

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	14
2 Einführung in die Koordinatensysteme	17
2.1 Bedeutung der Koordinatensysteme	17
2.2 Maßeinheiten	19
2.3 Maßstab.....	20
2.4 Allgemeine Terminologie der Koordinatensysteme.....	20
2.5 Datenmodell der Koordinatensysteme	25
2.6 Standards: EPSG / POSC / ISO 19111 / OGC / WKT / GML / GeoInfoDok	26
2.7 Syntax der Koordinatensysteme in ArcGIS Pro.....	28
2.8 Terminologie in der Praxis.....	32
3 Praxis mit ArcGIS Pro – Einstieg	34
3.1 Die Online-Hilfe in ArcGIS Pro	34
3.2 Schnelleinstieg für Praktiker.....	35
3.2.1 Datenquelle laden.....	37
3.2.2 Gradnetz erzeugen	39
3.2.3 Anzeigeeinheit der Koordinaten einstellen.....	41
3.2.4 Koordinatensystem der Karte einstellen	44
3.2.5 Funktionen des Messtools.....	46
3.3 Flächeninhalt- und Längenattribute	49
3.4 Koordinateneinheiten in weiteren ArcGIS Werkzeugen	51
3.4.1 Multifunktionswerkzeug „Erkunden“: Pop-up-Fenster	51
3.4.2 Zu XY wechseln	52
3.5 Projizieren mit ArcGIS Pro.....	53
3.6 Beauskunftung der Koordinatensysteme in ArcGIS Pro.....	54
3.7 Zuordnung der Koordinatensysteme zu den Daten	55
3.7.1 X/Y-, Z-, M-Domänen, Auflösung und Toleranz	57
3.7.2 Koordinatensysteme in der Geodatabase	60
3.7.3 Koordinatensysteme von Shapefiles	60
3.7.4 Koordinatensysteme von Rasterdaten	61
3.7.5 Koordinatensysteme von GRIDS und TINs.....	65

3.7.6	Koordinatensysteme von CAD-Daten.....	67
3.7.7	Koordinatensysteme von X/Y-Wertetabellen.....	67
3.8	Georeferenzieren von Rasterdaten.....	68
4	Geodätische Grundlagen	72
4.1	Einführung in die Thematik.....	72
4.2	Bezugssysteme.....	75
4.2.1	Globale Bezugssysteme.....	76
4.2.2	Konventionelle Bezugssysteme.....	81
4.3	Beschreibung der Erdfigur.....	83
4.3.1	Geoid, Ellipsoid oder „Kartoffel“?.....	83
4.3.2	Referenzellipsoide.....	83
4.3.3	Das Geodätische Datum.....	84
4.3.4	Dimensionen verschiedener Erdellipsoide.....	85
4.3.5	Vertikales Datum.....	86
4.4	Terminologie: Transformation, Projektion.....	87
4.5	Transformationsmethoden.....	88
4.5.1	Gleichungsbasierte Methoden.....	89
4.5.2	Gitterbasierte Methoden.....	91
4.5.3	Weitere vordefinierte Methoden.....	93
4.6	Projektionen.....	94
4.6.1	Abbildungsflächen.....	94
4.6.2	Abbildungseigenschaften.....	95
4.6.3	Abbildungskordinaten.....	100
5	Praxis mit ArcGIS Pro – Hauptteil	105
5.1	Systematik der Koordinatensysteme in ArcGIS Pro.....	105
5.1.1	Vordefinierte Koordinatensysteme.....	115
5.2	In ArcGIS Pro vordefinierte Datumstransformationen.....	118
5.3	Zuweisen von Koordinatensystemen.....	120
5.3.1	Koordinatensysteme der Karte in ArcGIS Pro.....	123
5.3.2	Zuweisen von Koordinatensystemen über Geoverarbeitung.....	132
5.4	Transformationen und Projektionen in der Geoverarbeitung.....	134
5.4.1	Projizieren über die Geoverarbeitung.....	134
5.4.2	Ein- und zweistufige Transformationen.....	136
5.4.3	„Form beibehalten“ bei Transformationen.....	141
5.5	Transformationen und Projektionen in der Karte.....	142
5.5.1	Projektionen.....	142
5.5.2	Die Transformationswarnung.....	144
5.5.3	Datumstransformationen.....	148
5.5.4	Zweistufige Transformation „on the fly“.....	155
5.5.5	Automatisch von ArcGIS Pro voreingestellte Transformationen.....	156

