
| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|--|-------|
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Einführung in die Koordinatensysteme | 5 |
| 2.1 Bedeutung der Koordinatensysteme | 5 |
| 2.2 Maßeinheiten | 7 |
| 2.3 Maßstab | 8 |
| 2.4 Allgemeine Terminologie der Koordinatensysteme | 8 |
| 2.5 Datenmodell der Koordinatensysteme | 13 |
| 2.6 Standards: EPSG / POSC / ISO 19111 / OGC / WKT / GML / GeoInfoDok | 15 |
| 2.7 Syntax der Koordinatensysteme in ArcGIS Desktop | 16 |
| 2.8 Terminologie in der Praxis | 21 |
| 3 Praxis mit ArcGIS – Einstieg | 23 |
| 3.1 Die Online-Hilfe in ArcGIS | 23 |
| 3.2 Schnelleinstieg für Praktiker | 24 |
| 3.2.1 Datenquelle laden | 26 |
| 3.2.2 Gradnetz erzeugen | 27 |
| 3.2.3 Anzeigeeinheit der Koordinaten einstellen | 29 |
| 3.2.4 Koordinatensystem des Datenrahmens einstellen | 31 |
| 3.2.5 Funktionen des Messtools | 34 |
| 3.3 Flächeninhalt- und Längenattribute | 36 |
| 3.4 Koordinateneinheiten in weiteren ArcGIS-Werkzeugen | 38 |
| 3.4.1 Identifizieren-Werkzeug | 38 |
| 3.4.2 Gehe zu XY-Werkzeug | 39 |
| 3.5 Projizieren mit ArcMap | 39 |
| 3.6 Koordinatensysteme in ArcCatalog | 40 |
| 3.7 Zuordnung der Koordinatensysteme zu den Daten | 45 |
| 3.7.1 X/Y-, Z-, M-Domänen, Toleranz und Auflösung | 46 |
| 3.7.2 Koordinatensysteme in der Geodatabase und in ArcSDE | 52 |
| 3.7.3 Koordinatensysteme von Shapefiles | 54 |
| 3.7.4 Koordinatensysteme von Rasterdaten | 54 |
| 3.7.5 Koordinatensysteme von Imagekatalogen | 58 |
| 3.7.6 Koordinatensysteme von Grids | 58 |
| 3.7.7 Koordinatensysteme von TINs | 59 |
| 3.7.8 Koordinatensysteme von CAD-Daten | 59 |
| 3.7.9 Koordinatensysteme von SDC-Dateien | 60 |
| 3.7.10 Koordinatensysteme von X/Y-Wertetabellen | 60 |
| 3.8 Georeferenzieren von Rasterdaten | 60 |
| 4 Geodätische Grundlagen | 65 |
| 4.1 Einführung in die Thematik | 65 |
| 4.2 Bezugssysteme | 68 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.2.1 | Globale Bezugssysteme | 69 |
| 4.2.2 | Konventionelle Bezugssysteme | 74 |
| 4.3 | Beschreibung der Erdfigur | 75 |
| 4.3.1 | Geoid, Ellipsoid oder „Kartoffel“? | 75 |
| 4.3.2 | Referenzellipsoide | 76 |
| 4.3.3 | Das geodätische Datum | 77 |
| 4.3.4 | Dimensionen verschiedener Erdellipsoide | 78 |
| 4.3.5 | Vertikales Datum | 78 |
| 4.4 | Terminologie: Transformation, Projektion | 79 |
| 4.5 | Transformationsmethoden | 81 |
| 4.5.1 | Gleichungsbasierte Methoden | 82 |
| 4.5.2 | Gitterbasierte Methoden | 84 |
| 4.5.3 | Weitere vordefinierte Methoden | 86 |
| 4.6 | Projektionen | 86 |
| 4.6.1 | Abbildungsflächen | 87 |
| 4.6.2 | Abbildungseigenschaften | 88 |
| 4.6.3 | Abbildungskordinaten | 94 |
| 5 | Praxis mit ArcGIS – Hauptteil | 97 |
| 5.1 | Systematik der Koordinatensysteme in Desktop ArcGIS | 97 |
| 5.1.1 | Vordefinierte Koordinatensysteme | 102 |
| 5.2 | In ArcGIS vordefinierte Datumstransformationen | 104 |
| 5.3 | Zuweisen von Koordinatensystemen | 105 |
| 5.3.1 | Zuweisen von Koordinatensystemen in ArcCatalog | 106 |
| 5.3.2 | Zuweisen von Koordinatensystemen in ArcToolbox | 110 |
| 5.3.3 | Zuweisen von Koordinatensystemen in ArcMap | 113 |
| 5.4 | Transformationen und Projektionen mit ArcToolbox | 116 |
