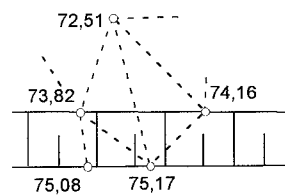


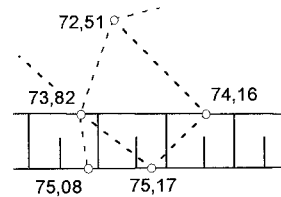
Das Digitale Geländemodell (DGM)

1. Einleitung

Auf Grundlage einer tachymetrischen Aufnahme stellt das digitale Geländemodell (im folgenden DGM genannt) die Erdoberfläche des vermessenen Geländes dar. Eines der Hauptprobleme im Zuge der Weiterverarbeitung der Punktdaten besteht darin, die quasi willkürlich verteilten Stützpunkte in ein mathematisches Schema zu bringen. Zu den bekannten Schemata gehören Rechteckraster und Dreiecksvermaschung. Grundlage des in **GEOGRAF** erzeugten **DGM** ist die Dreiecksvermaschung. Die Qualität des DGM hängt davon ab, wie gut sich das Dreiecksnetz an die vorhandene Geländestruktur anpasst. Es ist daher wichtig, dass die Informationen des Außendienstlers über die Geländestruktur in das DGM einfließen. Diese Informationen stellen im wesentlichen Bruch- und Böschungskanten dar, die sowohl als bereits bestehende Linien in die automatische Dreiecksvermaschung mit eingehen, als auch nachträglich interaktiv in das Dreiecksnetz eingearbeitet werden können. In Bild 1 und 2 sind die Böschungsober- und –unterkante Bruchkanten. Die Übernahme der Böschungunterkante und –oberkante in das DGM verhindert bei der automatischen Vermaschung die unzulässige Dreieckseite 72,51 – 75,17.