5.5.6	XY-Daten hinzufügen	162
5.5.7	Messen auf dem Ellipsoid	165
5.6	Performance und Projektion „on the fly“	170
5.7	Projektion von Rasterdaten in ArcGIS Pro	170
5.8	Räumliche Analysen in ArcGIS Pro	171
5.8.1	Räumliche Analysen und Datumstransformationen	172
5.8.2	Puffer	173
5.9	Lokale und Globale Szenen (3D).....	179
5.10	Koordinatensysteme und die Geodatabase.....	182
5.11	Geoverarbeitung und Scripting mit Koordinatensystemen	183
5.11.1	Überblick.....	183
5.11.2	Umgebungseinstellungen in der Geoverarbeitung	183
5.11.3	Umgebungseinstellungen im ModelBuilder	185
5.11.4	Scripting.....	187
5.12	Koordinatensysteme in ArcGIS Online.....	189
5.12.1	Anzeigekoordinatensystem in ArcGIS Online.....	189
5.12.2	Transformationen in ArcGIS Online.....	190
6	Amtliche und gebräuchliche Koordinatensysteme	192
6.1	Deutsche, schweizerische und österreichische Koordinatensysteme in ArcGIS Pro.....	192
6.2	Deutsche Koordinatensysteme im Detail	198
6.2.1	Deutsches Hauptdreiecksnetz DHDN 1990	199
6.2.2	System 1942, S42	204
6.2.3	System 1940, S40.....	205
6.2.4	Netz 88, Preußische Katastersysteme	208
6.2.5	Beispiele für amtliche Lagebezugssysteme	209
6.3	Die Schweizer Systeme CH1903.LV03 und CH1903+.LV95	210
6.3.1	Theorie	210
6.3.2	CH1903.LV03 und CH1903+.LV95 in ArcGIS Pro	213
6.4	Das Österreichische System MGI.....	215
6.4.1	Theorie	215
6.4.2	MGI in ArcGIS Pro.....	216
6.4.3	Transformationen zwischen MGI und ETRS89.....	217
6.5	Das Niederländische System RD New.....	219
6.5.1	Theorie	219
6.5.2	RD New in ArcGIS Pro.....	219
6.6	Koordinatensysteme der Nachbarländer	220
6.7	Einheitliche europäische Bezugssysteme	222
6.7.1	Europäisches Datum 1950 (ED50)	223

6.7.2	ETRS89.....	225
7	Praxis mit ArcGIS Pro – Spezialfälle.....	229
7.1	Benutzerdefinierte Koordinatensysteme	229
7.1.1	Koordinatensysteme erzeugen und ändern	230
7.1.2	GPS-Daten (WGS_1984) in einer Karte aus Ruanda (Arc_1960).....	239
7.2	Benutzerdefinierte Transformationen.....	244
7.3	Karten in Grenzgebieten	248
7.3.1	Dreiländereck Deutschland, Österreich, Schweiz.....	251
7.3.2	Dreiländereck Bayern, Thüringen, Sachsen.....	255
7.4	Praxisbeispiel mit Fehlersuche	260
7.4.1	Regeln für die Fehlersuche	265
8	Bezugssystemwechsel nach ETRS89/UTM	268
8.1	Bedeutung des Bezugssystemwechsels nach ETRS89/UTM	268
8.2	Unterschiede DHDN/GK und ETRS89/UTM	269
8.3	Transformationsansätze zum Bezugssystemwechsel.....	275
8.3.1	7-Parameter-Transformation	276
8.3.2	NTv2: BeTA2007 „Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS“	276
8.3.3	Lösungen der Bundesländer für den Lagebezugssystemwechsel im Liegenschaftskataster.....	277
9	Praxis mit ArcGIS Pro – Bezugssystemwechsel nach ETRS89/UTM	284
9.1	Die aktuellen und zukünftigen Systeme in ArcGIS Pro.....	284
9.2	False-Easting-Thematik in ArcGIS Pro	284
9.3	Transformationsansätze zum Bezugssystemwechsel in ArcGIS Pro.....	286
9.3.1	7-Parameter-Transformation	286
9.3.2	Nutzung der 7-Parameter-Transformation in ArcGIS Pro	288
9.3.3	NTv2: BeTA2007 „Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS“	298
9.3.4	Lösungen der Bundesländer für den Lagebezugssystemwechsel im Liegenschaftskataster.....	298
9.3.5	Bundesweite Transformationsansätze höherer Genauigkeit	303
9.4	Welcher Transformationsansatz ist der beste?	304
9.5	Transformation „on the fly“ versus „echte“ Transformation	307
9.6	Strecken- und Flächenverzerrungen – Messen in ArcGIS Pro.....	307
9.6.1	Streckenmessungen in ArcGIS Pro	307
9.6.2	Flächenberechnungen in ArcGIS Pro.....	309
9.6.3	Messen in ArcGIS Online	311
9.7	Transformation über Stützpunkte in ArcGIS Pro.....	311

