

CAE im Straßenbau oder seine Verhinderung durch Informationsvernichtung

Als Vermessungsingenieure sind wir hauptsächlich in der baubegleitenden Vermessung für den Auftragnehmer tätig. Wir sorgen dafür, dass Straßen, Brücken, Versorgungsleitungen ... nach den Vorgaben des Auftraggebers in richtiger Dimension und Ausdehnung in der richtigen Lage in die Landschaft gesetzt werden und wir ermitteln Längen, Flächen und Volumina von rückgebauten, herzustellenden und hergestellten Bauteilen. Geschwindigkeit ist keine Hexerei und Eintippen für den Ingenieur OUT. Wenn es irgendwie möglich ist, greifen wir auf die vorhandenen digitalen Unterlagen der Planung zurück, die wir im Zuge der Bauausführung durch eigene Messungen, Anpassungen und Entwürfe ergänzen. Die sehr unterschiedliche Qualität der digitalen Ausgangsdaten ist Anlass für diesen Beitrag.

Gäbe es nur ein CAD-System für die Straßenplanung, hätten wir keine Probleme. Alle Straßenplaner würden dann z.B. mit „UniPiste“ und alle Brückenplaner mit „UniBridge“ arbeiten und sich untereinander, abgesehen von Versionsproblemen, bestens verstehen. Auch für den Vermessungsingenieur wäre es einfacher. Er würde einfach ebenfalls mit diesem einen System arbeiten und wäre damit zwar auch nicht sorgenfrei, wie wir später sehen, aber er hätte es viel leichter.

Auf dem Markt konkurrieren mehrere Pakete, die in Deutschland meist zwischen 1000 und 10000 Anwender haben (Autodesk will 17000 Civil3D-Lizenzen verkauft haben und bezeichnet sich damit schon mal als Marktführer in der Branche) und inkompatible Formate für die Beschreibung eines Projektes benutzen. Es gibt Datenformate, die wenigstens die Hauptgeometrien eines Bauwerkes in einer einheitlichen Form zu beschreiben versuchen: die Datenarten der REB, die Kartenarten 21 und 40 und neuerdings LandXML. Alle diese Formate können von uns benutzt und konvertiert werden und machen uns, trotz gelegentlicher Eigenheiten in der Syntax, die geringsten Sorgen. Importieren wir z.B. die Geometrie einer Achse über die Datenart 40 in unser CAD-System, entsteht ein geometrisch korrektes Bild der Achse. Was ist aber geschehen, wenn diese Geometrie nicht zu der übrigen Geometrie passt, die wir digital als DXF-Datei vom Planer erhalten haben? Der Lageplan des Baugebietes erscheint unvollständig, zu groß oder zu klein, ist verdreht und liegt irgendwie im Nirwana. Die Achse im Lageplan scheint vorhanden zu sein, ist aber in mehrere Tausend Stücke zerhackt. Eine Fahrbahnkante besteht aus mehreren Tausend zusammenhanglosen Linienstücken, die keinen weiteren Nutzen mehr haben, außer bei einem entsprechenden Betrachtungsabstand (oder ZOOM-Stufe) ein plausibles Bild abzugeben. Jeder Versuch, eine Länge oder eine Fläche abzugreifen, eine schraffierte Darstellung einer Sonderfläche zu erzeugen endet mit Handarbeit und Flüchen. Der Versuch, alle zur Fahrbahnkante gehörenden Bruchstücke zu isolieren um sie dann zu einem Linienzug zu vereinen scheitern daran, dass ALLE Bruchstücken ALLER Kanten (Mulden, Bankett, ...) auf einer Folie liegen und sich die zusammengehörenden Bruchstücken auch noch minimal überlappen oder kleine Lücken aufweisen. Kaum vorstellbar, dass der Planer ebenfalls so mit diesen Daten gearbeitet hat. Oder doch?

Der Auftraggeber interessiert sich in der Regel nicht für dieses Problem. Er ist zufrieden, wenn er seine Aufgabe in Form eines ansprechenden papiernen Planwerks gelöst sieht. Die digitalen Mängel sind weder auf dem Papier noch in den PDF-Dateien des „Digitalen Planungsordners“ zu sehen. Schöne Pläne (und noch schöner) konnten die Planer aber schon vor hundert Jahren und noch früher machen. Sollte es nicht möglich sein, unter den heutigen Bedingungen einen Mehrwert aus der Planung zu schöpfen, der dem Ausführenden und allen Folgegewerken die Arbeit erleichtert?

