordaten dargestellt und thematisch in «Gebäude» und «Übriges» gegliedert sind. Der Text soll als solcher ansprechbar sein, somit nicht aus lauter kleinen Vektoren bestehen. Dabei darf das Gesamtziel nicht ausser Betracht gelassen werden: Indem wir bereits in der Phase der Machbarkeitsstudie im Landeskoordinatennetz arbeiten, können wir das Modell in den weiteren Phasen verdichten. Für den digitalen Grundbuchplan bedeutet das, dass wir die Daten georeferenzieren müssen.

Mit diesen Informationen und einer guten Papierkopie besitzen wir alles Notwendige, um den Plan in der entsprechenden Auflösung zu scannen und zu vektorisieren. Diese Aufgabe können Dienstleistungsfirmen mit dem notwendigen technischen Wissen und entsprechender Erfahrung übernehmen. Die Daten werden in den meisten Fällen komprimiert im DXF-Format ausgetauscht.

Aufgrund der gegebenen Randbedingungen ist auf eine Digitalisierung der Pläne aus wirtschaftlichen Gründen zu verzichten; die mit der Digitalisierung erreichbare Genauigkeit ist nicht gefordert. Andererseits hat die unverarbeitete Weiterverwendung der Pixeldaten aus dem Scanner den Nachteil, dass keine thematische Gliederung der Daten möglich ist und dass der Text nicht als solcher bearbeitet werden kann. Im weiteren können keine Elemente, wie beispielsweise Grenzen, zur Konstruktion herangezogen werden.

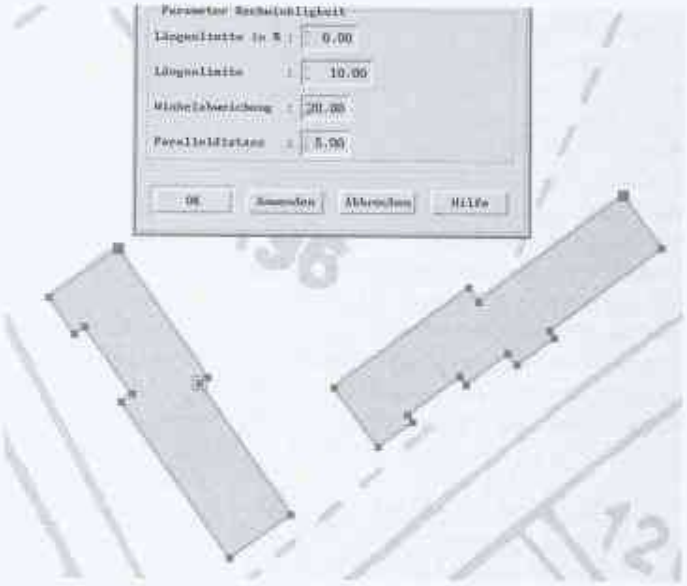
1
Skelettierung und Konturextraktion. Trennung der Linienelemente, Gebäude schon während der Vektorisierung

In der Phase des Vorprojektes ist es notwendig, die so vorhandenen digitalen Grundbuchdaten mit den Grenzpunkten vom Grundbuchgeometer oder vom Vermessungsamt zu ergänzen. Für die Planung in Anschlusspunkten müssen Strassenränder, Einfahrten, Bäume usw. terrestrisch aufgenommen werden und ins Modell integriert werden. Dabei ist der Codierung von Punkten und allenfalls der Linien besondere Beachtung zu schenken. Es empfiehlt sich, die Daten in einem vereinbarten ASCII-Format zu übernehmen und die Werkleitungen ebenso wie den Grundbuchplan zu scannen und zu vektorisieren. Bei der Vektorisierung sind wieder die Anforderungen festzulegen. Diese Daten können nach Erfordernissen mit terrestrischen Aufnahmen ergänzt werden.