10	Häufig gestellte Fragen (FAQs)	314
10.1	Warum liegen die Punkte etwa 180 m daneben?	314
10.2	Warum liegen meine UTM-Daten weit daneben?.....	315
10.3	Wie genau sind Projektion und Datumstransformation?	315
10.4	Gibt es Unterschiede zwischen „on the fly“und der Geoverarbeitung?.....	315
10.5	Wie kann man eigene Koordinatensysteme speichern?	315
10.6	Wie kann man ein benutzerdefiniertes Datum erzeugen?.....	317
10.7	Kann man Transformationsparameter in die PRJ-Datei einbauen?	318
10.8	Welche Datumstransformationen sind vorgegeben?.....	318
10.9	Kann man die Liste der vorgegebenen Datumstransformationen erweitern?.....	319
10.10	Welche Bedeutung hat die Transformationsrichtung?	320
10.11	Warum sind die Vorzeichen der Rotationsparameter anders?.....	320
10.12	Müssen alle Datumstransformationen extra manuell eingestellt werden?.....	320
10.13	ETRS_1989 = WGS_1984?.....	322
10.14	ETRF = ETRS?	323
10.15	Was bedeutet GCS_Assumed_Geographic_1?	323
10.16	Wie kann System 42/Pulkovo in Gauß-Krüger/DHDN umgerechnet werden?	323
10.17	Wie kann UTM/ED50 in Gauß-Krüger/DHDN umgerechnet werden?.....	324
10.18	Wie kann ich zwischen verschiedenen Meridianen oder zwischen unterschiedlichen Winkeleinheiten transformieren?.....	324
10.19	Was ist bei TINs und GRIDs zu beachten?.....	325
10.20	Was ist bei DWG/DXF/DGN Daten zu beachten?	328
10.21	Kann man die Transformationen in einer Vorlage speichern?	328
10.22	Kann man Transformationen wieder ändern oder löschen?.....	329
10.23	Was bedeutet die Transformationswarnung in ArcGIS Pro?.....	329
10.24	Wie kann man die Transformationswarnung aktivieren?.....	331
10.25	Was ist bei österreichischen Koordinatensystemen zu beachten?.....	332
10.26	„DHDN 3-Degree Gauss Zone 2“ oder „Germany Zone 2“ oder „DHDN 3-Degree GK Zone 2 (E-N)“?.....	332
10.27	Beeinflusst Projektion „on the fly“ die Performance?	333
10.28	Wie kann man Rasterdaten projizieren?	337
10.29	Kann man die Projektion „on the fly“ deaktivieren?	338

10.30	Welches Koordinatensystem gehört zu den Daten?	338
10.31	In welchem Koordinatensystem soll der zentrale Datenbestand gespeichert werden?	339
10.32	Welche der angebotenen Transformationen vom DHDN zum ETRS89 soll ich nehmen?	339
10.33	Wo stelle ich die Datumstransformation in ArcGIS Pro ein?	342
10.34	Achsenreihenfolge von Koordinatensystemen	343
10.35	Achsenreihenfolgen bei WMS-Diensten	345
10.36	Bing Maps, Google-Koordinatensystem(e), Web Mercator	346
10.37	Kann ich eine eigene NTV2-Gitterdatei (z. B. HeTa2010) in ArcGIS Pro nutzen?	350
10.38	Für Deutschland findet man auch die Koordinatensysteme „DB_REF 3-Degree GK Zone 2 (E-N) bis Zone 5“, was sind das für Systeme?	351
10.39	Ist die von ArcGIS Pro automatisch voreingestellte Transformation immer die sinnvollste?	352
10.40	Anzeige des Werts für die Winkeleinheit	353
10.41	Informationen für Umsteiger von ArcGIS Desktop	356
11	ArcPy, ArcGIS Pro SDK & Koordinatensysteme	358
11.1	ArcPy und Koordinatensysteme	358
11.1.1	Transformation vom DHDN GK3 nach ETR89 UTM 32	358
11.1.2	Erstellen einer neuen geographischen Transformation	360
11.1.3	Geodätische Längenberechnung	361
11.1.4	Geodätische Flächenberechnung	362
11.2	ArcGIS Pro SDK for .NET und Koordinatensysteme	363
11.2.1	Die wichtigsten Methoden und Eigenschaften	363
11.2.2	Beispiele für die Transformation mit vorgegebener Transformation	365
11.2.3	Beispiele für die Transformation mit selbst festgelegter Transformation	366
11.2.4	Nutzung von ProjectionTransformation.FindTransformations	368
11.2.5	Geodätische Flächenberechnung	368
11.3	Die Projection Engine (PE)	369
12	Beispielrechnungen	370
12.1	Fehlertoleranzen	371
12.2	Einfluss der Transformationsparameter	373
12.3	Einzelbeispiele	373
12.3.1	Beispiel „Soldner“	373
12.3.2	Reproduktion eines Soldner-Beispiels mit ArcGIS Pro	375
12.3.3	Beispiel „DHDN – WGS84/ETRS89“	384

12.3.4	Beispiel „ED50/UTM – DHDN/Gauß-Krüger“	390
12.3.5	Beispiel „CH1903(+)-WGS84/ETRS89“	392
12.3.6	Beispiel „40/83 – ETRS89/UTM“	395
12.3.7	Beispiel „42/83 – ETRS89/UTM“	396
13	Datenmaterial	398
13.1	Zentral- und Bezugspunkte	398
13.2	Maße wichtiger Rotationsellipsoide	398
13.3	Publizierte Transformationsparameter	399
14	Schlusswort	405
15	Literatur und Internetadressen	407
15.1	Literatur.....	407
15.2	Internetadressen	408
16	Abkürzungen	413
	Stichwortverzeichnis	416