| 5.4.1 | Projizieren mit ArcToolbox | 116 |
| 5.4.2 | Ein- und zweistufige Transformationen | 119 |
| 5.5 | Transformationen und Projektionen mit ArcMap | 124 |
| 5.5.1 | Projektionen | 124 |
| 5.5.2 | Die Warnung – „Inside ArcMap“ | 126 |
| 5.5.3 | Datumstransformationen | 129 |
| 5.5.4 | XY-Daten hinzufügen | 135 |
| 5.6 | Performance und Projektion „on the fly“ | 137 |
| 5.7 | Projektion von Rasterdaten in ArcMap | 138 |
| 5.8 | Geoprocessing in ArcMap | 138 |
| 5.8.1 | Räumliche Analysen und Datumstransformationen | 138 |
| 5.8.2 | Puffer | 139 |
| 5.9 | Die Erweiterungen Spatial- und 3D-Analyst (ArcScene) | 141 |
| 5.10 | Koordinatensysteme und die Geodatabase | 143 |
| 5.11 | Geoprocessing und Scripting mit Koordinatensystemen | 144 |
| 5.11.1 | Überblick | 144 |
| 5.11.2 | Umgebungseinstellungen in ArcToolbox | 145 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.11.3 | Umgebungseinstellungen im ModelBuilder | 147 |
| 5.11.4 | Scripting | 148 |
| 6 | Amtliche und gebräuchliche Koordinatensysteme | 151 |
| 6.1 | Deutsche, Schweizer und österreichische Koordinatensysteme in ArcGIS | 151 |
| 6.2 | Deutsche Koordinatensysteme im Detail | 155 |
| 6.2.1 | Deutsches Hauptdreiecksnetz DHDN 1990 | 156 |
| 6.2.2 | System 1942, S42 | 160 |
| 6.2.3 | System 1940, S40 | 161 |
| 6.2.4 | Netz 88 | 162 |
| 6.2.5 | Beispiele für amtliche Lagebezugssysteme | 164 |
| 6.3 | Die Schweizer Systeme CH1903.LV03 und CH1903+.LV95 | 165 |
| 6.3.1 | Theorie | 165 |
| 6.3.2 | CH1903.LV03 und CH1903+.LV95 in ArcGIS | 167 |
| [M1]6.4 | Das Österreichische System MGI | 170 |
| 6.4.1 | Theorie | 170 |
| 6.4.2 | MGI in ArcGIS | 170 |
| 6.5 | Koordinatensysteme der Nachbarländer | 171 |
| 6.6 | Einheitliche europäische Bezugssysteme | 175 |
| 6.6.1 | Europäisches Datum 1950 (ED50) | 175 |
| 6.6.2 | ETRS89 | 177 |
| 6.7 | Lokale Koordinatensysteme in ArcGIS – vervollständigt | 179 |
| 7 | Praxis mit ArcGIS – Spezialfälle | 187 |
| 7.1 | Benutzerdefinierte Koordinatensysteme | 187 |
| 7.1.1 | Koordinatensysteme Erzeugen und Ändern | 189 |
| 7.1.2 | GPS Daten (WGS_1984) in einer Karte aus Ruanda (Arc_1960) | 191 |
| 7.2 | Benutzerdefinierte Transformationen | 195 |
| 7.2.1 | Nicht persistente, projektspezifische benutzerdefinierte Transformationen | 195 |
| 7.2.2 | Persistente benutzerdefinierte Transformationen | 197 |
| 7.3 | Karten in Grenzgebieten | 199 |
| 7.3.1 | Dreiländereck Deutschland, Österreich, Schweiz | 202 |
| 7.3.2 | Dreiländereck Bayern, Thüringen, Sachsen | 207 |
| 7.4 | Gitternetze im Layout | 213 |
| 7.4.1 | Das UTM Meldegitter | 213 |
| 7.4.2 | Projizierte Gitternetze | 217 |
| 7.5 | Praxisbeispiel mit Fehlersuche | 218 |
| 7.5.1 | Regeln für die Fehlersuche | 223 |
| 8 | Bezugssystemwechsel nach ETRS89/UTM | 227 |
| 8.1 | Bedeutung des Bezugssystemwechsels nach ETRS89/UTM | 227 |
| 8.2 | Unterschiede DHDN/GK und ETRS89/UTM | 228 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 8.3 | Transformationsansätze zum Bezugssystemwechsel | 234 |
| 8.3.1 | 7-Parameter-Transformation | 235 |
| 8.3.2 | NTv2: BeTA2007 „Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS“ | 235 |
