

## The Long And Winding Road ...

Fernstraßen werden auf Basis einer Achse entworfen. Diese wird durch einen knickfreien Linienzug bestimmt. Das Koordinatensystem der Achse besteht aus Station und Abstand. Jeder Punkt auf und seitwärts der Achse kann durch diese zwei Größen eindeutig bestimmt werden, sofern er in einem Korridor liegt, dessen Breite kleiner als der kleinste Radius der Achse ist.

Die Höhe wird ebenfalls durch den knickfreien Linienzug einer Gradiente bestimmt. Diese ist über die Station an die Achse gekoppelt.

Das Ergebnis der Kombination von Achse und Gradiente ist eine Raumkurve, ein 3-dimensionales Kontinuum. Erdkrümmung und Verebnung machen die Kurve noch komplexer. Aus diesem Grunde wird mit den 2 vereinfachten Projektionen Grundriss im verebneten Koordinatensystem für die Achse und Aufriss für die Gradiente im Achssystem gearbeitet.

Für die räumliche Konstruktion des Straßenkörpers werden Regelprofile genutzt, deren Ankerpunkt in einer festen Relation zur Achse liegt und deren Höhe von der Gradiente abgeleitet wird. Im Profil sind weitere Punkte definiert, deren orthogonale Lage zur Achse und Höhe zum Ankerpunkt durch Neigung, Breite und Aufbaustärke vorgegeben ist. Regelprofile werden an Stationen benötigt, an denen Änderungen des Profils beginnen oder enden.

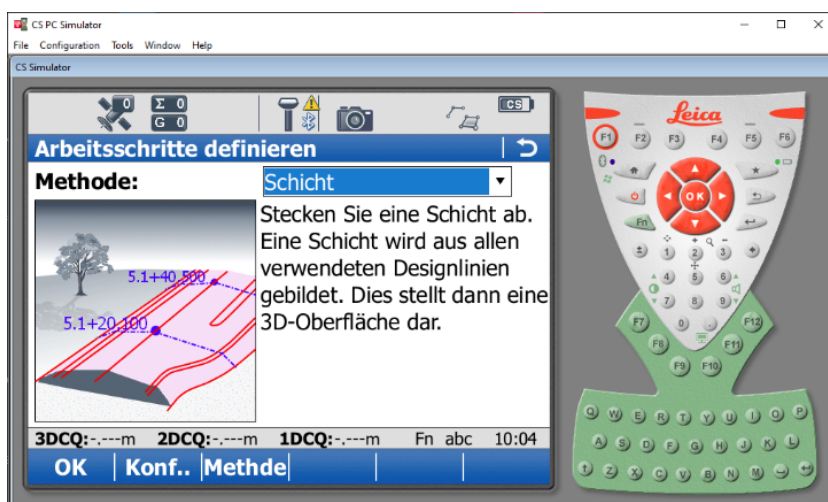
Profilpunkte sind im Profil eindeutig. Sie können in Achsrichtung miteinander verbunden werden. Zwischenprofile werden durch die Software interpoliert. Dadurch entsteht ein Bündel an Linienzügen, die die Straße geometrisch repräsentieren. Flächen werden aus 2 Linienzügen, Horizonte aus mehreren Linienzügen gebildet. Volumina ergeben sich aus der Differenz von Horizonten.

Für die Weitergabe einer Planung als Design To Design genügen Achse, Gradiente und Regelprofile.

Für weitere Anwendungen werden die per se stetigen Raumkurven des Straßenkörpers durch Polygone angenähert (tesselliert). Die Planungssoftware berechnet in vorgegebener Dichte oder abhängig von der lokalen Krümmung diskrete Stützpunkte der Raumkurven. Für Präsentationszwecke wird meist ein engerer Abstand gewählt als für die Weitergabe an Baumaschinen. Vermessungsgeräte können oft schon mit Design To Design arbeiten (z.B. mein Feldrechner Sokkia SDR33 Expert von 1994).

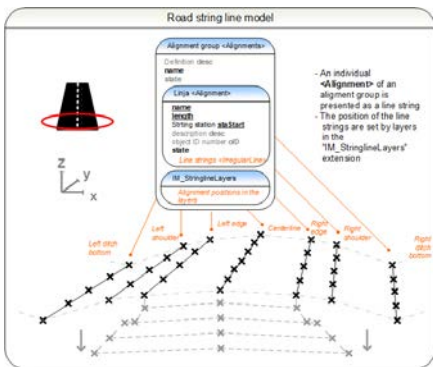
Bestandsvermessungen können nach dem gleichen Prinzip modelliert und weitergegeben werden. Die Linienzüge sind hier schon durch die Art der Aufnahme und der Auswertung tesselliert. Es sind verbundene Aufnahmepunkte einer terrestrischen Vermessung, oder die Stützpunkte von extrahierten Linienzügen einer Punktwolke oder auch tessellierte Bögen. Die Decke einer Straße ergibt sich z.B. aus den zwei begrenzenden Linienzügen der Straßenkante. Die Krone ergibt sich unter Einbeziehung von Abtrepfung, Bankett, Böschung/Mulde usw. Profile werden hier nicht konstruiert, sondern nach Bedarf aus den Schnitten von Flächen und Horizonten abgeleitet.