fehlerhafte Vermaschung !!!!
Bild 1

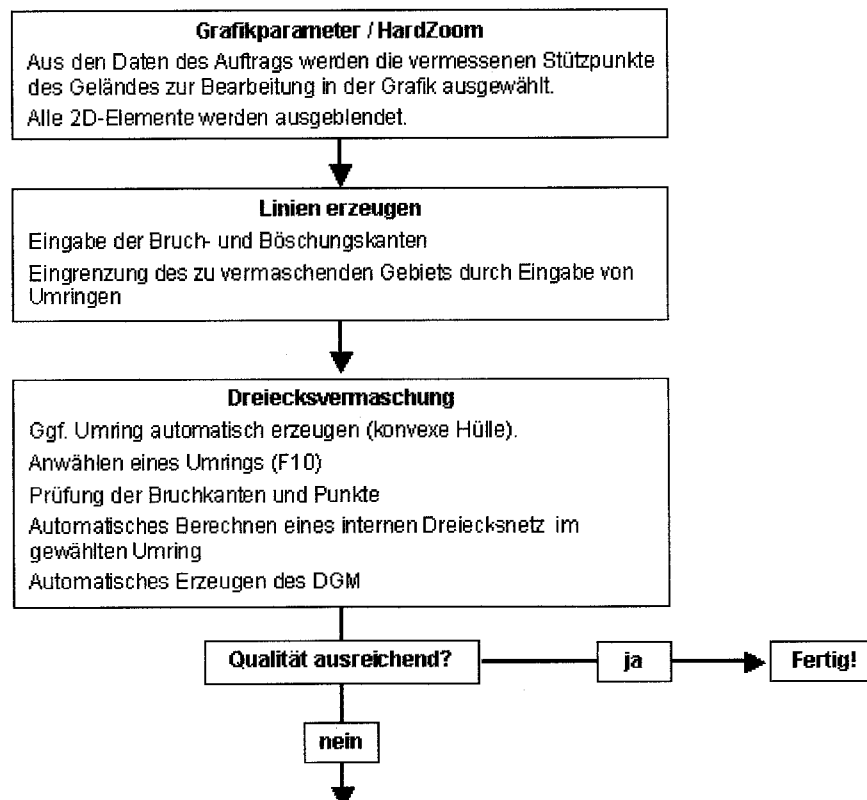


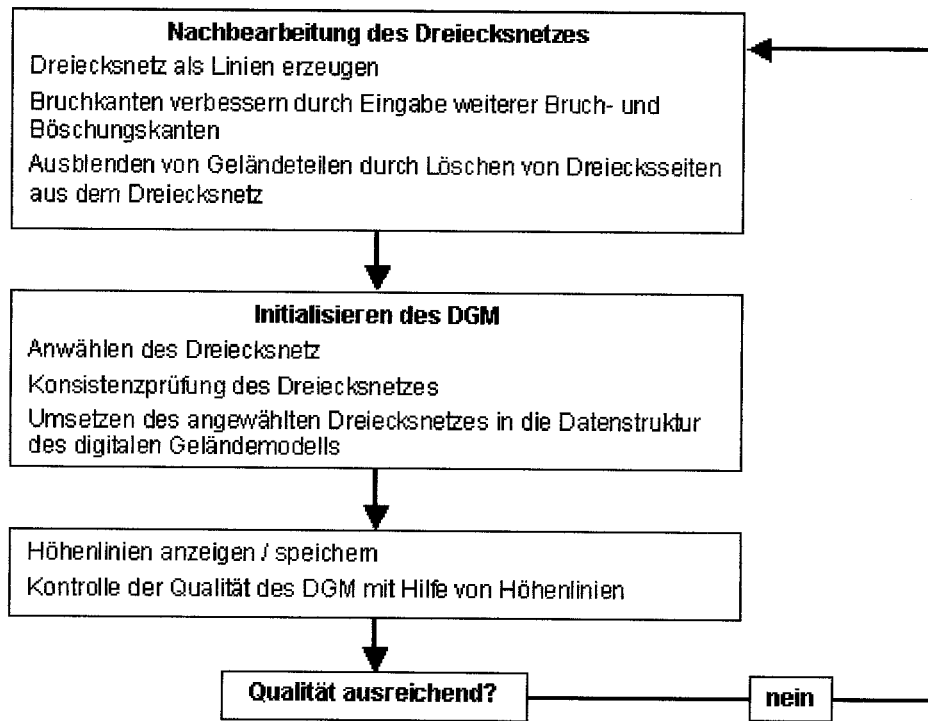
richtige Vermaschung !!!!
Bild 2

Da das DGM ein mathematisches Höhenmodell von Teilen der Erdoberfläche darstellt, können daraus für beliebige Punkte Höhen aus dem Modell abgeleitet werden. Damit lassen sich aus dem DGM Längs- und Querprofile, Höhenlinien und Höhenraster ableiten. Durch verschneiden zweier DGM lassen sich Massen ermitteln. Beispiel: DGM1 = Eroberfläche ; DGM2 = Baugrube. Der Schnitt der beiden DGM ergibt die Erdmasse der Baugrube.

2. Arbeitsablauf

Die nachfolgende Darstellung liefert einen Überblick über die einzelnen Arbeitsschritte, die bei der Erstellung eines digitalen Geländemodells mit Geograf zu durchlaufen sind. Die folgenden Arbeitsschritte sind der Reihe nach auszuführen:





2.1 Vorbereitung

Zunächst muss der Auftrag zur automatischen Vermaschung vorbereitet werden. Dazu sind zuerst die zu vermaschenden Punkte und eventuelle Linien (Bruch- und Böschungskanten) in die Grafik zu laden. Dazu muss gegebenenfalls in **Grafikparameter** im Menü **Parameter** oder mit dem Kommando **HardZoom** eine entsprechende Arten- und Ebenenauswahl getroffen werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass Hilfspunkte und Hilfslinien (z.B. Plotboxen), die nicht Bestandteil des DGM sind, ausgeblendet werden. Die Rissdarstellung sollte in den Anzeigeparametern abgeschaltet werden. Im Anschluss wird in der Grafikebene ein Umring um die zu vermaschende Fläche gelegt, und eventuell noch fehlende Bruchkanten zwischen den Stützpunkten werden mit dem Programmteil **Linien** → **Erzeugen** eingegeben. Nachdem die Vorbereitungen abgeschlossen sind, wird das Menü **DGM** → **Erzeugen** aufgerufen.

2.2 Dreiecksvermaschung

Nach der Vorbereitung des Auftrages wird mit **DGM** → **Erzeugen** → **Vermaschung** die automatische Dreiecksvermaschung erzeugt. Mit der Methode **Polygon** oder **Fläche** wird der äußere Umring des DGM erfasst. Sofort wird auf einer internen Dreiecksvermaschung ein DGM initialisiert, ohne dass Linien der Dreiecksvermaschung sichtbar erzeugt werden. Damit ist die DGM - Erstellung schon fertig initialisiert und Punkthöhen oder Höhenlinien usw. können auf dem DGM berechnet werden.

Es empfiehlt sich aber die Qualität des DGM zu überprüfen. So sollten nach Möglichkeit die Höhenlinien die Dreiecksseiten rechtwinklig schneiden. Dazu müssen vorläufige (temporäre) Höhenlinien konstruiert werden. Man kann dann entscheiden, ob die Dreiecksseiten eventuell verlegt werden müssen. Alle dazu notwendigen Bearbeitungsschritte sind im Folgenden aufgeführt.

