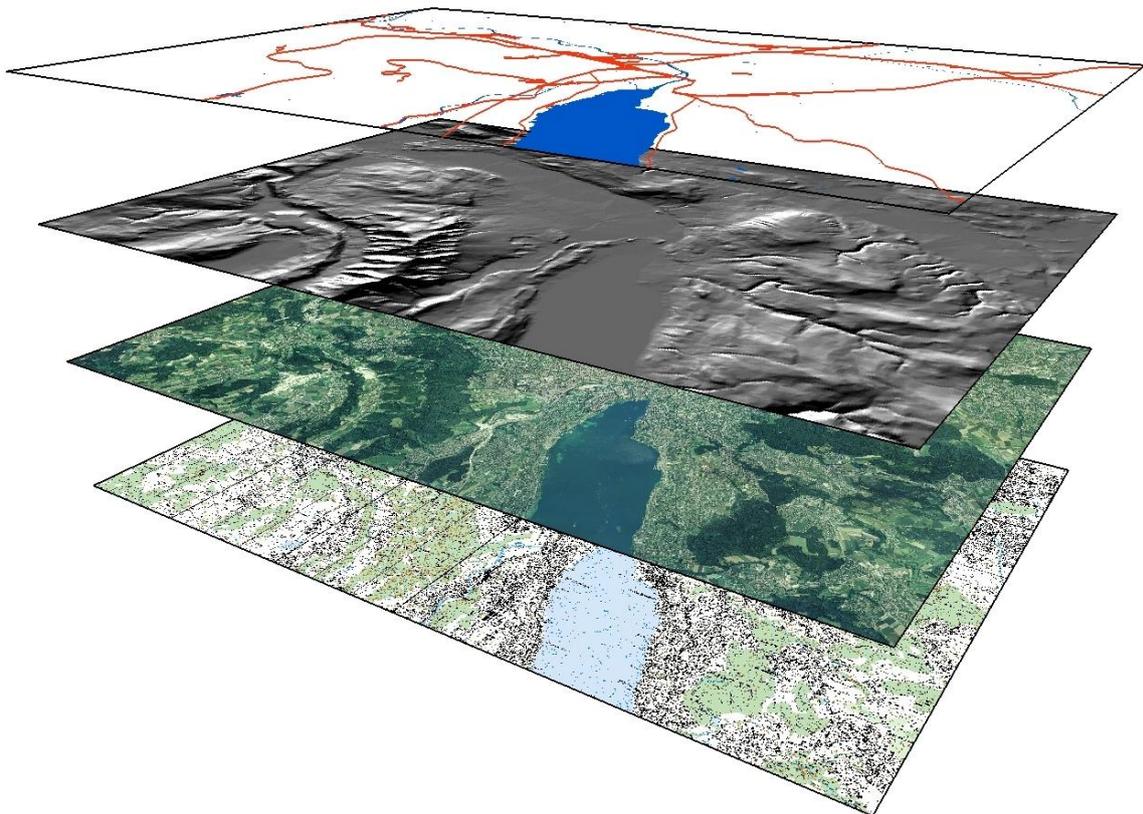


Janine Sutter, Vincent Deppen, Sarah Brugger, Claudia Dolci



ArcGIS

Gebrauchs- und System-Anleitung zum
Übungsbetrieb in GIS 1, GIS 2, ZLG RIS



© Gruppe GIS und Fehlertheorie

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich

ArcGIS 9.3

Juni 2011

Eine aktualisierte Version für ArcGIS 10.0 ist derzeit in Bearbeitung.

1	Allgemeine Infos für Übungen mit ArcGIS	1-1
1.1	Version von ArcGIS.....	1-1
1.2	Einloggen	1-1
1.3	Daten speichern	1-1
1.4	Die einzelnen Programme vom ArcGIS-Desktop-Paket starten	1-1
1.5	Benennung der Dateien.....	1-1
1.6	Online-Hilfe	1-2
1.7	Links	1-2
2	Einführung in ArcGIS von ESRI	2-1
2.1	ArcGIS Desktop.....	2-1
2.1.1	<i>ArcGIS Desktop Lizenzierung</i>	2-1
2.1.2	<i>ArcMap</i>	2-2
2.1.3	<i>ArcCatalog</i>	2-3
2.1.4	<i>ArcToolbox</i>	2-4
2.1.5	<i>Andere Anwendungen in ArcGIS Desktop</i>	2-5
2.1.6	<i>ModelBuilder</i>	2-5
2.1.7	<i>Funktionalitäten</i>	2-6
2.1.8	<i>Wie alles zusammenarbeitet</i>	2-6
2.1.9	<i>ArcGIS Erweiterungen (Extensions)</i>	2-7
2.1.10	<i>Datenformate</i>	2-8
2.1.10.1	Geodatabase	2-8
2.1.10.2	Weitere grundlegende Datenformate.....	2-9
3	Das Programm ArcCatalog	3-1
3.1	ArcCatalog starten.....	3-1
3.2	Aufbau.....	3-1
3.2.1	<i>Toolbars (Werkzeuggestreifen)</i>	3-1
3.2.2	<i>Catalog Tree</i>	3-2
3.2.3	<i>Contents</i>	3-2
3.2.4	<i>Preview</i>	3-2
3.2.5	<i>Metadata</i>	3-2
4	Das Programm ArcMap	4-1
4.1	ArcMap starten.....	4-1
4.2	Aufbau.....	4-2
4.2.1	<i>Die Toolbars</i>	4-3
4.2.2	<i>Der Legendenteil TOC (Table of Contents)</i>	4-3
4.2.2.1	Tables of Contents ein- und ausblenden	4-3

4.2.2.2	Anzeigemodi	4-3
4.2.3	<i>Der Kartenteil</i>	4-5
4.2.3.1	Wechsel zwischen Data View und Layout View.....	4-5
4.2.3.2	Unterschiede zwischen Data View und Layout View	4-5
4.3	Projekt speichern	4-6
4.3.1	<i>ArcMap Dokumenteigenschaften setzen</i>	4-6
4.3.2	<i>Speichern als ArcMap Dokument (.mxd)</i>	4-6
4.3.2.1	Für alte Versionen von ArcGIS speichern	4-7
4.3.3	<i>Speichern als ArcMap Template (.mxt)</i>	4-7
4.4	Data Frame	4-7
4.4.1	<i>Einen Data Frame aktivieren</i>	4-8
4.5	Datensätze laden und entfernen	4-8
4.5.1	<i>Laden von Datensätzen</i>	4-8
4.5.1.1	Fehlendes Referenzsystem	4-9
4.5.2	<i>Entfernen von Datensätzen</i>	4-9
4.5.3	<i>Laden von Rasterdaten</i>	4-9
4.5.3.1	Erstellen von Pyramiden bei Rasterdaten.....	4-9
4.5.4	<i>Referenzfehler</i>	4-10
4.6	Arbeiten mit Layern	4-10
4.6.1	<i>Inhalt eines Layers</i>	4-10
4.6.2	<i>Layer ein- und ausblenden</i>	4-10
4.6.3	<i>Darstellungsreihenfolge ändern</i>	4-11
4.6.4	<i>Layer gruppieren</i>	4-11
4.6.5	<i>Layer kopieren</i>	4-12
4.6.6	<i>Zu einem Layer zoomen</i>	4-12
4.6.7	<i>Änderung der Legendendarstellung</i>	4-12
4.7	Eigenschaften eines Data Frames setzen.....	4-13
4.7.1	<i>Definition Koordinatensystem</i>	4-13
4.7.2	<i>Definition von generellen Eigenschaften</i>	4-14
4.7.2.1	Name des Projektes ändern.....	4-14
4.7.2.2	Definition Einheiten	4-14
4.7.2.3	Definition Reference Scale.....	4-14
4.7.3	<i>Definition Hintergrundfarbe für das Kartenlayout</i>	4-15
4.8	Eigenschaften eines Layers setzen	4-15
4.8.1	<i>Tab General</i>	4-16
4.8.1.1	Name eines Layers ändern	4-16
4.8.1.2	Massstabgesteuerte Darstellung.....	4-16
4.8.2	<i>Tab Source</i>	4-16
4.8.2.1	Datenpfad anpassen.....	4-17
4.8.3	<i>Tab Extent</i>	4-17

4.8.4	<i>Tab Selection</i>	4-17
4.8.5	<i>Tab Display</i>	4-17
4.8.5.1	MapTips erstellen.....	4-19
4.8.5.2	Scale Symbols	4-19
4.8.5.3	Transparenz einstellen	4-19
4.8.5.4	Hyperlinks	4-19
4.8.6	<i>Tab Symbology</i>	4-19
4.8.6.1	Klassifizierung eines Themas nach eindeutigen Werten bei Vektordaten	4-20
4.8.7	<i>Tab Fields</i>	4-21
4.8.7.1	Tab Fields bei Vektordaten	4-21
4.8.7.2	Tab Fields bei Rasterdaten	4-22
4.8.8	<i>Tab Definition Query</i>	4-22
4.8.9	<i>Tab Labels</i>	4-22
4.8.9.1	Label erstellen.....	4-22
4.8.10	<i>Tab Joins & Relates</i>	4-23
4.8.11	<i>Tab HTML Popup</i>	4-23
4.8.12	<i>Layer file speichern .lyr</i>	4-23
4.9	Erweiterungen (Extensions) aktivieren.....	4-23
4.10	Toolbars (Werkzeugleisten) aktivieren.....	4-24
4.11	Navigation in der Karte	4-24
4.11.1	<i>Die Toolbar Tools</i>	4-24
4.11.2	<i>Kartennavigation mit der Tastatur</i>	4-27
4.11.3	<i>Kartennavigation mit dem Mausrad</i>	4-27
4.11.4	<i>Aus einem beliebigen Werkzeug kurzzeitig in den Navigationsmodus wechseln</i>	4-28
4.12	Massstab.....	4-28
4.12.1	<i>Koordinaten Zeigerposition anzeigen</i>	4-28
4.13	Kartenausschnitt als Bookmark speichern	4-28
4.14	Magnifier, Viewer und Overview.....	4-29
4.14.1	<i>Magnifier</i>	4-29
4.14.2	<i>Viewer</i>	4-30
4.14.3	<i>Overview</i>	4-32
4.15	Hyperlinks	4-32
4.15.1	<i>Feldbasierte Hyperlinks</i>	4-33
4.15.2	<i>Dynamische Hyperlinks</i>	4-33
4.16	Joins & Relates.....	4-34
4.16.1	<i>Joins</i>	4-34
4.16.1.1	Join über ein gemeinsames Attribut erstellen	4-34

4.16.1.2 Join über die räumliche Beziehung erstellen (Spatial Join).....	4-34
4.16.2 <i>Relates</i>	4-35
4.17 Labels als Annotations.....	4-36
5 Kartenlayout	5-1
5.1 Layout View.....	5-1
5.1.1 <i>Layout Toolbar</i>	5-1
5.1.2 <i>Data Frame Toolbar</i>	5-2
5.2 Hinzufügen von Kartenelementen in der <i>Layout View</i>	5-2
5.2.1 <i>Titel und Text</i>	5-2
5.2.2 <i>Legende</i>	5-2
5.2.3 <i>Nordpfeil</i>	5-3
5.2.4 <i>Massstabsleiste</i>	5-3
5.2.5 <i>Massstabstext</i>	5-3
5.2.6 <i>Tabelle einfügen</i>	5-4
5.2.7 <i>Bild einfügen</i>	5-4
5.3 Arbeiten mit mehreren Data Frames.....	5-4
5.4 Karte speichern und exportieren.....	5-4
5.4.1 <i>Karte als Template abspeichern</i>	5-4
5.4.2 <i>Karte exportieren</i>	5-4
6 Mit Sachdaten arbeiten	6-1
6.1 Tabelle öffnen.....	6-1
6.2 Tabellenoptionen.....	6-1
6.3 Spaltenoptionen.....	6-2
6.4 Objekte selektieren.....	6-3
6.4.1 <i>Objekt von Hand markieren</i>	6-4
6.4.2 <i>Abfrage anhand von Attributen</i>	6-4
6.4.3 <i>Selektion umkehren</i>	6-4
6.4.4 <i>Alle Elemente selektieren</i>	6-4
6.4.5 <i>Selektion löschen</i>	6-4
6.4.6 <i>Zur Selektion zoomen</i>	6-4
6.4.7 <i>Ansicht der Sachdaten</i>	6-5
6.5 Neue Attribute in Tabelle hinzufügen.....	6-5
6.6 Werte in einer Tabelle ändern.....	6-5
6.6.1 <i>Tabelle füllen</i>	6-6
6.6.1.1 <i>Manuell</i>	6-6
6.6.1.2 <i>Berechnung</i>	6-6
6.6.2 <i>Werte ändern</i>	6-6
6.6.3 <i>Objekte löschen</i>	6-6

6.7	Daten/Abfragen exportieren.....	6-6
7	Logische Modellierung	7-1
7.1	Allgemeines.....	7-1
7.1.1	Räumliches Modell.....	7-1
7.1.2	Konzeptionelles Modell.....	7-1
7.1.3	Logisches Modell.....	7-1
7.1.3.1	Physikalisches Modell.....	7-1
7.2	Logische Modellierung in eine ArcGIS-Geodatabase.....	7-1
7.2.1	Geodatabase erstellen.....	7-2
7.2.2	Feature Dataset erstellen.....	7-3
7.2.3	Feature Classes erstellen.....	7-6
7.2.4	Tabellen erstellen.....	7-9
7.3	Wertebereichsdefinitionen.....	7-10
7.3.1	Domain.....	7-10
7.3.2	Subtype.....	7-12
7.4	Beziehungen definieren.....	7-13
7.5	Konsistenzbedingungen.....	7-14
7.5.1	Topologie definieren (räumliche Konsistenzbedingungen).....	7-15
8	Datenerfassung	8-1
8.1	Daten importieren / exportieren (ArcCatalog).....	8-1
8.1.1	Spezifische Geodatenformate erfassen (Shape, Coverage, usw.).....	8-1
8.1.1.1	Import eines Geodatenformates in eine Geodatabase.....	8-1
8.1.1.2	Export aus einem Geodatenformat in eine Geodatabase.....	8-4
8.1.1.3	Daten zwischen zwei Geodatabases kopieren.....	8-4
8.1.2	Koordinaten aus einer Tabelle oder einem Textfile importieren.....	8-4
8.1.3	Inhalt von Tabellen löschen.....	8-6
8.2	Daten digitalisieren (ArcMap).....	8-6
8.2.1	Editieren beginnen.....	8-6
8.2.2	Attribute erfassen.....	8-8
8.2.3	Snappingumgebung.....	8-8
8.2.3.1	Snapping-Toleranz.....	8-8
8.2.3.2	Snapping-Eigenschaften und -Priorität.....	8-9
8.3	Erfassung komplexer Objekte.....	8-10
8.3.1	Modellierung der komplexen Objekte (ArcCatalog).....	8-10
8.3.2	Erfassung der komplexen Objekte (ArcMap).....	8-11
8.3.2.1	Objekt erfassen.....	8-11
8.3.2.2	Beziehung zwischen einfachen und komplexen Objekten erfassen.....	8-11
8.4	Topologie prüfen.....	8-12

9	Datenanalyse	9-1
9.1	Vektor GIS Analysen - Allgemeines	9-1
9.2	Direkte Abfragen	9-2
9.2.1	<i>Thematische Selektion</i>	9-2
9.2.1.1	Thematische Selektion in ArcGIS.....	9-4
9.2.2	<i>Topologische Selektion</i>	9-6
9.2.2.1	Topologische Selektion in ArcGIS	9-6
9.2.3	<i>Geometrische Selektion</i>	9-7
9.3	Manipulationen.....	9-7
9.3.1	<i>Allgemeines zu den Analysewerkzeugen (Analysis Tools)</i>	9-8
9.3.2	<i>Extract (Ausschnitt):</i>	9-8
9.3.2.1	Clip.....	9-8
9.3.3	<i>Overlay (Überlagerung)</i>	9-9
9.3.3.1	Erase	9-9
9.3.3.2	Identity	9-9
9.3.3.3	Intersect.....	9-10
9.3.3.4	Union.....	9-10
	Update	9-11
9.3.4	<i>Proximity (Umgebung)</i>	9-11
9.3.4.1	Buffer	9-11
9.3.4.2	Multiple Ring Buffer	9-12
10	Arbeiten mit Rasterdaten	10-1
10.1	Georeferenzierung von Rasterdaten	10-1
10.1.1	<i>„Visuelle“ Georeferenzierung</i>	10-2
10.1.1.1	Georeferenzierung ohne Änderung des Massstabs.....	10-3
10.1.2	<i>Georeferenzierung durch Eingabe von Koordinaten</i>	10-4
10.1.3	<i>Eine Georeferenzierung kontrollieren</i>	10-4
10.1.4	<i>Georeferenzierung speichern</i>	10-4
10.2	Integer- und Floating-Point-Grid	10-5
10.2.1	<i>Unterscheidung Integer- und Floating-Point-Grid</i>	10-5
10.2.2	<i>Value Attribute Table (VAT-Table) bei Integer-Grid</i>	10-5
10.3	Räumlichen Ausdehnung von Rasterdaten anpassen	10-6
10.3.1	<i>Zusammenfügen von Rasterdaten (Mosaic)</i>	10-6
10.3.2	<i>Zuschneiden von Rasterdaten</i>	10-6
10.3.2.1	Durch Angabe der räumlichen Ausdehnung	10-6
10.3.2.2	Mit Hilfe einer Maske	10-6
10.4	Räumliche Rasteranalyse	10-6
10.4.1	<i>Spatial Analyst Erweiterung</i>	10-6
10.4.2	<i>Spatial Analyst Options</i>	10-7

10.4.3	Reklassifizierung der Rasterdaten.....	10-8
10.4.3.1	Reklassifizierung OHNE Veränderung der Daten.....	10-8
10.4.3.2	Reklassifizierung MIT Veränderung der Daten	10-10
10.4.4	Local Functions (Cell Statistics, Raster Calculator)	10-11
10.4.5	Focal Functions (Neighborhood Statistics).....	10-11
10.4.6	Zonal functions (Zonal Statistics)	10-12
10.4.7	Distance Mapping Funktionen	10-13
10.4.7.1	Straight Line Distance Funktion.....	10-13
10.4.7.2	Straight Line Allocation Funktion	10-14
10.4.8	Density	10-14
10.4.9	Formatskonvertierung	10-14
10.4.10	Die Höhenlinien berechnen (Contour)	10-14
10.4.11	Die Hangneigung berechnen (Slope).....	10-14
10.4.12	Die Exposition berechnen (Aspect)	10-14
10.4.13	Die Beleuchtung berechnen (Hillshade)	10-15
10.4.14	Die Sichtbarkeit berechnen (Line of Sight und Viewshed).....	10-15
10.5	3D Rasteranalyse	10-15
10.5.1	3D Analyst Erweiterung	10-15
10.5.2	3D Analyst Options	10-15
10.5.3	Analysen von digitalen Geländemodellen (Surface Analysis)	10-16
10.5.3.1	Die Höhenlinien berechnen (Contour).....	10-16
10.5.3.2	Die Hangneigung berechnen (Slope)	10-16
10.5.3.3	Die Exposition berechnen (Aspect)	10-17
10.5.3.4	Die Beleuchtung berechnen (Hillshade)	10-17
10.5.3.5	Curvature	10-18
10.5.3.6	Die Sichtbarkeit berechnen (Line of Sight und Viewshed).....	10-18
10.5.3.7	Surface Length	10-19
10.5.3.8	Profil erstellen	10-19
10.6	Rasterdaten in eine Datenbank integrieren.....	10-19
10.6.1	Neues Raster Dataset in ArcCatalog erstellen.....	10-19
10.6.2	Neuer Raster Catalog in ArcCatalog erstellen	10-20
10.6.2.1	Einen Raster Catalog in ArcMap laden	10-20
11	Netzwerke	11-1
11.1	Aufbau eines Versorgungsnetzes (ArcCatalog)	11-1
11.2	Verbindungsregeln definieren.....	11-4
11.2.1	Verbindungsregeln für Kanten-Knoten.....	11-4
11.2.2	Verbindungsregeln für Kanten-Kanten.....	11-6
11.3	Netzwerkanalysen (ArcMap)	11-8
11.3.1	Allgemeines „Utility Network Analyst“ Toolbar	11-8

11.3.2	<i>Fliessrichtung bestimmen</i>	11-8
11.3.2.1	Setzen von Sources und Sinks	11-8
11.3.2.2	Fliessrichtung festlegen	11-9
11.3.2.3	Fliessrichtung anzeigen.....	11-9
11.3.3	<i>Analysemöglichkeiten: Pfadverfolgungsoperationen (Trace Task)</i> ...	11-9
11.3.3.1	Weg finden	11-10
11.3.3.2	Einen Punkt im Netzwerk isolieren.....	11-10
11.3.3.3	Bedingungen für gesuchten Weg definieren (weights)	11-11
11.3.3.4	Barriere platzieren	11-11
11.3.3.5	Gewählte Punkte und Resultate löschen	11-12
11.3.4	<i>Darstellungsart der Resultate auswählen</i>	11-12
11.3.4.1	Drawing	11-12
11.3.4.2	Selection	11-12
11.4	Darstellung der Statistik	11-12
12	Das Programm ArcScene	12-1
12.1	ArcScene starten	12-1
12.2	Aufbau.....	12-1
12.3	Projekt speichern	12-1
12.3.1	<i>Kartendokumenteneigenschaften setzen</i>	12-1
12.3.2	<i>Speichern als ArcScene-Dokument .sxd</i>	12-1
12.3.2.1	Für alte Versionen von ArcGIS speichern	12-2
12.4	Datensätze laden.....	12-2
12.5	Höhenwerte für Layer definieren.....	12-2
12.5.1	<i>Basishöhe mit Hilfe eines Attributes setzen</i>	12-2
12.5.2	<i>Basishöhe mit Hilfe eines Oberflächenmodelles setzen</i>	12-2
12.5.3	<i>Extrudierung der Elemente</i>	12-3
12.6	Toolbars.....	12-3
12.6.1	<i>3D Analyst Toolbar</i>	12-3
12.6.2	<i>3D Effects Toolbar</i>	12-3
12.6.3	<i>Animation Toolbar</i>	12-3
12.6.3.1	Animation Controls.....	12-3
12.6.4	<i>Tools Toolbar</i>	12-4
12.7	Flüge erstellen	12-4
12.8	Darstellungsreihenfolge ändern	12-4
13	Der ModelBuilder	13-1
13.1	Vorbereitungen	13-1
13.2	Eine neue Toolbox erstellen	13-1

13.3	Ein neues Modell erstellen.....	13-1
13.4	Öffnen eines bestehenden Modelles.....	13-2
13.5	Das ModelBuilder-Fenster	13-2
13.5.1	<i>Hauptmenü.....</i>	<i>13-3</i>
13.5.2	<i>Toolbar</i>	<i>13-3</i>
13.6	Modell-Eigenschaften definieren	13-4
13.7	Modell erstellen.....	13-5
13.7.1	<i>Variablen erzeugen</i>	<i>13-5</i>
13.7.1.1	<i>Variablen aus Parametern oder Umgebungseinstellungen.....</i>	<i>13-5</i>
13.7.1.2	<i>Unabhängige Variablen</i>	<i>13-6</i>
13.7.2	<i>Model Parameter</i>	<i>13-6</i>
13.7.2.1	<i>Setzen von Model Parameter</i>	<i>13-7</i>
13.7.2.2	<i>Reihenfolge der Model Parameter im Dialog ändern.....</i>	<i>13-7</i>
13.7.3	<i>Variable als Intermediate setzen (Zwischenergebnisse)</i>	<i>13-7</i>
13.7.4	<i>Setzen der Umgebungsvariablen der Ausgabedatei</i>	<i>13-8</i>
13.7.5	<i>Umbenennen von Werkzeugen und Variablen.....</i>	<i>13-8</i>
13.7.6	<i>Label erstellen.....</i>	<i>13-9</i>
13.7.7	<i>Dokumentation eines Modelles erstellen</i>	<i>13-9</i>
13.8	Modell ausführen.....	13-9
13.9	Modell exportieren.....	13-10
13.10	Bestehendes Modell öffnen	13-10

14 Datenmodellierung mit Visio 14-1

14.1	Voraussetzungen und Vorbereitung.....	14-1
14.1.1	<i>Voraussetzung</i>	<i>14-1</i>
14.1.2	<i>ESRI Case Patch installieren</i>	<i>14-1</i>
14.1.3	<i>XMI-Exporter installieren</i>	<i>14-1</i>
14.2	Das ArcInfo UML Modell.....	14-2
14.3	Feature Dataset erstellen.....	14-4
14.4	Feature Class erstellen	14-4
14.4.1	<i>Feature Classes kreieren.....</i>	<i>14-4</i>
14.4.2	<i>Attribute zu Feature Class hinzufügen.....</i>	<i>14-5</i>
14.5	Object Class (Tabelle) erstellen	14-5
14.5.1	<i>Object Class kreieren</i>	<i>14-5</i>
14.5.2	<i>Attribute zu Object Class hinzufügen</i>	<i>14-6</i>
14.6	Tagged Values definieren.....	14-6
14.6.1	<i>Tagged Values für einzelne Attribute definieren.....</i>	<i>14-6</i>
14.6.2	<i>Tagged Values für Feature Classes etc. definieren.....</i>	<i>14-6</i>
14.6.3	<i>Tagged Values (z.B. Geometriety) als Attribut im Diagramm anzeigen</i>	<i>14-7</i>

14.7	Nonattributed Relationship Classes erstellen (Relationships 1:1; 1:m)	14-7
14.7.1	Assoziationen erstellen	14-7
14.7.2	Eigenschaften der Assoziationen definieren.....	14-8
14.8	Attributed Relationship Classes erstellen (Relationships m:m) ...	14-9
14.8.1	Assoziationen erstellen	14-9
14.8.2	Eigenschaften der Assoziationen definieren.....	14-9
14.9	Domains erstellen.....	14-10
14.9.1	Erstellen von Range Domains	14-10
14.9.2	Erstellen von Coded Value Domains.....	14-11
14.9.3	Domain in Klassen verwenden	14-11
14.10	Subtypes erstellen	14-11
14.10.1	Subtype-Feld einer Feature Class definieren	14-12
14.10.2	Subtype-Klassen erstellen.....	14-13
14.11	Geometrisches Netzwerk erstellen	14-13
14.11.1	Aufbau Geometrischer Netzwerke.....	14-14
14.11.2	Verbindungsregeln der Netzwerke erstellen	14-14
14.11.2.1	Kanten-Kanten Regeln erstellen	14-15
14.11.2.2	Kanten-Konten-Regeln erstellen.....	14-17
14.12	Ein Modell als XMI exportieren.....	14-17
14.13	Das Modell auf Fehler überprüfen.....	14-18
14.14	Schema in ArcCatalog generieren	14-18
14.14.1	Schema Wizard-Command in ArcCatalog einfügen	14-18
14.14.2	Arbeiten mit dem Schema Wizard	14-18
14.14.2.1	Das XMI File lesen.....	14-18
14.14.2.2	Räumliches Bezugssystem (Spatial References) definieren ..	14-19
14.14.2.3	Höhen (Z-Values) und Distanzen entlang von Linien (M-Values) hinzufügen.....	14-19

15 Index

15-1

1 Allgemeine Infos für Übungen mit ArcGIS

1.1 Version von ArcGIS

Die Erklärungen und Abbildungen in dieser Anleitung beziehen sich auf das Produkt ArcGIS 9.3 Service Pack 2.

1.2 Einloggen

Einloggen in den Computerräumen des Departement D-BAUG.

Studenten vom D-BAUG:

Mit eigenen Benutzernamen und Passwörter

Andere:

Login werden von den Assistierenden verteilt.

1.3 Daten speichern

Zu Beginn jeder Übung müssen die Daten lokal auf dem Computer gespeichert werden: Im Windows-Explorer den ganzen Ordner mit den Daten der Übung von *U:* auf die Festplatte *C:\temp* kopieren.

Normalerweise kann **ArcGIS** mühelos auf Daten eines beliebigen Netzlaufwerks zugreifen. Es wurde jedoch festgestellt, dass es in den Übungsräume des D-BAUG's ab und zu zu Problemen kommt, wenn man auf Daten zugreifen will, welche in den persönlichen Ordner der Studierenden (*Z:*) abgespeichert sind. Daher empfehlen wir die Daten auf eine **lokale** Festplatte (z.B. *C:\Temp*) zu speichern.

1.4 Die einzelnen Programme vom ArcGIS-Desktop-Paket starten

Das ArcGIS-Desktop-Paket enthält verschiedene Softwarepakete (siehe Kapitel 2.1), die alle unabhängig voneinander gestartet werden können. Sie befinden sich im *Start Menü* → *Programs* → *08 GIS* → *ArcGIS*.

Anschliessend den Namen der gewünschten Software des **ArcGIS**-Pakets (zum Beispiel **ArcMap** , **ArcCatalog** , **ArcScene** , ...) auswählen.

1.5 Benennung der Dateien

ArcGIS unterstützt nur teilweise spezielle Zeichen (*ä, ü, é* usw.) und Leerschläge in den Namen der verschiedenen Dateien (*Geodatabase, Features, Shape*, usw.). Das heisst, dass die Namen der Dateien zwar solche Zeichen und Leerschläge enthalten kann, dann aber einige Prozesse mit diesen Dateien nicht gestartet werden können.

Daher ist es zu empfehlen, ohne spezielle Zeichen und ohne Leerschläge zu arbeiten!

1.6 Online-Hilfe

Für alle Probleme und Fragen steht eine ausführliche Online-Help zur Verfügung:
Help → *ArcGIS Desktop Help*.

1.7 Links

Gruppe Geoinformationssysteme und Fehlertheorie, ETH Zürich:

<http://www.gis.ethz.ch>

Aktuelle Version dieser Anleitung:

http://www.gis.ethz.ch/education/Anleitung_ArcGIS

ESRI, Hersteller ArcGIS:

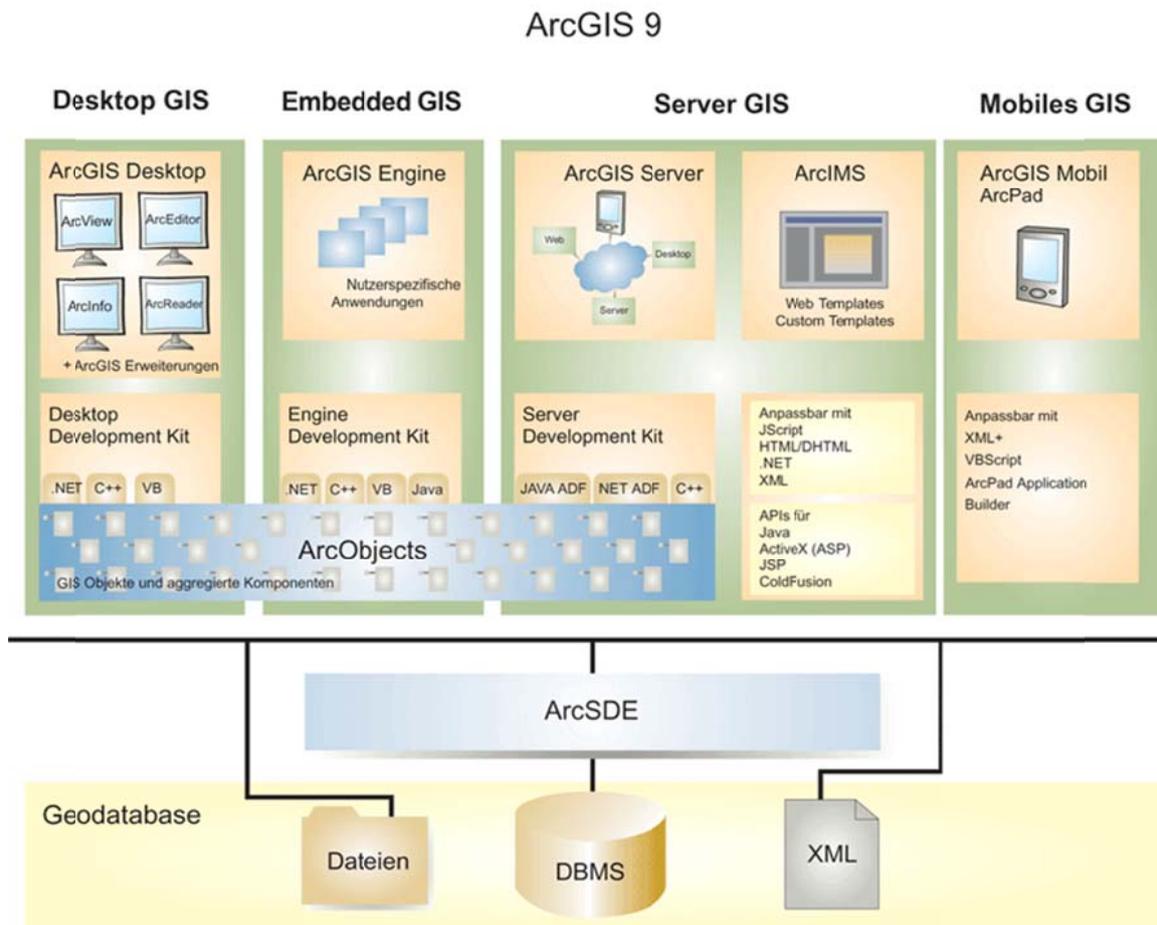
<http://www.esri.com>

<http://esri-germany.de>

<http://esri-suisse.ch>

2 Einführung in ArcGIS von ESRI¹

ArcGIS ist der Name einer Produktfamilie von aufeinander abgestimmten GIS Produkten und Entwicklungswerkzeugen der Firma ESRI.



2.1 ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop umfasst eine Reihe integrierter Anwendungen, u. a. **ArcCatalog**, **ArcMap**, **ArcGlobe**, **ArcToolbox** und **ModelBuilder**. Mit diesen Anwendungen und Schnittstellen können Sie beliebige, einfache oder komplexe GIS-Aufgaben erfüllen, wie beispielsweise das Erstellen von Karten, raumbezogene Analysen, Datenbearbeitung und -umwandlung, Visualisierung sowie Geoverarbeitung.

2.1.1 ArcGIS Desktop Lizenzierung

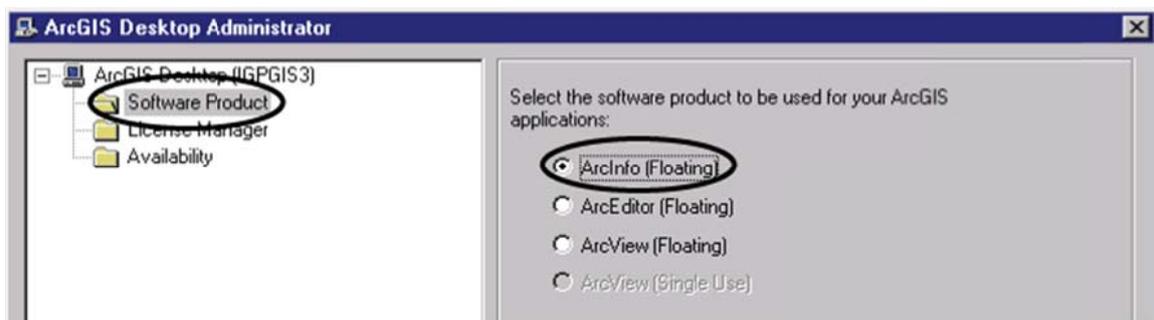
ArcGIS Desktop lässt sich an die unterschiedlichsten Anforderungen der Benutzer anpassen und steht in drei Lizenzierungsebenen zur Verfügung:

¹ Quelle: <http://esri-germany.de>

- *ArcView* ist für eine umfassende Datennutzung, Kartenerstellung und Analyse geeignet.
- *ArcEditor* bietet zusätzliche Funktionen zur raumbezogenen Bearbeitung und Datenerstellung.
- *ArcInfo* ist ein kompletter professioneller GIS-Arbeitsplatz, der umfassende GIS-Funktionalität und zahlreiche Geoverarbeitungswerkzeuge zur Verfügung stellt.

Die Lizenzierung wird im **ArcGIS Desktop Administrator**  eingestellt. Dieses Fenster kann über folgenden Pfad geöffnet werden: *Start Menü* → *Programs* → *08 GIS* → *ArcGIS* → *Desktop Administrator*.

Für die Einstellung der Lizenzierung müssen alle Programme von **ArcGIS** geschlossen werden.



Jeder Arbeitsplatz kann mithilfe zusätzlicher Erweiterungen zu **ArcGIS Desktop** von ESRI und anderen Herstellern um weitere Funktionen ergänzt werden. Benutzer können auch unter Verwendung von **ArcObjects**, der **ArcGIS** Softwarekomponentenbibliothek, eigene Erweiterungen für **ArcGIS Desktop** entwickeln. Zur Entwicklung von Erweiterungen und benutzerdefinierten Werkzeugen können Standardprogrammierungsumgebungen für Windows wie Visual Basic® (VB), .NET, Java und Visual C++ verwendet werden.

2.1.2 *ArcMap*

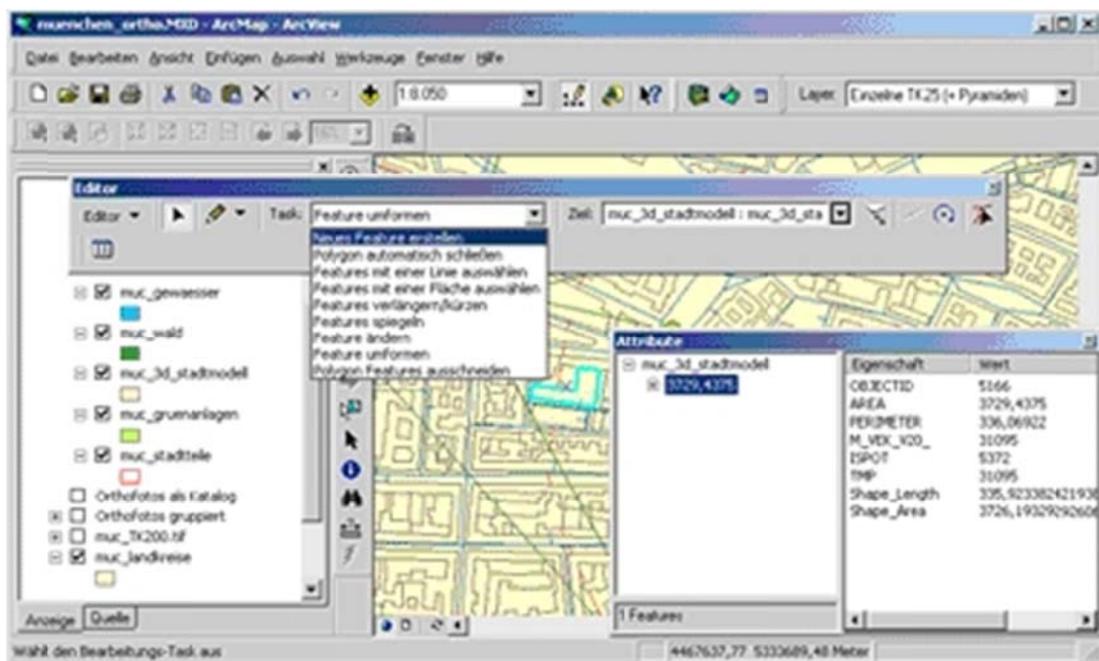
Datenerfassung, Analyse und Kartografie

ArcMap  ist die zentrale Anwendung innerhalb **ArcGIS Desktop**. Für alle interaktiven Arbeiten mit Karten, sei es die Datenerfassung, die Analyse, die Vorbereitung zur Ausgabe oder die Verknüpfung mit anderen Informationen und Medien, steht **ArcMap**. Bestehende Funktionsgruppen wie Editieren und optionale Erweiterungen, wie **ArcGIS Spatial Analyst**, werden in **ArcMap** als eigene Menüs und als Toolsets in ArcToolbox eingebunden und nur bei Bedarf ein- oder ausgeblendet – stets übersichtlich.