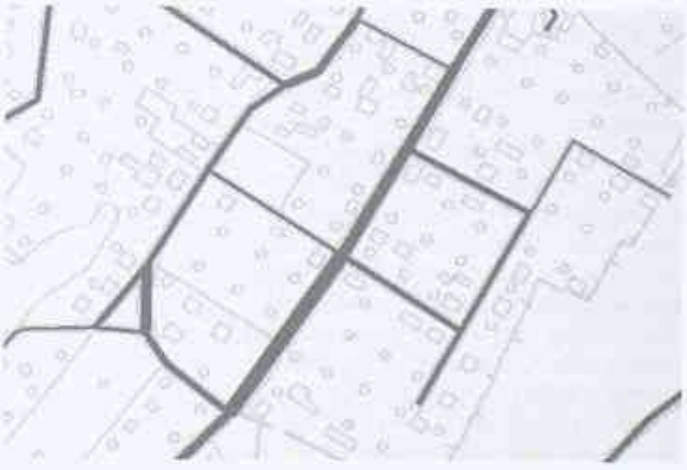
Im Bauprojekt kann das Modell mit weiteren zusätzlichen terrestrischen Aufnahmen verdichtet werden, so dass z. B. die Entwässerung von Knoten und Plätzen mit Hilfe des digitalen Flächenmodells gelöst werden kann. Das so aufgebaute Modell dient während allen Phasen der Absteckung, den Zwangspunktberechnungen und den notwendigen Schleppkurvensimulationen.

Die digitalen Daten für schematische Pläne bis hin zu den Daten für die amtliche Vermessung können aus vorhandenen Grundbuchplänen bereitgestellt werden. Die Aufgabenstellung beschränkt sich jedoch nicht nur auf Grundbuchpläne in Papierform, sondern umfasst alle Pläne, die in Papierform und nicht digital vorliegen. Im folgenden Abschnitt werden im Detail die Voraussetzungen, Möglichkeiten, Kosten und Grenzen bei der Bereitstellung digitaler Daten aus Plänen in Papierform aufgezeigt.

2
«Intelligente» Vektorisierung



3
Korrektur der Rechtwinkligkeit



4
Extraktion der Strassenachsen aus Strassenkonturen

Die wichtigsten Fragen zur Digitalisierung

Die Voraussetzungen

Wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Vektorisierung und genaue Kostenberechnung ist die präzise Aufgabenbeschreibung sowie die Qualität des gelieferten Planes. Bezugnehmend auf das vorgängig beschriebene Beispiel, «Varianten einer verkehrsberuhigenden Massnahme», stellt sich die Aufgabenbeschreibung wie folgt:

- Grundbuchpläne 1:500 (auf Papier) vollständig vektorisiert
- Erkennung: Daten müssen in folgenden Ebenen geliefert werden:
  - Gebäude als Flächen
  - übrige Linienelemente
  - Parzellennummer, Strassennamen, Flurnamen als Text

- Daten müssen georeferenziert werden
- Ausgabeformat ist DXF
- Die geforderte Genauigkeit liegt im Dezimeterbereich.

Abzuklären sind:

- Anzahl der Grundbuchpläne
- Datenträger für DXF-Daten (z. B. DOS-Disketten eventuell komprimiert)
- Nach welchen Soll-Koordinaten wird die Georeferenzierung durchgeführt?
  - Über Netzpunkte oder Fixpunkte (ASCII-Datei oder Liste)?

Je detaillierter ein Auftragsbeschrieb geliefert wird, desto präziser ist die Kostenberechnung und das gewünschte Resultat. Der Auftragsbeschrieb sollte unbedingt mit der Dienstleistungsfirma abgestimmt werden.

Die Möglichkeiten

Das Scannen hat einen direkten Einfluss auf die Präzision und die Qualität der Vektordaten. Die geforderte Genauigkeit und die Qualität der Vektorisierung hängen unmittelbar von der Art des Scanners (Flachbett-, Einzug- oder Trommelscanner), der Scannauflösung sowie der Scannqualität ab.

Die heutige automatische Vektorisierung ist ausgereift. Es sind Systeme vorhanden, die in der Lage sind, Pläne vollständig und automatisch zu vektorisieren und die Grafik präzise wiederzugeben. Dabei wird die Vektorisierung im Batch-Verfahren schnell und ohne manuellen Eingriff erledigt. Dies beschränkt sich nicht nur auf Grundbuchpläne, sondern kann ebenfalls für Übersichtspläne, Leitungskataster, topographische Karten, Baupläne, Stadt- sowie Strassenkarten usw. angewendet werden. Dabei sind Systeme vorzuziehen, die einen flexiblen Funktionsumfang und eine starke Parameterisierung aufweisen.

Diese Systeme sind nicht nur zur Skelettierung oder Konturextraktion in der Lage (Bild 1), sondern bewerkstelligen schon während der Vektorisierung die Trennung der Linienelemente gefüllter Flächen (z.B. Gebäude). Dadurch erreicht man zum Teil schon eine gewisse Erkennung während der Vektorisierung.