| 8.3.3 | Lösungen der Bundesländer für den Lagebezugssystemwechsel im Liegenschaftskataster | 236 |
| 9 | Praxis mit ArcGIS – Bezugssystemwechsel | 241 |
| 9.1 | Die aktuellen und zukünftigen Systeme in ArcGIS | 241 |
| 9.2 | False Easting-Thematik in ArcGIS | 241 |
| 9.3 | Transformationsansätze zum Bezugssystemwechsel in ArcGIS | 242 |
| 9.3.1 | 7-Parameter-Transformation | 243 |
| 9.3.2 | Nutzung der 7-Parameter-Transformation in ArcGIS | 244 |
| 9.3.3 | NTv2: BeTA2007 “Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS” | 254 |
| 9.3.4 | Lösungen der Bundesländer für den Lagebezugssystemwechsel im Liegenschaftskataster | 255 |
| 9.3.5 | Bundesweite Transformationsansätze höherer Genauigkeit | 260 |
| 9.4 | Welcher Transformationsansatz ist der beste? | 261 |
| 9.5 | Transformation „on the fly“ versus „echte“ Transformation | 263 |
| 9.6 | Strecken- und Flächenverzerrungen – Messen in ArcGIS | 264 |
| 9.6.1 | Streckenmessungen in ArcGIS | 264 |
| 9.6.2 | Flächenberechnungen in ArcGIS | 265 |
| 9.7 | Transformation über Stützpunkte in ArcGIS | 267 |
| 10 | Häufig gestellte Fragen (FAQs) | 269 |
| | Warum liegen die Punkte etwa 180 m daneben? | 269 |
| | Warum liegen meine UTM-Daten weit daneben? | 270 |
| | Wie genau sind Projektion und Datumstransformation? | 270 |
| | Gibt es Unterschiede zwischen „on the fly“ und Processing? | 271 |
| | Wie kann man eigene Koordinatensysteme speichern? | 271 |
| | Wie kann man ein benutzerdefiniertes Datum erzeugen? | 272 |
| | Benutzerdefiniertes Datum in ArcInfo-Workstation | 272 |
| | Benutzerdefiniertes Datum in Desktop ArcGIS | 272 |
| | Kann man Transformationsparameter in die prj-Datei einbauen? | 273 |
| | Welche Datumstransformationen sind vorgegeben? | 273 |
| | Kann man die Liste der vorgegebenen Datumstransformationen erweitern? | 274 |
| | Welche Bedeutung hat die Transformationsrichtung? | 274 |
| | Warum sind die Vorzeichen der Rotationsparameter anders? | 274 |
| | Müssen alle Datumstransformationen extra manuell eingestellt werden? | 275 |
| | ETRS_1989 = WGS_1984? | 276 |
| | ETRS_1989 = WGS_1984? | 276 |
| | Was bedeutet GCS_Assumed_Geographic_1? | 277 |
| | Wie kann System 42/Pulkovo in Gauß-Krüger/DHDN umgerechnet werden? | 277 |
| | Wie kann UTM/ED50 in Gauß-Krüger/DHDN umgerechnet werden? | 278 |

| | |
|--|------------|
| Gibt es Unterschiede zwischen ArcToolbox und ArcMap? | 279 |
| Wie kann ich zwischen verschiedenen Meridianen oder zwischen unterschiedlichen Winkeleinheiten transformieren? | 279 |
| Was ist bei Coverages zu beachten? | 279 |
| Assistent zur Definition einer Projektion für Coverages, Grids oder TINs | 283 |
| Was ist bei TINs zu beachten? | 287 |
| Was ist bei Grids zu beachten? | 288 |
| Was ist bei DWG/DXF/DGN Daten zu beachten? | 290 |
| Kann man die Transformationen im mxt-File speichern? | 291 |
| Kann man Transformationen wieder ändern oder löschen? | 291 |
| Was bedeutet die Warnung bzgl. Lageabweichungen in ArcMap? Wie kann man die Warnung wieder aktivieren? | 291 294 |
| Was ist bei österreichischen Koordinatensystemen zu beachten? „DHDN 3 Degree Gauss Zone 2“ oder „Germany Zone 2“? | 295 295 |
| Beeinflusst Projektion „on the fly“ die Performance? | 297 |