ArcToolbox und **ModelBuilder** sind in **ArcMap** integriert. Berechnungsergebnisse können direkt der kartografischen Ansicht hinzugefügt werden. Umgekehrt können Datensätze aus der Legende per Drag & Drop direkt in Werkzeuge oder Modelle eingefügt werden.

In **ArcMap** gibt es neben der Datenansicht auch einen *Layout-Modus*, in dem Sie kartografische Ansichten für die Ausgabe auf Drucker/Plotter oder in diversen Grafik-Formaten erstellen.

Diese können Legenden, grafische Elemente und natürlich einen bis mehrere Kartenausschnitte beinhalten. Auch in dieser Ansicht können Sie alle Funktionen von **ArcMap** nutzen.



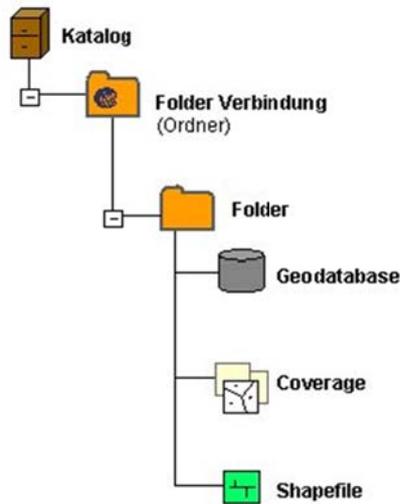
2.1.3 ArcCatalog

Ordnung für die Daten

ArcCatalog  hilft Ihnen, Ihre Geodaten zu strukturieren, zu verwalten und zu dokumentieren.

Mit ArcCatalog erhalten Sie Routinen zum Suchen und Durchsuchen von Geodaten sowie zur Erfassung und Fortführung von *Metadaten*. Auf Wunsch können Sie jeden Datensatz in einer Vorschau sehen und beliebig viele Ansichten der Daten generieren, die dann je nach Einsatzzweck in **ArcMap** eingebunden werden.

Auch komplexere Datenmodelle sowie die Eigenschaften, Attribute, Wertebereiche und Beziehungen von Geodaten untereinander werden in ArcCatalog definiert.



Achtung: Datensätze können nur in **ArcCatalog** erstellt und restlos gelöscht werden.

2.1.4 **ArcToolbox**

Alle Werkzeuge für die Geoverarbeitung übersichtlich angeordnet

ArcToolbox  ist der Werkzeugkasten, in dem die in **ArcGIS** enthaltenen Werkzeuge übersichtlich zusammengefasst und angeordnet sind.

Die Anzahl der in **ArcToolbox** enthaltenen Werkzeuge ist abhängig vom eingesetzten Produkt (*ArcView*, *ArcEditor* oder *ArcInfo*) und Erweiterungen (*Spatial Analyst*, *3D Analyst*, *Geostatistical Analyst*). *ArcView* ohne Erweiterungen enthält 159 Werkzeuge. In der maximalen Ausbaustufe (*ArcInfo* mit allen Erweiterungen) stehen in ArcToolbox 495² Werkzeuge zur Verfügung.

² Bei jeder neuen Version von **ArcGIS** kommen wieder ein paar Werkzeuge zur **ArcToolbox** dazu. Die Zahlen, die hier gegeben sind, entsprechen der Anzahl Werkzeuge der Version 9.1.



Hier einige Beispiele und ihre Funktionen:

- *Analysis Tools*: Daten extrahieren, verschneiden, Oberflächenanalyse, statistische Berechnungen
- *Conversion Tools*: arbeiten mit unterschiedlichen Formaten
- *Data Management Tools*: Routen und Regionen erzeugen, generalisieren und arbeiten mit Tabellen
- *My Tool*: eigene Werkzeugsammlung

Jedes Werkzeug in der ArcToolbox steht für eine Funktion, die auf fünf unterschiedliche Weisen angesprochen werden kann:

- Als Dialog/Eingabemaske
- In der Kommandozeile
- Integriert in ein Skript
- Eingebettet in ArcObjects-Programmierung
- Kombiniert zu Prozessmodellen im **ModelBuilder**

2.1.5 *Andere Anwendungen in ArcGIS Desktop*

ArcGIS Desktop enthält zusätzliche Programme, wie zum Beispiel **ArcReader** , **ArcGlobe** , **ArcScene** , usw.

2.1.6 *ModelBuilder*

Die interaktive Umgebung zur Erzeugung von Prozessmodellen

Etliche ArcView-Anwender kennen das Prinzip bereits aus Spatial Analyst unter ArcView GIS 3.x: Einzelne Prozessschritte werden zu einem Funktionsmodell zusammengefasst und können so mit leicht veränderten Parametern mehrfach aufgerufen werden - das alles ohne eine Zeile zu programmieren. Dieses Konzept

wird jetzt auf alle ArcGIS Desktop-Produkte und auf alle Funktionen des jeweiligen Produktes ausgedehnt.

Modelle können neben den eigentlichen Funktionen, den Ausgangs- und Prozessdaten auch Bedingungen, Parameter und Variablen enthalten.

Modelle können ineinander verschachtelt sein. Das heißt, ein Prozessschritt in einem Modell kann in Wahrheit ein komplettes zweites Modell sein. Modelle können als Prozessschritte auch Skripte oder externe Anwendungen enthalten.

Modelle können in der *Geodatabase* und in dateibasierten *Toolboxes* abgespeichert und so mit den zugehörigen Daten auch weitergegeben werden.

Die Anwendung **ModelBuilder** beinhaltet alle Funktionen für die Dokumentation der erstellten Modelle und die Anbindung an eine Online-Hilfe.

2.1.7 **Funktionalitäten**

In der folgenden Tabelle wird gezeigt, welche wichtigen Funktionalitäten einer GIS-Software in welchem Programm von **ArcGIS** verfügbar sind:

	ArcCatalog	ArcMap	ArcToolbox
Datenimport/Export			X
Datenerfassung		X	
Datenorganisation (Metadaten)	X		
Datenmanipulation (Vektor, Raster)		X	X
Datenvisualisierung		X	
Datnanalyse (Vektor, Raster)		X	X
Tabellenmanipulation	X	X	X

2.1.8 **Wie alles zusammenarbeitet**

ArcMap, **ArcCatalog** und **ArcToolbox** sind so aufgebaut, dass sie in idealer Weise zusammenarbeiten und die ganze Breite der GIS Funktionalität abdecken.

So können Sie zunächst in **ArcCatalog** ein Kartendokument nach bestimmten Kriterien suchen. Mit einem Doppelklick auf das Dokument öffnen Sie automatisch **ArcMap** und das Dokument wird geladen. Jetzt editieren Sie Daten, analysieren diese oder erstellen eine neue Karte. Wenn Sie hierfür eine weitere Datenebene benötigen, werden Sie diese erneut in **ArcCatalog** suchen und dann per *Drag & Drop* in Ihre Darstellung in **ArcMap** aufnehmen.

Es muss jedoch beachtet werden, dass eine Datei, wenn sie von einem Programm des **ArcGIS**-Packets geöffnet ist (z.B. ArcCatalog), nicht in einem anderen Programm des Packets (z.B. **ArcMap**) verändert werden kann.

Genauso können Sie den gefundenen Geodatenatz per *Drag & Drop* an eines der Werkzeuge in **ArcToolbox** übergeben, um ein *Shapefile* beispielsweise Ihrer *Personal Geodatabase* für dieses Projekt zuzufügen.

Geht es um mehr als eine einzelne Funktion, so setzen Sie in der Anwendung **ModelBuilder** aus Daten und Werkzeugen Ihre gewünschten *Workflows* zusammen. Alle Modelle und Prozessschritte können Sie in **ModelBuilder** mit einem integrierten Editor XML-konform dokumentieren.

Auch in **ArcCatalog** nutzen Sie abschließend den *Metadaten*-Editor, um die neu erzeugten Daten, Karten und Datensätze in der *Geodatabase* nach Ihrem eigenen Schema oder ISO-konform zu dokumentieren.

Wenn Sie Ihr Projekt auch anderen zur Verfügung stellen wollen - mit **ArcReader** existiert ein kostenfreier *Viewer* zur Ansicht, Abfrage und Ausgabe aufbereiteter Kartendokumente.

2.1.9 **ArcGIS Erweiterungen (Extensions)**

Die **ArcGIS** Erweiterungen sind Funktionsgruppen, die bei bestimmten Anwendungen zusätzlich geladen werden und dann in der Oberfläche zur Verfügung stehen. Im Rahmen unserer Übungen werden wir folgende Erweiterungen verwenden:

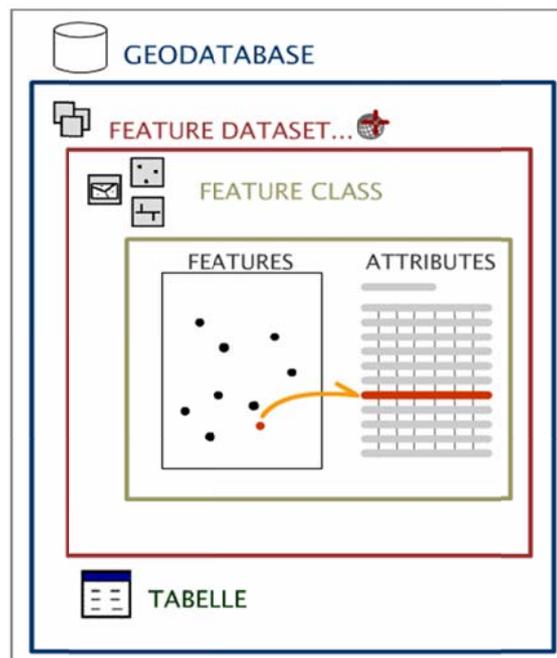
- *Spatial Analyst*: Eine Erweiterung im Bereich der Rasterfunktionalität. Diese Erweiterung stellt eine grosse Palette von Funktionen zur räumlichen Modellierung und Auswertung zur Verfügung.
- *3D Analyst*: Die Erweiterung *ArcGIS 3D Analyst* erlaubt es dem Benutzer Oberflächendaten zu erzeugen, diese zu analysieren, modifizieren und visualisieren. Dazu gehören Oberflächenberechnungen durch Interpolationsverfahren, Oberflächenanalysen (Neigung, Exposition, Schummerung, ...), Berechnung von Profilen, ...
- *Network Analyst*: Auf einem definierten und erzeugten Netz können verschiedene Analysefunktionen angewandt werden, wie z.B. Routensuche, Zuordnung von Lokationen zu Einrichtungen, Erstellen von Servicebereichen, Errechnen von Kostenmatrizen
- *Geostatistical Analyst*: Analyse Geostatistischer Daten
- Informationen zu den weiteren Erweiterungen unter:
http://www.esri.com/software/arcgis/about/desktop_extensions.html

Wie Erweiterungen aktiviert und deaktiviert werden können, ist im Kapitel 4.9 erklärt.

2.1.10 Datenformate

2.1.10.1 Geodatabase

Das *Geodatabase* (Kurzform für „*geographic database*“) Modell ist ähnlich wie *Coverages* und *Shapefiles* in der Lage, verschiedene Objektstrukturen in Ebenen zu verwalten, fügt aber noch zusätzliche Möglichkeiten hinzu. So können beispielsweise Z-Werte (dritte Dimension) und M-Werte (ortsbezogene Messwerte) geführt werden. Echte Kurven sind ebenso abbildbar wie komplexe Netzwerke und die Beziehungen einzelner Datenebenen untereinander. Eine vereinheitlichte Form der Speicherung von Rasterdaten ist ebenfalls Bestandteil der *Geodatabase*. Hier können neben den Daten auch die Beziehungen zwischen Datenebenen abgebildet werden.



Eine *Geodatabase* ist eine Datenbank für ein selbstständiges Projekt. Einige Vorteile einer *Geodatabase*:

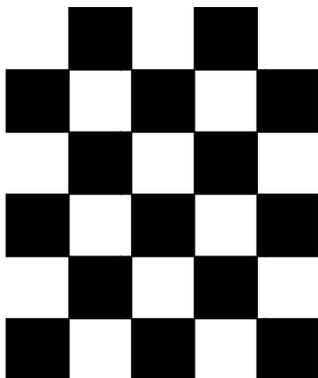
- Definiert ein generisches Modell für geografische Information und alle Daten sind in einer Datenbank gespeichert
- Erlaubt die Erstellung von benutzer- und applikationsspezifischen Datenmodellen

- Gibt die Möglichkeit eines hohen Strukturlevels, vergleichbar mit dem Konzeptionellen Modell
- Unterstützt ein objektorientiertes Vektordatenmodell aus folgenden Bestandteilen:
 - *Feature Classes*
 - Beziehungen
 - Topologieregeln
 - Projektionssysteme
 - Geografische Netzwerke
- Die geografischen Grenzen und das Koordinatensystem werden definiert
- Die Datenerfassung ist genauer, in doppelter Hinsicht:
 - wegen der koordinatenmässigen Festlegung des Arbeitsgebietes (*X/Y-Domain*)
 - wegen den Konsistenzbedingungen (*Topology, Subtyp, Domain* und Beziehungen)

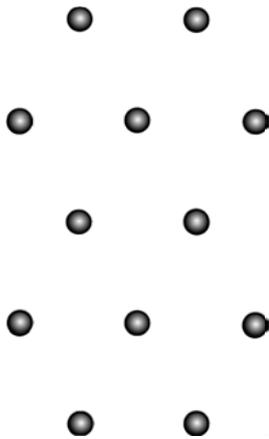
Die abgespeicherten Daten werden in drei Klassen unterteilt: *Feature Classes*, *Feature Datasets*  und *Object Classes*. Eine *Feature Class* ist eine Geobjektklasse. *Feature Classes* mit gemeinsamem Raumbezug können zu einem *Feature Dataset* zusammengefasst werden.

2.1.10.2 Weitere grundlegende Datenformate

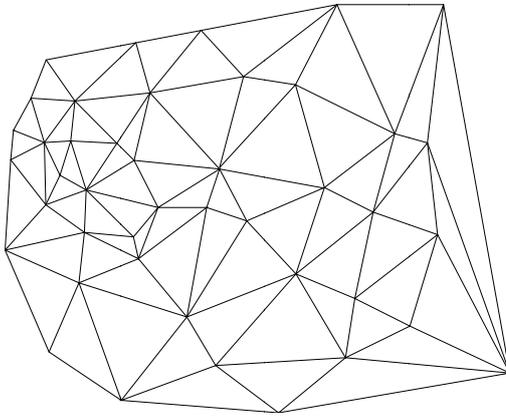
- *Shapefiles*: Objekte (enthält entweder Punkte, Linien oder Flächen)
- *Coverages*: Gruppierte Objekte um Topologie zu speichern
- *CAD*: Sammlung von Objekten
- *Grid*: Zellenrasterdaten



- *Lattice*: Punktrasterdaten



- *TIN*: Topologische Daten, Triangulationsnetzwerk



- *Tables*: Tabellen
- *Image*: Bilder

3 Das Programm ArcCatalog

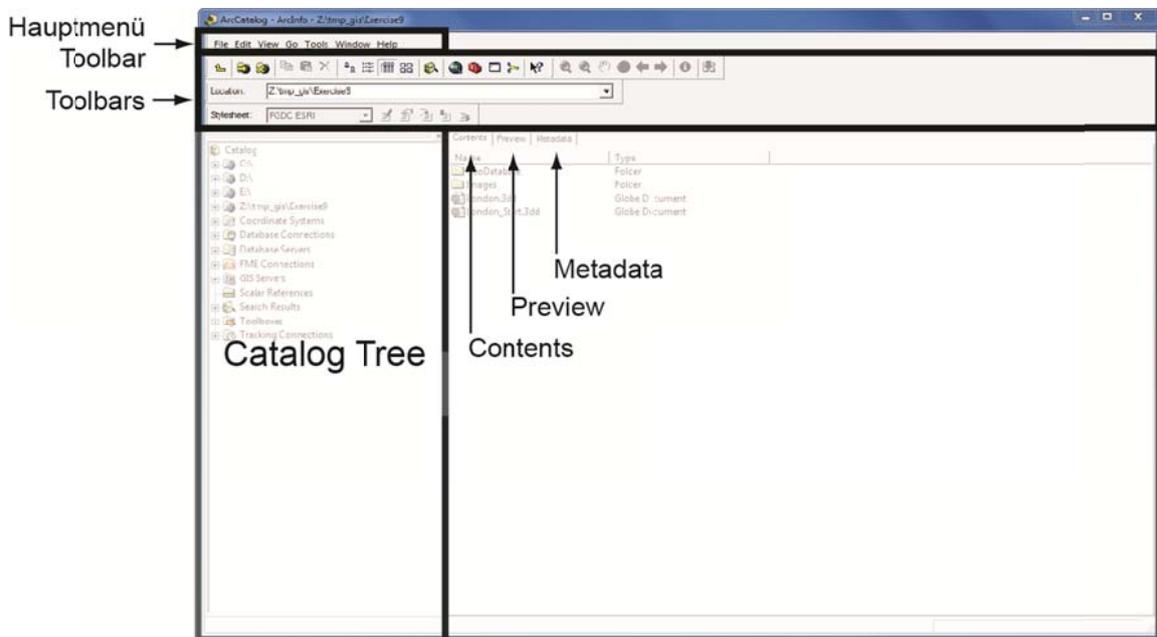
3.1 ArcCatalog starten

Das Programm **ArcCatalog** kann auf verschiedene Arten geöffnet werden:

- Über das *Start Menü* → *Programs* → *08 GIS* → *ArcGIS* → *ArcCatalog* 
- Über den Button *Launch ArcMap*  im Programm **ArcMap**

3.2 Aufbau

Das Programmfenster von **ArcCatalog** besteht aus den Toolbars, aus dem *Catalog Tree* und aus den Tabs *Contents*, *Preview* und *Metadata*.



3.2.1 Toolbars (Werkzeugleisten)

Die verschiedenen Programme von **ArcGIS** enthalten alle per default einige Toolbars (Werkzeugleisten). Oft sind jedoch zusätzliche Toolbars nötig um gewisse Arbeiten zu machen. Siehe Kapitel 4.10 um Toolbars ein- oder auszublenden.

Toolbars sind eine themenabhängige Sammlung von Funktionen und Befehlen, um bestimmte Aufgaben lösen zu können. Die **Hauptmenü**-Toolbar besteht aus einigen Menü-Befehlen (z.B. *File*, *Edit*, *View* etc.). Die anderen Toolbars bestehen meistens aus verschiedenen Buttons. Toolbars können entweder als eigenes Fenster auf dem Bildschirm angezeigt werden, oder beim Hauptfenster im oberen, unteren oder seitlichen Teil angedockt sein. Die „angedockten“ Toolbars können durch Klicken und gedrückt halten der linken Maustaste im vorderen Bereich der Toolbar gefasst und verschoben werden.

3.2.2 *Catalog Tree*

Der Catalog Tree erinnert mit seiner Baumstruktur an den Windows Explorer. Hier werden Links auf Verzeichnisse im Netzwerk angelegt. So kann auf diese Verzeichnisse zugegriffen werden ohne dass man sich immer durch die ganzen Ordner klicken muss. Mit dem Button *Connect to Folder*  können diese Verbindungen hergestellt und mit dem Button *Disconnect From Folder*  wieder entfernt werden. Mit dem Button *Up One Level*  kann man in der Baumstruktur im *Catalog Tree* um eine Hierarchiestufe nach oben gehen.

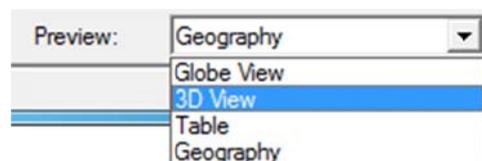
Der *Catalog Tree* kann über das Menü *Window* → *Catalog Tree* ein- und ausgeblendet werden.

3.2.3 *Contents*

Hier wird der Inhalt des im *Catalog Tree* ausgewählten Verzeichnisses angezeigt.

3.2.4 *Preview*

Unter *Preview* erhalten Sie eine kleine Vorschau auf die Datei. Dabei können Sie unter der Option *Preview* unterhalb des Datenfensters zwischen der graphischen Darstellung (*Geography*, *3D View* oder *Globe View*) oder der Attributtabelle (*Table*) auswählen.

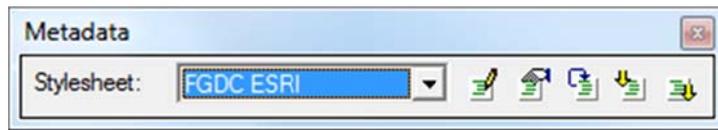


3.2.5 *Metadata*

Unter *Metadata*³ befinden sich die Daten über die Daten: Das sind z. B. Informationen über das Koordinatensystem, die räumliche Ausdehnung, die Attribute, der Ersteller....

Um diese Metadaten zu erstellen oder zu bearbeiten, kann die *Metadata* Toolbar verwendet werden.

³ Metadaten sind „Daten über Daten“ d.h. sie geben Auskunft über die Existenz von Datensätzen, deren Inhalt und Qualität. Die Dokumentation kann sich auf eine ganze Datenbank, einen Datensatz oder ein individuelles Datenobjekt beziehen. Je genauer die Metadaten sind desto weniger Probleme entstehen bei der Datensuche oder Datenintegration. Zur Beschreibung der Metadaten gibt es nationale (Interlis) und internationale (ISO, FGDC) Standards, welche berücksichtigt werden können.



Unter *Edit Metadata* können die Metadaten verändert werden.

4 Das Programm ArcMap

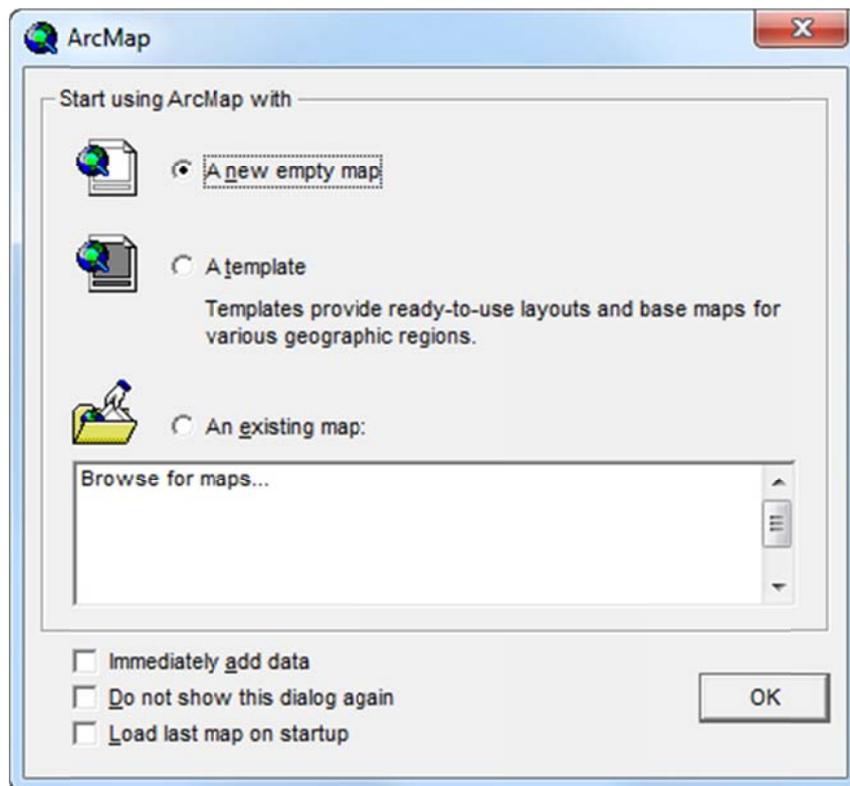
4.1 ArcMap starten

Das Programm **ArcMap** kann auf verschiedene Arten gestartet werden:

- Über das *Start Menü* → *Programs* → *08 GIS* → *ArcGIS* → *ArcMap* 
- Über den Button *Launch ArcMap*  in den Programmen **ArcCatalog**, **ArcScene** und **ArcGlobe**
- Durch Öffnen eines bestehenden **ESRI ArcMap Dokuments** (.mxd)

Pro geöffnete **ArcMap**-Session lässt sich jedoch nur ein einziges **ArcMap Dokument** bearbeiten. Ein geöffnetes **ArcMap Dokument** muss also gespeichert und geschlossen werden, bevor ein anderes in der gleichen Session geöffnet werden kann. Um trotzdem mehrere **ArcMap Dokumente** gleichzeitig anzeigen zu können, muss das Programm **ArcMap** ein weiteres Mal auf eine der drei oben beschriebenen Arten gestartet werden.

Nach dem Starten des Programms **ArcMap** erscheint ein Dialogfenster. In diesem kann ausgewählt werden, ob eine neue Karte (*A new empty map*), eine Vorlage (*A template*) oder ein bestehendes **ArcMap Dokument** (*An existing map*) geöffnet werden soll.



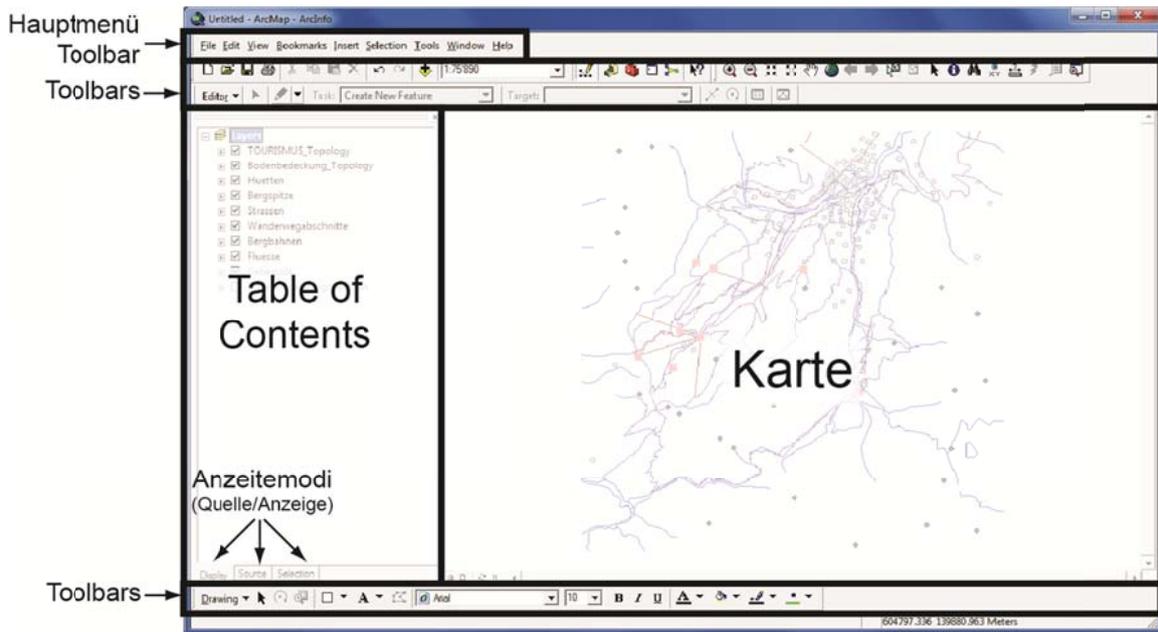
Durch Aktivieren des Feldes *Immediately add data* können die Daten direkt bei der Erstellung oder beim Laden eines Projektes hinzugefügt werden (siehe auch Kapitel 4.5.1).

Falls man nicht will, dass dieses Dialogfenster jedes Mal beim Öffnen des Programms **ArcMap** erscheint, kann man es durch Setzen eines Häkchens bei der Option *Do not show this dialog again* deaktivieren.

Wählt man die Option *Load last map on startup*, so wird beim Starten des Programmes **ArcMap** immer automatisch das Projekt geladen, an welchem man zuletzt gearbeitet hat.

4.2 Aufbau

Die Benutzeroberfläche des Programms **ArcMap** besteht neben den Toolbars aus einem Karten- und einem Legendenteil, der sogenannten *Table of Contents*.



4.2.1 Die Toolbars

Siehe Kapitel 3.2.1.

4.2.2 Der Legendenteil TOC (Table of Contents)

Im Legendenteil *Table of Contents*, kurz *TOC*, werden die geöffneten Datensätze und die dazugehörigen Legenden aufgelistet.

Diese geladenen Datensätze werden als *Layer*⁴ (dt. Schicht, Ebene) bezeichnet.

4.2.2.1 Tables of Contents ein- und ausblenden

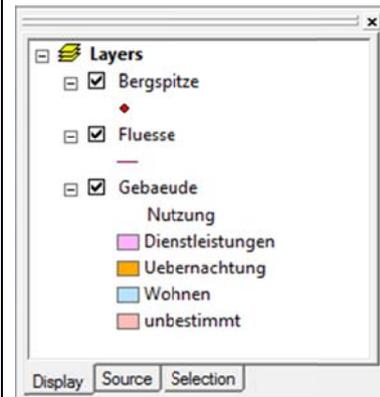
Die *Table of Contents* kann über das Menü *Window* → *Table Of Contents* ein- und ausgeblendet werden.

4.2.2.2 Anzeigemodi

Drei Anzeigemodi stehen zur Verfügung:

⁴ Ein Layer ist eine Datenebene. Er enthält eines oder mehrere Objekte (Features), welche die reale Welt abbilden.

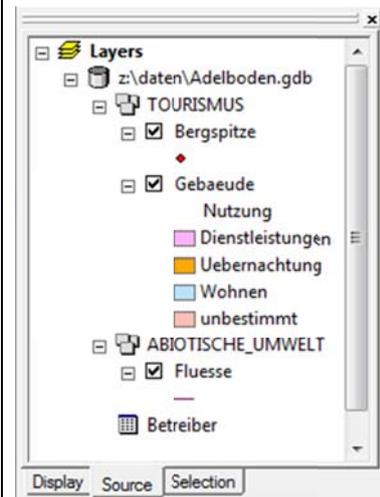
Der **Display**-Modus listet alle *Layer* auf, die darstellbare Vektor- oder Rasterdaten enthalten (z.B. Punkt-, Linien- oder Flächengeometrien). Die Sichtbarkeit der Layer wird durch die Reihenfolge bestimmt, in der sie aufgelistet sind: Je weiter oben ein Layer in der Liste aufgeführt ist, desto weiter im Vordergrund werden seine zugehörigen Geometriedaten in der Karte dargestellt. Die Layer können durch *Drag & Drop* neu angeordnet sowie gruppiert werden (siehe Kapitel 4.6.4).



Im **Source**-Modus werden alle Daten aufgelistet, die im aktuellen **ArcMap Dokument** verwendet werden. Zusätzlich zu den *Layern* aus dem *Display*-Modus werden auch Datenquellen angezeigt, welche nicht kartographisch darstellbar sind (z.B. Tabellen mit Sachdaten). In diesem Modus sind zudem die Pfade aller geladenen Daten und, falls diese in einer Geodatabase abgelegt sind, auch ihre Struktur ersichtlich.

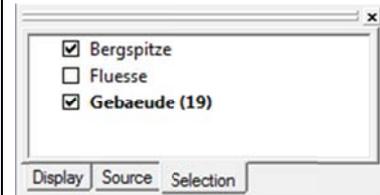
Wenn eine *Tabelle* (engl. Table) geladen wird, wechselt **ArcMap** automatisch in diesen Modus.

Achtung: Die Reihenfolge der Layer ist hier nach Datenquelle geordnet und entspricht nicht der Darstellungsreihenfolge. Die Elemente können nicht durch Drag&Drop verschoben werden.



Der **Selection**-Modus erlaubt eine einfache Verwaltung der Selektierbarkeit der Layer. Ein Häkchen vor einem Layer bedeutet, dass dieser Layer selektierbar ist, d.h. die Geometrien dieses Layers lassen sich mit Hilfe des Buttons *Select Feature* der Toolbar *Tools* oder über das Menü *Selection* → *Select by Graphics* auswählen (diese Layereigenschaft ist auch über das Menü *Selection* → *Set Selectable Layers* verfügbar). Ist der Name des Layers fett geschrieben, bedeutet das, dass in diesem Layer Objekte selektiert sind. Die Anzahl der selektierten Elemente steht in Klammern hinter dem Namen. Mit Rechtsmausklick auf den Namen des Layers können Optionen zum Löschen der Selektion des Layers oder zum Erstellen eines neuen Layers mit den selektierten Elementen etc. geöffnet werden.

Im *Selection*-Modus werden nur die Layer des aktiven *Data Frames* aufgelistet.



4.2.3 Der Kartenteil

Der Kartenteil ist ein Fenster, in welchem die geladenen und aktivierten Daten angezeigt werden. Dabei kann zwischen zwei Ansichten gewählt werden, der *Data View* und der *Layout View*.

4.2.3.1 Wechsel zwischen Data View und Layout View

Wenn ein neues Projekt in **ArcMap** geöffnet wird, befindet man sich per Default in der *Data View*. Man kann unter *View* → *Layout View* oder mit Hilfe der Buttons  unterhalb des Kartenfensters zwischen der *Data View* und der *Layout View* wechseln.

4.2.3.2 Unterschiede zwischen Data View und Layout View

Die *Data View* ist für die Vorbereitung und die Analyse von Daten gedacht. In der *Data View* werden Daten editiert und ausgewertet. In der *Data View* kann nur ein *Data Frame* (*Data Frame* → siehe auch Kapitel 4.4) auf einmal dargestellt werden. Um einen anderen *Data Frame* verarbeiten oder anzeigen zu können, muss er zuerst aktiviert werden (siehe Kapitel 4.4.1).

Um eine Karte gestalten zu können, muss man in die *Layout View* wechseln. Die *Layout View* enthält alle *Data Frames* auf einer „virtuellen Seite“, die dem Output

Format (Papier oder digital) entspricht. Sie erlaubt die Anordnung der verschiedenen *Data Frames* und der zusätzlichen Elemente wie Legende und Nordpfeil (siehe Kapitel 5.2).

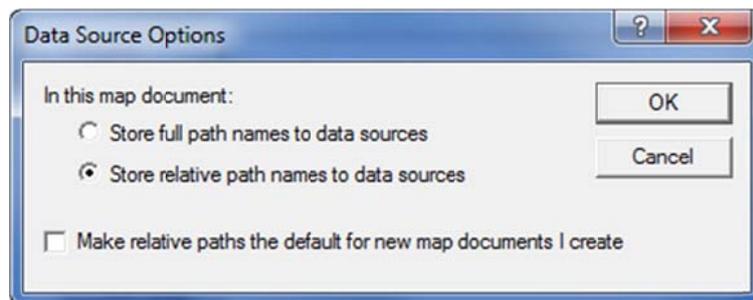
In der *Layout View* sind im Hauptmenü andere Optionen verfügbar (z.B. um eine Legende oder ein Nordpfeil einzufügen) als in der *Data View* (siehe Kapitel 5.1).

4.3 Projekt speichern

4.3.1 *ArcMap Dokumenteigenschaften setzen*

Unter dem Menü *File* → *Document Properties...* können die Eigenschaften des **ArcMap Dokuments** wie Titel, Autor etc. eingetragen werden. Unter *Hyperlink base* kann der Pfad oder die URL zu Dokumenten abgelegt werden, welche aus einer Tabelle des **ArcMap Dokumentes** referenziert werden (siehe auch Kapitel 4.15.1 *Feldbasierte Hyperlinks*).

Über den Button *Data Source Options...* kann man einstellen, ob der gesamte oder nur der relative Pfad zu den Datenfiles gespeichert und ob diese Einstellung für alle Projekte verwendet werden soll (*Make relative paths the default for new map documents I create*). Wenn der absolute Pfad gespeichert wird, muss darauf geachtet werden, dass das Projekt immer über das gleiche Laufwerk geöffnet wird (z. B. *T:\MeinProjekt*) und die Daten unter dem im Projekt gespeicherten Pfad abgespeichert sind. Sonst können die Pfade nicht gefunden und somit die Dateien nicht mehr dargestellt werden (siehe Kapitel 4.5.4 *Referenzfehler*).



4.3.2 *Speichern als ArcMap Dokument (.mxd)*

Unter dem Menü *File* → *Save*, *Save As...* oder *Save a Copy...* kann ein Projekt als **ArcMap Dokument** (.mxd) abgespeichert werden.

Es ist zu beachten, dass das abgespeicherte **ArcMap Dokument** nur Darstellungseinstellungen (Legende, Farben,...) beinhaltet. Es werden nicht die Daten selbst, sondern nur die Pfade zu den verwendeten Daten abgespeichert.

Eine Änderung der Darstellung eines Layers wird also im **ArcMap Dokument** abgespeichert. Werden jedoch die Geometrie- oder Sachdaten eines Layers verändert, so wird diese Veränderung direkt im zu Grunde liegenden Datenfile gespeichert.

4.3.2.1 Für alte Versionen von ArcGIS speichern

Mit **ArcGIS 9.3** erzeugte oder gespeicherte Dokumente können nicht direkt mit zurückliegenden Version gelesen oder verwendet werden.

Unter dem Menü *File* → *Save A Copy...* kann ein Projekt unter einem alten Format von **ArcGIS** gespeichert werden (z.B. *ArcMap 9.2 Document*).

