

Kontrolle der Transformationsparameter

Um nun eine Kontrolle der neu festgelegten Transformationsparameter durchzuführen, muss eine Datei geladen werden, die die neu definierte Projektion besitzt. Anschließend kann in der GPS-Position Dropdownlist unter GPS Voreinstellungen der Menüreiter Datum ausgewählt werden. Nach einem Klick auf den blauen Infobutton werden nun die aktuellen Transformationsparameter angezeigt.

Anmerkungen

Die Tabellen sind standardmäßig schreibgeschützt. Um ein Editieren zu ermög-

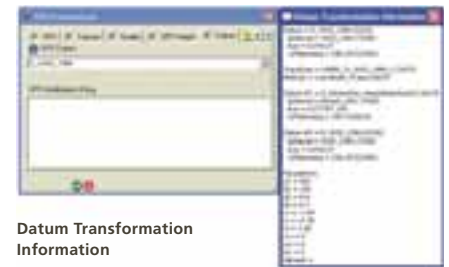
lichen, muss der Schreibschutz der Tabellen aufgehoben werden.

Das Editieren der Tabelle sollte am besten in ArcMap erfolgen.

Die aktuelle vollfunktionsfähige Demoversion von ArcPad 7 kann von der ESRI Inc. Homepage¹ heruntergeladen werden. ++

Markus Hoffmann
ESRI Geoinformatik GmbH
Kranzberg
M.Hoffmann@ESRI-Germany.de

¹ <http://www.ESRI.com/software/arcgis/arcpad/download.html>



Datum Transformation Information



Export Projection Information

Koordinatengenauigkeit in der Geodatabase

Zusammenhang zwischen Precision, Topologie, Cluster-Toleranz und Koordinatenverschiebungen

Bei diversen Vorgängen in der Geodatabase sind Koordinatenverschiebungen unvermeidlich, zum Beispiel beim Datenimport oder beim Arbeiten mit Topologie. In den seltensten Fällen bedeutet dies jedoch einen Verlust an Datengenauigkeit. In der Regel liegen die Verschiebungen weit unter der Erfassungsgenauigkeit. Darüber hinaus werden in ArcGIS 9.2 neue Berechnungsmethoden dazu führen, dass Koordinatenverschiebungen in Zukunft nicht mehr relevant sind, auch wenn sie weiterhin aufgrund diskreter Koordinatenspeicherung unvermeidbar sind.

Für die Genauigkeitsdiskussion in ArcGIS bis Version 9.1 gelten folgende Überlegungen:

1. XY-Domäne und Precision (= Genauigkeit)

- Beim Anlegen einer neuen, leeren Feature-Class muss man sich immer

Gedanken darüber machen, in welchem Koordinatenbereich die zu erfassenden Daten liegen, denn die Gesamtausdehnung des Datensatzes, die XY-Domäne, kann nachträglich nicht verändert werden. Sie ist auf ca. 2,14 Mrd. Einheiten beschränkt. Nur innerhalb der XY-Domäne können Geometrien gespeichert werden.

- Beim Import von Daten wird, je nach Datenformat, die XY-Domäne automatisch auf etwa die gleiche Ausdehnung gesetzt, die auch der zu importierende Datensatz hat. Will man diesen Automatismus umgehen, kann man eine neue, leere Feature-Class anlegen und per Assistent die Daten laden.
- Die Geodatabase kennt nur ganze Zahlen. Daher wird jede Landeskoordinate mit einem Faktor, der Precision, multipliziert und so in der Geodatabase abgelegt. Bei einer gewünschten Speichergenauigkeit von 1 Meter setzt man die Precision auf 1, bei

einer gewünschten Genauigkeit von 1 mm, also einem tausendstel Meter, muss man die Precision 1000 einstellen. Gemäß der ersten Überlegung reduziert sich dann die Ausdehnung, die damit erfasst werden kann, von ~2,147 Mrd. m auf ~2,147 Mio. m.

- Da jede Landeskoordinate beim Speichern in die Geodatabase bzw. beim Herauslesen mit der Precision umgerechnet wird, müssen Rundungsfehler beachtet werden. Soll also die 3. Stelle hinter dem Komma garantiert werden, muss der Precision-Faktor > 1000 sein.
- Will man ganz Deutschland in Gauß-Krüger-Projektion, 4. Streifen, erfassen, liegt der kleinste Rechtswert, der vorkommen kann, bei ca. 4 Mio., der größte bei 4,7; die Nord-Süd-Ausdehnung liegt ca. zwischen 5,2 und 6,2 Mio. Geht man von diesen Grenzwerten aus, errechnet sich eine Genauigkeit von etwas über einem 2tausendstel Meter.



2. Precision und mögliche Koordinatenverschiebungen

- Man kann sich die Precision wie ein Gitternetz vorstellen. Nur auf den Kreuzungspunkten der Netzlinien kann ein Stützpunkt liegen. Der minimale, horizontale/vertikale Abstand von 2 benachbarten Stützpunkten ein und derselben Linie entspricht $1/Precision * \sqrt{2}$ (Abbildung 1). Beim Import/Laden von Daten in die Geodatabase ist somit eine Koordinatenverschiebung unumgänglich. Allerdings liegt bei geeigneter Wahl der Precision die Verschiebung weit unter der erforderlichen Lagegenauigkeit.
- Der Schnittpunkt 2er Linien liegt im Normalfall nicht auf einem Kreuzungspunkt der Netzlinien des Precision-Gitters. Wird nun ein Knoten an diesem Schnittpunkt gebildet, muss dieser Knoten auf den nächst möglichen Gitter-Kreuzungspunkt verschoben werden (Abbildung 2), da ja nur dort Koordinaten liegen können (s. o.). Auch hier gilt, dass die Verschiebung i. d. R. weit unter der Daten- bzw. Erfassungsgenauigkeit liegt.