Die Nomenklatur der Linienzüge wird durch die definierende Software und Standards bestimmt. Die Vielfalt und die speziellen Eigenschaften sind entsprechend groß.



Leica verwendet in seinen Programmen durchgehend den Begriff Designlinie, der es auch für mich am besten trifft. Hier wird auch jeder tessellierte Linienzug als Kombination aus Achse und Gradiente benutzt. Dann haben Achse und Gradiente eben Knicke.

So what – das ist nicht verboten. Man muss nur wissen, was man tut.

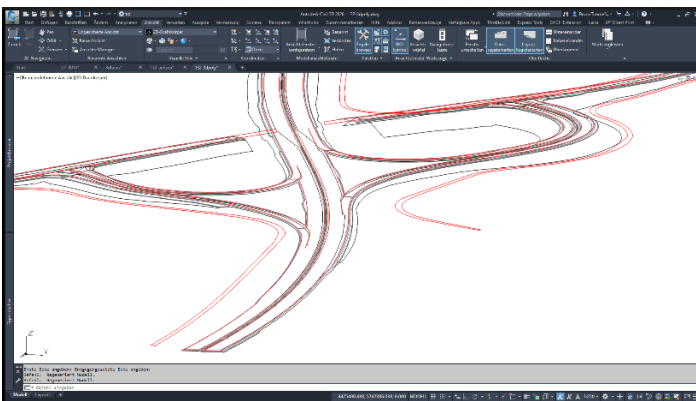


Beim finnischen Standard InfraModel heißt ein Linienzug „Line String“ und das zugrunde liegende Modell „String Line Model“. Auch hier kann jeder Line String Achse und Gradiente sein.

<https://www.buildingsmart.fi/infra/inframodel/index.html>

In Civil3D von Autodesk sind Achse und Gradiente klar getrennt und heißen in der deutschen Version auch so. Ein Profilkante verbindender Linienzug heißt Elementkante bzw. englisch „FeatureLine“. Auch nicht schlecht. Auch eine Featureline lässt sich als Achse und Gradiente speichern.

<https://www.cad.de/foren/ubb/Forum461/HTML/003618.shtml#000003>



Eine Elementkante kann Bögen haben, die bei tessellierten Linienzügen aber nicht auftreten können. Deshalb lassen sich Elementkanten verlustarm in einfachere 3D-Polylinien konvertieren. Diese werden beim Export nach IFC 4x1 wiederum als IfcAlignments ausgegeben.

Bei CARD/1 heißen die die Linienzüge Topolinien und im OKSTRA scheint es das Objekt GM\_Curve zu sein, ist aber beides nicht mein Kiez.

Das bestehende aller (tessellierten) Linienzüge ist, dass sie sich im einfachsten Fall als Folge von 3D-Koordinaten darstellen und in einfachen Textdateien übermitteln lassen, hier durch Komma getrennt:

Rechts ,Hoch ,Höhe

4475674.4330,5742533.6790,69.8008

4475676.3468,5742534.3556,69.8050

4475678.2769,5742534.9842,69.8088

...

Damit kommen z.B. auch Programme ohne Trassierungsfähigkeiten klar.

Genug der Vergleiche und Beispiele. M.E. wäre es nützlich, erfolversprechend und nachhaltig, wenn man sich bei den Straßenbaupilotprojekten im Sinne einer möglichst breiten Kollaboration auf die Entwicklung und Übermittlung von Linienmodellen konzentrieren würde. Aus den Linienmodellen lassen sich, wie oben beschrieben, Horizonte und damit auch Volumenmodelle ableiten.

Die Variabilitäten liegen in den Möglichkeiten der Planungssoftware für den Export und den Import solcher Modelle, den implementierten IFC-Klassen der IFC-Konverter und den Möglichkeiten der CDEs. Mindestens sollte eine CDE in der Draufsicht an der Cursorposition Station und Abstand zu einer Bezugsachse und die Höhe eines Bezugs-DGMs anzeigen.

EINEN funktionsfähigen, konsistenten und durchgängigen Workflow von einer Autorensoftware per IFC in eine geeignete CDE und wieder zurück in eine andere Autorensoftware oder Vermessungsgeräte oder Maschinensteuerungen ... zu finden, wäre schon ein Erfolg. Die Einschränkung auf die Übergabe unklassifizierter (IFCProxy) Volumenkörper ist dem Bedarf des Straßenbaus und seiner Datenaustauschhistorie nicht angemessen.

Bruno Timme

Magdeburg, Juli 2023/Januar 2025