4.3.3 Speichern als ArcMap Template (.mxt)

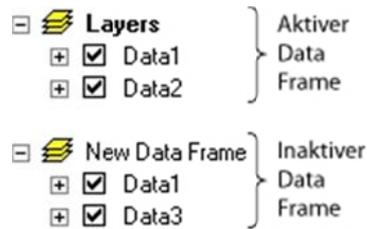
Unter den Menüs *File* → *Save As...* und *File* → *Save A Copy...* kann ein Projekt als **ArcMap Template** (.mxt) gespeichert werden. Über ein Template (dt. Vorlage) können z.B. Voreinstellungen für das Layout einer Karte vorgegeben werden (z.B. Position und Aussehen des Nordpfeils, Anordnung der Karten für den Druck usw.). Eine so erzeugte Vorlage kann dann als Grundgerüst für ein neues **ArcMap Dokument** verwendet werden.

4.4 Data Frame

Ein *Data Frame* ist der Grundbaustein eines Projektes und wird im Inhaltverzeichnis *TOC* im *Display*- und *Source*-Modus mit dem Symbol  dargestellt. In einem *Data Frame* werden Informationen wie Koordinatensystem, Einheit, Massstab, Ausdehnung etc. gespeichert. Diese Informationen gelten immer für alle Layer, welche im *Data Frame* enthalten sind. Wenn man ein neues Projekt erstellt, enthält dieses immer einen default *Data Frame*, der „Layers“ heisst. Zusätzliche *Data Frames* können über den Menüpunkt *Insert* → *Data Frame* hinzugefügt werden.

Neu erstellte *Data Frames* haben zu Beginn noch kein Koordinatensystem (siehe Kapitel 4.7.1 *Definition Koordinatensystem*). Wird eine Datei geladen, für welche ein Koordinatensystem definiert ist, so übernimmt der *Data Frame* automatisch dieses System. Alle weiteren Datensätze, die geladen werden, werden in dieses System projiziert.

Die einzelnen *Data Frames* sind im *TOC* untereinander aufgelistet:



In der *Data View* kann nur ein *Data Frame* auf einmal im Kartenteil dargestellt werden, in der *Layout View* hingegen können mehrere *Data Frames* miteinander angezeigt werden (Siehe Kapitel 4.2.3 *Der Kartenteil/ Der Kartenteil*). Ein Datensatz (*Layer*) kann in einem oder mehreren *Data Frames* enthalten sein.

4.4.1 *Einen Data Frame aktivieren*

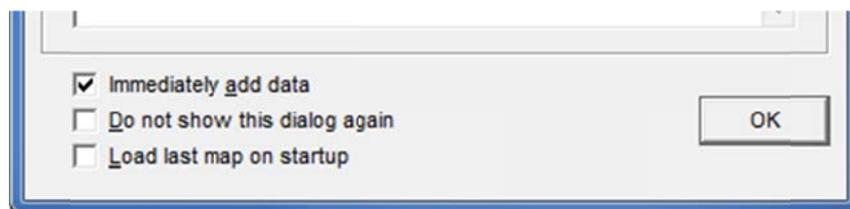
Um einen *Data Frame* zu aktivieren, kann man entweder im *TOC* auf den gewünschten *Data Frame* Rechtsmausklicken und *Activate* wählen, oder den entsprechende *Data Frame* in der *Layout View* selektieren.

Welcher *Data Frame* gerade aktiv ist, erkennt man daran, dass der Name im *TOC* fett dargestellt ist.

4.5 Datensätze laden und entfernen

4.5.1 *Laden von Datensätzen*

Die Daten kann man direkt bei der Erstellung eines Projektes hinzufügen. Dazu muss im Dialogfenster, welches beim Starten von **ArcMap** erscheint, unter *Immediately add data* ein Häkchen gesetzt werden.



Anschließend erscheint ein Fenster, in welchem die gewünschten Dateien ausgewählt werden können.

Wenn ein Projekt bereits geöffnet ist, können Datensätze entweder über das Hauptmenü mit dem Befehl *File* → *Add Data...* oder direkt über den Button *Add Data*  geladen werden. Falls der gewünschte Ordner nicht in der Auswahlliste erscheint, kann er über *Connect to Folder*  verbunden werden.

Es können auch mehrere Datensätze gleichzeitig selektiert und geladen werden.

4.5.1.1 Fehlendes Referenzsystem

Wenn einem Projekt noch kein Referenzsystem zugeordnet wurde, erscheint beim Laden von neuen Daten die Meldung: *One or more layer is missing spatial reference*. Das Referenzsystem des Projektes kann wie in Kapitel 4.7.1 beschrieben definiert werden.

4.5.2 Entfernen von Datensätzen

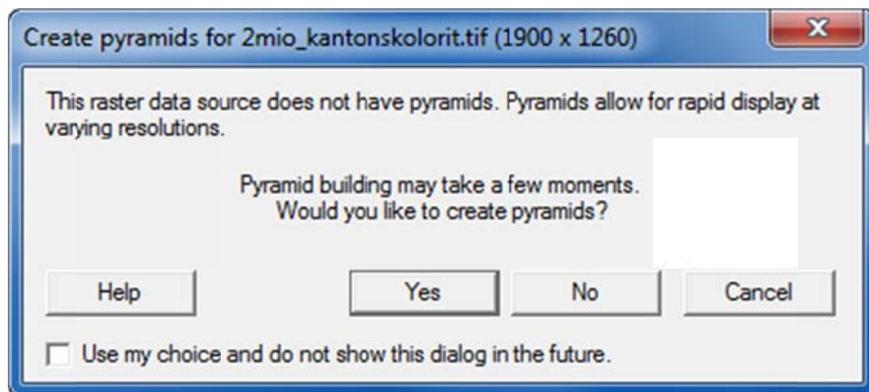
Um einen Layer oder einen ganzen Datensatz wieder aus dem Projekt zu entfernen, klickt man mit der rechten Maustaste auf den oder die zu entfernenden Layer und wählt dann die Option *Remove*.

4.5.3 Laden von Rasterdaten

Rasterbilder werden wie in Kapitel 4.5.1 beschrieben geladen.

4.5.3.1 Erstellen von Pyramiden bei Rasterdaten

Wenn ein Rasterbild geladen wird, für welches noch keine **Pyramiden** erstellt wurden, erscheint folgende Meldung:



Pyramiden-Ebenen sind zusätzliche Dateien für Raster. Wenn das Bild auf dem Bildschirm in kleinem Massstab ausgegeben werden soll, kann ein Bild mit einer kleinen Auflösung dargestellt werden. Mit einem solchen Bild geht der Bildaufbau viel schneller. Je mehr reingezoomt wird, desto feiner wird die Auflösung des Bildes. *Pyramids* ermöglichen somit bei einem Wechsel der Massstabsebene eine schnellere Darstellung der Bildvorlage in den Programmen **ArcMap**, **ArcCatalog** und **ArcScene**. Dementsprechend empfiehlt sich die Erstellung von *Pyramids* besonders bei grossen Bilddateien.

Bei der Bildung von *Pyramids* geschieht ein Resampling (Neuberechnung der Rasterdaten). Dabei wird eine Auflösungsreduktion durchgeführt. Es wird eine zusätzliche Datei mit allen nötigen Pyramiden-Informationen erzeugt, welche am

selben Ort wie das Bild gespeichert wird und die Endung *.rrd* hat. Die ursprünglichen Rasterdaten werden bei der Erstellung von Pyramiden jedoch nicht verändert.

Die Pyramiden können auch nach dem Laden eines Rasters noch gebildet werden: in der **ArcToolbox**  unter *Data Management Tools* → *Raster* → *Raster Properties* → *Build Pyramids*.

4.5.4 Referenzfehler

Erscheint beim Öffnen eines bereits bestehenden Projektes ein rotes Ausrufezeichen vor dem Namen des Layers im *TOC*, so sind die Daten nicht mehr am ursprünglichen Ort abgespeichert oder der Name der Datei wurde verändert.



Um die Daten wieder ins Projekt einzufügen, muss der Pfad aktualisiert werden. Dies geschieht am einfachsten durch Rechtsmausklick auf den entsprechenden Layer → *Data* → *Repair Data Source*.... Falls mehrere Dateien den gleichen Pfad haben und dieser geändert hat, muss diese Methode nur für eine Datei angewendet werden; das Programm passt alle anderen Pfade automatisch an.

Diese Methode funktioniert jedoch nur, wenn lediglich der Pfad der Daten geändert hat. Wurde auch der Name der Datei geändert, muss wie in Kapitel 4.8.2.1 *Datenpfad anpassen* beschrieben, vorgegangen werden.

Um Referenzfehler zu verhindern, ist es deshalb sinnvoll, bei Projekten, welche weitergegeben werden, nur den relativen Datenpfad zu speichern (siehe Kapitel 4.3.1).

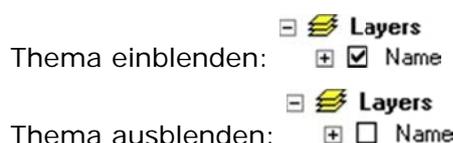
4.6 Arbeiten mit Layern

4.6.1 Inhalt eines Layers

Jeder *Layer* kann nur Daten eines bestimmten Typs enthalten, d.h. der *Layer* enthält entweder Punkte, Linien, Flächen (Vektordaten) oder Bilddateien (Rasterdaten).

4.6.2 Layer ein- und ausblenden

Durch Setzen und Entfernen des Häkchens im Kästchen vor dem Themennamen kann ein Thema ein- und ausgeblendet werden.



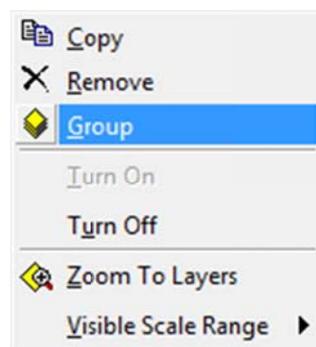
Ist kein oder nur ein Layer selektiert, werden durch Drücken der Taste *<Ctrl>* und gleichzeitigem Klicken auf ein Kästchen alle aufgelisteten Layers auf einmal ausgeblendet (respektiv eingeblendet). Wenn mehr als ein Layer selektiert ist (mit Hilfe der Taste *<Ctrl>* oder *<Shift>*), dann werden beim Drücken der Taste *<Ctrl>* und gleichzeitigem Klicken auf ein Kästchen nur die selektierten Layer ein- respektive ausgeblendet.

4.6.3 **Darstellungsreihenfolge ändern**

Wird ein neues Thema geladen, so erscheint dieses in der Legende automatisch an oberster Stelle. Es kann sein, dass so andere Layer überdeckt werden. Mit der *Drag & Drop* Technik (Maustaste gedrückt halten und Layer gegenüber den anderen Layern nach oben oder unten verschieben) können die Layer in die gewünschte Reihenfolge gebracht werden (generell gilt: Punkte vor Linien vor Flächen). Rasterdaten stehen normalerweise ganz unten in der Reihenfolge, da sie flächenfüllend sind. Um Flächen und Rasterdaten gemeinsam anzuzeigen, können entweder die Rasterdaten oder die Flächen transparent dargestellt werden. Die Anleitung dazu finden Sie im Kapitel 4.8.5.3 *Transparenz einstellen*.

4.6.4 **Layer gruppieren**

Wenn mit vielen Layern gearbeitet wird, kann es zur übersichtlicheren Gestaltung sinnvoll sein, dass die Layer zu Gruppen zusammengeschlossen werden. Dazu müssen die gewünschten Layer selektiert werden (Taste *<Ctrl>* gedrückt halten während man mit Linksmausklick auf die gewünschten Layernamen klickt). Mit Rechtsmausklick auf die selektierten Layer → *Group* wird ein neuer *Group Layer* erstellt.



Mit Rechtsmausklick auf den *Data Frame* oder einen *Group Layer* → *New Group Layer* kann auch direkt ein neuer *Group Layer* erstellt werden. Die einzelnen Layer können dann mittels *Drag & Drop* in den *Group Layer* verschoben werden.

Mit Rechtsmausklick auf den *New Group Layer* → *Properties...* können die *Group Layer Properties* geöffnet werden. Darin kann im Tab *General* der Name des *Group Layers* angepasst und eine massstabsgesteuerte Darstellung ausgewählt werden. Im Tab *Group* können neue Layer hinzugefügt, Layer entfernt und die Darstellungsreihenfolge der Layer angepasst werden. Ausserdem können Änderungen der Eigenschaften der einzelnen Layer direkt über den Button *Properties...* im Tab *Group* vorgenommen werden. Im Tab *Display* werden der Kontrast, die Helligkeit und die Transparenz für die ganze Gruppe eingestellt.

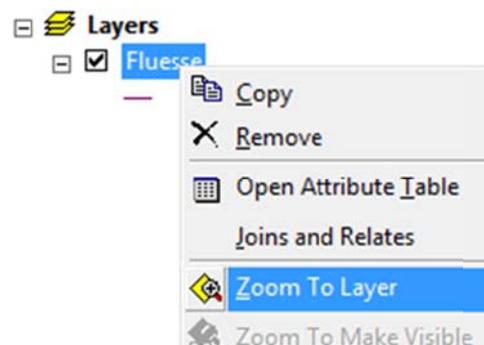
4.6.5 **Layer kopieren**

Layer, welche bereits in einem *Data Frame* sind, können durch Rechtsmausklick auf den Layer → *Copy* kopiert werden. Mit Rechtsmausklick auf den *Data Frame* oder den *Group Layer* → *Paste Layer(s)* kann man die Layers am gewünschten Ort wieder einfügen. Es können auch mehrere Layers gleichzeitig kopiert werden.

Diese Funktion wird oft gebraucht, wenn mit mehreren *Data Frames* gearbeitet wird. So müssen die Daten nur einmal hinzugefügt werden.

4.6.6 **Zu einem Layer zoomen**

Durch Rechtsmausklick auf den Layer und Auswahl der Funktion *Zoom to Layer* wird die Gesamtausdehnung des entsprechenden Layers im Kartenfenster dargestellt.



4.6.7 **Änderung der Legendendarstellung**

Die geladenen Daten werden automatisch mit einer „zufälligen“ Signatur dargestellt. Diese Darstellung kann durch Doppelklicken auf das Symbol unterhalb des Layernamens im *TOC* verändert werden.

Die Signatur kann auch in den *Layer Properties* angepasst werden (siehe Kapitel 4.8.6).

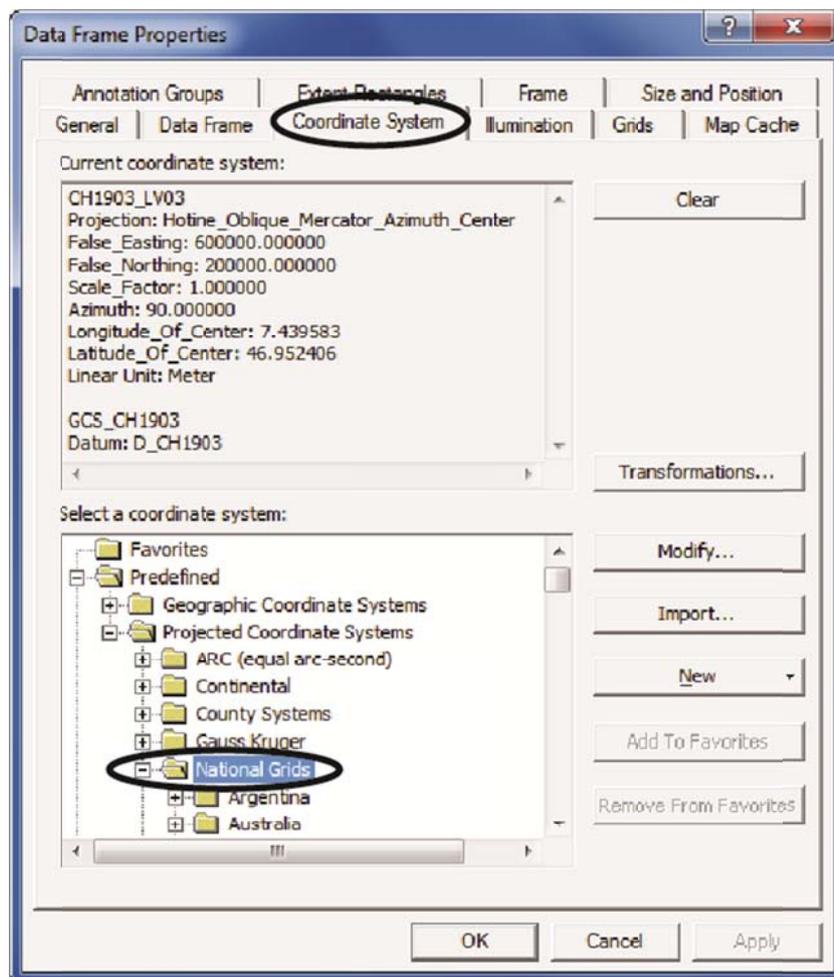
4.7 Eigenschaften eines Data Frames setzen

Der Dialog, in welchem die Eigenschaften eines Data Frames gesetzt werden können, wird entweder über das Menü *View* → *Data Frame Properties...* oder durch Rechtsmausklick auf den *Data Frame* → *Properties...* geöffnet.

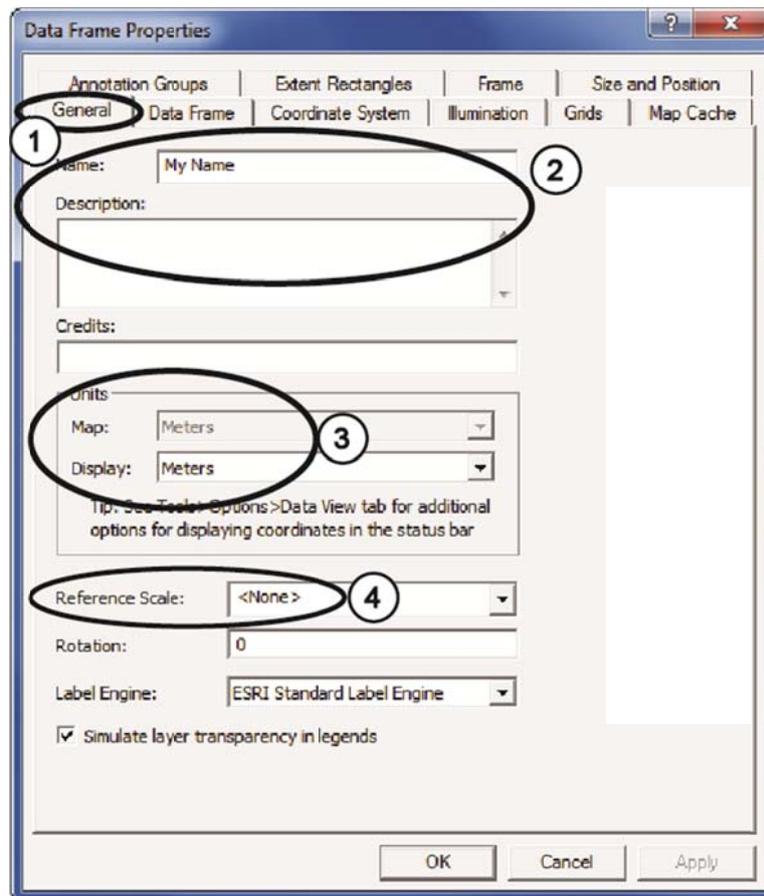
4.7.1 Definition Koordinatensystem

Das Koordinatensystem wird im Tab *Coordinate System* definiert. Für Projekte in der Schweiz wird meist folgendes Koordinatensystem verwendet:

Predefined → *Projected Coordinate Systems* → *National Grids* → *CH1903 LV03*



4.7.2 Definition von generellen Eigenschaften



4.7.2.1 Name des Projektes ändern

Im Tab *General* ① kann der Name ② des Projektes geändert werden. Zusätzlich kann eine Beschreibung des Projektes verfasst werden.

4.7.2.2 Definition Einheiten

Die Masseinheit wird ebenfalls im Tab *General* ① definiert. Mit der Wahl des Koordinatensystems im Tab *Coordinate System* wird die Einheit ③ für das Projekt automatisch festgelegt. Die Einheit, welche für die Darstellung im Kartenfenster verwendet werden soll, kann unter *Units* → *Display* ③ ausgewählt werden.

4.7.2.3 Definition Reference Scale

Unter *Reference Scale* ④ kann ein Massstab definiert werden, bei welchem Symbole und Texte in ihrer wahren Grösse erscheinen sollen. Ab diesem Massstab werden dann die Symbole und Texte beim rauszoomen kleiner und beim reinzoomen grösser. Ist keine *Reference Scale* definiert (Eintrag <None>) werden Symbole und

Texte unabhängig vom gewählten Darstellungsmaßstab immer in der gleichen Grösse dargestellt.

Eine *Reference Scale* zu definieren ist nützlich, wenn ein kartographisches Produkt wie z.B. eine Papierkarte erstellt werden soll. Dann ist es sinnvoll, dass die Grössenverhältnisse auf der Karte, mit der am Bildschirm gearbeitet wird, auch gleich sind wie die auf dem Papierausdruck.

Mittels Rechtsmausklick auf den *Data Frame* → *Reference Scale* → *Set Reference Scale* lässt sich der aktuell angezeigte Maßstab als *Reference Scale* festlegen. Mit Rechtsmausklick auf den *Data Frame* → *Reference Scale* → *Clear Reference Scale* kann die Option wieder ausgeschaltet werden und durch Klicken auf *Reference Scale* → *Zoom to Reference Scale* wird der Zoom der Karte auf den unter *Reference Scale* definierten Maßstab gesetzt.

Ob diese Option für die einzelnen Layer angewendet werden soll, kann direkt bei den *Layern* in den Layereigenschaften gesteuert werden (siehe Kapitel 4.8.5.2 *Scale Symbols*).

4.7.3 **Definition Hintergrundfarbe für das Kartenlayout**

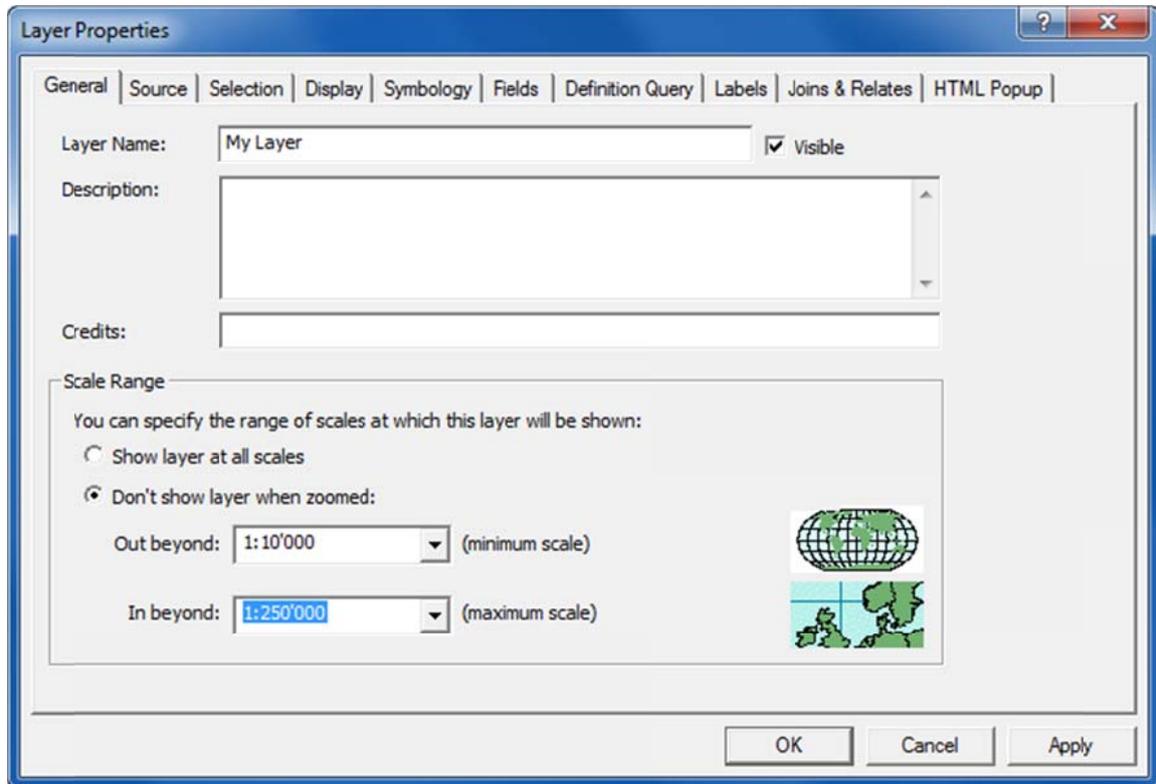
Unter dem Tab *Frame* können Hintergrundfarben, Kartenränder sowie deren Schattierungen definiert werden. Hinweis: Kartenränder und Schattierungen sind nur in der *Layout View* sichtbar.

4.8 **Eigenschaften eines Layers setzen**

Die Eigenschaften eines Layers können im Fenster *Layer Properties* angepasst werden. Dieses Fensters kann entweder durch selektieren eines Layers und drücken der Taste F12, durch Doppelklicken des Layers oder durch Rechtsmausklick auf den gewünschten Layer → *Properties...* geöffnet werden.

Achtung: Die Darstellung eines Layers ist nicht bei den Daten selbst gespeichert, sondern im Projekt. Das heisst, wenn Sie die Darstellung eines Layers in einem Projekt angepasst haben und den gleichen Layer in einem anderen Projekt öffnen, wird dieser Layer im neuen Projekt nicht automatisch die angepasste Darstellung aus dem ersten Projekt haben. Um die Darstellung eines einzelnen Layers übernehmen zu können, muss sie in einem *Layer File (.lyr)* gespeichert werden (siehe Kapitel 4.8.12).

4.8.1 *Tab General*



4.8.1.1 Name eines Layers ändern

Im Tab *General* kann der Namen des Layers geändert werden. Diese Umbenennung gilt jedoch nur für die Darstellung in **ArcGIS**, der Name der Datei ändert nicht. Durch setzen und entfernen des Häkchens hinter dem Namen kann der Layer ein- und ausgeblendet werden (gleicher Effekt wie Häkchen setzen und entfernen im *TOC*, mehr dazu im Kapitel 4.6.1 *Inhalt eines Layer*).

4.8.1.2 Masstabgesteuerte Darstellung

Für gewisse Objekte ist es sinnvoll, dass sie ab einem gewissen Masstab nicht mehr dargestellt werden. Deshalb kann man Layer auch masstabsabhängig ein- und ausblenden. Im Bereich *Scale Range* kann unter *Don't show layer when zoomed:* eine obere und/oder eine untere Grenze des Masstabsbereiches definiert werden, in welchem der Layer dargestellt werden soll. Dies funktioniert jedoch nur, wenn vorher in den *Data Frame Properties* eine Einheit definiert wurde (siehe Kapitel 4.7.2.2).

4.8.2 *Tab Source*

Dieser Tab sieht für Vektor- und Rasterdaten unterschiedliche aus. Bei beiden kann unter *Extent* die räumliche Ausdehnung des Layers abgelesen werden. Bei

Rasterdaten sind ausserdem noch diverse weitere Eigenschaften wie Farbtiefe, Kompressionsart, Rastergrösse usw. angegeben.

Unter *Data Source* werden Informationen wie der Datentyp, der Datenpfad, das Koordinatensystem etc. eines Layers angezeigt.

4.8.2.1 **Datenpfad anpassen**

Wenn ein Datensatz an einen anderen Ort verschoben wurde oder der Name einer Datei geändert wurde, muss auch der Datenpfad im Projekt angepasst werden (siehe auch Kapitel 4.5.4 *Referenzfehler*). Dies kann im Tab *Source* über den Button *Set Data Source...* durchgeführt werden.

4.8.3 **Tab Extent**

Dieses Tab ist nur bei Rasterdaten vorhanden.

Im Tab *Extent* kann ausgewählt werden, ob der ganze oder nur ein Teil eines Raster-Layers dargestellt werden soll. Diese Option ist sehr nützlich, wenn die Ausdehnung des Raster-Layers viel grösser ist als das Arbeitsgebiet.

4.8.4 **Tab Selection**

Dieses Tab ist nur bei Vektordaten vorhanden.

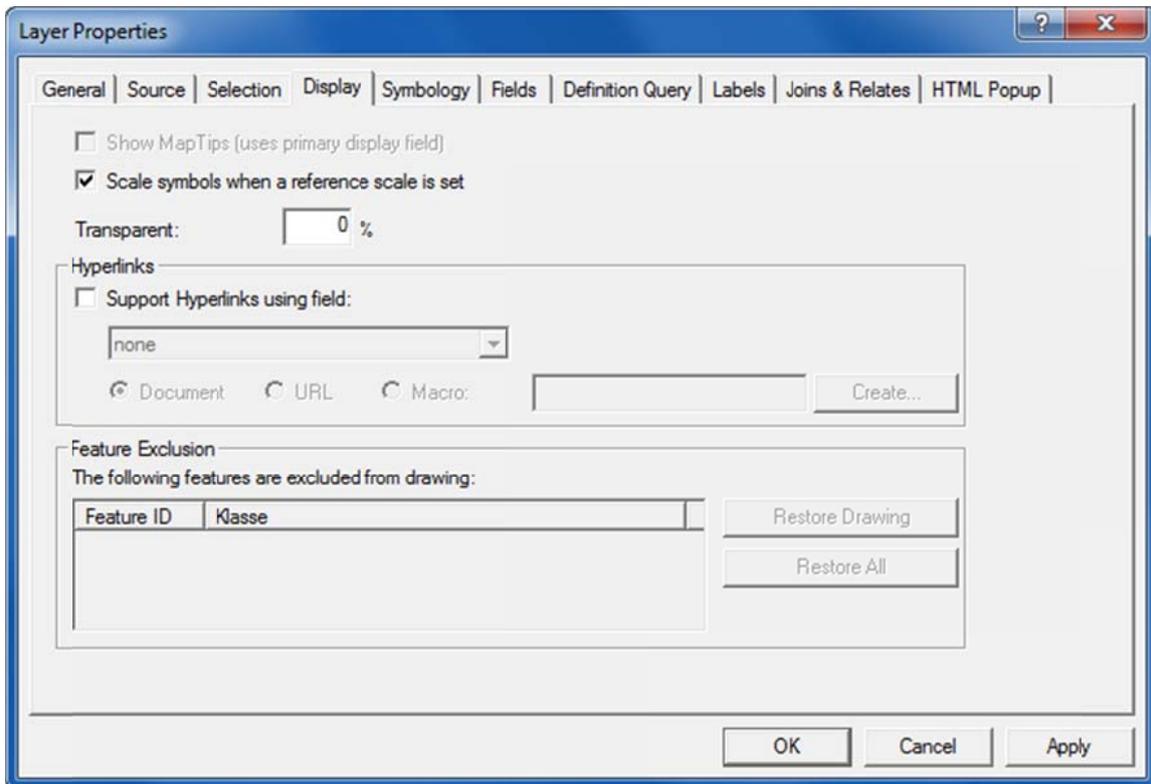
Grundsätzlich wird die Farbe, mit welcher selektierte Objekte dargestellt werden, über das Menü *Selection* → *Options...* definiert. Über den Tab *Selection* der Layereigenschaften lässt sich diese Einstellung jedoch für einen einzelnen Layer separat überschreiben.

Es kann entweder eine spezifische Farbe oder ein spezielles Symbol gewählt werden, welche nur für die Selektionen im gewählten Layer gelten.

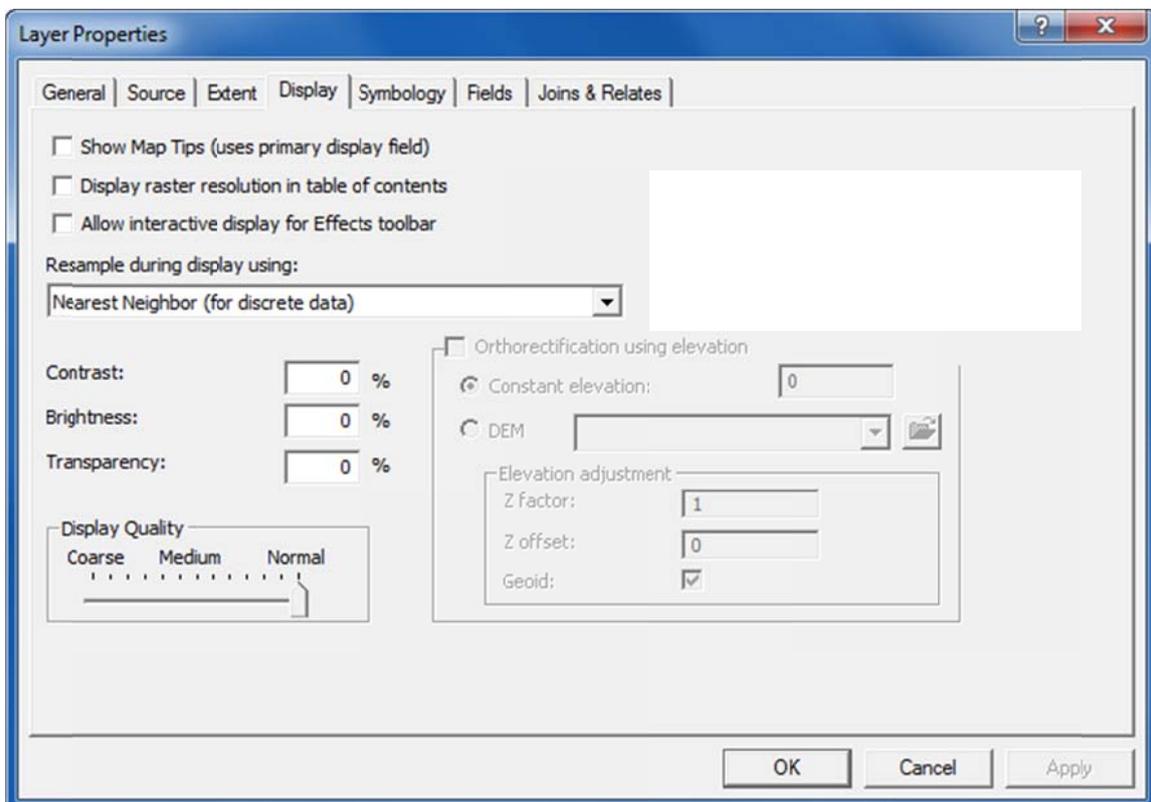
4.8.5 **Tab Display**

Im Tab *Display* können Einstellungen gemacht werden, welche die Darstellung des Layers im Kartenfenster beeinflussen. Die angezeigten Optionen sind davon abhängig, ob in einem Layer Raster- oder Vektordaten angezeigt werden:

Für Vektordaten:



Für Rasterdaten:



4.8.5.1 MapTips erstellen

Das Anzeigen von *MapTips* ist eine zusätzliche Möglichkeit Informationen über Objekte in der Karte zu erhalten. Der *MapTip* zeigt beim Überfahren eines Objektes mit dem Mauszeiger jeweils den Wert eines ausgewählten Attributes (*Primary Display Field*) an.

Damit die *MapTips* in der Karte dargestellt werden, muss im Tab *Display* die Option *Show MapTips* aktiviert werden.

Das *Primary Display Field* wird im Tab *Fields* ausgewählt (siehe Kapitel 4.8.7).

4.8.5.2 Scale Symbols

Um die Grösse der Symbole des Layers abhängig vom Darstellungsmassstab anzuzeigen, muss die Option *Scale symbols when a reference scale is set* aktiviert sein. Defaultmässig ist diese Option aktiviert. Die *Reference Scale* wird für jeden *Data Frame* unter den Projekteigenschaften definiert (siehe Kapitel 4.7.2.3 *Definition Reference Scale*)

Diese Option ist nur bei den Vektordaten vorhanden.

4.8.5.3 Transparenz einstellen

Im Tab *Display* kann auch die Transparenz verändert werden.

Eine andere Möglichkeit Flächen transparent darzustellen, ist die Option *Adjust Transparency*  in der *Effects-Toolbar*.

Bei Rasterdaten können zusätzlich zur Transparenz noch der Kontrast (*Contrast*) und die Helligkeit (*Brightness*) eingestellt werden.

4.8.5.4 Hyperlinks

Um feldbasierte *Hyperlinks* mit dem Hyperlinktool (Kapitel 4.11.1) aufrufen zu können, müssen diese aktiviert werden und es muss festgelegt werden, unter welchem Attribut der Link abgelegt ist. Um die Links zu aktivieren, setzt man ein Häkchen bei der Option *Support Hyperlinks using field*. Anschliessend wird das Feld ausgewählt, in welchem Hyperlinks erfasst wurden und dazu die Art des Hyperlinkes. Mehr zum Thema feldbasierte *Hyperlinks* im Kapitel 4.15.1.

Diese Option ist nur bei den Vektordaten vorhanden.

4.8.6 Tab Symbology

Die geladenen Daten werden automatisch mit einem zufälligen Symbol dargestellt. Diese Farben und Symbole können im Tab *Symbology* geändert werden. Dies

geschieht entweder durch Doppelklicken auf das Symbol im *TOC* oder durch Rechtsmausklick auf den Layer → *Properties...* → *Symbology*.

Für die Darstellung eines Layers mit *Vektordaten* stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Features:** Alle Objekte eines Layers werden mit dem gleichen Symbol dargestellt.
- **Categories:** Die Objekte werden anhand eines bestimmten Attributes unterschieden und unterschiedlich dargestellt (siehe Kapitel 4.8.6.1).
- **Quantities:** Es werden verschiedene Wertebereiche für ein Attribut definiert und die Objekte werden je nach Wertebereich, in welchem sie liegen, dargestellt.
- **Charts:** Verschiedene Attribute können in einem Diagramm dargestellt werden.
- **Multiple Attributes:** Objekte können anhand von mehreren Attributen unterschiedlich dargestellt werden.

Für die Visualisierung eines Layers mit *Rasterdaten* stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung (Anzahl Darstellungsarten ist abhängig vom Typ der Rasterdaten):

- **Unique Values:** Jedem Wert einer Rasterzelle wird eine individuelle Farbe zugeordnet.
- **RGB Composite:** Zur Verwendung mit mehrkanaligen Rasterdaten (z.B. Satellitenbilder). Einzelne Farbkanäle können ausgeblendet oder vertauscht werden.
- **Classified:** Der gesamte Wertebereich wird in statistische Klassen unterteilt, denen Farben zugeordnet werden können (siehe Kapitel 10.4.3.1 *Reklassifizierung OHNE Veränderung der Daten*).
- **Stretched:** Zur Verwendung mit einkanaligen Rasterdaten, die sich durch einen grossen Wertebereich auszeichnen (z.B. Flugbilder in Graustufen).
- **Colormap:** wie *Unique Values*, jedoch können den Rasterdaten vordefinierte, wieder verwendbare Colormaps (dt. „Farbpaletten“) zugewiesen werden, in denen die Zuordnung *Wert* → *Farbe* abgespeichert wird.