Seit jeher war das Endprodukt des Ingenieurs der papierne Plan, der, so gut es eben auf Papier ging, die Gedanken und Vorstellungen des Erzeugers repräsentierte. Im Kopf des Erzeugers war ein 3-dimensionales Modell, auf dem Papier eine verebnete Darstellung. Maßstab, Isometrien, Texte, Bemaßungen verhalfen der Darstellung zu größter Modelltreue, so dass der Endfertiger das gewünschte Modell entsprechend den Vorstellungen des Entwurfsverfassers herstellen konnte. So entstanden über lange Zeit Maschinen, Häuser, Straßen. Das Verfahren änderte sich, als leistungsfähige Computer mit adäquater Software verfügbar wurden. Der Ingenieur kann seine Vorstellungen am Computer modellieren. Wo er früher mit einer papiernen Darstellung einer 3-dimensionalen Welt arbeiten musste, kann er diese heute im Computer 3-dimensional modellieren. Die papiernen Pläne entstehen zum Teil nur noch, um einen definierten Entwicklungsstand zu dokumentieren und um sich mit den beteiligten Parteien über bestimmte Details zu einigen. Im Extremfall (CNC-Maschinen, Rapid Prototyping) ist vom Entwurf bis zur Fertigung kein Stück Papier mehr nötig. Der digitale Entwurf des Ingenieurs wird direkt in die Fertigung umgesetzt. Ich höre schon den Aufschrei meiner Zielgruppe, den Straßenplanern: Das kann man doch wohl mit unserem Tätigkeitsfeld nicht vergleichen, da gibt es doch keine Parallelen. Man warte ab. Es gäbe Analogien, wenn man die Modelle vor ihrer Auslieferung nicht um ihren wesentlichen Inhalt berauben würde, so dass zum Beispiel die Bezeichnung „Digitaler Planungsordner“ eigentlich ad absurdum geführt wird.

Das entscheidende Bindeglied zwischen dem Entwurf und seiner Realisierung in der Örtlichkeit ist, abgesehen von finanziellen, organisatorischen und administratorischen Voraussetzungen, der Vermessungsingenieur. Basis für seine Arbeit ist ein 3-dimensionales digitales Modell des Bestandes und der Planung. Im einfachsten Fall ermittelt er aus dem Modell Sollkoordinaten für Bauwerksteile, die er auf elektronischem Wege erst in sein Vermessungsinstrument und mit diesem dann in die Örtlichkeit überträgt. Das setzt voraus, dass er über ein digitales Modell verfügt, das lagerichtig, koordinatentreu, maßstabslos und blattschnittfrei ist.

Die Darstellung eines Planes als PDF-Datei leistet dies nicht. Die PDF-Datei ist überhaupt nicht georeferenziert und somit für solche Zwecke unbrauchbar, weil sie dafür nicht vorgesehen ist. PDF-Dateien repräsentieren den Papieranteil einer Planung und leisten genau dasselbe. Nicht mehr und nicht weniger. Sie sind platz- und materialsparender als Papier und leichter zu vervielfältigen. Man kann sie am Computer lesen. Für den ausführenden Ingenieur sind sie kein Fortschritt und bieten nichts neues.

Auf Bitten erhält der Vermessungsingenieur die digitale Planungsbasis oft als DXF-Datei. Diese wäre von ihren Möglichkeiten her geeignet, das Modell entsprechend den o.g. Forderung zu beschreiben. Was soll man aber mit einem digitalen Plan, der maßstabsbehaftet (1m = 2 digitale Einheiten bei 1:500), nicht nach Norden ausgerichtet, mit Koordinatenursprung (0,0!) in der linken unteren Ecke und in mehreren Teilen geliefert wird – sprich einem Papierplan als DXF-Datei? Diese Dateien haben immerhin einen entscheidenden Vorteil:

Nachdem man sie skaliert, gedreht und verschoben hat, kann man sie zu einem Gesamtplan zusammenfügen, der nur noch den Nachteil hat, dass in den Überlappungsbereichen alles doppelt ist. Solange die Dubletten nicht widersprüchlich sind, kann man erst einmal damit leben. Irgendwann versucht man dann die Dubletten auf ein Element zu reduzieren und gibt vielleicht auf, weil die Überlappungsbereiche tatsächlich 2-mal mit minimalen Abweichungen „gezeichnet“ waren, so dass das CAD-System keine Duplizität erkennen kann.

Das zweite große Tätigkeitsfeld des Vermessungsingenieurs ist die Ermittlung von Längen, Flächen, Volumina und die Konstruktion von zusätzlichen Bauteilen, z.B. ein Kabelgraben als Parallele zum künftigen Fahrbahnrand. Mit der Geometrie des Modells muss also weitergearbeitet werden. Soll z.B. die Parallele zu einem Fahrbahnrand konstruiert und ihre Länge ermittelt

werden, wäre es schön, wenn der Fahrbahnrand als zusammenhängender Linienzug vorliegen würde, der aus Linien und Bögen besteht und den man mit einem Befehl um den gewünschten Betrag auf die gewünschte Seite versetzen könnte. Selbst wenn Klotoiden beteiligt sind, die nicht in allen CAD-Systemen darstellbar sind, kann man diese mit praxisgerechter Genauigkeit als Folge von Bögen darstellen. Diesen versetzten Linienzug kann man dann als Achse definieren und somit jeden beliebigen Punkt in der Örtlichkeit abstecken. (Sofern der Fahrbahnrand von vornherein als Achse definiert oder eine Parallele zur Hauptachse ist, kann der Vermesser selbstverständlich mit den vorliegenden Achsdefinitionen arbeiten.) Ein zusammenhängender Linienzug lässt sich also parallel versetzen, gibt auf Klick seine Länge und seine eingeschlossene Fläche preis. Nicht so, wenn er aus einzelnen Elementen besteht, die sich zum Überfluss auch noch minimal überlappen oder nicht aneinander anschließen (und sei es um Bruchteile von mm). Schließen die Elemente ohne Lücke und Überlappung aneinander an, kann meist ohne großen Aufwand noch ein Linienzug daraus erzeugt werden.