2.3 Bearbeitung des Dreiecksnetzes

Mit dem Kommando **DGM** → **Erzeugen** → **D.Linien** wird die Vermaschung sichtbar. Dann kann es interaktiv bearbeitet werden, so dass es möglichst genau an die Struktur des vermessenen Geländes angepasst ist. Mit dem Kommando **DGM** → **Erzeugen** → **B.Kanten** können Dreiecksseiten verlegt werden.

2.4 Generieren des DGM

Nun kann das optimierte Dreiecksnetz mit dem Kommando **DGM → Erzeugen → Initial** in ein DGM umgewandelt werden. Hierbei werden die Punkte und Linien in einer Dreiecksdatenstruktur zusammengefasst und in einer Datei gespeichert. Zusätzlich werden die so gespeicherten Daten unter einer **'Horizontnummer'** zusammengefasst, die das DGM eindeutig kennzeichnet. Die Horizontnummer entspricht in etwa dem Konzept der Ebenen für einzelne Datenelemente in GEOGRAF, so dass später z.B. zwei verschiedene Horizonte (also zwei verschiedene DGM) zur Mas-senermittlung miteinander verschnitten werden können. Die mit einer Horizontnummer abgespeicherte Dreiecksdatenstruktur stellt das eigentliche DGM dar. Weitere Kommandos, mit denen ein fertig erzeugtes DGM bearbeitet werden kann, wie die Generierung eines Höhenrasters, die Berechnung von Höhenlinien, das Erstellen von Profilen oder die Berechnung von Oberflächen und Volumina, beziehen sich auf diese Dreiecksdatenstruktur.

Das Zeichnen von Höhenlinien

Die Vorbedingung für die Konstruktion ist ein initialisiertes DGM im aktuellen Anzeigeausschnitt. Es gibt die Möglichkeit ein oder zwei verschiedene Höhenintervalle anzugeben, deren zugehörige Höhenlinien dann in unterschiedlichen Arten gezeichnet werden. Höhenlinien kann man sich entweder zur Kontrolle des DGM lediglich am Bildschirm anzeigen lassen (**DGM → Erzeugen → H.Linie → Anzeigen**), oder man kann die Höhenlinien als Splines im GEOGRAF-Auftrag speichern (**DGM → Erzeugen → H.Linie → Zeichnen**). Die Höhen werden dabei über räumliche Subdreiecke interpoliert, was nachbarschaftstreue Höhenlinien erzeugt. Die Anzahl der Subdreiecke pro DGM-Dreieck wird eingegeben. Mehr Subdreiecke liefern rundere Höhenlinien, kosten aber auch mehr Rechenleistung.

Höhenlinien werden immer als Spline abgespeichert. Sie können daher nicht wie andere Linien zur weiteren Konstruktion (z.B. von Schnittpunkten) verwendet werden. Mit den Kommandos des Werkzeugs **Splines** lassen sich Höhenlinien nachbearbeiten, die nach dem Runden zu eckig bleiben. Dort ist auch das Verbinden von Höhenlinien aus verschiedenen Gebieten und die Bearbeitung einzelner Splinesstützpunkte möglich. Höhenlinien, die aus benachbarten Gebieten aufeinander stoßen, lassen sich ebenfalls mit dem Werkzeug **Splines** zusammenfassen. Auch das massenhafte Beschriften der Höhenlinien mit ihrer Höhe ist im Werkzeug **Splines** verfügbar.

Tipp: Im **Splines**-Werkzeug lassen sich Höhenlinien umwandeln in Polygone aus Kreisbögen

Folgendes Untermenü erscheint in der Kommandozeile:

H1=xx Hier kann das erste Höhenlinienintervall in Metern (z.B. :H1=0,5 m) angegeben werden, wobei der Wert auf drei Nachkommastellen genau ausgewertet wird.

H2=xx Hier wird das zweite Höhenlinienintervall in Metern (z.B.:H2=1,0 m) angegeben. Dieses zweite Höhenintervall dient dazu, in regelmäßigen Abständen eine einzelne Höhenlinie andersfarbig anzeigen zu können. Falls Sie das nicht wünschen, tragen Sie hier das gleiche Intervall wie zum Kommando H1=x ein. Wenn Sie jedoch zwei unterschiedliche Kennzeichnungen wünschen, ist es wichtig, dass das erste Intervall das kleinere der beiden ist.