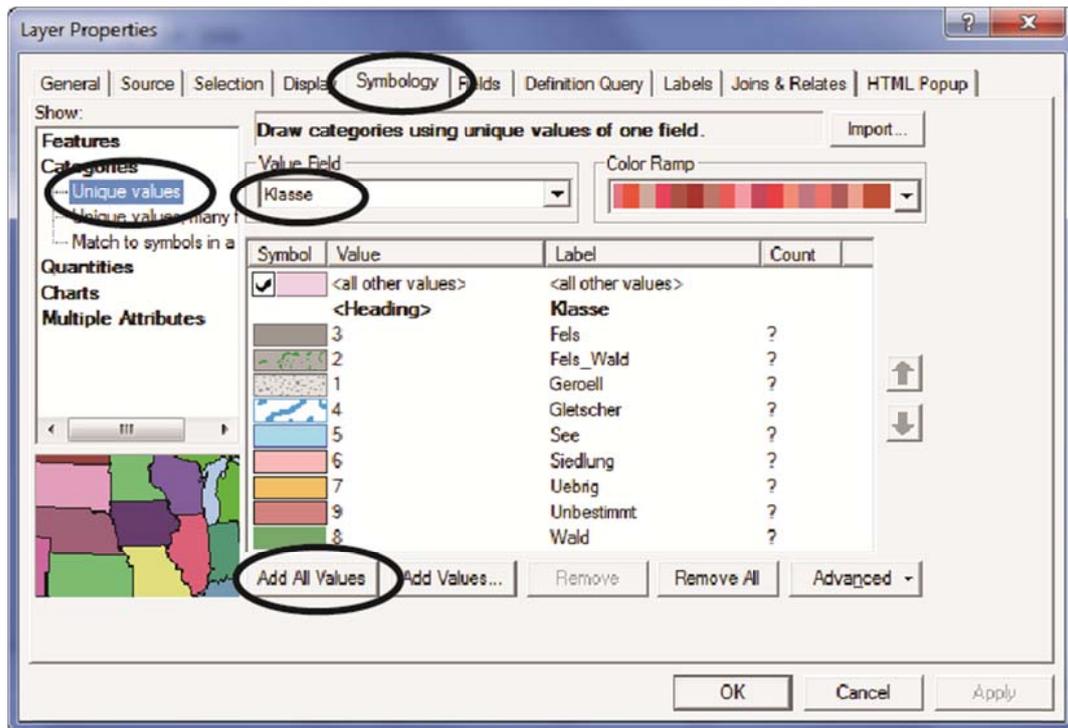
4.8.6.1 Klassifizierung eines Themas nach eindeutigen Werten bei Vektordaten

Zur übersichtlicheren Darstellung können Daten eines Layers in Klassen unterteilt werden.

- Im Tab *Symbology* unter *Categories* die gewünschte Option auswählen.
- Im *Value Field* das gewünschte Attribut auswählen.

- *Add all Values* klicken.

Durch Klicken eines Wertes in der Spalte *Label* kann die Beschriftung in der Legende, welche im TOC angezeigt wird, geändert werden. Es ist zu beachten, dass die Attributwerte nicht verändert werden, sondern nur die Bezeichnung in der Legende: eine thematische Abfrage (siehe Kapitel 9.2.1.1) muss also mit den Werten in der Tabelle, d.h mit den Werten in der Spalte *Value*, gemacht werden.



4.8.7 Tab Fields

Dieser Tab ist für Rasterdaten und Vektordaten verschieden.

4.8.7.1 Tab Fields bei Vektordaten

Unter *Primary display field* wird das Attribut definiert, welches als *MapTip* erscheinen soll (siehe auch Kapitel 4.8.5.1) oder welches bei Abfragen mit dem *Identify*-Tool im Resultatsfenster angezeigt wird (siehe Kapitel 4.11.1).

Die einzelnen Attribute des Layers können durch Setzen und Entfernen des Häkchens vor dem Attributnamen ein- und ausgeblendet werden. Ausserdem kann dem Attribut ein *Alias*-Name zugeordnet werden, d.h. ein Name, der die Bedeutung des Attributes besser beschreibt.

4.8.7.2 Tab Fields bei Rasterdaten

Dieser Tab ist nur bei *Integer-Grids* vorhanden (siehe Kapitel 10.2). Wie bei den Vektordaten kann ebenfalls ein *Primary display field* gewählt werden und die entsprechenden Attribute werden in der Karte angezeigt.

4.8.8 Tab Definiton Query

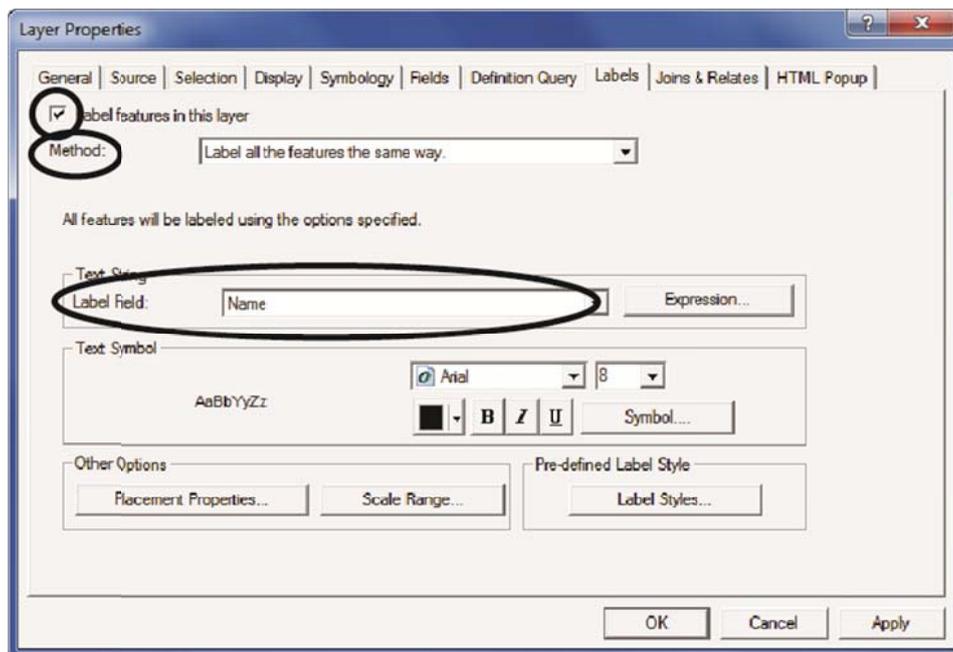
Dieses Tab ist nur bei Vektordaten vorhanden.

Hier können Kriterien (Abfragen) definiert werden, denen Objekte des Layers genügen müssen, damit sie dargestellt werden.

4.8.9 Tab Labels

Dieser Tab ist nur bei Vektordaten vorhanden.

4.8.9.1 Label erstellen



Um *Labels* (dt. Objektbeschriftungen) im Kartenfenster darzustellen, muss man zuerst die *Label*-Option aktivieren: Häkchen bei *Label features in this layer* setzen.

Es kann zwischen zwei Label-Methoden ausgewählt werden:

- *Label all the features in the same way*: Alle Objekte werden auf die gleiche Art und Weise beschriftet.
- *Define classes of features and label each class differently*: Es werden verschiedene Klassen definieren und diesen Klassen werden unterschiedliche Label-Eigenschaften zuordnen.

Unter *Label Field* kann das Attribut ausgewählt werden, welches als Label dargestellt werden soll.

Die Darstellung der Labels kann mit Rechtsmausklick auf den gewünschten Layer → *Label Features* ein- und ausgeschaltet werden.

4.8.10 **Tab Joins & Relates**

Dieser Tab bietet eine komfortable Möglichkeit, um die Sachdaten-Tabelle eines Layers mit anderen Tabellen in Beziehung zu bringen. Kapitel 4.16 *Joins & Relates* befasst sich ausführlich mit diesem Thema.

4.8.11 **Tab HTML Popup**

Durch Setzen eines Häkchens unter *Show content for this layer using the HTML Popup tool* können die Attribute des Layers in der Karte in einem HTML Popup-Fenster angezeigt werden. Durch Klicken auf ein Objekt mit dem *HTML Popup* Werkzeug der Toobar *Tools* kann das entsprechende Popup-Fenster geöffnet werden (siehe auch Kapitel 4.11.1 unter *HTML Popup*).

4.8.12 **Layer file speichern .lyr**

Um die gesamte Darstellung (Formatierung, Legende, Farben, usw.) eines Layers oder einer Layergruppe (siehe Kapitel 4.6.4) für künftige Anwendungen zur Verfügung zu haben, können deren Parameter ausserhalb des Projektes in einem Layerfile gespeichert werden: Rechtsmausklick auf den gewünschten Layer/Layergruppe → *Save as Layer file (.lyr)*.

Mit **ArcGIS 9.3** erzeugte oder gespeicherte *Layer Files* können nicht direkt mit zurückliegenden ArcGIS-Version gelesen oder verwendet werden. Beim Speichern kann jedoch das *Layer File* unter einem alten Format von **ArcGIS** gespeichert werden.

Achtung: In einem Layerfile wird nur die Darstellung und nicht die Daten selbst gespeichert.

4.9 Erweiterungen (Extensions) aktivieren

Mittels Erweiterungen lässt sich **ArcGIS** gezielt um zusätzliche Funktionalitäten bereichern. So gibt es eine Erweiterung für militärische Auswertungen (*Military Analyst*), für eine intelligente Beschriftungsplatzierung (*Maplex*), für komplexe räumliche Analysen (*Spatial Analyst*) und viele mehr. Weitere Informationen zum Thema Erweiterungen finden sie im Kapitel 2.1.9.

Die Erweiterungen werden unter dem Menü *Tools* → *Extensions...* durch setzen und entfernen von Häkchen aktiviert und deaktiviert (**ArcCatalog** und **ArcMap**). Zusätzlich zum Aktivieren der Erweiterungen muss die zur Erweiterung zugehörige Toolbar eingeblendet werden (siehe auch Kapitel 4.10).

4.10 Toolbars (Werkzeugleisten) aktivieren

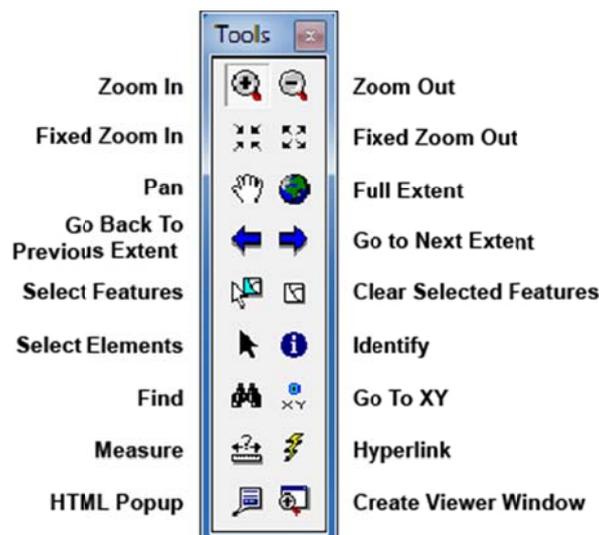
Um eine Toolbar im Programm **ArcMap** einzufügen, klickt man *View* → *Toolbars* (oder Rechtsmausklick an einer beliebigen Stelle auf den grauen Rand). Durch setzen und entfernen von Häkchen können die einzelnen Toolbars ein- und ausgeblendet werden. Damit das Programm **ArcMap** übersichtlich bleibt, sollte man immer nur diejenigen Toolbars einblenden, welche gerade verwendet werden. Auf die gleiche Art und Weise können die Toolbars in den anderen Programmen von **ArcGIS** ein- und ausgeblendet werden. Siehe Kapitel 3.2.1 für weitere Informationen zum Thema Toolbars.

4.11 Navigation in der Karte

4.11.1 Die Toolbar Tools

In der Toolbar *Tools* sind die wichtigsten Werkzeuge zum interaktiven Arbeiten im Kartenfenster zusammengefasst.

Sie befindet sich entweder in einem extra Fenster mit dem Namen *Tools* oder in der Menüleiste. Falls sie dort nicht vorhanden ist, muss sie zuerst eingeblendet werden (siehe Kapitel 4.10).



Zoom In: Vergrößerung der Karte durch Klicken in die Karte oder durch Aufziehen eines Rechteckes mit gedrückter Maustaste

Zoom Out: Verkleinerung der Karte durch Klicken in die Karte oder durch Aufziehen eines Rechteckes mit gedrückter Maustaste

Fixed Zoom In: Vergrößerung der Karte um einen fixen Massstabs-Faktor

Fixed Zoom Out: Verkleinerung der Karte um einen fixen Massstabs-Faktor

Pan: Sichtbaren Kartenausschnitt verschieben

Full Extent: Zoom auf Gesamtansicht aller aktivierten Layer

Go Back To Previous Extent: zum vorhergehenden Zoomausschnitt zurückkehren

Go to Next Extent: den nachfolgenden Zoomausschnitt wiederherstellen

Select Features: Durch Klicken auf ein Objekt wird dieses markiert (blaue Umrandung; die Markierfarbe kann jedoch angepasst werden, siehe dazu Erläuterungen im Kapitel 4.8.4). Falls mehrere Objekte markiert werden sollen, kann entweder während des Klickens auf die Objekte die *Shift*-Taste gedrückt oder mit gedrückter Maustaste ein Rechteck aufgezogen werden. Um gewisse Operationen in **ArcMap** anzuwenden, müssen Objekte selektiert sein. Die verschiedenen Arten um die Markierung wieder aufzuheben sind in Kapitel 6.4.5 beschrieben.

Clear Selected Feature: Selektionen in *allen* Layern löschen (siehe auch Kapitel 6.4.5)

Select Elements: Selektieren und verschieben von Grafik-Elementen

Identify: Durch Klicken auf ein Objekt öffnet sich ein Info-Fenster, in welchem die in der Sachtablette gespeicherten Informationen des angewählten Objektes angezeigt werden. Auf der linken Seite des Resultatfensters wird das im *primary display field* festgelegte Attribut angezeigt (siehe Kapitel 4.8.7).

Find: Im Tab *Features* kann nach einem bestimmten Wert in allen sichtbaren Layern (*Visible layers*), allen selektierbaren Layern (*Selectable layers*), allen Layern (*All layers*), allen Layern aus allen Data Frames (*All layers in all data frames*) oder einem bestimmten Layer gesucht werden. Die Suchergebnisse werden im Fenster aufgelistet. Durch Rechtsmausklick auf ein Suchergebnis erscheint das Kontextmenü mit folgenden möglichen Befehlen:

- *Flash:* Objekt blinkt auf.
- *Zoom To:* Kartenausschnitt zoomt zum Objekt. Der Massstab verändert sich.
- *Pan To:* Kartenausschnitt bewegt sich zum Objekt, der Massstab verändert sich nicht.
- *Create Bookmark:* Position des Suchergebnisses wird gespeichert und kann über *View* → *Bookmarks* wieder geöffnet werden.
- *Identify...:* Info-Fenster öffnet sich (siehe Funktion *Identify* oben).
- *Select:* Selektiert Objekt (siehe Funktion *Select Features* oben).

- *Unselect*: Selektion aufheben.
- *Add To My Places*: Suchergebnis wird der *Data Frame*- und Projekt-übergreifenden "My Places" Liste hinzugefügt.
- *Manage My Places*: Datenrahmen- und Projekt-übergreifenden "My Places" Liste verwalten.
- *Find Nearby Places*: Suchergebnis mit der kostenfreien *ESRI Online Place Finder Web-Service* suchen.
- *Add As Network Location*: Suchergebnis als Input in einem *Network Analyst* Layer hinzufügen.

Weiter können aus bestehenden und/oder eigenen Datenbanken nach Orten (Tab *Places*) und Adressen (Tab *Addresses*) gesucht werden. Mit Hilfe des Tabs *Route Locations* können Standorte entlang einer Route gesucht werden.

Go To XY: Koordinaten in verschiedenen Formaten (Dezimalgrad, Grad Minuten Sekunden, MGRS, usw.) können eingegeben und so zu diesen Koordinaten navigiert werden. Der Ort kann dann in der Karte mit einem Punkt oder einem beschrifteten Punkt markiert werden.

Measure: Messen von Strecken und Flächen durch Klicken in der Karte. Die Masseinheiten für die Messungen können ausgewählt werden.

Es kann aus fünf Messwerkzeugen für Distanzen und Objekte ausgewählt werden:

- *Measure Line*: Linien messen. Es werden die Längen der einzelnen Segmente sowie die Gesamtlänge aller Segmente angezeigt.
- *Measure An Area*: Flächen messen: Es werden die Längen der einzelnen Segmente sowie die Fläche und der Perimeter angezeigt.
- *Measure A Feature*: Durch Klicken auf ein Objekt werden entweder Punktkoordinaten, Linienlänge oder Fläche des Objektes angezeigt.

Ausserdem können die beiden folgenden Optionen ein- und ausgeschaltet werden:

- *Snap To Features*: Während des Messvorgangs werden wohldefinierte Punkte (Schnitt-, End- und Zwischenpunkte von bestehenden Objekten) angezeigt, die als Messpunkte in einem vordefinierten Umkreis der aktuellen Mauszeigerposition in Frage kommen (siehe auch Kapitel 8.2.3).
- *Show Total*: Zeigt zusätzlich das Total der gemessenen Strecken an.

Unter *Choose Units* können die Einheiten für die Distanzen und Flächen ausgewählt werden. Defaultmässig werden die Einheiten des Projektes übernommen.

Mit dem Button *Clear and Reset Results* können die Resultate wieder gelöscht werden.

Hyperlink: Alle sichtbaren Objekte, bei welchen *Hyperlinks* definiert wurden, werden blau umrandet. Wenn sich der Mauszeiger über einem Objekt befindet, für welches ein *Hyperlink* definiert ist, verwandelt sich der Cursor in eine Hand und es erscheint ein Popup mit dem Namen des Ziels (Mehr zum Thema *Hyperlinks* siehe Kapitel 4.8.5.4 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

HTML Popup: Wurden in den *Layer-Properties* im Tab *HTML Popup* unter *Show content for this layer using the HTML Popup tool* ein Häkchen gesetzt, so können mit Hilfe des Buttons *HTML Popup* die Attribute des entsprechenden Layers in der Karte in einem HTML Popup-Fenster angezeigt werden (siehe auch Kapitel 4.8.11).

Create Viewer Window: Durch Klicken auf den *Create Viewer Window* und durch Aufziehen eine Rechteckes in der Karte kann auf sehr einfache Art und Weise ein *Viewer*-Fenster erzeugt werden (*Viewer* siehe auch Kapitel 4.14.2).

4.11.2 Kartennavigation mit der Tastatur

Taste	Funktion
Pfeiltasten ← ↑ ↓ ⇒	Kartenausschnitt in eine Richtung verschieben (Achtung: Ist ein graphisches Element selektiert, dann wird dieses verschoben)
+ / -	Um einen fixen Betrag rein- und rauszoomen. Gleiche Funktion wie die Buttons <i>Fixed Zoom In</i> und <i>Fixed Zoom out</i> der Tools-Toolbar
<i>Insert</i> -Taste	Zoom auf Gesamtansicht aller aktiven Layer. Gleiche Funktion wie der Button <i>Full Extend</i> der Tools-Toolbar
<i>Home</i> - und <i>End</i> -Taste	Bewegen den Kartenausschnitt um eine „Seite“ nach links bzw. rechts
<i>Page Up</i> - und <i>Page Down</i> -Taste	Bewegen den Kartenausschnitt um eine „Seite“ oben bzw. unten
<i>Ctrl</i> - und <i>Tab</i> -Taste gleichzeitig	Von einem Tab zum anderen wechseln
<i>ESC</i> -Taste	Setzt den Fokus auf die Karte
<i>Shift</i> - und <i>F1</i> -Taste gleichzeitig	Kontextsensitive Hilfe
<i>F2</i> -Taste	Aktives File umbenennen
<i>F3</i> -Taste	Setzt den Fokus auf die Legende
<i>F4</i> -Taste	Öffnen einer Auswahlliste
<i>F5</i> -Taste	Kartenausschnitt aktualisieren
<i>i</i> -Taste	Wechselt zwischen vergrößern, verkleinern und verschieben wenn eine der Tools <i>Zoom In</i> , <i>Zoom Out</i> oder <i>Pan</i> aktiv ist
<i>F9</i> -Taste	Unterbricht den Zeichenvorgang in der Karte bzw. setzt ihn fort
<i>F12</i> - und Eingabe-Taste	Den Eigenschaftendialog eines Elementes öffnen

4.11.3 Kartennavigation mit dem Mausrad

Tastenkombination	Funktion
Rad vorwärts drehen (weg vom Anwender)	Vergrößern
Rad rückwärts drehen (hin zum Anwender)	Verkleinern
<i>STRG</i> +Rad drehen	Wie oben, feinere Abstufung

Klick auf/mit Mausrad/mittlere Maustaste	Karte zentrieren
Mausrad/mittlere Maustaste festhalten, Maus bewegen	Bildausschnitt verschieben
STRG+ Klick auf/mit Mausrad/mittlere Maustaste	Zentrieren und vergrössern

4.11.4 *Aus einem beliebigen Werkzeug kurzzeitig in den Navigationsmodus wechseln*

Taste	Funktion
Z festhalten, links klicken oder Box aufziehen	Vergrössern
X festhalten, links klicken oder Box aufziehen	Verkleinern
C festhalten, links klicken	Zentrieren
B festhalten - linke Maustaste	Dynamisches Vergrössern/Verkleinern

4.12 Masstab

Im Feld *Map Scale* in der *Standard-Toolbar* unterhalb des Hauptmenüs wird immer der aktuelle Masstab angezeigt. Ändert man den Kartenausschnitt, wird der Masstab automatisch aktualisiert.



Der Masstab kann aber in diesem Textfeld auch direkt eingestellt werden. Entweder wählt man einen Masstab aus der Dropdown-Liste aus oder man gibt einen Wert ein. Bei der Eingabe von 2000 wird der Masstab automatisch zu 1:2'000 ergänzt und der Kartenausschnitt direkt auf diesen Masstab angepasst.

Unter *<Customize This List...>* können Werte der Dropdown-Liste und die Art der Darstellung verändert werden.

4.12.1 *Koordinaten Zeigerposition anzeigen*

Die Koordinaten der Zeigerposition werden unten rechts angezeigt. Bei jeder Änderung der Zeigerposition werden diese Koordinaten angepasst.

608060.82 142286.27 Meters

Das verwendete Koordinatensystem und die Masseinheit werden von den Einstellungen, die in den *Data Frame Properties* (siehe Kapitel 4.7) gemacht wurden, übernommen.

4.13 Kartenausschnitt als Bookmark speichern

Kartenausschnitte, die immer wieder verwendet werden, können als *Spatial Bookmark* gespeichert werden: *Bookmarks* → *Create...* und den Name des Bookmarks eingeben.

Unter *Bookmarks* können die gespeicherten Bookmarks direkt aufgerufen und unter *Bookmarks* → *Manage...* können sie verwaltet werden.

Bookmarks können auch mit Hilfe des *Find-Tools* (siehe Kapitel 4.11.1) erstellt werden.

4.14 Magnifier, Viewer und Overview

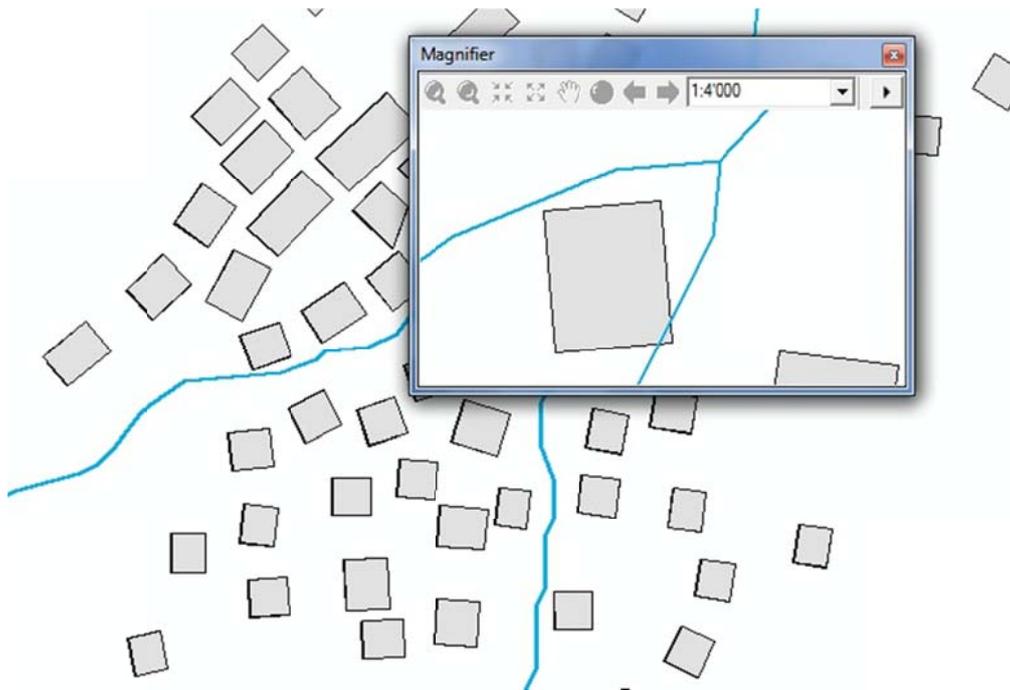
Das Programm **ArcMap** bietet drei zusätzliche Möglichkeiten, um die räumlichen Daten in der Karte anzuschauen: das *Magnifier*-, das *Viewer*- und das *Overview*-Fenster. Möchten Sie ein Detail etwas genauer anschauen, einen grösseren Ausschnitt der dargestellten Daten sehen oder einen Überblick über die Lage des Ausschnittes im gesamten Gebiet bekommen ohne den aktuellen Ausschnitt zu verändern, dann können Sie eines dieser Fenster verwenden.

Diese Fenster können jedoch nur in der *Data View* (und nicht in der *Layout View*, siehe Kapitel 5.1) verwendet werden. Es können jedoch mehrere dieser Fenster gleichzeitig geöffnet sein.

4.14.1 *Magnifier*

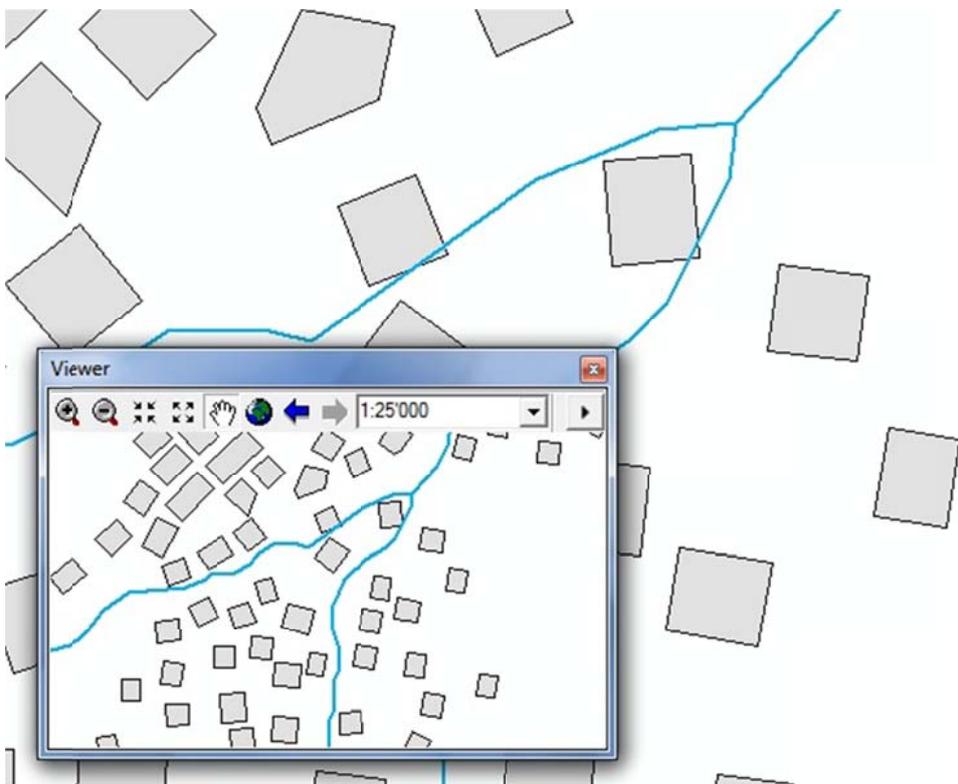
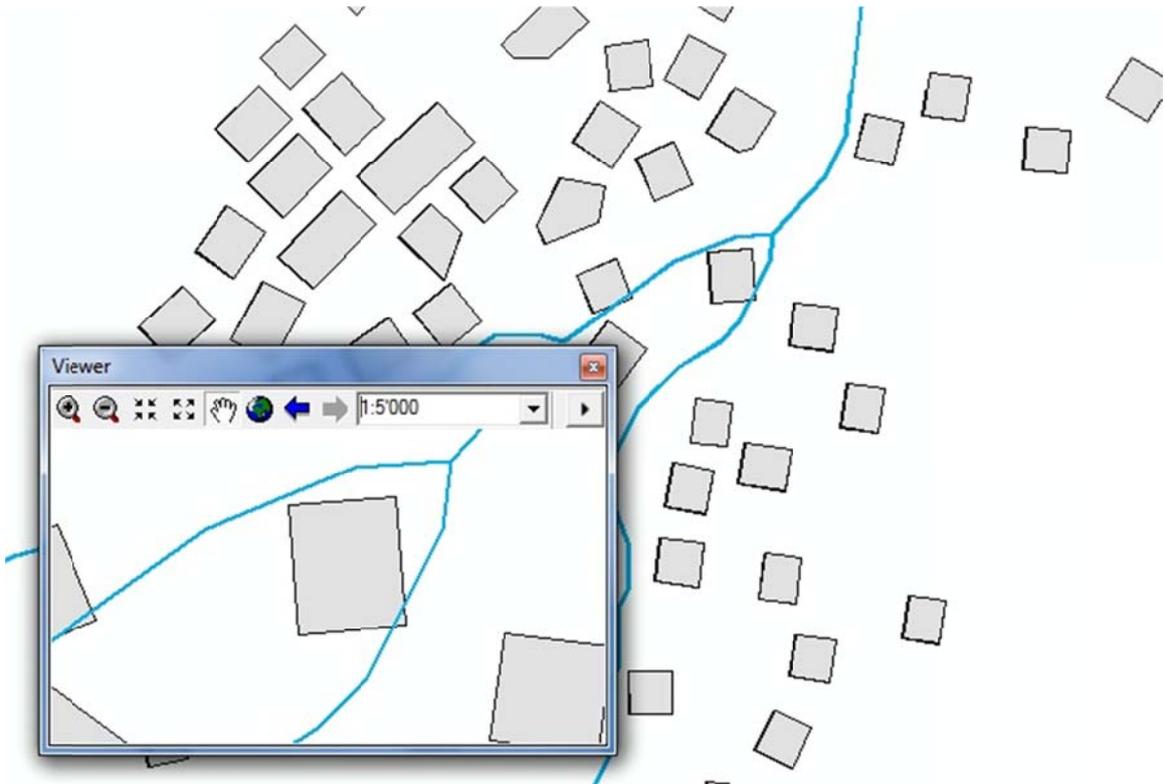
Mit *Window* → *Magnifier* (Lupe) kann ein Fenster geöffnet werden, das wie ein Vergrößerungsglas arbeitet: durch Verschieben des Fensters über die Daten kann man einen vergrösserten Ausschnitt der Daten sehen, welche unterhalb des Fensters liegen. Der aktuelle Ausschnitt der Hauptkarte wird dabei nicht verändert.

Der Vergrößerungsfaktor kann aus der Dropdownliste ausgewählt werden. Durch Klicken auf den Button  oder Rechtsmausklick auf die Titelleiste werden einige nützliche Shortcuts eingeblendet. Unter *Properties...* kann auch ein fixer Massstab definiert werden. Ausserdem kann das *Magnifier*-Fenster in ein *Viewer*-Fenster umgewandelt werden.



4.14.2 *Viewer*

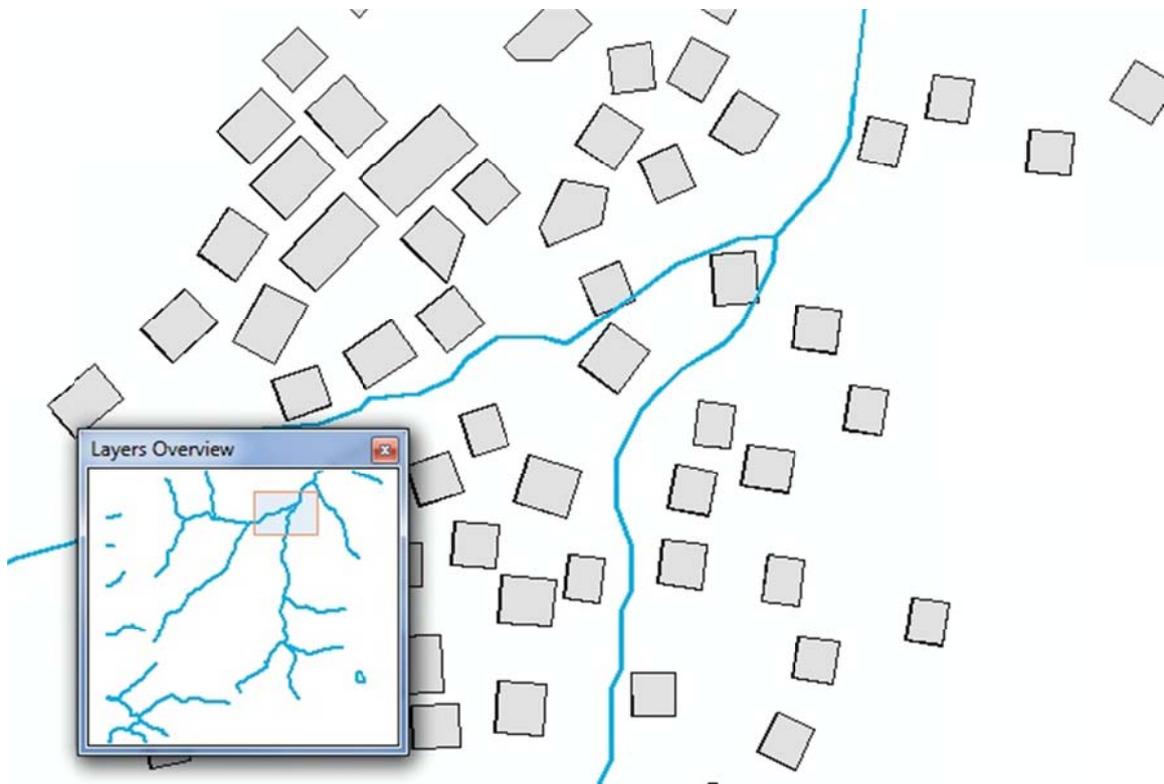
Das *Viewer*-Fenster ist wie eine unabhängige Sicht auf die Karte. Es können auch alle interaktiven Werkzeuge des Programmes **ArcMap** in diesem Fenster verwendet werden. Es kann z.B. zu einer bestimmten Stelle gezoomt und dann der Ausschnitt mit der Hauptkarte verglichen werden. Objekte können selektiert und das *Identify*-Tool verwendet werden. Durch Klicken auf den Button  oder Rechtsmausklick auf die Titelleiste werden einige nützliche Shortcuts eingeblendet. Es können Einstellungen verändert oder das *Viewer*-Fenster in ein *Magnifier*-Fenster umgewandelt werden. Das *Viewer*-Fenster wird über *Window* → *Viewer* geöffnet.



4.14.3 Overview

Das *Overview*-Fenster zeigt den gesamten Ausschnitt der geladenen Daten eines Layers an. Das Fenster wird über *Window* → *Overview* geöffnet. Der auf der Karte dargestellte Ausschnitt erscheint im *Overview*-Fenster als Rechteck. Wird dieses Rechteck verschoben, wird auch der Ausschnitt der Karte verschoben. Durch Verkleinern und Vergrössern der Fläche kann in der Karte auch rein- und rausgezoomt werden.

Durch Rechtsmausklick auf die Titelleiste → *Properties...* können z.B. das Erscheinungsbild des Rechteckes und die Hintergrundfarbe des Fensters eingestellt und der dargestellte Layer ausgewählt werden.



4.15 Hyperlinks

Mit Hilfe von *Hyperlinks* können den *Features* zusätzliche Informationen wie Homepages, Dokumente, Bilder etc. zugeordnet werden.

Es gibt drei verschiedene Hyperlink-Typen:

1. *Document*: Wenn Sie auf den *Hyperlink* klicken, öffnet sich eine Datei. Diese wird mit dem Programm geöffnet, mit welchem sie momentan verknüpft ist.
2. *URL*: Wenn Sie auf den *Hyperlink* klicken, öffnet sich eine Homepage im Default-Webbrowser.

3. *Macro*: Wenn Sie auf den *Hyperlink* klicken, wird der aktuelle Attributwert an ein Makro übergeben. Diese Option ermöglicht es, massgeschneiderte Hyperlinkverhalten zu erstellen.

Es gibt zwei Möglichkeiten um *Hyperlinks* für *Features* in einem Layer zu definieren:

- Feldbasierte *Hyperlinks*
- Dynamische *Hyperlinks*

4.15.1 **Feldbasierte Hyperlinks**

Bei diesem Typ von *Hyperlink* wird der Pfad zu einem Dokument, einer URL oder einem Macro für jedes *Feature* eines Layers in einem Attribut in der Datenbank festgelegt. In diesem Feld kann entweder der ganze Pfad zum Dokument oder die ganze URL abgespeichert werden oder nur der Name. Falls nur der Name abgelegt wird, muss in den *Map Properties...* unter *Hyperlink Base* (siehe Kapitel 4.3.1) der Pfad abgelegt werden, wo die Dokumente oder die URL's abgelegt sind. So können die *Hyperlinks* einfacher verwaltet werden. Wenn der Ort wechselt, wo die *Hyperlinks* abgespeichert sind, muss so nur einmal der Pfad angepasst werden (statt anpassen des Pfades in jedem Feld).