Absolut absurd ist die Übergabe von Geometrie als aufgelöste Strichlierungen. D.h., im Papierplan als gestrichelte Linie dargestellte Achsen, Baufeldgrenzen, Leitungen werden auch in der DXF-Datei als Haufen kleiner Striche und Punkte übergeben. Das CAD-System erkennt keinen Zusammenhang mehr zwischen den einzelnen Stückchen. Die Geometrie einer Linie oder eines Linienzuges wurde somit vernichtet. Der Benutzer kann sie nur noch nachzeichnen, um sie dann benutzen zu können. Er macht die Arbeit des Planers noch einmal. Eine lange Linie wird zu einem Riesenhaufen zusammenhangloser Strichelchen, das ist wie ein Haufen Gehirnzellen ohne Synapsen, ein Berg Bauelemente ohne Leiterplatte, ein Haufen Buchstaben ohne Wörter und Sätze. Kein Importer kann daraus wieder die ursprünglichen Linien zaubern. D.h., die Auflösung von Linien in die Elemente ihrer Strichlierung ist Informationsvernichtung. Den Vogel schoss bisher ein Ingenieurbüro ab, das 8 substantielle Linien mit einem Malprogramm erzeugte und diese in ca. 14000 Strichelchen (weil verdeckt!) in einer 5MB großen DXF-Datei übergab. 8 Koordinaten (16 Zahlen) hätten gereicht.

Jedes CAD-Programm sollte die Möglichkeit bieten:

redundanzfrei (ohne Überlappungen)
maßstabslos
lage- und orientierungstreu (koordinatentreu)
darstellungsunabhängig
layerstrukturiert (nach Inhalt)
blattschnittfrei

im Modell zu arbeiten und der Planer (oder sein Zeichner, denn der hat immer Schuld) sollte diese Möglichkeiten auch nutzen.

Insbesondere Brückenplaner betreiben oft Informationsvernichtung in großem Stil. Von den einstmals ordentlich georeferenzierten und inhaltlich korrekten Daten der Entwurfsvermessung und anderer Datenlieferanten (Versorger, Straßenplaner, Landesbaubetrieb, ...) bleiben nach der Planung als Georeferenz oftmals nur noch ein mit Koordinaten beschrifteter Kreuzungspunkt mit einem Kreuzungswinkel zum über- oder unterquerten Bauwerk. Alles andere wird gnadenlos verdreht, skaliert, zerhackt, planiert (verebnet) wie es nach Meinung des Planers (oder Zeichners, bei den Brückenplanern sind immer die Zeichner für jegliches Übel verantwortlich) notwendig ist, um einen „schönen“ Plan herzustellen. Sämtliche Details, Schnitte und Ansichten sind um den Lageplan herum auf den gleichen Ebenen angeordnet. Wenn der Folgeplaner einen solchen Plan digital erhält, wie kontrolliert er dann die Anschlussbedingungen der Brücke zum übergeordneten Bauwerk? Richtig: er skaliert, dreht und verschiebt, versucht die entscheidenden Bauwerkskanten

(Kappen, Flügel, Wiederlager, Pfeiler) vom Rest zu isolieren und zusammenzufassen und kann nach Stunden frustrierender Arbeit feststellen, dass die Brücke z.B. um 400m verschoben am falschen Ort geplant wurde (dieses Beispiel ist wahr und dokumentiert).

Formulierung der Anforderungen an das digitale Projekt

Dokumentierung in der HOAI oder was gibt es sonst noch für Regelwerke in der Planung?

Empfehlungen für die Übergabe in einer DXF-Datei

Was leistet LandXML?

Wie ordnet sich OKSTRA ein?

Objekt	Entity	min.	opt.
Objektkante	Linie, Bogen	lückenlos, überlappungsfrei	Polylinie

Grundsatz

Der Zeichner soll zusammenfügen, was zusammengehört. Damit wird auch vom CAD-System als zusammengehörend erkannt. Sonst erscheint es nur dem menschlichen Auge als zusammengehörend und ist für die CAD wertlos.

Quell- und Konvertierungsartefakte. Nachlässigkeiten und Unvermeidliches. Workarounds

PDF-Ausgabe ist Vernichtung von Informationsmehrwert. Worin besteht der Informationsmehrwert von digitalen Planunterlagen?

Ermittlung von Koordinaten, Längen, Radien, Flächen aus dem Lageplan

Herstellung von Auszügen in verschiedenen Maßstäben für verschiedene Gewerke

Plausibilitäts- und Kollisionskontrollen von Bauwerken

Kontrolle von Absteckungen

Der Computer ist kein kleines Zeichenbrett, sondern ein großer Geometriespeicher mit einem kleinen Fenster.