3. Koordinatenverschiebungen mit Topologie

- Beim Definieren von Topologie-Regeln in der Geodatabase muss man neben den beteiligten Feature-Classes die Cluster-Toleranz und die Rangfolge des Fangens einstellen. Beides hat Einfluss auf das Ergebnis.
- Objekte mit niedrigerer Rangfolge werden auf Objekte mit höherer Rangfolge gefangen. Bei Objekten mit gleicher Rangfolge wird eine neue Koordinate für einen gemeinsamen Stützpunkt in der Mitte der beiden Objekte gesucht. In beiden Fällen wird die ermittelte Koordinate auf den nächstmöglichen Gitterpunkt des Precision-Gitters verschoben.
- Die Cluster-Toleranz regelt den Minimal-Abstand von Stützpunkten. Eine Cluster-Toleranz von 1 bedeutet, dass ein rechtwinkliges Dreieck mit einer Kathetenlänge von 1 und daraus die Hypotenuse errechnet wird. Genau

diese, also $\sqrt{2} = 1,41$ Einheiten, dient als eigentliche Entfernung, in der Objekte als lagegleich angesehen werden.

- Um jeden Stützpunkt herum wird im Abstand der Hypotenusenlänge gesucht. Es werden also Stützpunkte von 2 Objekten gleicher Rangfolge zu einem neuen Punkt zusammengefasst, wenn sie näher als $2 * Cluster-Toleranz * \sqrt{2}$ voneinander entfernt liegen, bei einer Cluster-Toleranz von 1 also im Umkreis von 2,82 Einheiten.
- Beim Validieren von Topologie-Regeln werden Linien aufgespaltet und Stützpunkte innerhalb der Cluster-Toleranz zusammengefasst. Es erfolgen bis zu 6 Iterationen von einem derartigen cracking und clustering. Weiterhin wird für die Precision einer Feature-Class ein Integer-Gitter von ca. 2^{31} Einheiten verwendet, für die Topology Engine, die für die Berechnungen verantwortlich ist, 2 Mrd. Einheiten (also etwa 93 %). Daher können beim Validieren von Topologie-Regeln Koordinaten leicht verschoben werden (Abbildung 3).

Für ArcGIS Desktop 9.2 wird es in diesem Zusammenhang einige Neuerungen geben:

- Für die XY-Domäne stehen nicht mehr nur ca. 2^{31} , also ~2,14 Mrd. Einheiten zur Verfügung, sondern ca. 2^{53} , also ~9 Billionen. Damit werden Koordinatenverschiebungen derart klein, dass sie selbst höchsten geodätischen Ansprüchen gerecht werden: Speichert man z. B. deutschlandweit Daten in Gauß-Krüger-Projektion, 4. Streifen, steigt die Genauigkeit von einem 2tausendstel (s. o.) auf einen 9millionstel Meter.
- Aufgrund des gewählten Koordinatensystems wird die Domäne automatisch errechnet. Der Anwender muss sich keine Gedanken mehr machen, welche Ausdehnung das Gebiet hat, das er in der Geodatabase speichern will.
- Die Topology Engine verwendet in Zukunft das gleiche Integer-Grid, wie es in der Geodatabase zum Speichern

von Koordinaten verwendet wird. Somit sind diesbezüglich beim Validieren von Topologie-Regeln Koordinatenverschiebungen nicht mehr zu erwarten.

- Die Eingabe der Precision erfolgt nicht mehr als Faktor, sondern als Absolutwert inkl. Maßeinheit. Der Defaultwert ist $1/10000$ Meter bzw. Bogensekunde.
- Ab Version 9.2 beträgt der Standardwert der XY-Toleranz (bisher Cluster-Toleranz) das 10-fache der Precision und wird auch bei der Pufferbildung, Polygonüberlagerung und für einige Editieroperationen verwendet. ++

Gregor Nowotny
ESRI Geoinformatik GmbH
Kranzberg
G.Nowotny@ESRI-Germany.de



Abbildung 1: Mögliche Positionen benachbarter Stützpunkte einer Linie



Abbildung 2: Mögliches „Einknicken“ von Geraden durch Knotenbildung am Schnittpunkt von Linien, hier stark übertrieben.

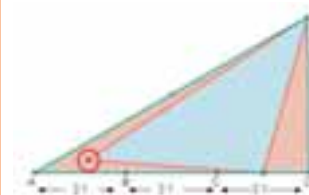


Abbildung 3: Das größere Ausgangsdreieck wird bei der Validierung zum kleinen Dreieck, wenn die Cluster-Toleranz = 1 ist. Dabei wird zwischen Stützpunkt A und B die Linie aufgespaltet und ein Stützpunkt A' angelegt. B wird weiterhin auf die Hypotenuse projiziert und spaltet diese auf. Der neue Stützpunkt wird mit A' zusammengefasst (roter Kreis). Er ist von Stützpunkt C mehr als $2 * Clustertoleranz * \sqrt{2}$ entfernt, wodurch C zunächst erhalten bleibt. In einem weiteren Schritt wird dann C und D zusammengefasst.