In den meisten Fällen ist die «rohe» Vektorisierung für den Kunden unbrauchbar, weil der manuelle Nachbearbeitungsaufwand unverhältnismässig hoch ist. Vorzuziehen sind Systeme mit «intelligenten» Vektorisierungsfunktionen. Die Vektorisierung wird derart parameterisiert, dass die Software automatisch die Stützpunkte so setzt, dass z. B. bei einer Geraden nur zwei Stützpunkte und bei einer anschliessenden Kurve eine entsprechende Mehrzahl von Stützpunkten gesetzt werden (Bild 2). Diese Systeme verfügen zusätzlich über vielfältige Funktionen für die Verbesserung der Vektordaten wie Glättung, Lückenschliessung, Flächenbildung bis hin zu Kreiszentrierung (z.B. Grenzsteinsymbole), Korrektur der Rechtwinkligkeit (Bild 3), Extraktion der Strassenachsen aus Linien der Strassenkontur usw. (Bild 4). Die Vektordaten weisen eine Knoten-Kanten-Topologie sowie eine Mehrzahl von Linien- und Knotenmerkmalen auf (Linienbreite, Linienkrümmung, Linienrichtung usw.). Diese Merkmale sind für eine anschliessende Erkennung notwendig.

Es besteht die Möglichkeit, linien- und flächenartige Gebilde zu erkennen und zu klassifizieren. Die Erkennung der Symbole und der Texte geschieht unabhängig von der Lage, der Grösse oder der Rotation.

Die Menge der Vektordaten bedarf ebenfalls einer genauen Abklärung. Viele CAD-Systeme sind in der Lage, Vektordaten zu verarbeiten, scheitern jedoch oft an der Datenmenge. In unserem Beispiel können die Daten der Ebene «übrige Linienelemente» bei einem dichten Grundbuchplan den Platz von einigen 10 Megabytes einnehmen. Dies kann zu Geschwindigkeitseinbussen und langen Bildaufbauzeiten bei CAD-Systemen führen. Hier empfiehlt sich eine weitere Aufteilung (Erkennung) der Objektebenen. Die Daten werden somit auf mehreren Ebenen verteilt und können bei Bedarf dazugeschaltet werden.

Heute ist es möglich, z.B. einen Grundbuchplan vollautomatisch zu vektorisieren, das Rechtskataster und Gebäude präzise und konsistent zu erkennen und die Daten, entsprechend AV 93, in Ebenen abzulegen. Somit kann der Datenbedarf für einen grossen Teil der Anwender (Planer, Werke usw.) abgedeckt werden.

Die Kosten

Die Kosten sind direkt mit dem Inhalt und der Dichte eines Plans verbunden. Eine Kostenerhöhung kann eine schlechte Vorlage bewirken, die manuelle Eingriffe nötig macht und dadurch den Zeitaufwand vergrössert. Das optimale Preisverhältnis bieten Pläne, die eine inhaltliche Präzision und Vollständigkeit aufweisen, diese können im Batch-Verfahren (maschinell) vektorisiert und erkannt werden.

Ein weiterer positiver Einfluss auf die Kosten ist eine Bearbeitung gleichartiger Pläne in einer Serie. Eine Vektorisierungs- und Erkennungsfunktion kann bei einer Serie optimiert werden und dadurch eine Kostensenkung von bis zu 40% bedeuten.

Fazit

Es gibt keine Standardlösungen! Die Lösung muss aufgrund der Randbedingungen aus den Zielsetzungen des Projektes, dem Projektfortschritt, den finanziellen Mitteln und den zeitlichen Vorgaben erarbeitet werden. Dabei ist eine Vereinbarung über die Qualität der digitalen Grundlagedaten zu treffen. Die verschiedenen Möglichkeiten wie digitalisieren (am Brett, am Bildschirm usw.), scannen und scannen mit anschliessender Vektorisierung sowie die Nutzung der EDV-Systeme bei der Weiterbearbeitung sind bei der Vorgehensweise zu berücksichtigen. Die hier vorgestellten Möglichkeiten stellen nur einen Teilaspekt im Umfeld der Bereitstellung von Grundlagedaten für die Weiterbearbeitung mit EDV dar. Eine Beratung durch Fachleute ist jedenfalls bereits im Vorfeld von Projekten zu empfehlen.

Adressen der Verfasser:
Pierre Burkhart, dipl. Bauing. HTL/STV, Burkhart Bauinformatik AG, Gewerbehaus Ober-Kuonimatt, Industriestrasse 10, 6010 Kriens, *Ajay Mathur*, Analytiker/Programmierer, Projektleiter, Maptech AG, Ebenaustrasse 10, 6048 Horw