Um den *Hyperlink* mit Hilfe des Werkzeuges *Hyperlink* aus der Toolbar *Tools* (siehe Kapitel 4.11.1) öffnen zu können, muss das Hyperlinkfeld wie in Kapitel 4.8.5.4 beschrieben, festgelegt werden.

4.15.2 **Dynamische Hyperlinks**

Mit dieser Methode wird das Zieldokument oder der URL für ein bestimmtes *Feature* direkt festgelegt (Achtung: funktioniert nicht für Makros). Es muss also kein Feld in der Attributstabelle des Layers festgelegt werden.

Um einen dynamischen *Hyperlink* festzulegen, klickt man mit dem *Identify*-Tool (Kapitel 4.11) auf das gewünschte Objekt. Durch Rechtsmausklick auf den Namen des Objektes erscheint die Option *Add Hyperlinks...*. Dort kann der gewünschte Pfad zu einem Dokument oder einer URL eingegeben werden.

Es können mehrere *Hyperlinks* für ein Objekt abgelegt werden. Falls mehrere *Hyperlinks* definiert wurden, erscheint beim Aufrufen der *Hyperlinks* mit dem *Hyperlink*-Tool ein Fenster mit der Auswahl der definierten Links.

4.16 Joins & Relates

4.16.1 Joins

4.16.1.1 Join über ein gemeinsames Attribut erstellen

Daten können aus verschiedenen Quellen stammen. Es kann vorkommen, dass die Daten, welche Sie am Bildschirm darstellen wollen, nicht direkt mit einer Geometrie abgespeichert sind. Wenn die gewünschte Information in einer Tabelle abgelegt ist, kann sie mit einem vorhandenen geometrischen *Feature* durch ein gemeinsames Attribut mit einem *Join* verknüpft und so graphisch dargestellt werden. Die Tabelle wird durch den *Join* um die Attribute der verknüpften Tabelle erweitert. Wird der *Join* wieder gelöscht, werden auch die zusätzlichen Attribute in der Tabelle wieder entfernt. Die Verknüpfung wird im Projekt gespeichert (d.h. sie wird wieder erstellt, wenn das Projekt geöffnet wird). Die Tabellen werden aber nicht verändert. Um das Ergebnis eines Joins in einer Tabelle zu speichern, muss der Layer exportiert werden (siehe Kapitel 6.7).

Join erstellen:

1. Rechtsmausklick auf den Layer, welcher durch die Attribute erweitert werden soll → *Joins and relates* → *Join...*
2. Unter „*What do you want to join to this layer*“ die Option *Join attributes from a table* wählen.
3. Attribut der ersten Tabelle auswählen, über welches die beiden Tabellen verbunden werden sollen.
4. Die zu verbindende Tabelle auswählen.
5. In der zu verbindenden Tabelle das Verbindungsattribut auswählen.

Mit der Option *Joins and relates* → *Remove Join(s)* können die erstellten *Joins* wieder entfernt werden.

Alternativ zum oben beschriebenen Vorgehen zum Erstellen und Entfernen von *Joins* lassen sich diese auch in den Layereigenschaften bearbeiten (siehe Kapitel 4.8.10).

4.16.1.2 Join über die räumliche Beziehung erstellen (Spatial Join)

Ein räumlicher *Join* (*Spatial Join*) verbindet die Attribute zweier Layer anhand der Lage der Objekte in den Layers. Dabei kann man folgende Resultate finden:

- Das nächstgelegene Feature von einem anderen Feature
- Was befindet sich innerhalb eines Features
- Schnittpunkte mit anderen Features
- Wieviele Punkte hat es innerhalb jedes Polygons

Diese Resultate kann man auch durch eine topologische Selektion bekommen (siehe Kapitel 9.2.2). Der Vorteil eines räumlichen Joins ist, dass die Resultate inkl. allen Attributen von beiden Datensätzen direkt in einen neuen Layer geschrieben werden.

Hier die verschiedenen Methoden:

Das am nächsten gelegene Feature finden:

- Rechtsmausklick auf den Layer, welchem die Attribute hinzuzufügen sind → *Joins and relates* → *Join...*
- Unter „What do you want to join to this layer“ die Option *Join data from another layer based on spatial location* wählen.
- Name des Layers wählen, von welchem die Attribute verknüpft werden sollen. Wenn der Layer noch nicht im Projekt geöffnet wurde, kann er über den *Browse* Button gesucht werden.
- Wählen Sie *Each point will be given all the attributes of the line that is closest to it, and a distance field showing how close that line is.*
- Geben Sie den Namen und den Pfad für das Output Shapefile oder Feature Class und klicken Sie *OK*.
- Ein neuer Layer wird dem Projekt hinzugefügt.

Was befindet sich innerhalb eines Polygons:

- Rechtsmausklick auf den Layer, welchem Sie die Attribute hinzufügen möchten → *Joins and relates* → *Join...*
- Unter „What do you want to join to this layer“ die Option *Join data from another layer based on spatial location* wählen.
- Name des Layers wählen, von welchem die Attribute verknüpft werden sollen. Wenn der Layer noch nicht im Projekt geöffnet wurde, kann er über den *Browse* button gesucht werden.
- Wählen Sie: *Each polygon will be given a summary of the numeric attributes of the points that fall inside it, and a count field showing how many points fall inside it.*
- Auswählen, wie Sie die Attribute zusammenfassen möchten
- Geben Sie den Namen und den Pfad für das Output Shapefile oder Feature Class und klicken Sie *OK*.
- Ein neuer Layer wird dem Projekt hinzugefügt.

4.16.2 Relates

Mit *Relate* werden Beziehungen zwischen zwei Tabellen erzeugt: Rechtsmausklick auf den Layer → *Joins and relates* → *Relate...*

Mit der Option *Remove Relate(s)* können die erstellten *Relates* wieder entfernt werden.

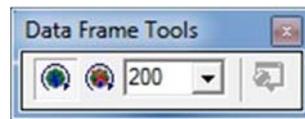
4.17 Labels als Annotations

Die Position von einzelnen *Labels*, welche wie in Kapitel 4.8.9 beschrieben eingeblendet werden, kann nicht verändert werden. Sie wird nach einem vorgegebenen Algorithmus bestimmt (Toolbar *Labeling*). Um die *Labels* z.B. für eine kartographische Darstellung positionieren zu können, gibt es die Möglichkeit, Labels als *Annotations* (von den Features losgelöste Textfelder) abzuspeichern. So werden die *Labels* in einen eigenen *Layer* abgelegt und können einzeln verschoben und gelöscht werden. Dazu klickt man mit der rechten Maustaste auf den Layer, für welchen die *Annotations* erstellt werden sollen → *Convert Labels to Annotation*.

Über den Button  in der *Layout* Toolbar kann ein anderes *Template* gewählt werden (siehe Kapitel 4.3.3). **ArcMap** stellt dazu eine Reihe von Vorlagen zur Verfügung. Es können aber auch selbst erstellte Vorlagen verwendet werden. Nach Auswahl der gewünschten Vorlage lässt sich die Änderung des Layouts ausführen.

5.1.2 *Data Frame Toolbar*

Mit der *Data Frame* Toolbar kann die Orientierung (*Rotation*) eines *Data Frames* auf der Karte geändert werden:



Diese Toolbar kann in der *Data View* und in der *Layout View* verwendet werden. Wird der *Data Frame* gedreht, so wird die Ausrichtung des Nordpfeiles in der *Layout View* automatisch auch angepasst (Nordpfeil einfügen siehe Kapitel 5.2.3).

5.2 Hinzufügen von Kartenelementen in der *Layout View*

Einzelne Elemente (Beschriftung, Nordpfeil, ...) können in der *Layout View* hinzugefügt werden. Diese Objekte sind in der *Data View* nicht sichtbar. Mit einem Doppelklick auf ein eingefügtes Element können die Einstellungen des Objektes angepasst werden (Art, Grösse, Lage, usw.).

Werden Änderungen in der *Data View* gemacht (z.B. ein Zoom), wird das dazugehörige Element (in diesem Fall das Massstab und der Massstabstext) in der *Layout View* automatisch aktualisiert.

5.2.1 *Titel und Text*

Um der Karte einen Titel zuzuweisen, klickt man auf das Menü *Insert* → *Title*. **ArcMap** fügt automatisch ein Textfeld in das Layout ein. Mittels Doppelklick auf das Textfeld gelangt man in ein Dialogfenster, in welchem der Text bearbeitet werden kann (z.B. Schriftgrösse und -art anpassen).

Um ein Textfeld in die Karte einzufügen, klickt man auf das Menü *Insert* → *Text*. Dieses Textfeld kann ebenfalls durch Doppelklicken bearbeitet werden.

5.2.2 *Legende*

Für die Erstellung einer Legende stellt **ArcMap** den *Legend Wizard* zur Verfügung, der aus den bestehenden Layer-Symbologie eine Kartenlegende erstellt. Über das Menü *Insert* → *Legend...* kann eine Legende hinzugefügt werden:

1. Layer auswählen, welche man in die Legende einfügen möchte und ihre Reihenfolge festlegen.
2. Verschiede Einstellungen für den Titel der Legende definieren
3. Rahmen und Hintergrund der Legende definieren.
4. Die Darstellungsart der Objekte (Punkte, Linien und Flächen) der verschiedenen Layer konfigurieren.
5. Abstände zwischen den verschiedenen Elementen wählen.

Um die Herstellung der Legende zu vereinfachen, kann bei jedem Schritt über den *Preview*-Button eine Vorschau der Legende angezeigt werden. Nach der Bestätigung der vorgenommenen Einstellungen wird die Legende in das aktuelle Layout eingefügt. Wenn später noch Anpassungen vorgenommen werden möchten, so kann durch Doppelklick auf die Legende der *Legend Wizard* erneut geöffnet werden.

Werden im *TOC* Änderungen gemacht, so werden diese Änderungen in der Legende automatisch angepasst.

Entspricht die Legende grundsätzlich nicht den Vorstellungen, so kann diese mittels Rechtsmausklick auf die Legende → *Convert to Graphics* in eine Grafik umgewandelt werden. Die Gruppierung wird mittels *Ungroup* aufgehoben. Damit können die Bestandteile einzeln bearbeitet und den Bedürfnissen angepasst werden.

5.2.3 **Nordpfeil**

Über das Menü *Insert* → *North Arrow...* kann ein Nordpfeil in die Karte eingefügt werden. Über den Button *Properties...* kann der gewählte Nordpfeil angepasst und über den Button *More Styles* können weitere Bibliotheken von Nordpfeilen dazugeladen werden. Die Grösse kann durch Ziehen der Ankerpunkte verändert werden.

5.2.4 **Masstabsleiste**

Über das Menü *Insert* → *Scale Bar...* kann eine Masstabsleiste hinzugefügt werden. Über den Button *Properties...* kann die gewählte Masstabsleiste angepasst und über den Button *More Styles* können weitere Bibliotheken von Masstabsleisten ein- und ausgeblendet werden.

5.2.5 **Masstabstext**

Über das Menü *Insert* → *Scale Text...* kann ein Masstabstext entweder in ausgeschriebener Form („1cm equal to 250 meters“) oder in Form eines Verhältnisses („1:25'000“) eingefügt werden. Dieser Masstabstext wird bei Änderungen des Zoombereiches laufend angepasst.

5.2.6 ***Tabelle einfügen***

Um eine Tabelle in der Karte darstellen zu können, muss die Tabelle zuerst geöffnet werden (siehe Kapitel 6.2). Die Tabelle kann dann über *Options* → *Add Table to Layout* in die Karte eingefügt werden.

5.2.7 ***Bild einfügen***

Bei Bedarf kann auch über *Insert* → *Picture...* ein Bild dem Layout hinzugefügt werden. Importierbar sind alle Graphikobjekte (Fotos, Logos,...) in den gängigen Bildformaten (JPG, GIF, TIF,...).

5.3 **Arbeiten mit mehreren Data Frames**

Wie bereits beschrieben können in der *Layout View* mehrere *Data Frames* gleichzeitig dargestellt werden. Die verschiedenen *Data Frames* können beliebig auf der virtuellen Seite in der *Layout View* verschoben, verkleinert und vergrößert werden (Mehr zum Thema *Data Frames* siehe Kapitel 4.4).

Da die einzelnen *Data Frames* verschiedene Massstäbe, Nordrichtungen etc. haben können, ist es oft sinnvoll, für jeden *Data Frame* einzeln die *Layout View*-Elemente wie z.B. der Nordpfeil oder Massstab einzufügen (Elemente einfügen, siehe Kapitel 5.2). Das heisst, dass es mehrere Elemente vom gleichen Typ in einer Karte geben kann (z.B. zwei Nordpfeile). Beachten Sie beim Einfügen der Elemente, dass der richtige *Data Frame* ausgewählt ist. Sonst besteht die Gefahr, dass Sie z.B. unter einen *Data Frame* einen falschen Massstab schreiben.

5.4 **Karte speichern und exportieren**

5.4.1 ***Karte als Template abspeichern***

Nach der Fertigstellung des Layouts kann die Karte als Vorlage (*ArcMap Template .mxt*) für weitere Karten abgespeichert werden (siehe Kapitel 4.3.3 *Speichern als ArcMap Template (.mxt)*).

5.4.2 ***Karte exportieren***

Man kann in der *Layout View* aus verschiedenen Export-Formaten auswählen: *File* → *Export Map...* (Filetypen: JPEG, PDF, EPS, ...).

6 Mit Sachdaten arbeiten

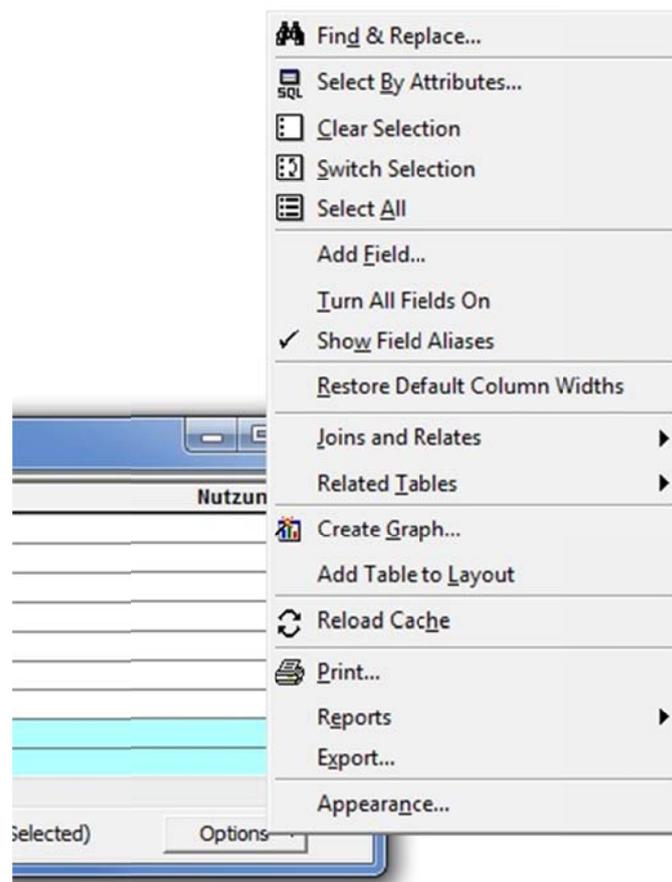
Zu jedem geladenen Vektordatensatz gehört auch eine Tabelle mit Sachdaten. Diese erhält immer mindestens eine eindeutige Objekt-ID (*OBJECTID*).

6.1 Tabelle öffnen

Um eine Tabelle zu öffnen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Layernamen im *TOC* und wählen *Open Attribute Table*. Es öffnet sich das *Attributes of xxx* Fenster.

Jede Zeile in der Tabelle entspricht einem **Objekt**, jede Spalte einem **Attribut** dieses Objektes. Die Spalte mit der Objekt-ID (*OBJECTID*) und die Spalte *Shape* werden vom System automatisch erzeugt.

6.2 Tabellenoptionen



- *Find & Replace...* – Zeichenfolgen in der Attributstabelle finden und/oder mit einer anderen Zeichenfolge ersetzen
- *Select By Attributes...* – Abfrage anhand von Attributen (siehe Kapitel 6.4.2)
- *Clear Selection* – Selektion löschen (siehe Kapitel 6.4.5)

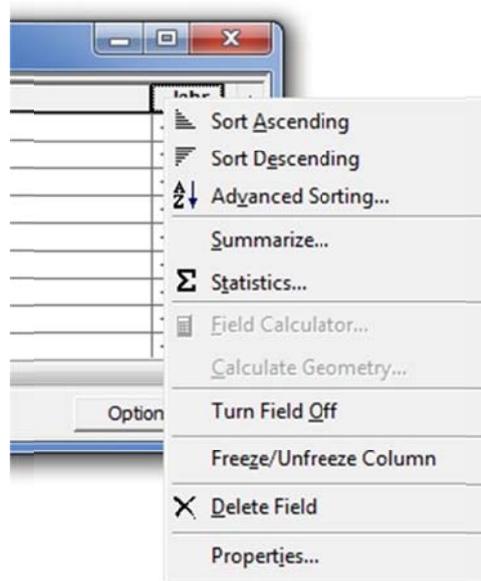
- *Switch Selection* – Selektion umkehren (siehe Kapitel 6.4.3)
- *Select All* – Alle Elemente selektieren (siehe Kapitel 6.4.4)
- *Add Field...* – der Tabelle neues Attribut hinzufügen (siehe Kapitel 6.5)
- *Turn All Fields On* – Alle Attributfelder einblenden (Felder ausblenden siehe Option *Turn Field Off* Kapitel 6.3)
- *Show Field Aliases* – Anstatt Feldnamen werden Alias-Namen angezeigt. Zwischen Alias- und Feldnamen kann auch mit Hilfe der Tastenkombination *Ctrl + Shift + N* hin und her gewechselt werden.
- *Restore Default Column Widths* – Für alle Attributfelder wird die Default-Breite wiederhergestellt
- *Join and Relates* – Gleiche Optionen wie unter 4.16 Joins & Relates
- *Related Tables* – Auflistung der Tabellen, welche als "Related tables" mit der aktuellen Tabelle verbunden sind
- *Create Graph...* – Graph erstellen
- *Add table to Layout* – Tabelle in eine Karte in der *Layout View* einfügen (siehe Kapitel 5.2.6)
- *Reload Cache* – Tabelle wieder neu laden, wenn Änderungen gemacht wurden
- *Print* – Tabelle drucken
- *Reports...* – Bericht erstellen
- *Export* – Exportiert die Tabelle oder eine Selektion der Tabellenelemente als *.dbf* Datei
- *Appearance...* – Darstellungsart der Tabelle ändern (z.B. Schriftart und – größe der Tabelle, Farbe der Markierung der selektierten Elemente...)

6.3 Spaltenoptionen

Durch Klicken auf den Spaltennamen kann eine Spalte markiert werden (wird eingefärbt). Durch Rechtsmausklick auf den grauen Rand der markierten Spalte können folgende Optionen aufgerufen werden:

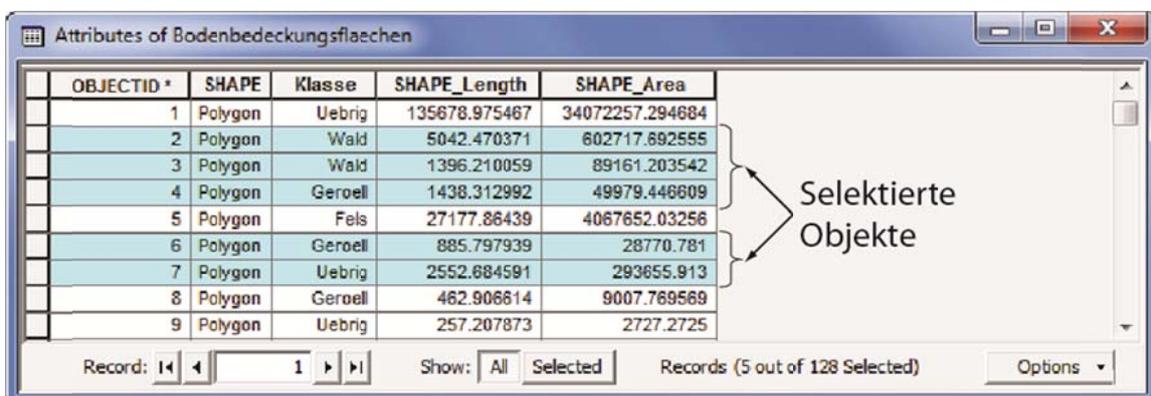
- Spalte aufsteigend (*Sort Ascending*), absteigend (*Sort Descending*) oder nach Werten aus verschiedenen Spalten (*Advanced Sorting...*) sortiert
- Erstellen einer neuen Tabelle, in welcher gleiche Elemente einer Spalte auf einer Zeile zusammengefasst werden (*Summarize...*)
- Statistiken erstellen (*Statistics...*)
- Werte berechnen (*Field Calculator...*)...
- Geometrische Attribute (Länge, Fläche, Umkreis oder Koordinaten des Zentroids) der Objekte rechnen (*Calculate Geometry...*)

- Attributfelder ausblenden (*Turn Field Off*), Attributfelder wieder einblenden siehe Kapitel 6.2
- Spalte fixieren und Fixierung einer Spalte wieder auflösen (*Freeze/Unfreeze Column*)
- Spalte löschen (*Delete Field*)
- Attribute ein- oder ausblenden, Alias und *Primary Display Field* definieren (*Properties...*). Diese drei Optionen findet man auch im Tab *Field* (siehe Kapitel 4.8.7).)



6.4 Objekte selektieren

Unter Options im *Attribute of xxx* Fenster befinden sich einige Befehle, welche für das Arbeiten mit der Tabelle sehr hilfreich sind. Selektierte Objekte sind in der Attribute Tabelle defaultmässig blau markiert (diese Einstellung kann unter *Options* → *Appearance...* verändert werden, siehe auch Kapitel 6.2):



6.4.1 **Objekt von Hand markieren**

Um ein Objekt auszuwählen, klicken Sie auf den linken grauen Rand der entsprechenden Tabellenzeile. Dieses Element ist nun sowohl in der Tabelle als auch im Kartenfenster selektiert. Es können auch mehrere Elemente gleichzeitig selektiert werden (mit Hilfe der Shift- oder der Ctrl-Taste).

6.4.2 **Abfrage anhand von Attributen**

Um Einträge, welche gewisse Attribute beinhalten, in einer Datei zu selektieren, macht man eine **thematische Abfrage** (unter *Options* → *Select by Attributes...*). Dort kann man die Bedingungen eingeben, welche die ausgewählten Elemente erfüllen sollen. Mehr zum Thema thematische Abfragen finden Sie im Kapitel 9.2.1 (Grundlagen) und 9.2.1.1 (Befehle in ArcGIS).

6.4.3 **Selektion umkehren**

Um eine Selektion umzukehren, wählt man in der Attributtabelle *Options* → *Switch Selection*.

6.4.4 **Alle Elemente selektieren**

Alle Elemente einer Tabelle können mit Hilfe von *Options* → *Select All* ausgewählt werden.

6.4.5 **Selektion löschen**

Es gibt mehrere Möglichkeiten um eine Selektion in einem Layer zu löschen:

- Im *Attributes of xxx Fenster* unter *Options* → *Clear Selection*
- Im *Selection* Anzeigemodus (siehe Kapitel 4.2.2.2)
- Mit Rechtsmausklick im *TOC* auf dem selektierten Layer *Selection* → *Clear Selected Features*

Um alle Selektionen in allen Layern gleichzeitig zu löschen gibt es folgende Möglichkeiten:

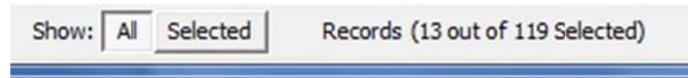
- Im Hauptmenü *Selection* → *Clear Selection* können alle Selektionen (von allen Layern) auf einmal gelöscht werden
- Button in der Toolbar *Tools* (siehe 4.11)

6.4.6 **Zur Selektion zoomen**

Über das Menü *Selection* → *Zoom To Selected Features* in der Hauptmenüleiste kann zum selektierten Element gezoomt werden.

6.4.7 Ansicht der Sachdaten

Unter *Show* kann ausgewählt werden, ob alle oder nur die selektierten Elemente in der Tabelle angezeigt werden sollen.



6.5 Neue Attribute in Tabelle hinzufügen

Durch Klicken auf *Add Field...* kann in die Attributtabelle ein neues **Feld** hinzugefügt werden. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der *Editor* gestoppt (siehe Kapitel 8.2.1) und das Programm **ArcCatalog** geschlossen sind. Mit einem Rechtsmausklick auf den Spaltennamen und *Delete Field* kann man ein Attribut wieder löschen (siehe Kapitel 6.3).

Es kann aus verschiedenen Attributstypen ausgewählt werden:

Name	Bereich, Länge oder Format	Grösse (Bytes)	
Short Integer	-32'768 bis 32'767	2	Ganze Zahlen
Long Integer	-2'147'483'648 bis 2'147'483'647	4	Ganze Zahlen
Float (single precision floating point number)	Ungefähr -3.4E38 bis 1.2E38	4	Fließkommazahlen
Double (double precision floating point number)	Ungefähr -2.2E308 bis 1.8E308	8	Fließkommazahlen
Text	bis 64'000 Kennzeichen	variabel	
Date	mm/tt/jjjj, hh:mm:ss, A/PM	8	Datum und/oder Zeit
BLOB Binary Large Objects	variable	variabel	Komplexe Objekte wie Bilder, Multimedia-Dateien

6.6 Werte in einer Tabelle ändern

Um Werte in eine Tabelle eingeben zu können, muss immer der *Editor* gestartet werden (siehe Kapitel 8.2.1). Der Befehl um den *Editor* zu starten, heisst *Start Editing* und befindet sich in der Toolbar *Editor*. Diese Toolbar kann über *View* → *Toolbars* → *Editor* geöffnet werden (siehe Kapitel 4.10).

Die Änderungen können mit *Editor* → *Save Edits* gespeichert werden.

Am Ende der Editierung muss der Edit-Modus mit *Editor* → *Stop Editing* geschlossen werden.

6.6.1 **Table** füllen

6.6.1.1 **Manuell**

Zuerst muss der *Editor* gestartet werden. Dann können die Werte manuell eingegeben werden.

6.6.1.2 **Berechnung**

Anstatt einer manuellen Eingabe können die Attribute auch z.B. aus anderen Datensätzen berechnet werden. Rechtsmausklick auf dem Spaltennamen → *Field Calculator...* anklicken, jetzt entsprechende Formel eingeben.

6.6.2 **Werte ändern**

Mit einem Doppelklick in das gewünschte Feld können Werte in einer Tabelle geändert werden.

6.6.3 **Objekte löschen**

Wenn ein Objekt (Zeile) einer Tabelle selektiert ist, kann dieses mit der Taste *Delete* gelöscht werden.

Achtung: um Konflikte mit dem *Lock* von Daten zu vermeiden, müssen vor dem Löschen von Daten die anderen Programme von **ArcGIS** geschlossen werden!

6.7 **Daten/Abfragen exportieren**

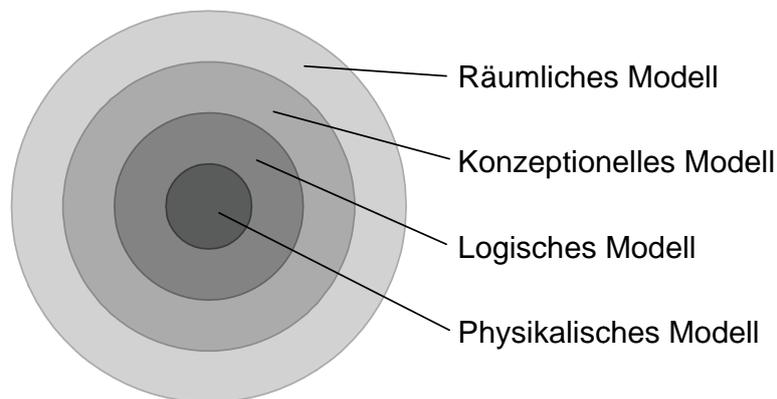
Das Ergebnis einer Selektion kann in einen neuen Layer (*Shapefile* oder *Feature Class*) exportiert werden. Dazu mit der rechten Maustaste auf den Layer → *Data* → *Export Data...* klicken. Dort kann dann gewählt werden, ob alle Daten des Layers, nur die selektierten Daten oder *All Features in View Extent* (die zurzeit sichtbaren Daten) exportiert werden sollen.

Ausserdem kann gewählt werden, ob das Koordinatensystem vom Layer oder vom *Data Frame* verwendet werden soll.

7 Logische Modellierung

7.1 Allgemeines

Beim Entwurf einer GIS-Anwendung wird ein Ausschnitt der realen oder fiktiven Welt modelliert. Dies geschieht in vier Schritten (Vierschalen-Modell):



7.1.1 *Räumliches Modell*

Die benötigten raumbezogenen und ergänzenden Informationen werden als räumliches Modell verbal beschrieben. Diese Beschreibung ist eine idealisierte Diskretisierung der realen Welt.

7.1.2 *Konzeptionelles Modell*

Das räumliche Modell wird in eine formal eindeutige Sprache übersetzt, um alle Elemente der raumbezogenen Information mit ihren Attributen und Beziehungen festzulegen. Dieses Modell kann in Textform oder mit graphischen Symbolen beschrieben werden. Das konzeptionelle Modell ist software-unabhängig.

7.1.3 *Logisches Modell*

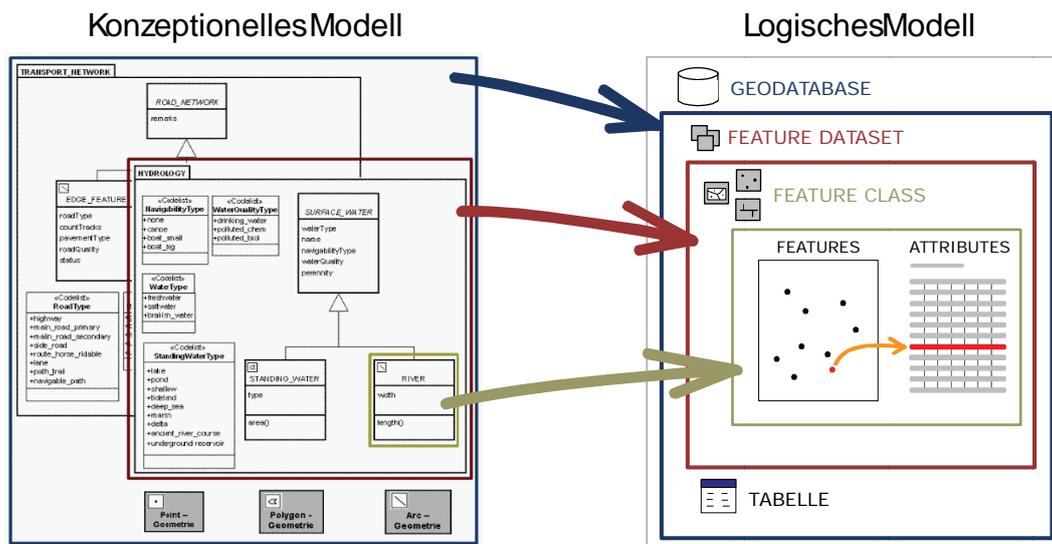
Das konzeptionelle Modell wird in das vorhandene GIS-Programm eingeführt. Um das logische Datenmodell zu beschreiben, wird die systemeigene Datendefinitionssprache verwendet.

7.1.3.1 *Physikalisches Modell*

Das Physikalische Modell beschreibt die Art der Datenspeicherung und die zugehörigen Zugriffsmechanismen.

7.2 Logische Modellierung in eine ArcGIS-Geodatabase

Bei der logischen Modellierung in **ArcGIS** will man ein bestehendes konzeptionelles Modell in das ArcGIS-System einfügen:



Dabei hat man im System **ArcGIS** die Möglichkeit eine **Geodatabase**  zu erstellen. Diese *Geodatabase* organisiert die geographischen Informationen in einer Objekthierarchie.

Eine Geometrieebene heisst **Feature Class** (Objektklasse) . Darin sind **Features** (Objekte) mit demselben Geometrietyp und denselben Attributen enthalten. Mehrere *Feature Classes* können zu einem **Feature Dataset**  gruppiert werden. In den **Tabellen (engl. Tables)**  sind nur thematische Informationen (Sachdaten) gespeichert.

Diese Einteilung erleichtert in komplexen GIS-Datenbanken die Datenorganisation.

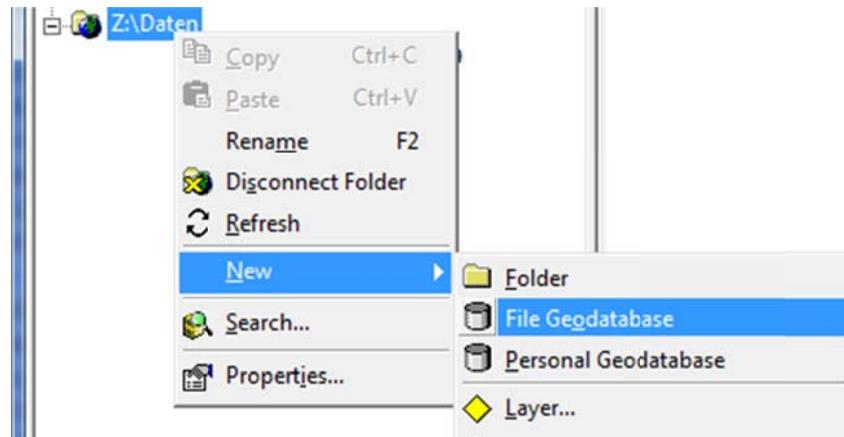
Achtung: Wenn die Grundeinstellungen (wie z.B. das Koordinatensystem und die Ausdehnung) von *Feature Classes* und *Feature Datasets* einmal definiert sind, können sie nicht mehr abgeändert werden.

Konsistenzbedingungen gehören auch zur logischen Modellierung und sind im Kapitel 7.5 erklärt.

7.2.1 Geodatabase erstellen

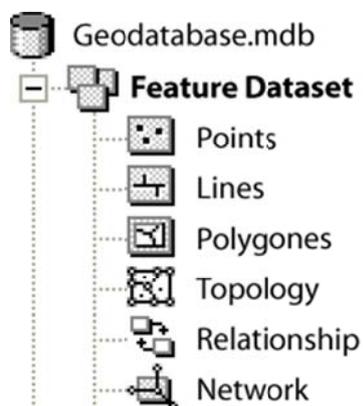
Die *Geodatabase* (.gdb/.mdb)  wird in **ArcCatalog** mit Rechtsmausklick auf den gewünschten Ordner angelegt: *New* → *File Geodatabase* oder *New* → *Personal Geodatabase*. Eine *File Geodatabase* ist eine Alternative zur *Personal Geodatabase* und ist erst seit ArcGIS 9.2 verfügbar. Da *File Geodatabases* nicht mit

zurückliegenden Versionen von ArcGIS gelesen werden können, sollten sie nur verwendet werden, wenn man ausschliesslich mit ArcGIS-Versionen ab 9.2 arbeitet.

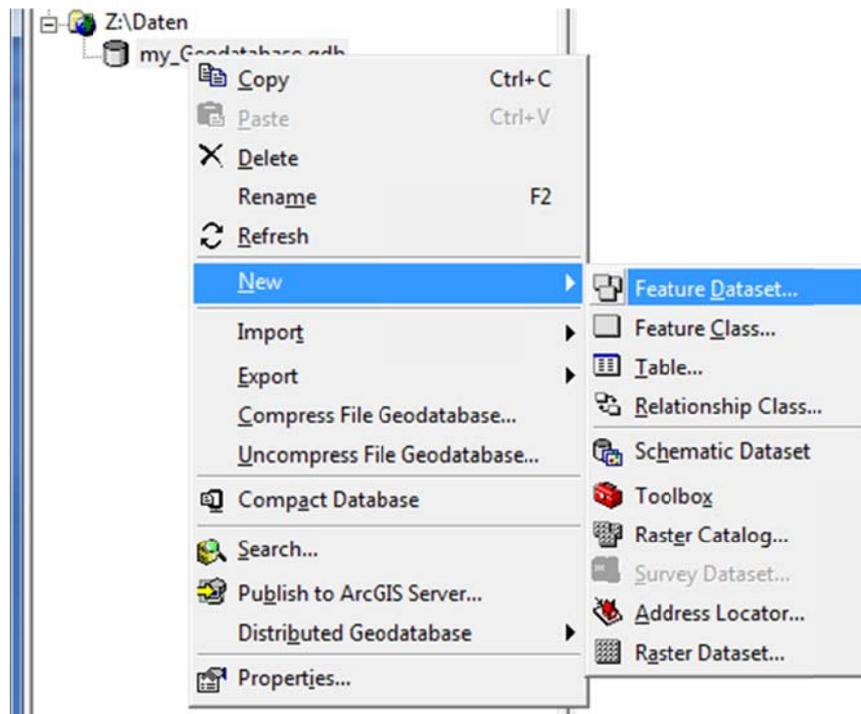


7.2.2 *Feature Dataset erstellen*

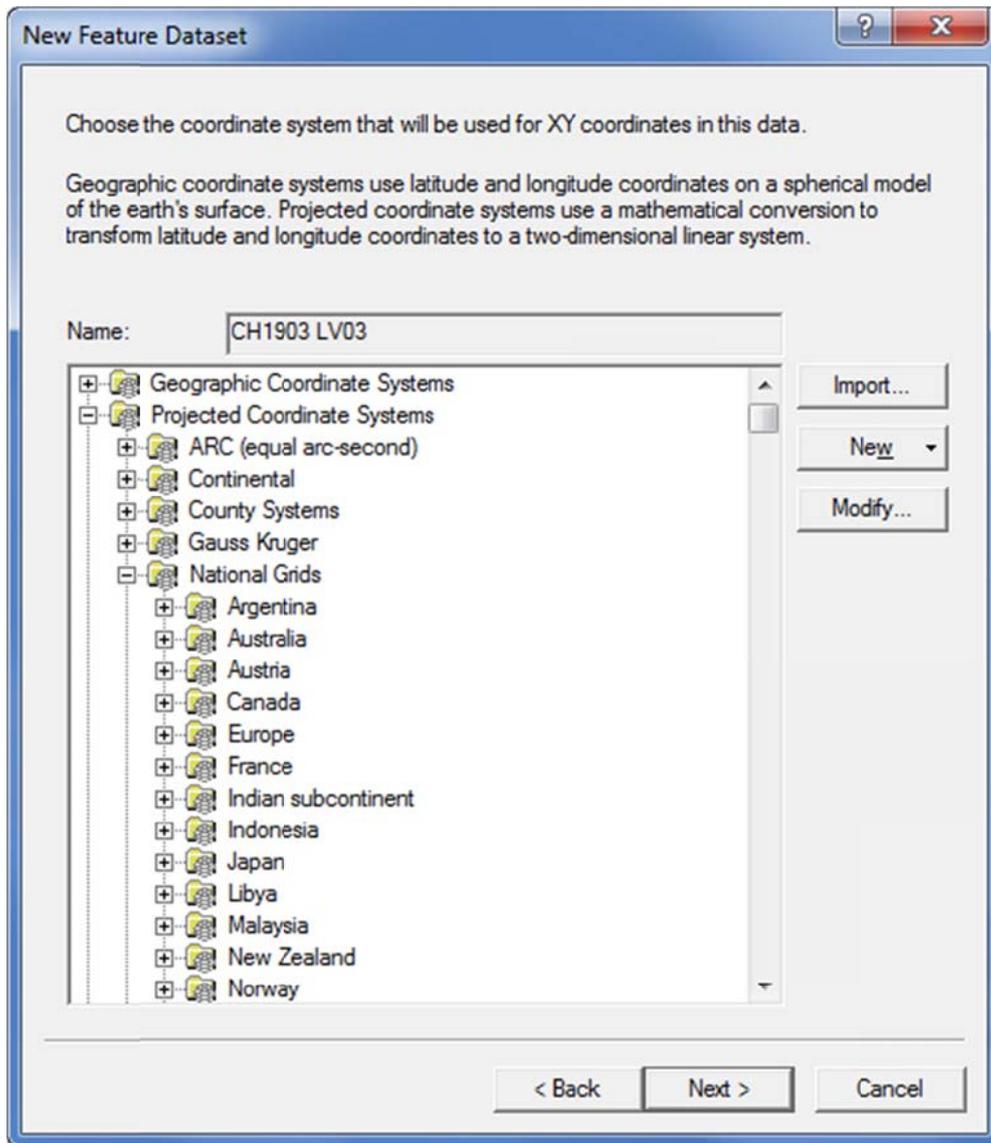
Ein *Feature Dataset*  ist eine Sammlung von *Feature Classes* (   etc., siehe Kapitel 7.2.3), die das gleiche Referenzsystem, denselben räumlichen Bereich und dieselbe Genauigkeit haben. Ein *Feature Dataset* kann zusätzlich noch Netzwerke ( *Geometric Network*), Beziehungen ( *Relationship Class*), Topologieregeln ( *Topology*), Beschriftungen ( *Annotation*) und Bemassungen ( *Dimension*) enthalten.