Art1=xx Hier geben Sie die Linienart für die Linien des ersten Intervalls an (z.B. **Art1 = 24**)

Art2=xx Hier geben Sie die Linienart für die Linien des zweiten Intervalls an (z.B. **Art2 = 25**)

Anzeigen Wählen Sie dieses Kommando, so werden die Höhenlinien nur auf dem Bildschirm angezeigt, ohne irgendwo abgespeichert zu werden. Dies ist zur Überprüfung eines DGM ausgesprochen sinnvoll. Eventuelle Fehler, die Ihnen bei der Erstellung des DGM unterlaufen sein könnten, werden durch die Höhenlinien sehr gut sichtbar gemacht. Das Anzeigen ist für solche Zwecke dem Zeichnen vorzuziehen, da es zum einem deutlich schneller geht, und zum anderen im Falle

der Fehlerhaftigkeit des DGM die Höhenlinien nicht mühsam wieder gelöscht werden müssen. Die Unterkommandos entsprechen denen im Zeichnen.

Zeichnen Bei Anwahl dieses Kommandos werden die Höhenlinien als Splines abgespeichert und erscheinen gleichzeitig auf dem Bildschirm.

Irrtum Die zuletzt erzeugten Höhenlinien können Linie für Linie wieder gelöscht werden. Werden die Höhenlinien mit dem Unterkommando **Gesamt** erzeugt, so löscht **Irrtum** auch wieder die gesamten Höhenlinien mit einem Klick.

Hor=xx Aktuelle Horizontnummer. Dazu öffnet GEOGRAF die Auswahlliste der bereits in den **Horizontparametern** des Parameter-Menüs definierten Horizonte, aus der mit der Maus der gewünschte Horizont ausgewählt wird. Der Dialog bietet alle Informationen für die Horizontauswahl im Überblick. Die Horizonte haben Namen, um sich leichter identifizieren lassen.

Einzel Es werden nur die Höhenlinien für eine bestimmte Höhenzahl erzeugt.

Gesamt Alle Höhenlinien in den vorgegebenen Intervallen werden gezeichnet.

Sub=1 Die Anzahl der räumlichen Subdreiecke pro DGM-Dreieck wird hier eingegeben. Mehr Subdreiecke erfordern größeren Rechenaufwand, liefern aber auch bessere Höhenlinien (z.B. : Sub = 10)

D=0.001 Dieser Wert gibt den minimalen Abstand zwischen 2 Hauptstützpunkten eines Splines an. Er gibt an, unterhalb welcher Länge Höhenlinienstücke mit den Nachbarlinien verschmolzen werden. Die Voreinstellung ist 0.001m und führt fast immer zu den gewünschten Resultaten. Eine Verkleinerung des Zahlenwertes führt zu einer feineren Darstellung der Höhenlinien in kritischen Bereichen, verbraucht aber mehr Speicher. Eine Vergrößerung kann Speicher sparen und sieht nach dem Runden auch runder aus, führt aber im Extremfall zum Überschneiden von Höhenlinien.

Runden Mit diesem Kommando können die aus dem DGM berechneten Höhenlinien in Splines umgewandelt werden. Die zu rundenden Splines werden einzeln mit der Maus angewählt, oder per F10-Massenbearbeitung. Bei den erzeugten Splines handelt es sich um kubische Splines. Bei diesen Splines besteht die Möglichkeit die Intensität des Schwingens der Höhenlinien zwischen den einzelnen Stützpunkten zu steuern. Diese Steuerung erfolgt über den Parameter Gamma, der in dem erscheinenden Untermenü beeinflusst werden kann. Die entstandenen Splines können nachträglich auch mit dem Werkzeug **Splines** noch verändert werden.

Das Menü **Runden** enthält folgende Kommandos:

Irrtum Das Runden der zuletzt gewählten Höhenlinien kann Linie für Linie wieder rückgängig gemacht werden.

Mod:t(p) Dieser Schalter bestimmt die Punkte des Polygons, durch die der zu erzeugende Spline verlaufen soll. In Schalterposition t berührt der Spline jeweils die Kantennitten des Polygons - es entsteht ein sogenannter Tangentialspline. Steht der Schalter in Stellung p, dann verläuft der Spline durch die Knickpunkte des Polygons. In Knickpunkten mit großem Winkel kann das aber zu einem starken Schwingen des Splines führen.

g=0.5 Mit diesem Kommando ist der Gammawert einstellbar. Die Voreinstellung für Gamma ist 0.5. Sollten bei diesem Gammawert sich die gerundeten Höhenlinien auf Grund zu starker Schwingungen überschneiden, sollten Sie den Gammawert in Richtung 0.0 oder 1.0 abändern. Je stärker Sie sich einer dieser beiden Grenzen des Gammawertes nähern, desto weniger schwingt der Spline. Der neue Gammawert wird im Anschluss in dem angewählten Kommando angezeigt.