| Wie kann man Rasterdaten projizieren? | 298 |
| Kann man die Projektion „on the fly“ deaktivieren? | 299 |
| Welches Koordinatensystem gehört zu den Daten? In welchem Koordinatensystem soll der zentrale Datenbestand gespeichert werden? | 299 300 |
| Welche der 8 angebotenen Transformationen vom DHDN zum ETRS89 soll ich nehmen? | 300 |
| Wo stelle ich die Datumstransformation in ArcGIS ein? | 302 |
| Was muss ich im Zusammenhang ArcGIS-Server-Dienst und Transformationen beachten? | 303 |
| Achsenreihenfolge von Koordinatensystemen | 304 |
| Achsenreihenfolgen bei WMS-Diensten | 306 |
| Bing Maps, Google-Koordinatensystem(e), Web Mercator... | 307 |
| Wie bestimme ich die „richtige Fläche“ in ArcGIS? | 311 |
| Kann ich eine eigene NTv2-Gitterdatei (z. B. HeTa2010) in ArcGIS nutzen? | 311 |
| Preview zu ArcGIS 10 | 312 |
| 11 Werkzeuge, Erweiterungen, ArcObjects und VBA | 321 |
| 11.1 Universelles Testprogramm (PrjCalculator.exe) | 321 |
| 11.1.1 Oberfläche und Funktionen | 322 |
| 11.1.2 Datei der Transformationsaufgaben | 324 |
| 11.2 GeographicTransformationManager-Erweiterung für ArcMap | 327 |
| 11.3 VBA-Programmierung mit Koordinatensystemen | 327 |
| 11.3.1 Starten von VBA | 328 |
| 11.3.2 Die wichtigsten Methoden und Eigenschaften | 329 |
| 11.3.3 Programmschritte für Umrechnung (project) und Umformung (transform) | 330 |
| 11.3.4 Subroutine für die Steuerung des Testablaufes | 330 |
| 11.3.5 Projektion mit ArcObjects | 331 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 11.3.6 | Projektion plus Datumstransformation mit ArcObjects | 332 |
| 11.3.7 | Programmatisches Erzeugen einer Datumstransformation | 333 |
| 11.3.8 | Programmatisches Erzeugen eines benutzerdefinierten Koordinatensystems | 333 |
| 11.3.9 | Programmatisches Erzeugen eines vordefinierten Koordinatensystems | 335 |
| 11.3.10 | Automatischer Streifenwechsel in ArcMap mit VBA | 335 |
| 11.3.11 | Zuweisen von Koordinatensystemen mit VBA | 341 |
| 11.3.12 | Bestimmen von Flächengrößen bei flächentreuer Abbildung mit VBA | 343 |
| 11.3.13 | Beispiele aus „ArcObjects Developer Help“ und dem ESRI Developer Network (EDN) | 345 |
| 11.4 | Projizieren von Nicht-Punkt-Geometrien | 347 |
| 11.5 | Die Projection Engine (PE) | 348 |
| 12 | Beispielrechnungen | 351 |
| 12.1 | Fehlertoleranzen | 352 |
| 12.2 | Einfluss der Transformationsparameter | 354 |
| 12.3 | Einzelbeispiele | 355 |
| 12.3.1 | Beispiel „Soldner“ | 355 |
| 12.3.2 | Reproduktion eines Soldner-Beispiels mit ArcGIS | 357 |
| 12.3.3 | Beispiel „DHDN - WGS84/ETRS89“ | 361 |
| 12.3.4 | Beispiel „ED50/UTM – DHDN/Gauß-Krüger“ | 363 |
| 12.3.5 | Beispiel „CH1903(+) -WGS84/ETRS89“ | 365 |
| 12.3.6 | Beispiel „40/83 - ETRS89/UTM“ | 366 |
| 12.3.7 | Beispiel „42/83 – ETRS89/UTM“ | 367 |
| 13 | Datenmaterial | 369 |
| 13.1 | Zentral- und Bezugspunkte | 369 |
| 13.2 | Maße wichtiger Rotationsellipsoide | 370 |
| 13.3 | Publizierte Transformationsparameter | 370 |
| 13.4 | Daten in ArcGIS | 374 |
| 14 | Schlusswort | 375 |
| 15 | Literatur und Internetadressen | 377 |
| 15.1 | Literatur | 377 |
| 15.2 | Internetadressen | 377 |
| 16 | Abkürzungen | 381 |
| 17 | Index | 385 |