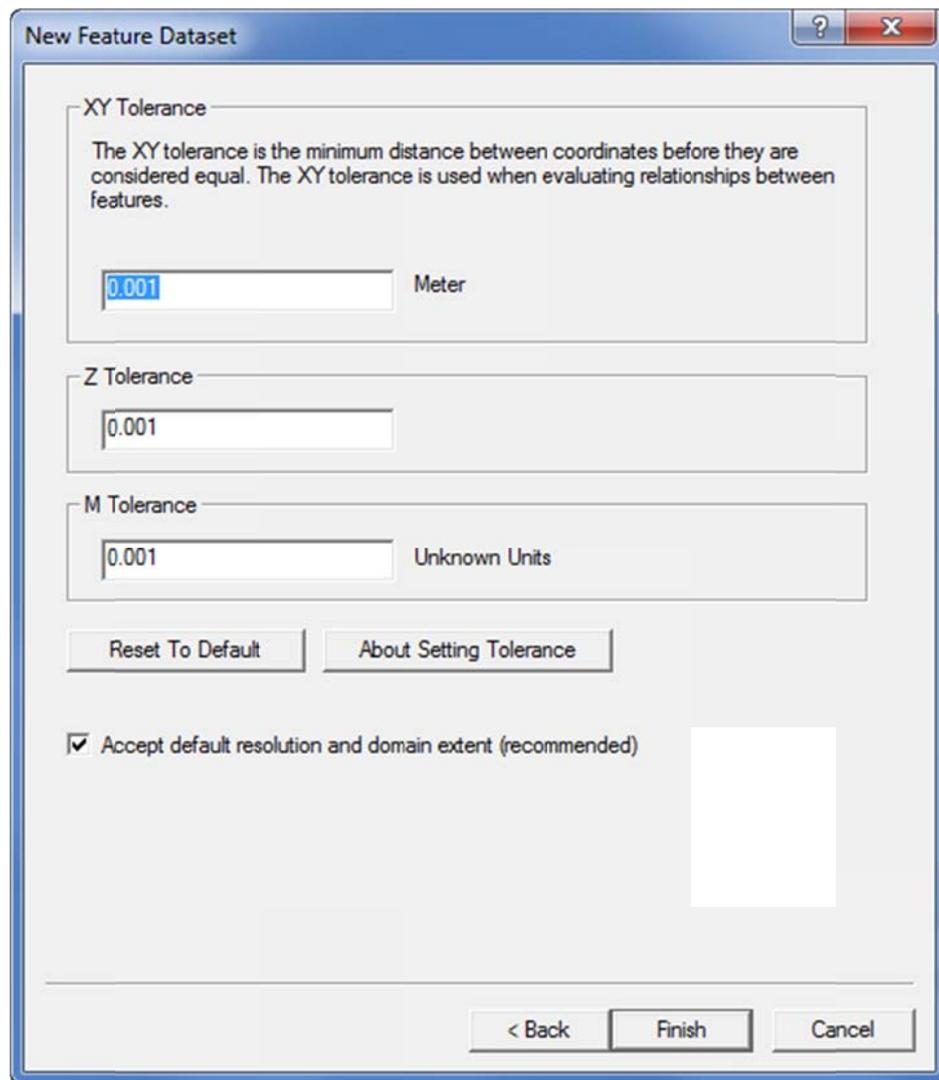
1. Rechtsmausklick auf die Geodatabase und ein neues *Feature Dataset* erstellen: *New* → *Feature Dataset...*



2. Dem *Feature Dataset* einen Namen geben.
3. Koordinatensysteme auswählen. Dabei kann entweder ein Koordinatensystem aus der Liste ausgewählt, das Koordinatensystem einer anderen Datei importiert (*Import...*), ein neues erstellt (*New*) oder ein bestehendes abgeändert werden (*Modify*).



4. Im nächsten Fenster kann ein Koordinatensystem für die Höhe ausgewählt werden.
5. Anschliessend können die Toleranzen von X und Y, von Z und von M eingestellt werden.



Definition der räumlichen Ausdehnung

Häufig verwendetes Koordinatensystem für Projekte in der Schweiz:
Projected Coordinate Systems → National Grids → CH1903LV03

Häufig verwendetes Höhensystem für Projekte in der Schweiz:
Vertical Coordinate Systems → Europe → LN 1902

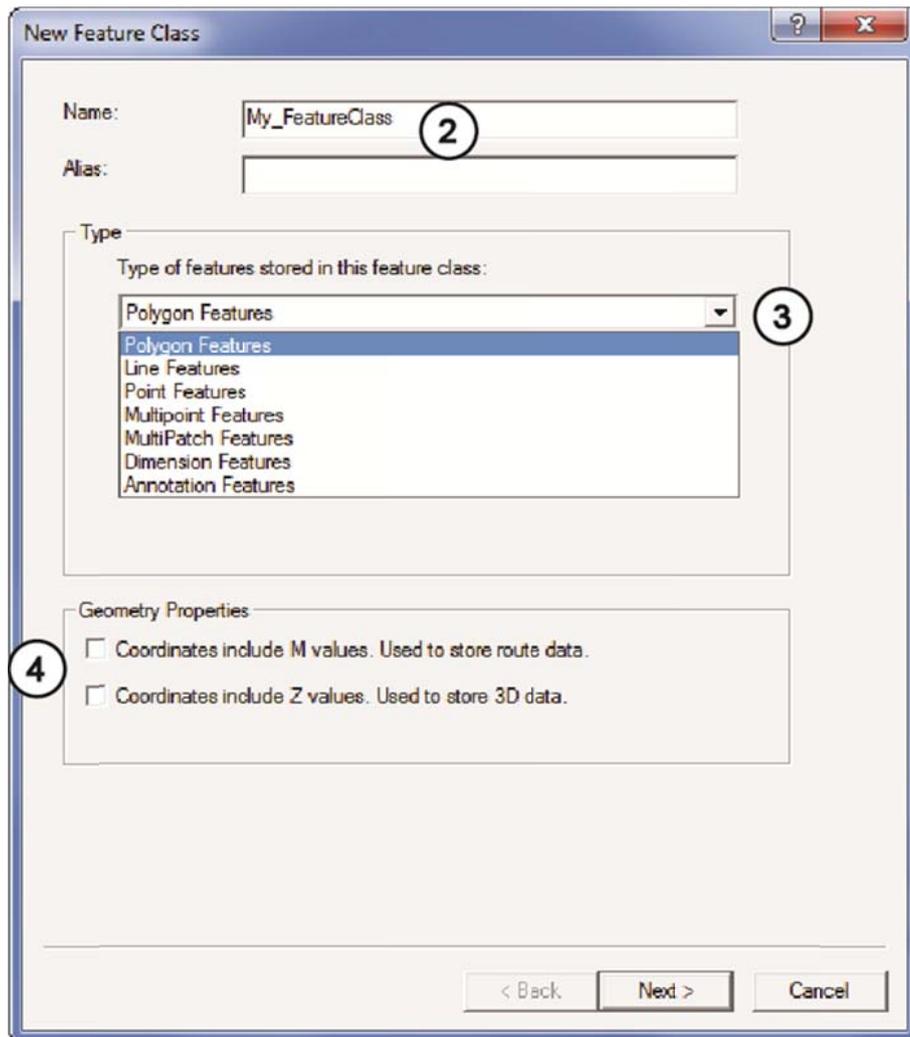
7.2.3 *Feature Classes erstellen*

Ein *Feature Class* ist eine Sammlung von geografischen Objekten mit dem gleichen geometrischen Typ, gleichen Attributen und der gleichen räumlichen Ausdehnung. Ein *Feature Class* kann entweder in einem *Feature Dataset* oder direkt in einer

Geodatabase⁵ hergestellt werden. Die Features können vom Typ Punkte , Linien  oder Polygone  etc. sein.

Rechtsmausklick auf dem *Feature Dataset* oder der *Geodatabase* und eine neue *Feature Class* erstellen: *New* → *Feature Class...*:

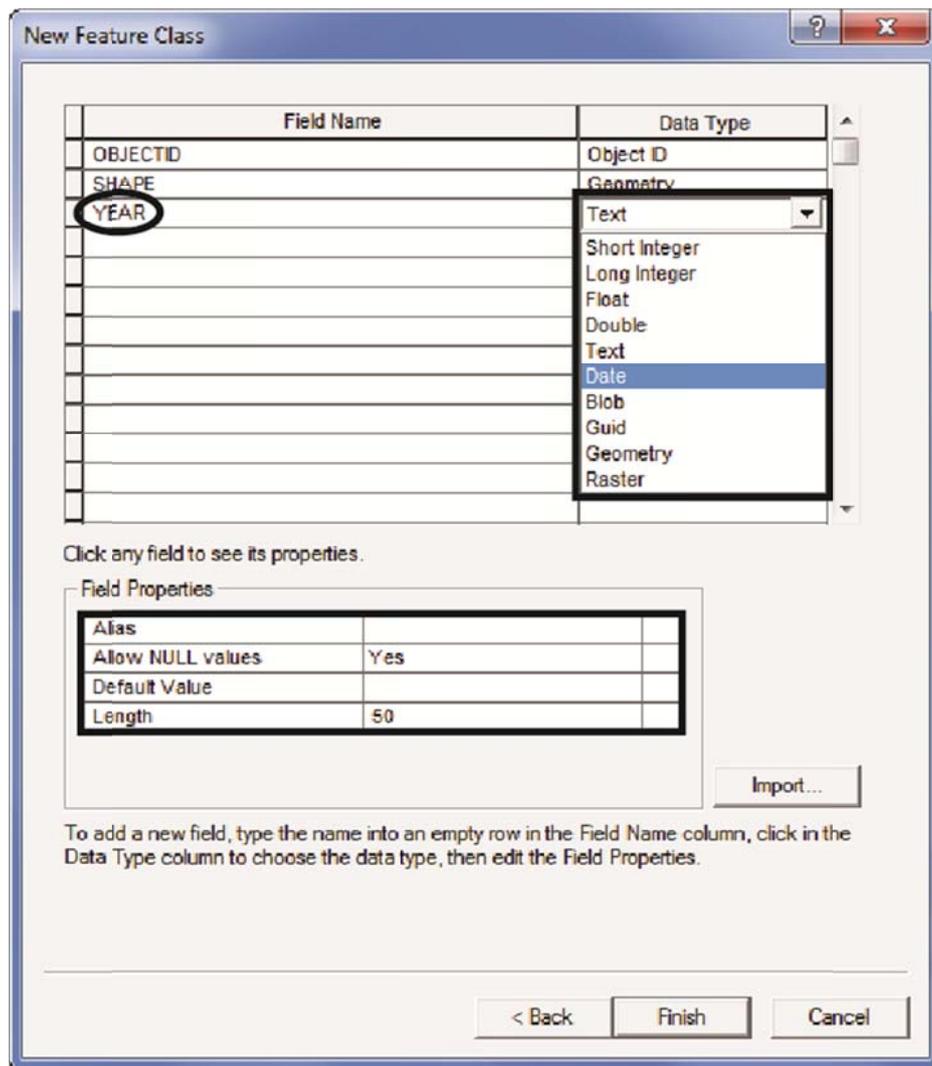
- Name (und eventuell Alias) eingeben ②.



- *Type* auswählen ③:
 - *Polygon Features*: Vielecke.
 - *Line Features*: Linien.
 - *Point Features*: Punkte.
 - *Multipoint Features*: Objekte die aus mehreren Punkten gemacht werden. LIDAR-Daten sind typische *Multipath Features*.

⁵ Für eine übersichtlichere Verwaltung der Daten wird empfohlen, *Feature Classes* in einem *Feature Dataset* zu erstellen.

- *Multipath Features*: eine 3D-Geometrie für die Flächendarstellung von Flächen oder Volumen in 3D.
- *Dimension Features*: Wie *Annotation Features*, aber stellt eine Distanz oder eine Länge dar, die automatisch angepasst wird, wenn sich die Objekte ändern (Bemassung).
- *Annotation Features*: Text mit Formatierung und Platzierung (Siehe auch *Labels als Annotations* Kapitel 4.17).
- Unter *Geometry Properties* ^④ kann auch definiert werden, ob die *Feature Class* Routing Daten (*M values*) oder Höhen (*Z values*) enthält.
- Durch Eingabe des Attributnames in ein leeres Feld können die Attribute der Reihe nach angelegt werden. Definieren Sie für jedes Attribut den Datentyp (z.B. *Date*). Unter den *Field Properties* können ausserdem noch ein *Alias-Name*, die Zulassung von *NULL*-Werten und ein *Default-Wert*, welcher allen Objekten bei der Erstellung automatisch zugewiesen wird, definiert werden. Ferner kann man hier, wenn erforderlich, die auf diesem Attribut zu verwendende Domain auswählen (siehe Kapitel 7.3.1 *Domain*). Die beiden Attribute OBJECTID und SHAPE werden vom System erzeugt und sind bei der Erstellung einer *Feature Class* bereits in der Auflistung der Attribute enthalten.



- Dialog mit *Finish* abschliessen.

7.2.4 Tabellen erstellen

Eine Tabelle  ist ein Objekt ohne Koordinaten (Geometrie), deshalb kann sie in keinem *Feature Dataset* enthalten sein, sondern muss auf der Ebene der *Geodatabase* hergestellt werden:

1. Rechtsmausklick auf die *Geodatabase* und eine neue Tabelle erstellen: *New* → *Table...*
2. Name (und eventuell Alias) eingegeben.
3. Durch Eingabe des Attributnames in ein leeres Feld können die Attribute der Reihe nach angelegt werden. Definieren Sie für jedes Attribut den Datentyp (z.B. Date). Unter den *Field Properties* können ausserdem noch ein Alias-Name, die Zulassung von NULL-Werten und ein Default-Wert, welcher allen Objekten bei der Erstellung automatisch zugewiesen wird, definiert werden.

Ferner kann man hier, wenn erforderlich, die auf diesem Attribut zu verwendende Domain auswählen (siehe Kapitel 7.3.1 *Domain*). Da eine Tabelle keine Geometrie enthält, wird im Unterschied zur Erstellung einer *Feature Class* bei der Erstellung einer Tabelle nur das Attribut OBJECTID vom System erzeugt.

4. Dialog mit *Finish* abschliessen.



7.3 Wertebereichsdefinitionen

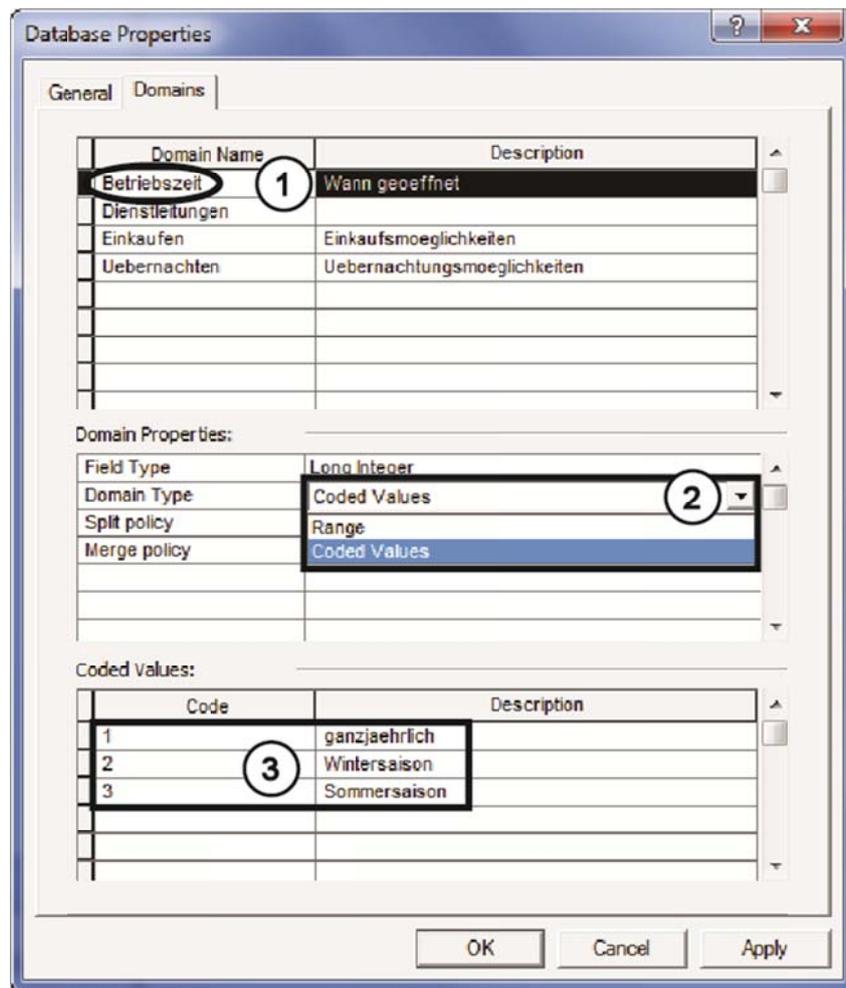
Es gibt zwei Möglichkeiten Wertebereiche für die Attribute zu definieren: *Domains* und *Subtypes*.

7.3.1 *Domain*

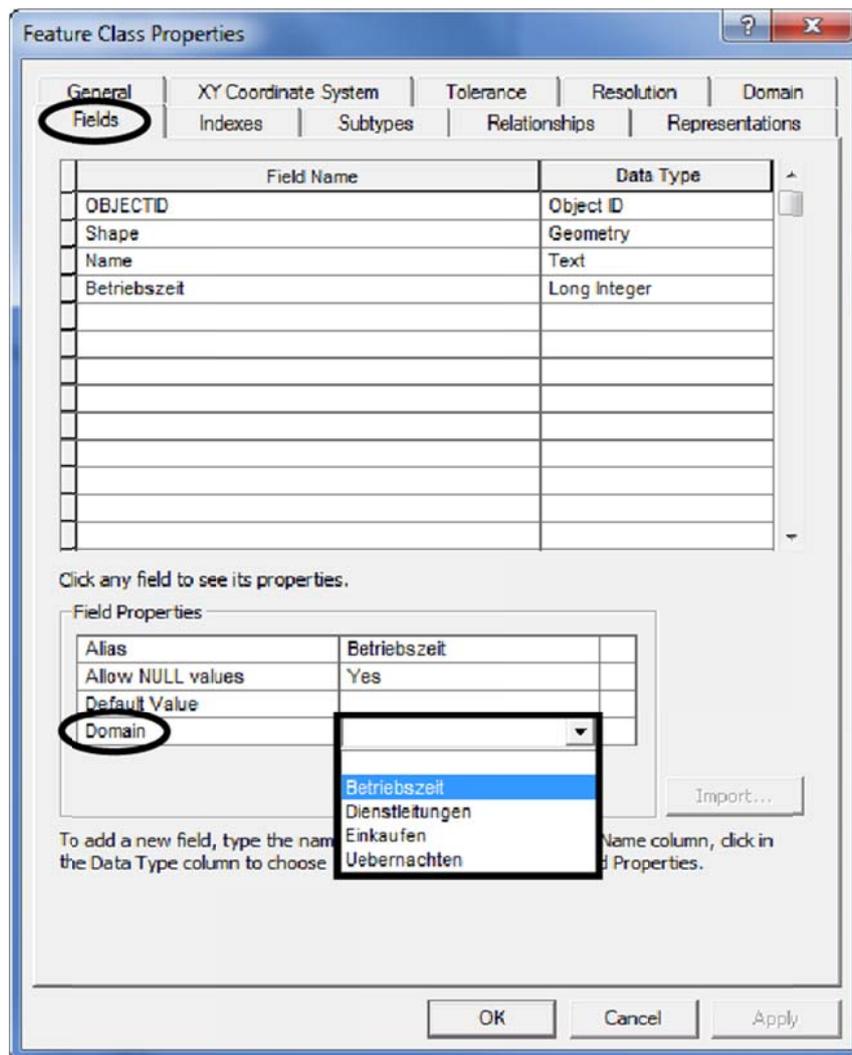
Die *Domain* ist ein definierter Bereich von Werten, der für mehrere Attributfelder eingesetzt werden kann.

Sie wird auf der Ebene einer Geodatabase definiert und kann in allen *Feature Classes* der gesamten Geodatabase von mehreren *Feature Classes* gleichzeitig benutzt werden.

1. Rechtsmausklick auf der *Geodatabase* → *Properties...* → Tab *Domain*.
2. Zuerst muss der Name der *Domain* definiert werden oder man wählt den Namen einer bereits bestehenden *Domain* aus. Es können mehrere *Domains* in einer *Geodatabase* definiert werden ①.
3. Die Werte einer *Domain* können auf zwei verschiedene Arten eingegeben werden ②:
 - **Range Domain**
In einer *Range Domain* bestehen die ‚Werte‘ aus numerischen Werten. Es werden eine obere und eine untere Grenze definiert. Anschliessend können nur noch Werte aus dem definierten Bereich ausgewählt werden. Damit werden die Werte automatisch während der Eingabe validiert.
 - **Coded Value Domain**
Eine *Coded Value Domain* kann jeden Datentyp enthalten (Text, numerische, Datum etc.).
4. Schliesslich müssen die verschiedenen Werte der Domain eingegeben werden ③.



Die *Domain* kann dann in den einzelnen *Feature Classes* in einem späteren Arbeitsschritt in den *Feature Class*-Eigenschaften auf dem Reiter *Fields* gesetzt werden, indem man das gewünschte Feld markiert und unter den *Field Properties* die *Domain* auswählt.



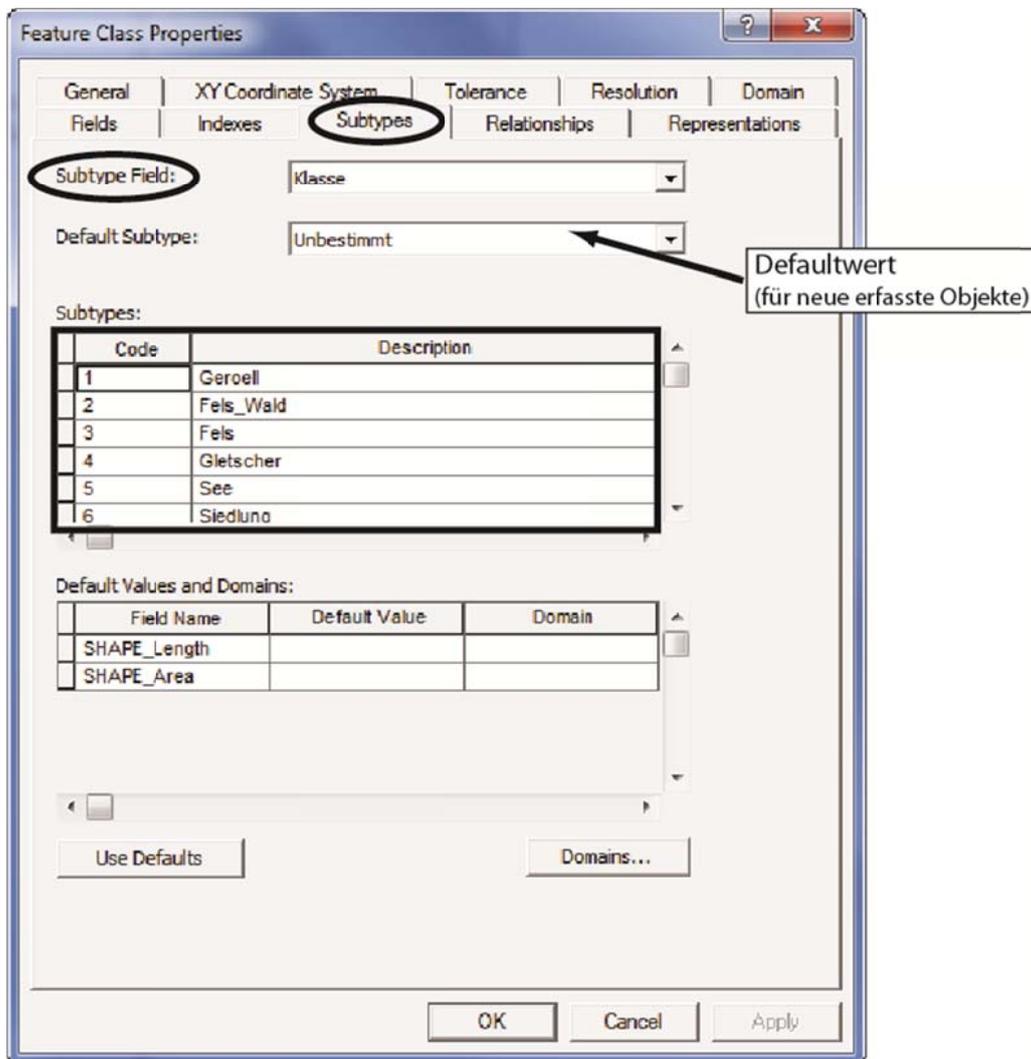
Der Benutzer kann dann bei der Erfassung der Daten in einer Dropdown-Liste aus den vordefinierten Werten der Domain auswählen.

7.3.2 Subtype

Ein *Subtype* wird für eine bestimmte *Feature Class* definiert und ist nur innerhalb dieser brauchbar.

1. Rechtsmausklick auf die *Feature Class* oder Tabelle, für welche ein *Subtype* erstellt werden soll → *Properties...*
2. Im Tab *Subtype* aus der Dropdown-Liste das gewünschte *Subtype Field* auswählen. Es werden nur diejenigen Attribute angezeigt, welche als **Long Integer** oder **Short Integer** definiert wurden.
3. Anschliessend in die *Code*-Felder die Subtype-Werte (Integerzahlen) und im Feld *Description* den dazugehörigen Text einfügen.

4. Unter *Default Subtype* muss noch ein Subtype Wert ausgewählt werden, welcher beim Erstellen eines neuen Objektes automatisch als Wert eingefügt wird.



7.4 Beziehungen definieren

Mit den **Beziehungen**  können Abhängigkeiten zwischen verschiedenen *Feature Classes* definiert werden.

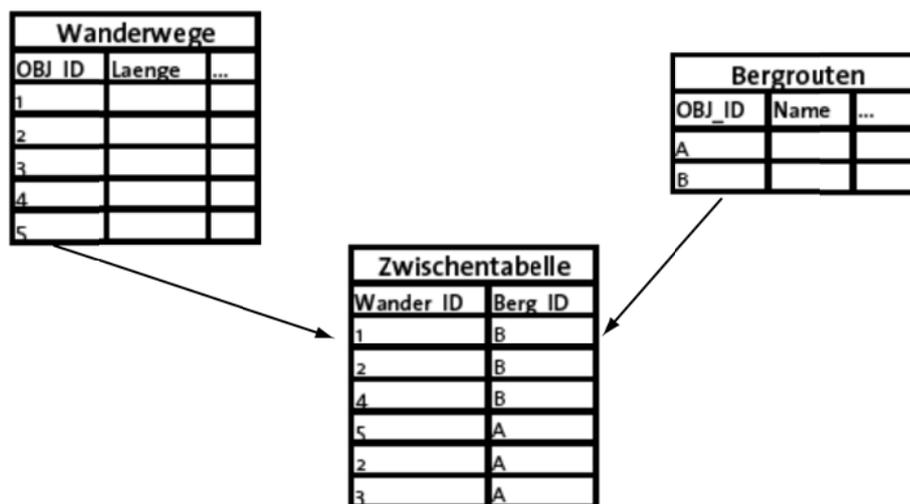
1. In **ArcCatalog** Rechtsmausklick auf die *Geodatabase* oder das *Feature Dataset*: *New* → *Relationship Class...*
2. Der Beziehung einen Namen geben und die zwei Tabellen (*origin* und *destination*) identifizieren.
3. Zwischen *composite* und *simple* wählen. In den *Simple*-Beziehungen existieren die Objekte unabhängig voneinander, während in den *Composite*-

Beziehungen die Objekte in ihrer Existenz voneinander abhängen. Eine m:m Beziehung ist mit einer *composite*-Beziehung nicht möglich.

- Die zwei Rollennamen (*labels*) eingeben, die zu einer Beziehung gehören. Diese Beschreibungen sind im Eigenschafts-Fenster (*Attributes*) eines Objektes dargestellt (siehe Kapitel 8.3.2.2 Punkt 2). Je nach dem, ob ein *destination* oder *origin* Objekt angeschaut wird, erscheint das *forward* oder das *backward path label*.

Man kann dazu eine Meldung (*message*) zwischen den Tabellen einfügen, die während der Datenerfassung und Datenanalyse weitergegeben wird.

- Die Kardinalität auswählen (1:1, 1:m oder m:n).
- Falls gewünscht können noch zusätzliche Attribute der Beziehung eingegeben werden.
- Im Fall einer m:n-Beziehung muss eine Zwischentabelle mit den Fremdschlüsseln der beiden Tabellen erstellt werden. Die Namen der Felder dieser Verknüpfungstabelle können im nächsten Fenster definiert werden.



Bei 1:1 und 1:m-Beziehungen müssen nur die Attribute angegeben werden, über welche die Tabellen zueinander in Beziehung stehen.

- Einstellungen in der Zusammenfassung nochmals überprüfen und mit *Finish* abschliessen.

7.5 Konsistenzbedingungen

Im Bereich der Geoinformatik spricht man von konsistenten Daten, wenn innerhalb eines Datenbestandes (z.B. einer Datenbank) geometrische und sachlogische (semantische) Widerspruchsfreiheit gewährleistet wird. Innerhalb eines Datenmodells müssen die vordefinierten Konsistenzbedingungen (engl. Constraints) erfüllt sein. Es dürfen beispielsweise keine doppelten Primärschlüssel existieren und

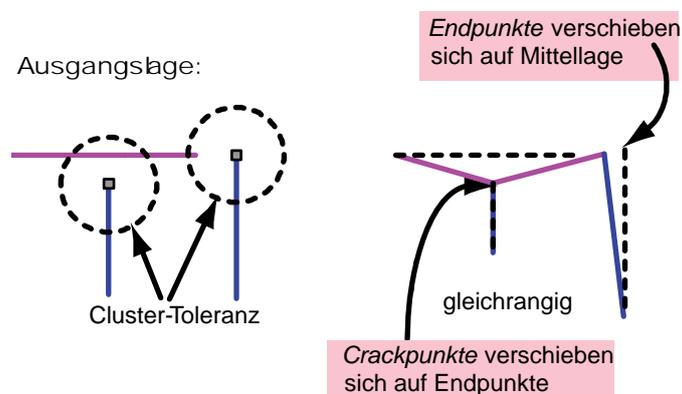
redundante Datenhaltung sollte vermieden werden, da sie zu Inkonsistenz und damit zu Fehlentscheidungen führen kann.

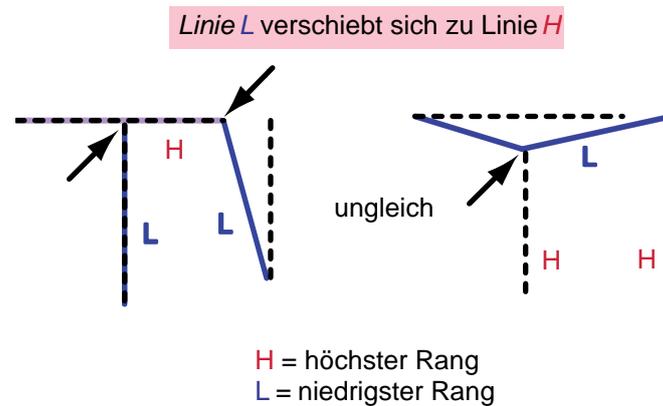
Die Konsistenzbedingungen ermöglichen vorhandene Daten auf ungültige Werte in den Attributen oder in der Geometrie (Topologie) zu überprüfen. Damit wird die Attributierung effizienter und Fehleingaben werden verhindert.

7.5.1 **Topologie definieren (räumliche Konsistenzbedingungen)**

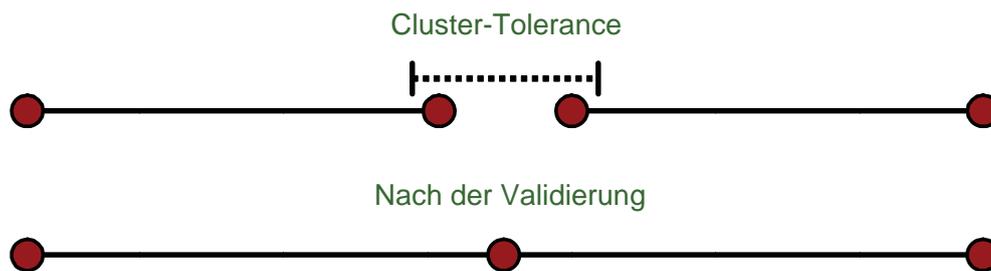
Mit **topologischen Regeln** werden geometrische Beziehungen und Regeln zwischen *Feature Classes* definiert. Dazu müssen die *Feature Classes* im gleichen *Feature Dataset* sein (dasselbe Raum Bezugssystem). Ein *Feature Dataset* kann mehrere Topologie-Sets  enthalten und jedes Set kann mehrere Topologie Regeln haben. Aber jede *Feature Class* kann jeweils nur in einem Set sein.

1. In **ArcCatalog** Rechtsmausklick auf einem *Feature Dataset*: *New* → *Topology*
2. Der Topologie einen Namen geben und die *Cluster Tolerance* einstellen (es wird empfohlen die Standardeingabe zu behalten)
3. Die *Feature Classes* auswählen
4. Das *Ranking* einstellen. Ranks kontrollieren, wie die Objekte während der Validierung zusammenschnappen. Eine *Feature Class* mit einer besseren räumlichen Genauigkeit sollte deshalb einen höheren Rank bekommen als *Feature Classes* mit einer tieferen Genauigkeit. Der höchste Rank ist 1. Bei der Validierung werden Eckpunkte von *Feature Classes* mit einem tieferen Rank zu benachbarten Eckpunkten von *Feature Classes* mit einem höheren Rank snappen, falls der Abstand innerhalb der angegebenen *Cluster Tolerance* liegt:





Ist der Abstand zwischen zwei Eckpunkten von Objekten mit gleichem *Rank* innerhalb der *Cluster Tolerance*, so wird die Position dieser Punkte geometrisch gemittelt und zu einem Punkt zusammengefasst:



5. Die topologischen Regeln einfügen (*Add Rule ...*)
6. Einstellungen in der Zusammenfassung nochmals überprüfen und mit *Finish* abschliessen

Das Prüfen der Topologie ist im Kapitel 8.4 erklärt. Für eine Übersicht über die verschiedenen Topologieregeln siehe unter: ArcGIS Desktop Help, „topology rules poster“.

8 Datenerfassung

Der Gesamtablauf von der Datenbeschaffung bis zur Datenerfassung gliedert sich in mehrere Phasen:

- Die **Informations-Bedarfseinschätzung** behandelt die Fragen nach dem Datenbestand (*welche Daten existieren, wie aktuell sind sie, usw.*) und dem zusätzlichen Datenbedarf (*wo und wie sind diese Daten erhältlich*) sowie nach den Daten, welche sich durch die Verarbeitung ergeben sollen.
- Die **Sammlung und Evaluation der Datenquellen und Erfassungsmethoden** (*Qualität, Bedeutung, Eignung, Nutzung, Metainformation, usw.*).
- Die eigentliche **Datenerfassung**.

Die Geometrie kann durch verschiedene Verfahren erfasst werden. Dabei stehen in **ArcGIS** folgende Quellen zur Verfügung:

- ArcGIS Feature Class, Shapefile, usw. (*direkte Anwendung*)
- Rasterdaten (als Hintergrundbild fürs *Digitalisieren*)
- Digitale Tabellen (*Importieren / Konvertieren*)
- Fremdformate (*Transferieren / Importieren / Konvertieren*)

8.1 Daten importieren / exportieren (ArcCatalog)

8.1.1 *Spezifische Geodatenformate erfassen (Shape, Coverage, usw.)*

8.1.1.1 **Import eines Geodatenformates in eine Geodatabase**

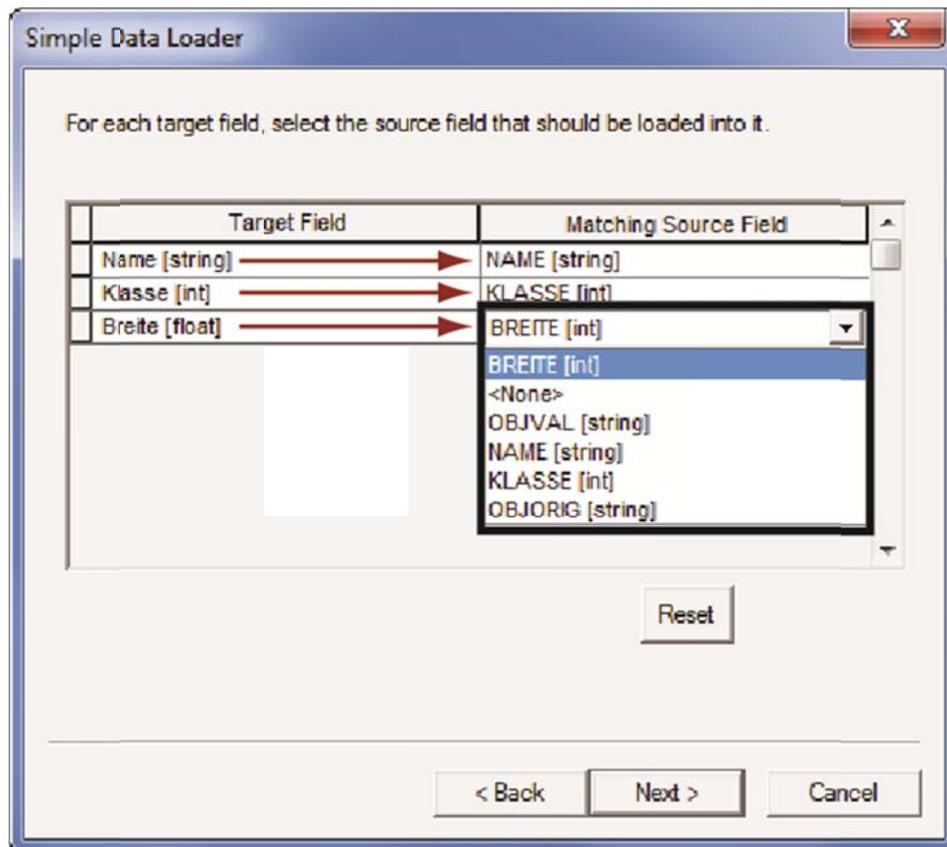
Diese Methode wird verwendet, wenn die gewünschten Geodaten in einem anderen Format bereits vorhanden sind.⁶ Es kann der gesamte Datensatz oder mittels Selektion nur ein gewünschter Ausschnitt aus den Daten in eine *Feature Class* einer Geodatabase importiert werden.

Vorgehen:

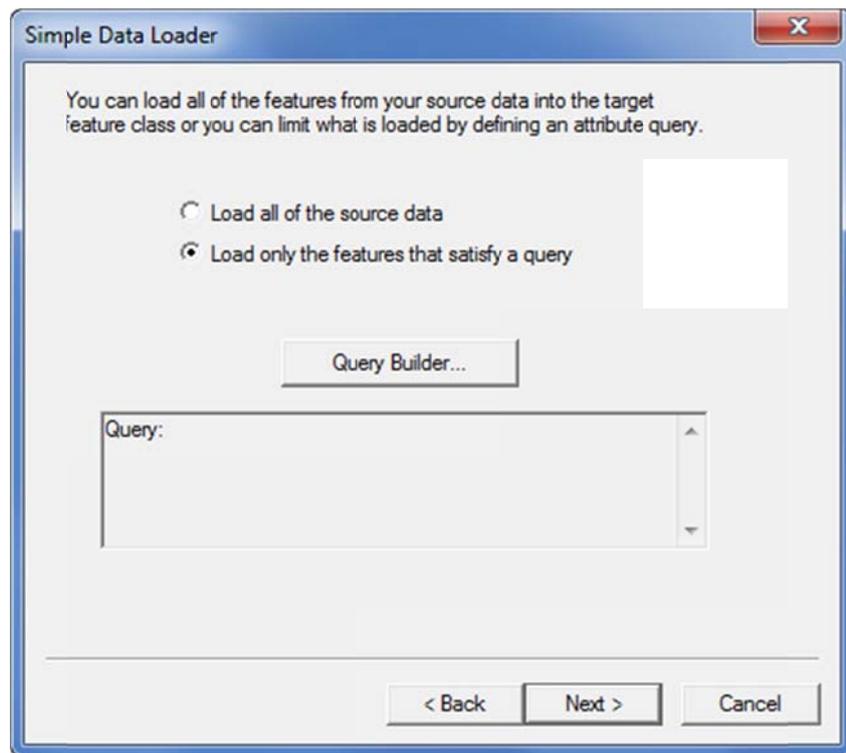
1. Rechtsmausklick auf die *Feature Class*, in welche die Daten importiert werden sollen → *Load* → *Load Data...*
2. Eine oder mehrere Dateien auswählen, aus welchen die Daten importiert werden sollen und diese mit *Add* in der Liste hinzufügen.

⁶ In diesem Kapitel geht es nur um die Erfassung von Daten in einer Geodatabase. Wie Daten ausserhalb einer Geodatabase erfasst werden können, wird nicht behandelt.

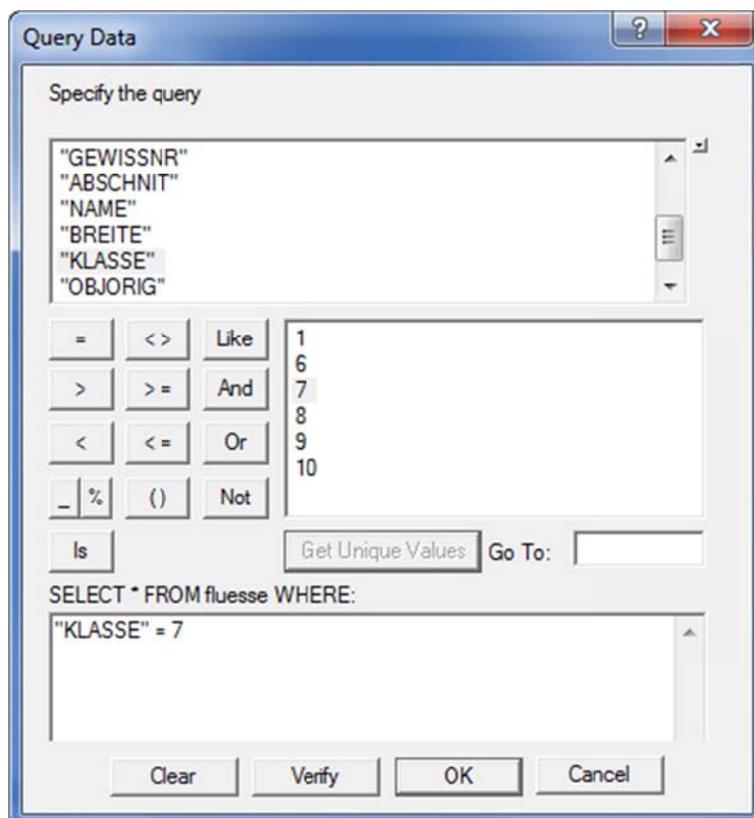
3. *Geodatabase* und *Feature Class* auswählen, in welche die Daten importiert werden sollen. (Diese Einstellung ist meistens schon festgelegt und kann nicht verändert werden). Falls die *Feature Class* einen *Subtype* enthält, kann in dieser Maske ausgewählt werden, ob alle Daten in einem Subtype zusammengefasst werden sollen oder nicht.
4. Definieren, welches Feld der Ursprungsdatei in welches Feld der *Feature Class* eingefügt werden soll:



5. Auswählen, ob der gesamte Datensatz oder nur ein Teil der Daten übernommen werden soll. Über den Button *Query Builder* kann der Import eingeschränkt werden.



6. Abfrage (*Query*) eingeben.



7. Die Zusammenfassung überprüfen und falls noch Fehler vorhanden sind, diese durch zurückgehen in den Masken korrigieren. Sonst Import mit *Finish* abschliessen.

8.1.1.2 Export aus einem Geodatenformat in eine Geodatabase

Mit Rechtsklick auf eine bestehende, dateibasierte *Feature Class* (z.B. Shapefile) kann diese in eine Geodatabase exportiert werden: *Export* → *To Geodatabase (simple)*... Im sich darauf öffnenden Dialog kann eine Geodatabase als Ziel ausgewählt werden. Unter *Output Feature Class* ist ein Name für die neu zu erstellende *Feature Class* anzugeben. Zudem lässt sich die Liste der zu exportierenden Attribute sowie deren Benennung anpassen und der Datenumfang durch eine Abfrage (*Query*) einschränken

Mit der Option *Export* → *To Geodatabase (multiple)*... können mehrere dateibasierte *Feature Classes* gleichzeitig in eine gemeinsame Geodatabase exportiert werden. In diesem Falle lassen sich jedoch weder Einstellungen zu den Attributen noch Abfragen vornehmen.

8.1.1.3 Daten zwischen zwei Geodatabases kopieren

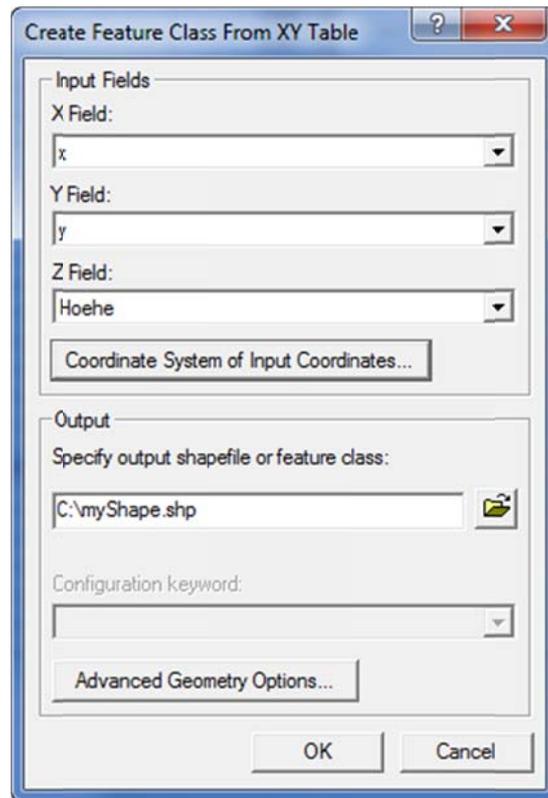
Mit den Befehlen *Load Data...* (siehe Kapitel 8.1.1.1) und *Export* → *To Geodatabase...* (siehe Kapitel 8.1.1.2) können auch Daten zwischen zwei Geodatabases importiert oder exportiert werden.

8.1.2 Koordinaten aus einer Tabelle oder einem Textfile importieren

Um eine Tabelle⁷ oder ein Textfile mit X- und Y-Koordinaten (oder X-, Y- und Z-Koordinaten) importieren zu können, muss sie/es zuerst in **ArcCatalog** in ein *Shapefile* umgewandelt werden:

1. Rechtsmausklick auf die Tabelle oder das Textfile → *Create Feature Class* → *From XY Table...*

⁷ Seit ArcGIS 9.2 können nebst Tabellen im *.dbf* Format auch Microsoft Excel-Dateien (*.xls*) in eine Geodatabase importiert werden.



2. Aus den Dropdown-Listen die Felder auswählen, in welchen die X- und Y- (und optional die Z-) Koordinaten abgespeichert sind.
3. Output-File angeben. Die Daten können entweder in ein *Shapefile*, eine *File* oder *Personal Geodatabase Feature Class* oder eine *SDE Feature Class* abgespeichert werden. (Achtung: um die neu erstellte Datei im **ArcCatalog** zu sehen ist ein *Refresh* (Rechtsmausklick auf den Ordner → *Refresh*) notwendig.)

Anschliessend kann das erzeugte *Shapefile* wie in Kapitel 8.1.1 beschrieben importiert werden.

Um ein Textfile in ein *Shapefile* oder direkt in eine *Feature Class* umwandeln zu können, muss die Datei folgende Struktur aufweisen:

1. In der ersten Zeile müssen die Bezeichnungen der verschiedenen Spalten aufgelistet sein.
2. Die einzelnen Spalten müssen entweder durch einen Tabulator oder durch Kommas getrennt sein.⁸ Wichtig ist, dass in der ersten Zeile das gleiche Trennzeichen verwendet wird wie bei den nachfolgenden Daten.

⁸ Weitere Hilfe zum Einlesen von Textdateien enthält die Online-Hilfe von ArcGIS unter dem Suchkriterium „delimited text file“.

x	y	Name
603892.8	147635.41	Seerolehore
604020.88	146917.39	Tielberg
605072.69	143447.57	Regenbotdshorn
606054.64	140637.57	Ammertenhorn
606624.3	142430.69	Ammertenspitz
...

8.1.3 *Inhalt von Tabellen löschen*

Siehe Kapitel 6.6.3 *Objekte löschen*.

8.2 **Daten digitalisieren (ArcMap)**

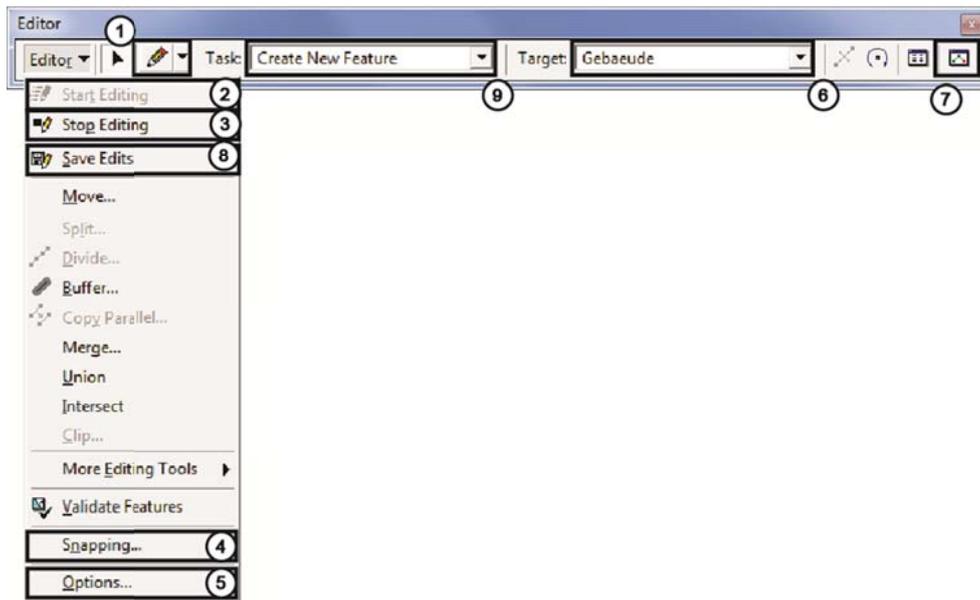
Eine Vielzahl von raumbezogenen Daten liegt noch als analoge Karten, Pläne, Zeichnungen etc. vor. Damit diese Daten auf dem Computer weiterverarbeitet oder gespeichert werden können, muss man sie in eine vom Computer lesbare Form bringen. Diese Umwandlung von analogen Daten in eine digitale Form nennt man **digitalisieren**. Dies geschieht mittels Digitalisierertisch, Tablett, Cursor oder Scanner. Für einfachere Aufgabenstellungen wird oftmals auch die Maus als Digitalisierungswerkzeug verwendet.

Um die Digitalisierung effizient und gut durchführen zu können, sollte man sich die Digitalisierungsumgebung entsprechend einrichten. Folgende wichtige Punkte sind zu beachten:

1. Eine „gute“ Digitalisiergrundlage suchen (bezüglich der Genauigkeit, der Bildqualität und des Koordinatenbezugs).
2. Die Snappingumgebung einrichten (siehe Kapitel 8.2.3).

8.2.1 *Editieren beginnen*

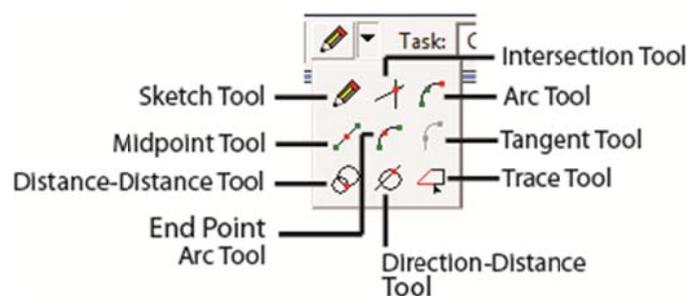
Unter *View* → *Toolbars* die *Editor-Toolbar* öffnen.



1. Um Daten erfassen oder ändern zu können, muss der Editor unter *Editor* → *Start Editing* ② aktiviert und der zu editierende Datensatz unter *Target* ⑥ ausgewählt werden.

WICHTIG: Immer kontrollieren, dass unter *Target* ⑥ der richtige Layer ausgewählt ist. Sonst wird im falschen Layer editiert. Zudem können mehrere Layer dieselbe Datengrundlage (*Feature Class*) besitzen: Eine Änderung im einen Layer hat in diesem Fall auch Auswirkungen auf die anderen Layer

2. Den *Task* ⑨ auf *Create New Feature* einstellen.
3. Unter ① wird das gewünschte Digitalisierwerkzeug ausgewählt (meistens *Sketch tool*).



4. Features zeichnen
5. Die erfassten Features können während des Editierens mit *Save Edits* ⑧ gespeichert werden.
6. Wenn die letzten Features erfasst wurden, muss der Editor mit *Stop Editing* ③ wieder beendet werden. Dabei kann man wählen, ob die Änderungen (seit dem letzten Speichervorgang) abgespeichert werden sollen oder nicht.

8.2.2 *Attribute erfassen*

Den erfassten Objekten sind nun die Attribute zuzuweisen. Um die Attribute von Objekten zu setzen sind zwei Vorgehensweisen möglich:

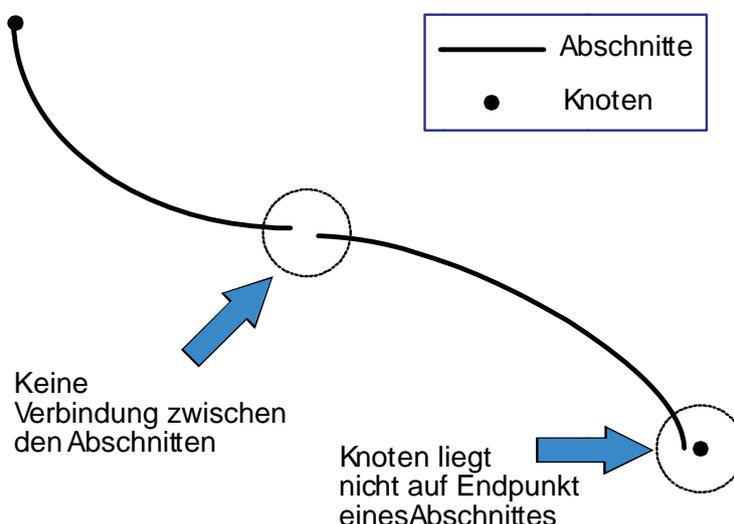
1. Die Attribute können direkt beim digitalisieren im Attribut-Fenster erfasst werden ⑦
2. Die Attribute werden nachträglich in der Attributtabelle eingegeben.
Rechtsmausklick auf den entsprechenden Layer → *Open Attribute Table*.

Die Attribute können einzeln eingetippt oder es können mehrere Reihen mit Hilfe des Befehls *Field Calculator* erfasst werden (siehe Kapitel 6.6).

WICHTIG: Die *Edit*-Session muss beim Erfassen geöffnet sein. Die Änderungen können auch während des Editierens mit *Save Edits* ⑧ gespeichert werden.

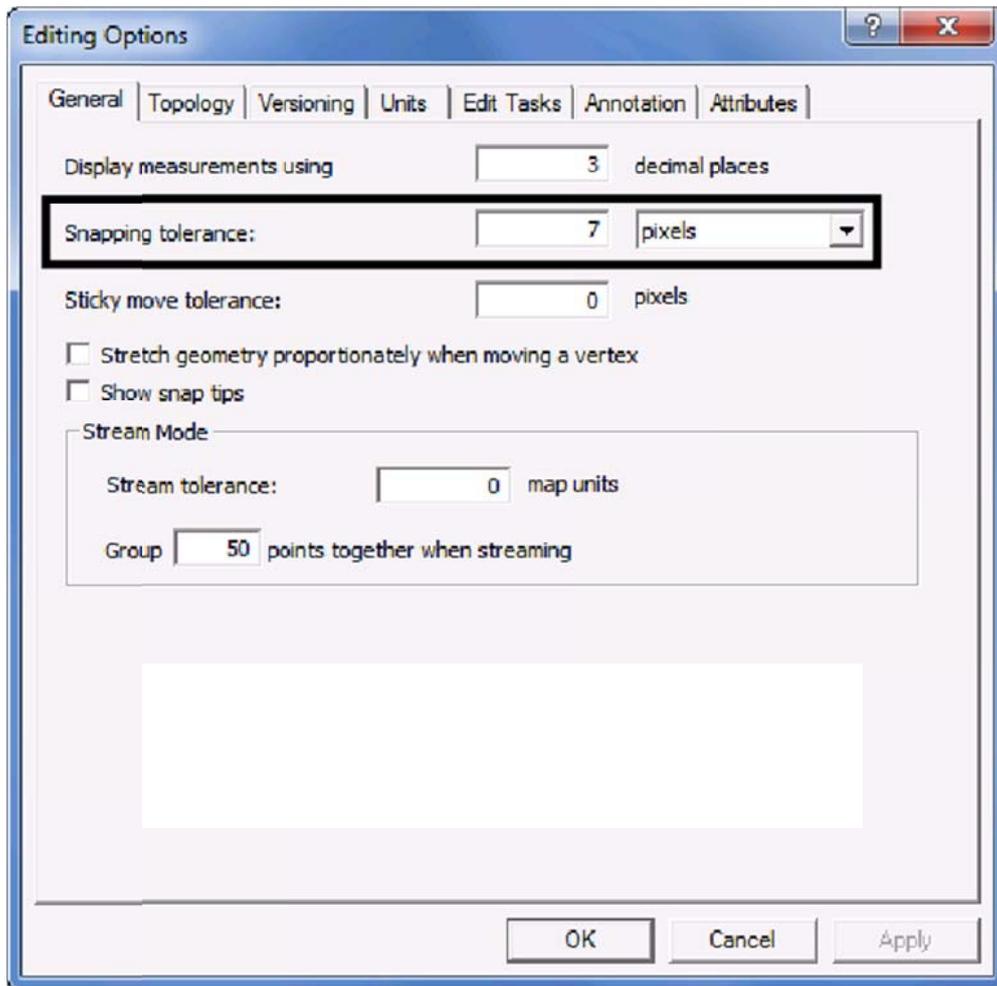
8.2.3 *Snappingumgebung*

Mit Hilfe der Editierfunktion *Snapping* kann sichergestellt werden, dass Punkte, die innerhalb einer festgelegten Distanz von bestehenden Punkten und Linien abgesetzt werden, koordinatenmässig auch auf diese Punkte und Linien zu liegen kommen. So kann gewährleistet werden, dass sich Knoten auf einem Endpunkt eines Abschnittes befinden oder aufeinander folgende Abschnitte denselben End- wie Anfangspunkt haben.



8.2.3.1 *Snapping-Toleranz*

Die *Snapping*-Toleranz ist der Abstand, innerhalb welchem der Mauszeiger zu einem bestehenden *Feature* (Knoten, Kante oder Endpunkt) snappt.



Unter *Editor* → *Options...* ^⑤ kann im Tab *General* der gewünschte Wert für die *Snapping-Toleranz* in *Pixel* oder *Map Units* eingegeben werden.

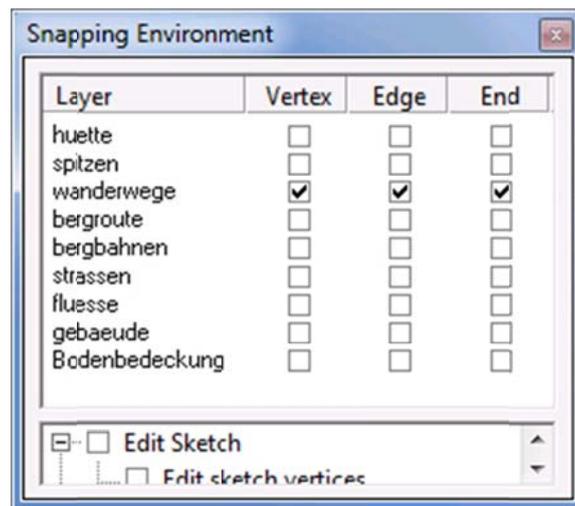
Während dem Editieren kann die eingestellte Toleranz mit der Taste *T* graphisch dargestellt werden:



8.2.3.2 Snapping-Eigenschaften und –Priorität

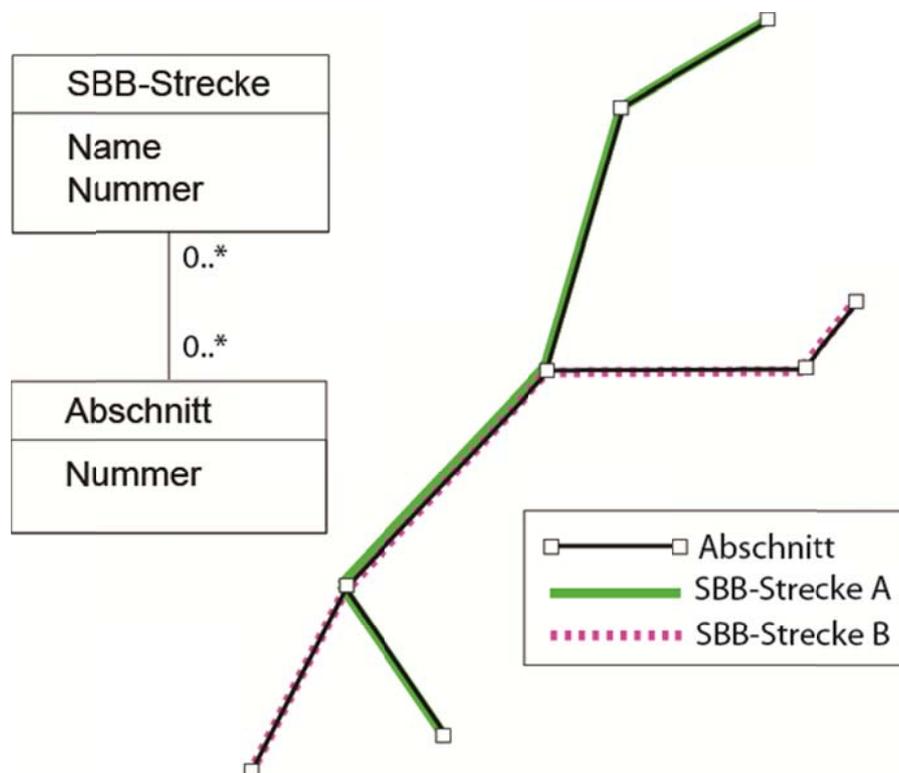
Über die Funktion *Snapping* ^④ kann das Snapping-Umgebungsfenster geöffnet werden. Dort kann durch aktivieren und deaktivieren der Checkbox eingestellt werden, auf welche Knoten (*Vertex*), Kanten (*Edge*) und Endpunkte (*End*) der vorhandenen Layer der neu zu erfassende Punkt einrasten soll.

Durch das Verschieben eines Layernamens nach unten oder oben wird die Snappingreihenfolge der Layer verändert.



8.3 Erfassung komplexer Objekte

Um die die Erfassung komplexer Objekte besser erklären zu können, wird sie anhand eines konkreten Beispiels erläutert. Das Beispiel besteht aus Abschnitten und SBB-Strecken, wobei die SBB-Strecken die komplexen Objekte sind. Eine SBB-Strecke wird aus verschiedenen Abschnitten zusammengestellt.



8.3.1 Modellierung der komplexen Objekte (ArcCatalog)

8.3.2 Erfassung der komplexen Objekte (ArcMap)

8.3.2.1 Objekt erfassen

1. Um Objekte zu erfassen, muss die Edit-Session geöffnet sein *Editor* → *Start Editing*.
2. Das komplexe Objekt (in unserem Beispiel SBB-Strecke) als *Target* auswählen.
3. Anhand einer Abfrage oder manuell mit dem *Select Features*-Werkzeug der Toolbar *Tools* die einzelnen Abschnitte selektieren, die zusammen ein komplexes Objekt, d.h. eine SBB-Strecke bilden.
4. Das komplexe Objekt (die SBB-Strecke) wird durch die Vereinigung (*Union*) der selektierten Abschnitte gebildet: *Editor* → *Union*. So entsteht ein neues Objekt in der Tabelle, welche unter *Target* ausgewählt ist.
5. Über *Editor* → *Save Editing* den neuen Eintrag speichern.

8.3.2.2 Beziehung zwischen einfachen und komplexen Objekten erfassen

1. Im Kapitel 7.4 haben wir gesehen, wie man Beziehungen zwischen zwei *Feature Classes* definiert. Um diese Beziehung zu erfassen, müssen die einzelnen Objekte aus beiden *Feature Classes* selektiert sein, welche miteinander verknüpft werden sollen (d.h. die SBB-Strecke und die dazugehörigen Abschnitte).

Dazu selektiert man zuerst das gewünschte komplexe Objekt. Anschliessend möchte man alle Objekte selektieren, aus welchen dieses komplexe Objekt gebildet wurde. Dies macht man am Einfachsten mit Hilfe folgender topologischen Abfrage (*Selection* → *select by location*):

select features from Abschnitte *that share a line segment with* SBB-Strecke.

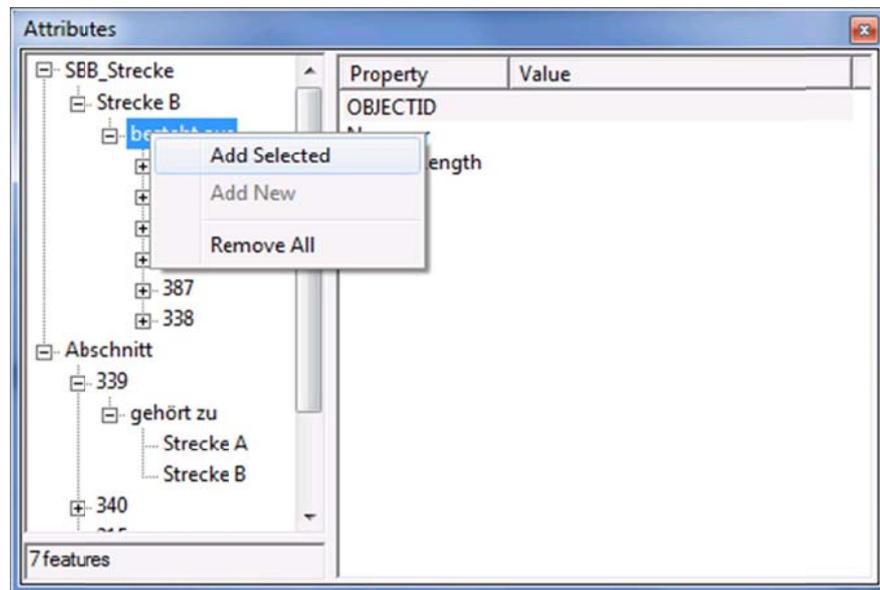
Wichtig: Damit nur die Abschnitte selektiert werden, welche zur selektierten SBB-Strecke gehören, muss *Use selected features* ausgewählt werden.

Man selektiert also alle Objekte aus dem Layer Abschnitte, welche aus den gleichen Liniensegmenten bestehen wie die selektierte SBB-Strecke.

Wenn man nun die Tabelle Abschnitte öffnet, sieht man, dass die zur SBB-Strecke gehörenden Abschnitte selektiert sind.

2. Unter *Attributes*  in der *Editor*-Toolbar können nun die beiden *Feature Classes* und ihre Beziehungen untereinander angeschaut werden. In diesem Fenster werden auch die Rollennamen sichtbar, welche man bei der Erstellung der Beziehung erteilt hat (Kapitel 7.4, Schritt 4). Man sieht, dass die beiden *Feature Classes* noch nicht voneinander abhängig sind. Diese Abhängigkeit

erstellt man mit Rechtsmausklick auf den Rollennamen der komplexen *Feature Class* → *Add Selected*.

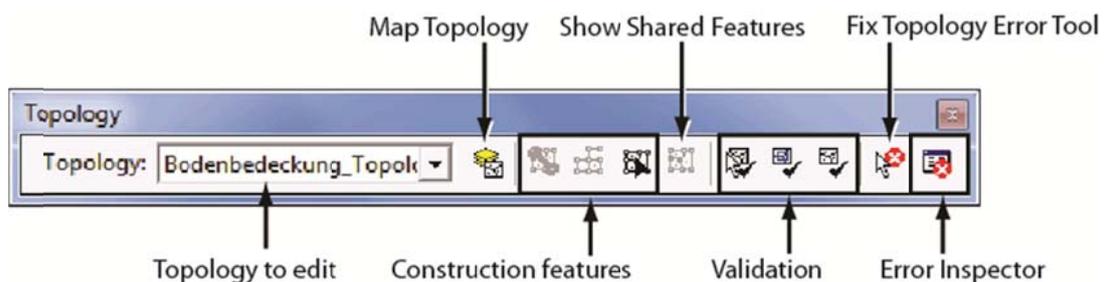


So werden die selektierten Objekte der *Feature Class* Abschnitte über eine Beziehungs-Zwischentabelle mit dem entsprechenden Objekt der *Feature Class* SBB-Strecke und umgekehrt verknüpft. Diese Zwischentabelle wurde durch ArcGIS automatisch bei der Erstellung der Beziehung (Kapitel 7.4, Schritt 7). Sie kann entweder in **ArcMap** geladen und als Tabelle angeschaut oder in ArcCatalog in der Preview-Ansicht betrachtet werden.

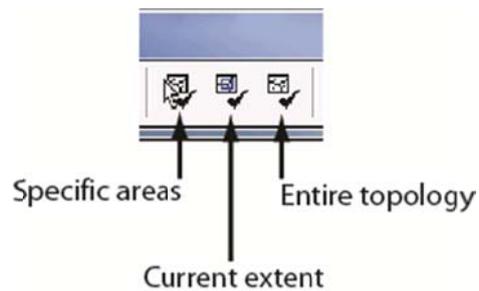
8.4 Topologie prüfen

Nach der manuellen Digitalisierung von Objekten kann überprüft werden, ob die verschiedenen Topologieregeln eingehalten werden (Topologieregeln erstellen siehe Kapitel 7.5.1). Dabei muss die *Edit*-Session geöffnet sein: *Editor* → *Start Editing* (siehe Kapitel 8.2.1).

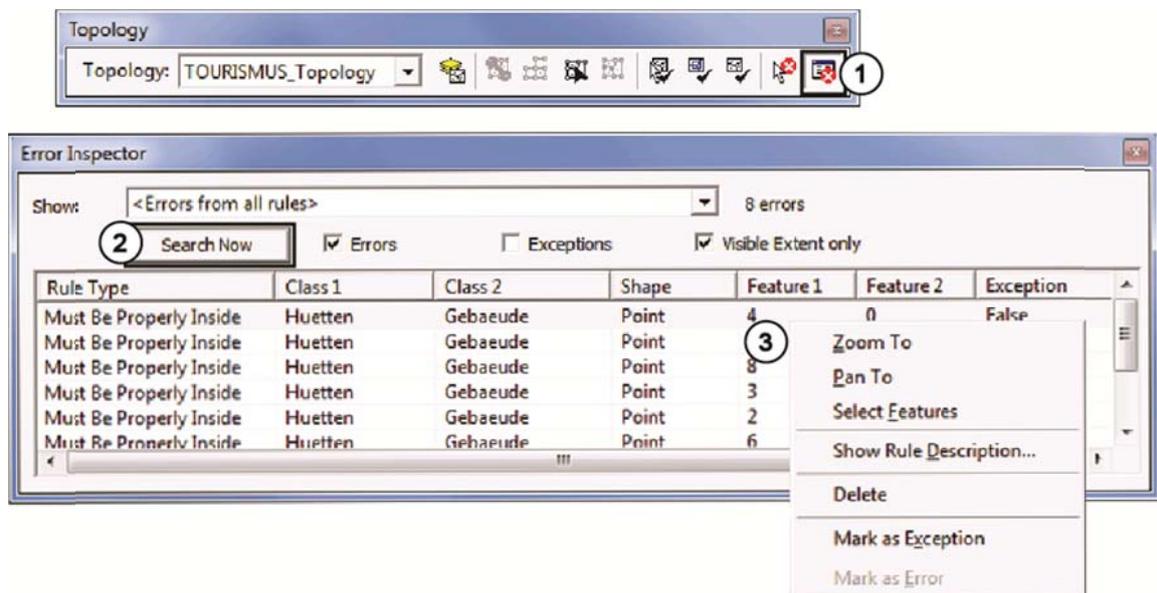
1. Unter *View* → *Toolbars* die *Topology*-Toolbar öffnen:



2. In der *Topology*-Toolbar die zu prüfende Topologie auswählen
3. Mit den *Validation*-Tasten lassen sich die topologischen Regeln validieren.



4. Suche nach Fehlern und Ausnahmen: Button *Search Now* ² im *Error Inspector* ¹ anklicken. Es öffnet sich eine Liste mit allen topologischen Fehlern:

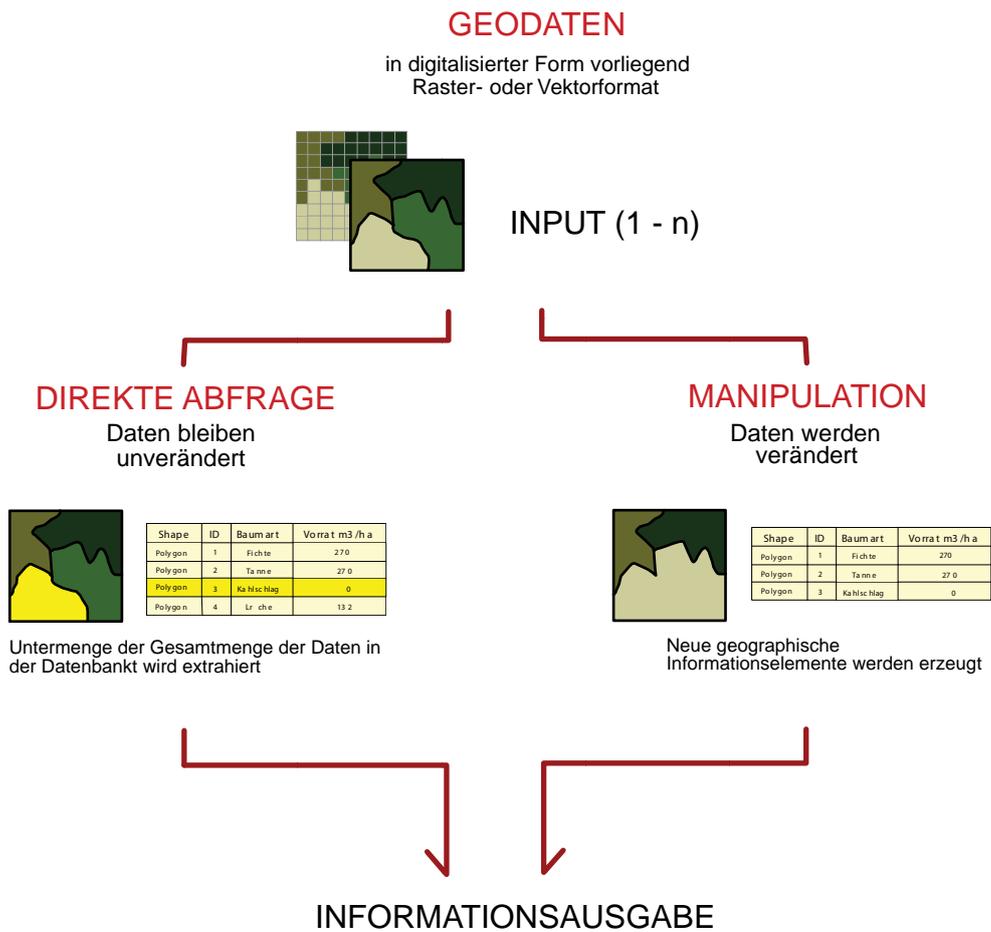


5. Durch klicken auf einen der gefunden Fehler in der Fehlerliste wird das dazugehörige Objekt auf der Karte angezeigt.
6. Mit einem Rechtsklick auf einen Fehler ³ werden die Fehlerbehebungsmethoden angezeigt. Die geeignete Methode auswählen.
7. Wenn der Fehler nicht korrigiert werden soll, kann er als Ausnahme markiert werden (*Mark as Exception*).

9 Datenanalyse

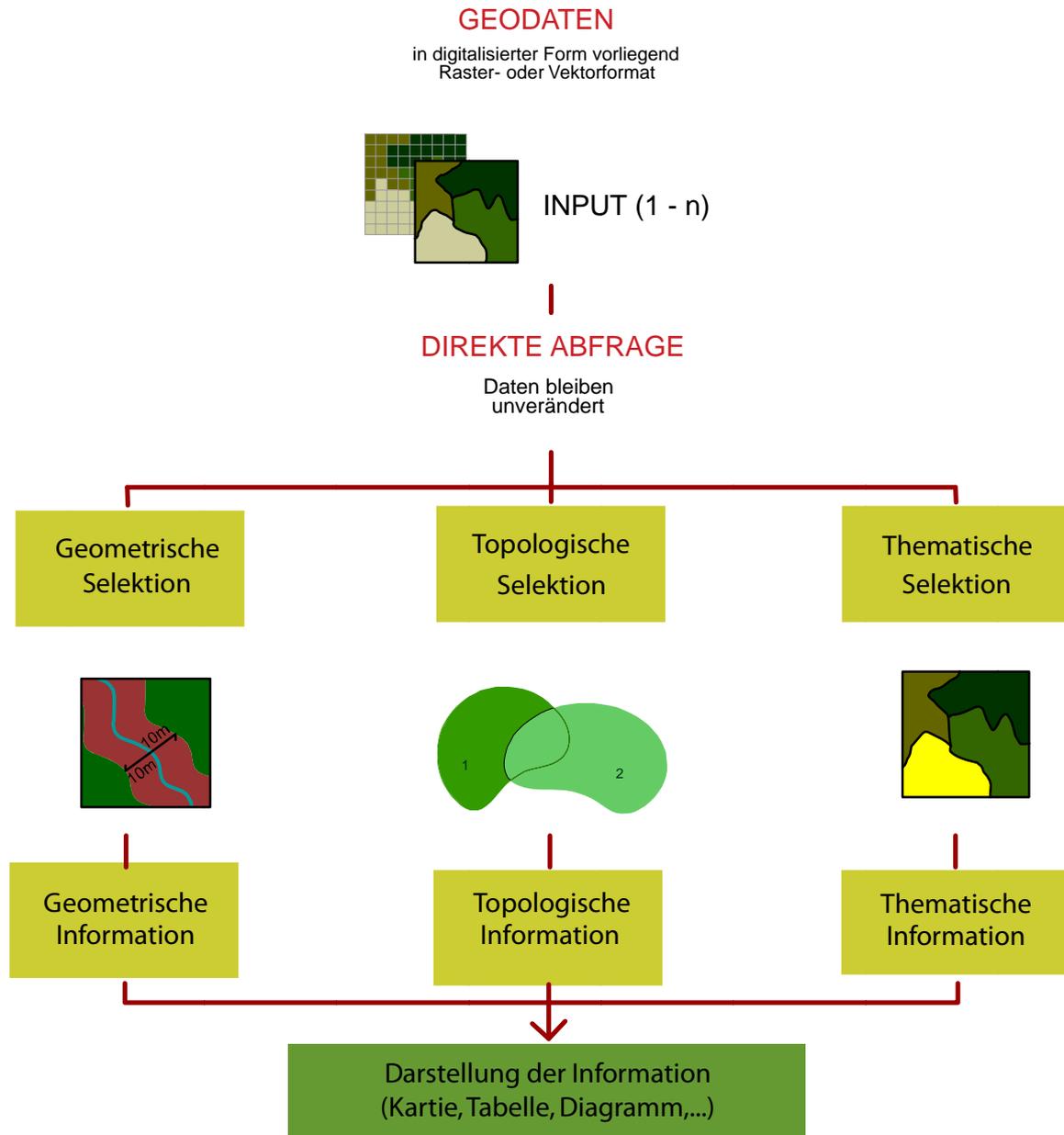
9.1 Vektor GIS Analysen - Allgemeines

Bei der Datenanalyse sind zwei Methoden zu unterscheiden. Methoden, die keine neuen Daten erzeugen und die vorhandenen auch nicht verändern, werden als **Abfrage** (Query) bezeichnet. Werden neue Daten hergeleitet oder die Originale verändert, so spricht man von **Manipulation**.



9.2 Direkte Abfragen

Die Unterteilung der Geoinformation in **Geometrie**, **Topologie** und **Thematik** charakterisiert die Abfrageformen, wie dargestellt in der folgenden Abbildung.



9.2.1 Thematische Selektion

Man unterscheidet zwei Arten von thematischen Abfragen:

- **Einfache Abfrage**, wo Selektionen unter Verwendung von nur einem Attribut formuliert werden.

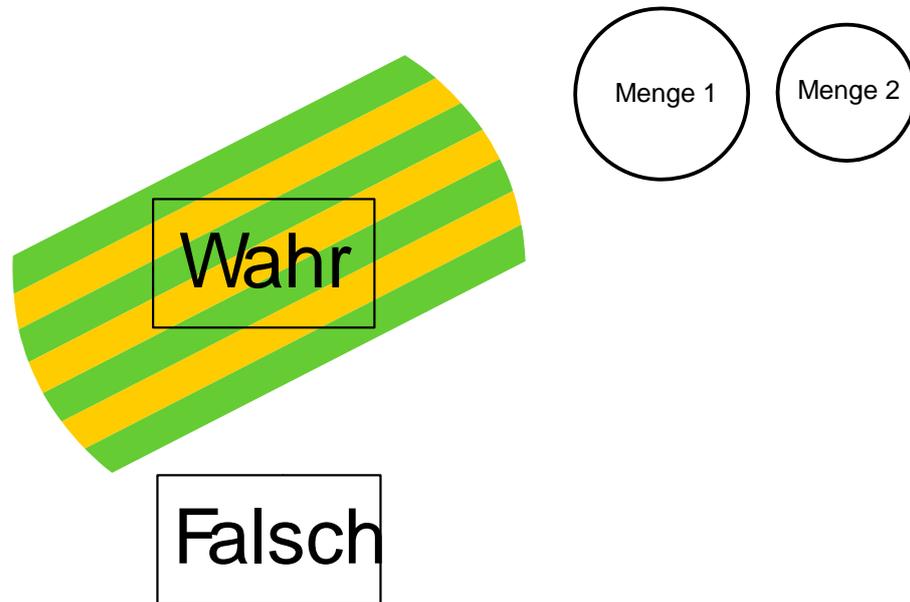
Parzelle mit
Eigentümer = „Müller“

- **Verschachtelte Abfrage**, wo Selektionen unter Verwendung von mehreren Attributen formuliert werden.

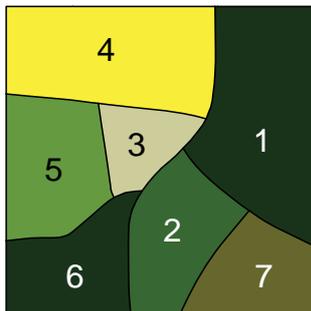
Parzelle mit
Eigentümer = „Müller“ und Bodennutzung = „Wiese“

Für solche Abfragen werden **LOGISCHE OPERATOREN** verwendet, die logische Ausdrücke (mit zwei möglichen Werten „wahr“ oder „falsch“) verbinden. Solche Operatoren sind **AND, OR, XOR, NOT**.

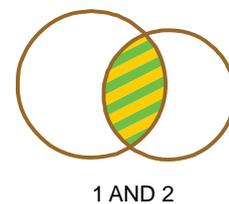
Legende:



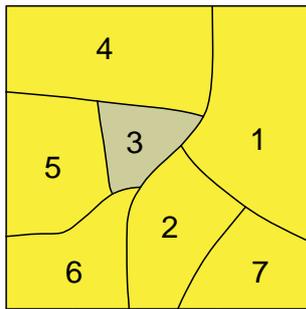
AND-Operator: „Welche Parzellen haben Lärche als Baumart **UND** einen Vorrat grösser als 110m³/ha? “



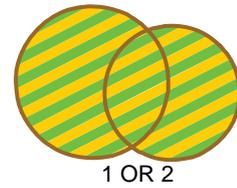
Shape ID	Baumart	Vorrat m ³ /ha
Polygon 1	Fichte	250
Polygon 2	Tanne	250
Polygon 3	Kahlschlag	0
Polygon 4	Lärche	120
Polygon 5	Buche	300
Polygon 6	Fichte	130
Polygon 7	Lärche	100



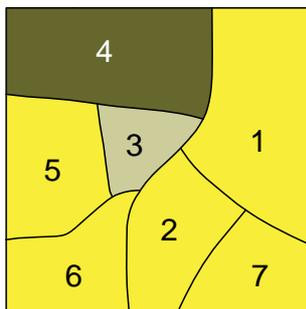
OR-Operator: „Welche Parzellen haben Lärche als Baumart **ODER** einen Vorrat grösser als 110m³/ha? “



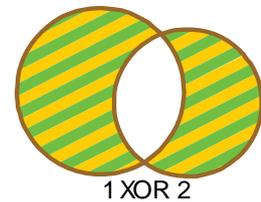
Shape ID	Baumart	Vorrat m ³ /ha
Polygon 1	Fichte	250
Polygon 2	Tanne	250
Polygon 3	Kahlschlag	0
Polygon 4	Lärche	120
Polygon 5	Buche	300
Polygon 6	Fichte	130
Polygon 7	Lärche	100



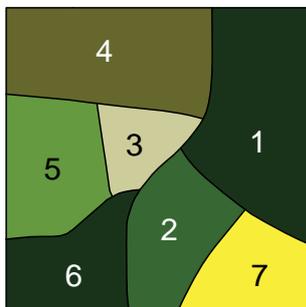
XOR-Operator: „Welche Parzellen haben **ENTWEDER** Lärche als Baumart **ODER** einen Vorrat grösser als 110m³/ha? “



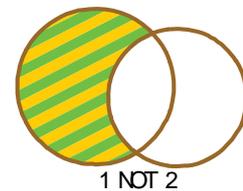
Shape ID	Baumart	Vorrat m ³ /ha
Polygon 1	Fichte	250
Polygon 2	Tanne	250
Polygon 3	Kahlschlag	0
Polygon 4	Lärche	120
Polygon 5	Buche	300
Polygon 6	Fichte	130
Polygon 7	Lärche	100



NOT-Operator: „Welche Parzellen haben Lärche als Baumart, **ABER KEINEN** Vorrat grösser als 110m³/ha? “



Shape ID	Baumart	Vorrat m ³ /ha
Polygon 1	Fichte	250
Polygon 2	Tanne	250
Polygon 3	Kahlschlag	0
Polygon 4	Lärche	120
Polygon 5	Buche	300
Polygon 6	Fichte	130
Polygon 7	Lärche	100

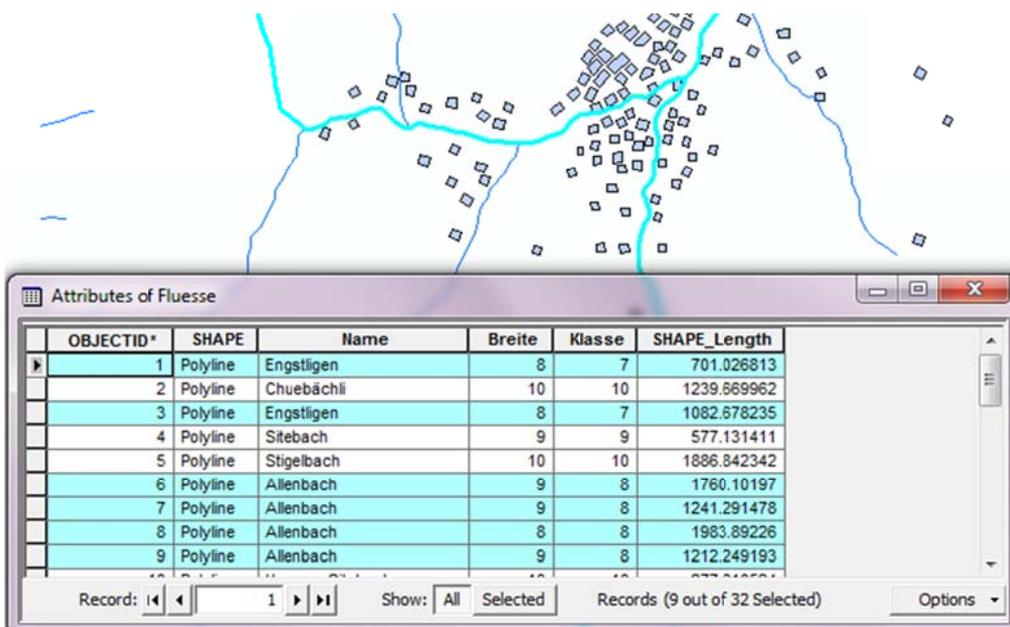
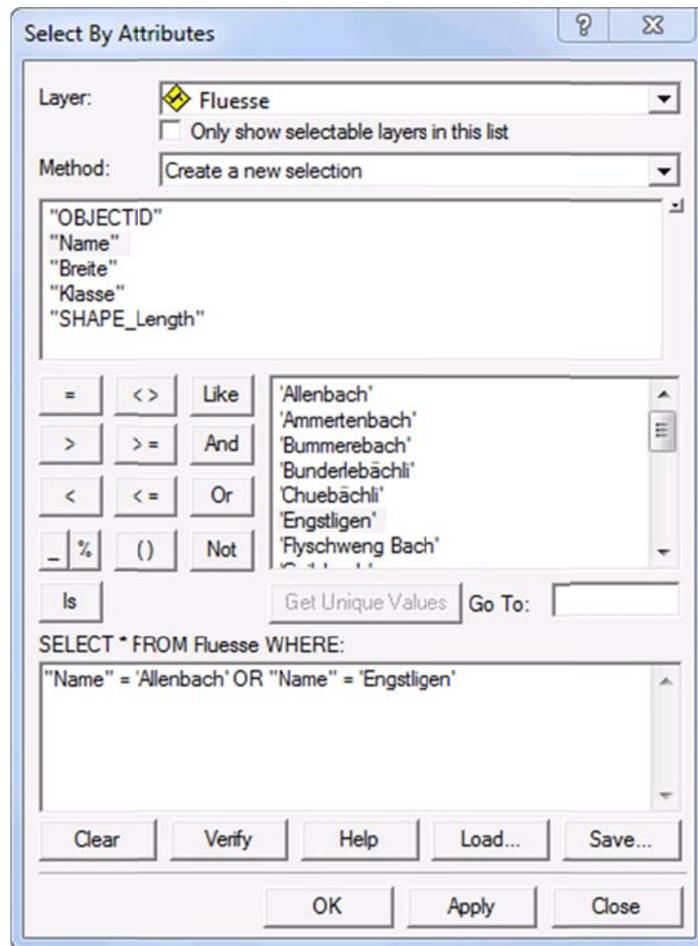


9.2.1.1 Thematische Selektion in ArcGIS

Selektionen können manuell durch Anklicken der entsprechenden Objekte oder der Reihen in der Tabelle erzeugt werden oder sie entstehen als Resultat einer Datenbankabfrage. Thematische Abfragen werden mit Hilfe des Tools *Selection* → *Select by Attributes* durchgeführt.

In der folgenden Dialogmaske werden Bedingungen für die Attributwerte von Datensätzen formuliert. Dabei kann unter *Method* gewählt werden, ob eine neue Selektion durchgeführt, die Daten zu einer Selektion hinzugefügt oder entfernt oder

nur aus einer bestehenden Selektion ausgewählt werden soll. Die entsprechenden Objekte werden immer graphisch in der Karte und in der Attributtabelle markiert.



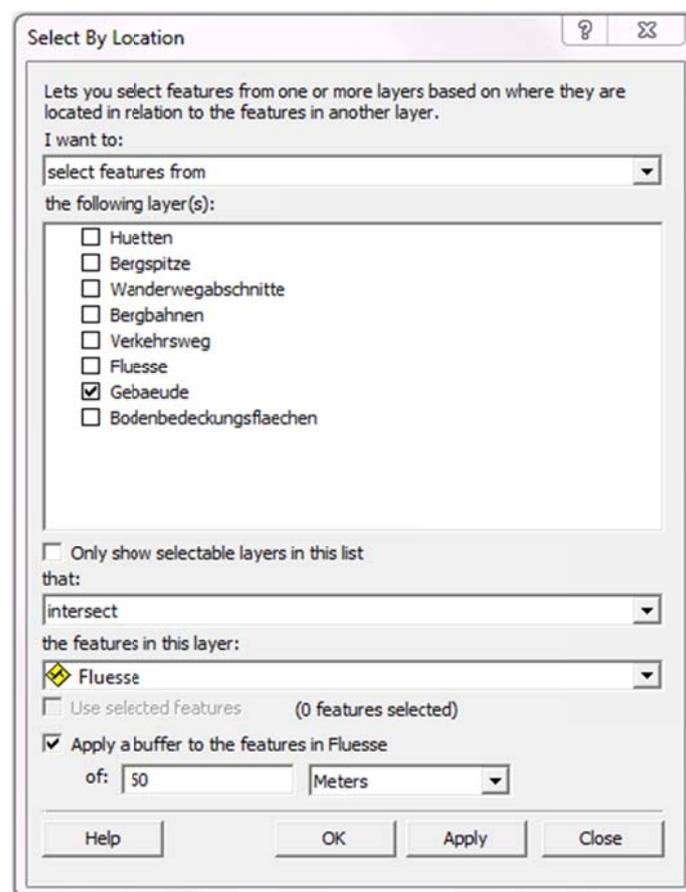
9.2.2 Topologische Selektion

Topologische Selektionen werden in der folgenden Art ausgedrückt: „*Selektiere alle Gebäude die weniger als 200m von den selektierten Flüssen entfernt liegen*“, oder „*Selektiere alle Gebäude die innerhalb einer bestimmten Fläche liegen*“. Die Beziehungen zwischen Flächenobjekten und anderen geometrischen Objekten dienen oft als Analyse Kriterien.

9.2.2.1 Topologische Selektion in ArcGIS

Topologische Abfragen werden mit Hilfe des Tools *Selection* → *Select by Location...* durchgeführt.

In der folgenden Maske kann man schon vorbereitete Bedingungen für die topologische Selektion benutzen.

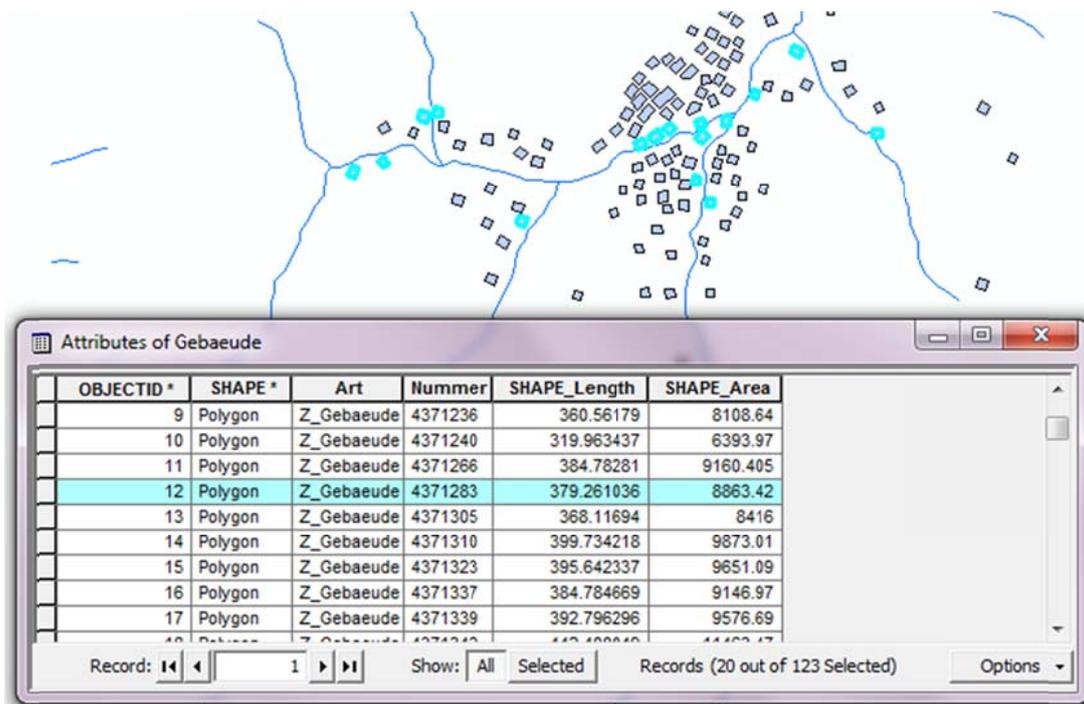


Mögliche Abfragekriterien sind:

- *Intersect* - Verschneiden
- *Are within a distance of* – Befinden sich innerhalb einer gewissen Entfernung
- *Completely contain* – vollständig enthalten
- *Are completely within* – vollständig innerhalb
- *Have their centroid within* – haben den Schwerpunkt innerhalb

- *Share a line segment with* – teilen Liniensegmente mit
- *Touch the boundary of* – berühren die Grenze von
- *Are identical to* – sind identisch zu
- *Are crossed by the outline of* – werden gekreuzt von den Aussenlinien von
- *Contain* - enthalten
- *Are contained by* – werden enthalten von

Die entsprechenden Objekte werden graphisch und in der Attributtabelle markiert.



9.2.3 Geometrische Selektion

Die Suchkriterien für geometrische Selektionen können die folgenden sein:

- Objekte in einem Koordinatenfenster
- Flächen von Flächenobjekten
- Längen von linienförmigen Objekten
- zusätzliche Funktionen wie *Buffering* (Puffer und Umgebungsfläche: siehe Kapitel 9.3.4)

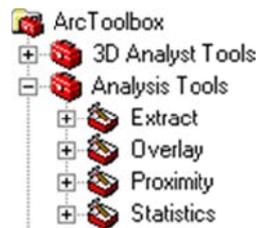
9.3 Manipulationen

Manipulationen haben die Eigenschaft, aus bestehenden Geometrien vollständig neue Geodaten zu erzeugen.

9.3.1 Allgemeines zu den Analysewerkzeugen (Analysis Tools)

In der **ArcToolbox**  stehen unter *Analysis Tools* einige Analysewerkzeuge zur Verfügung. Die verschiedenen Werkzeuge sind in vier Gruppen unterteilt:

- *Extract* (Ausschnitt)
- *Overlay* (Überlagerung)
- *Proximity* (Umgebung)
- *Statistics* (Statistik)



Im Folgenden wird auf einige häufig verwendete Analysewerkzeuge etwas näher eingegangen.

9.3.2 *Extract (Ausschnitt):*

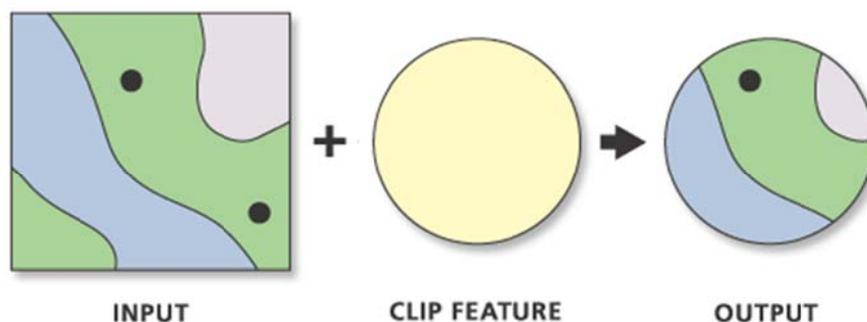
Unter *Extract* (Ausschnitt) sind folgende Funktionen zu finden:

- *Clip* (siehe Kapitel 9.3.2.1)
- *Select*
- *Split*
- *Table Select*

9.3.2.1 **Clip**

Bei der *Clip*-Funktion dient ein *Feature* als Maske. Es wird eine neue *Feature Class* erzeugt, welche die Teile des *Input-Features* enthält, die sich mit dem *Clip Feature* decken.

Der Unterschied zwischen dem *Clip*- und dem *Intersect*-Werkzeug ist, dass beim *Clip*-Werkzeug die *Attribute* des *Clip Features* nicht weitergegeben werden.



ArcToolbox → Extract → Clip

9.3.3 **Overlay (Überlagerung)**

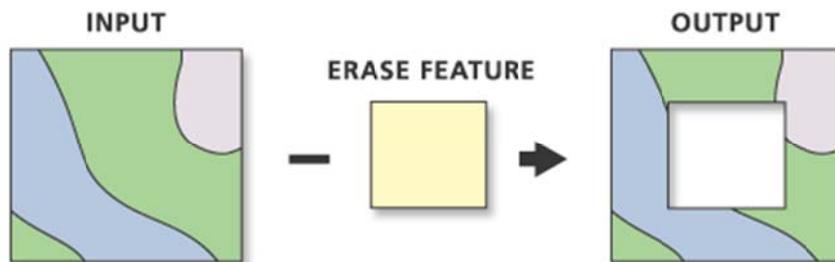
Unter *Overlay* (Überlagerung) sind folgende Funktionen zu finden:

- *Erase* (siehe Kapitel 9.3.3.1)
- *Identity* (siehe Kapitel 9.3.3.2)
- *Intersect* (siehe Kapitel 9.3.3.3)
- *Spatial Join*
- *Symmetrical Difference*
- *Union* (siehe Kapitel 9.3.3.4)
- *Update* (siehe Kapitel 0)

9.3.3.1 **Erase**

Erase erzeugt eine neue *Feature Class* indem zwei *Feature Classes* übereinander gelegt werden. Die Fläche des *Erase-Features* definiert die Geometrie der Fläche, die aus dem *Input-Feature* gelöscht wird.

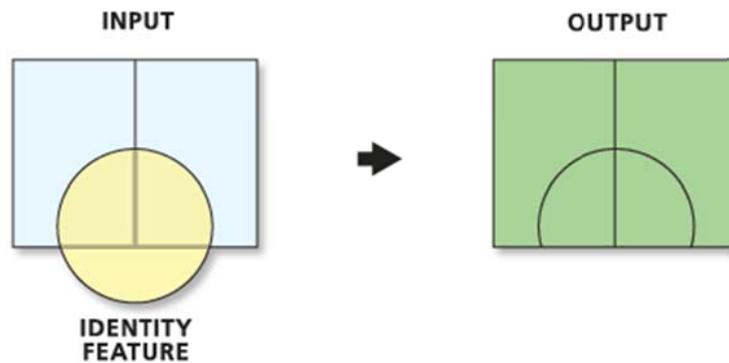
Input-Features können Punkte, Linien oder Flächen sein. Das *Erase-Feature* muss eine Fläche sein. Die *Output-Feature Class* ist immer vom gleichen Geometrietyp wie die *Input-Feature Class*.



ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Overlay* → *Erase*

9.3.3.2 **Identity**

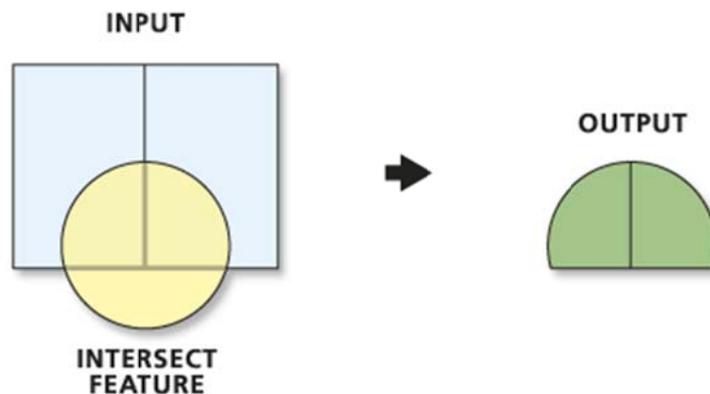
Identity erzeugt eine geometrische Verschneidung vom *Input-Feature* und vom *Identity-Feature*. Der Teil des *Input-Features*, der mit dem *Identity-Feature* überlappt, erhält zusätzlich alle Attribute des *Identity-Features*.



ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Overlay* → *Identity*

9.3.3.3 Intersect

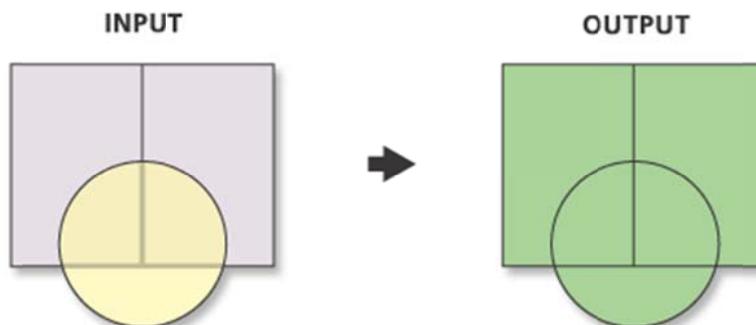
Intersect erzeugt eine geometrische Verschneidung von verschiedenen *Features*. Es werden die Attribute von allen *Features* im überlappenden Teil in die *Output-Feature Class* geschrieben.



ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Overlay* → *Intersect*

9.3.3.4 Union

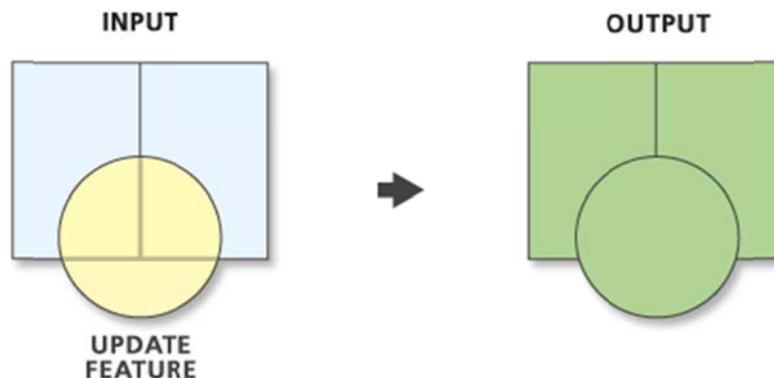
Union erzeugt eine geometrische Verschneidung von verschiedenen *Features*. Es werden alle *Features* mit allen Attributen in die *Output-Feature Class* geschrieben.



ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Overlay* → *Union*

Update

Update erzeugt eine geometrische Verschneidung des *Input-* und des *Update-Features*. Die Attribute und die Geometrie des *Input-Features* werden durch das *Update-Feature* aktualisiert. Das Resultat vom *Update* wird in die *Output-Feature Class* geschrieben.



ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Overlay* → *Update*

9.3.4 Proximity (Umgebung)

Unter *Proximity* (Umgebung) sind folgende Funktionen zu finden:

- *Buffer* (siehe Kapitel 9.3.4.1)
- *Create Thiessen Polygons*
- *Multiple Ring Buffer* (siehe Kapitel 9.3.4.2)
- *Near*
- *Point Distance*

9.3.4.1 Buffer

Buffer erzeugt eine Pufferfläche mit einem vorgegebenen Abstand um das *Input-Feature* herum.

Beispiele:

Man kann zwei Buffermöglichkeiten unterscheiden:

- **Einfacher Buffer** - eine einheitliche Distanz (*Linear Unit*) für alle Elemente
- **Buffer mit Attributwerten** - Die Distanz des Buffers ist bei jedem Element abhängig vom Wert, der beim gewählten Attribut (*Field*) angegeben ist.

In der Dialogmaske kann man auch verschiedene weitere Optionen definieren: *Buffer* auf beiden Seite des Objektes oder nur auf einer (*Side Type*), runde oder flache Grenzen (*End Type*), Ergebnisse mit oder ohne Vereinigung der Fläche (*Dissolve Type*).

ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Proximity* → *Buffer*

9.3.4.2 Multiple Ring Buffer

Mit dem Tool *Multiple Ring Buffer* kann man mehrere Bufferringe um Objekte machen. Unter *Distances* können die gewünschten Abstände der Bufferringe angegeben werden.

ArcToolbox → *Analysis Tools* → *Proximity* → *Multiple Ring Buffer*

10 Arbeiten mit Rasterdaten

10.1 Georeferenzierung von Rasterdaten

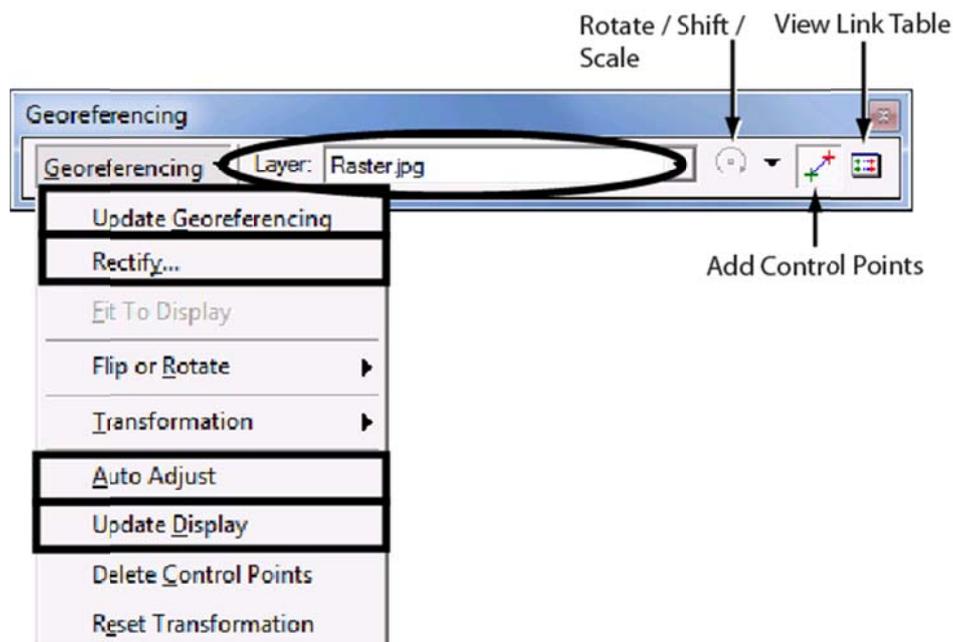
Die Aufgabe der Georeferenzierung ist es, einem Datensatz, welcher noch keine Realweltkoordinaten hat, einen räumlichen Bezug zuzuweisen, d.h. ihn in ein geodätisches Referenzsystem einzupassen. Dies geschieht mit Hilfe von Referenzpunkten (Passpunkten), deren Lagen bekannt sind sowie einer mathematischen Funktion. Die verwendete Funktion hängt von der Anzahl der verwendeten Referenzpunkte ab.

Es gibt zwei Möglichkeiten eine Rasterdatei zu georeferenzieren:

- „visuelle“ Georeferenzierung, wenn bereits andere georeferenzierte Daten von einem Gebiet vorhanden sind
- wenn die Koordinaten von einigen Punkten bekannt sind, kann eine Rasterdatei durch die Auswahl dieser Punkte und Eingabe der Koordinatenwerte georeferenziert werden

Um ein Bild in **ArcMap** zu georeferenzieren, muss zuerst die zu georeferenzierende Datei geladen werden (siehe Kapitel 4.5).

Ausserdem benötigt man die Toolbar *Georeferencing* (Rechtmausklick auf die Menü-Leiste → *Georeferencing* oder im Hauptmenü *View* → *Toolbars* → *Georeferencing*). Überzeugen Sie sich, dass das zu referenzierende Raster in der *Georeferencing*-Toolbar unter *Layer* aktiv ist:



Um zu vermeiden, dass nach jedem neuen Punkt die Transformation gerechnet wird, kann die Option *Auto Adjust* ausgeschaltet werden. Dies geschieht entweder via *Georeferencing* → *Auto Adjust* oder im *Link Table* Fenster (öffnen mit Button *View Link Table*) durch entfernen des Häkchens unter *Auto Adjust*.

10.1.1 „Visuelle“ Georeferenzierung

Wählen Sie für die Georeferenzierung solche Punkte aus, die auf dem bereits georeferenzierten Bild oder den georeferenzierten Vektordaten und dem zu georeferenzierenden Bild einfach zu identifizieren sind (z.B. Koordinatenkreuze, Strassenkreuzungen,...).

Wählen Sie das Icon *Add Control Points*  aus der *Georeferencing* Toolbar aus und klicken Sie auf den gewünschten Punkt auf dem zu referenzierenden Bild: ein grünes Kreuz erscheint.

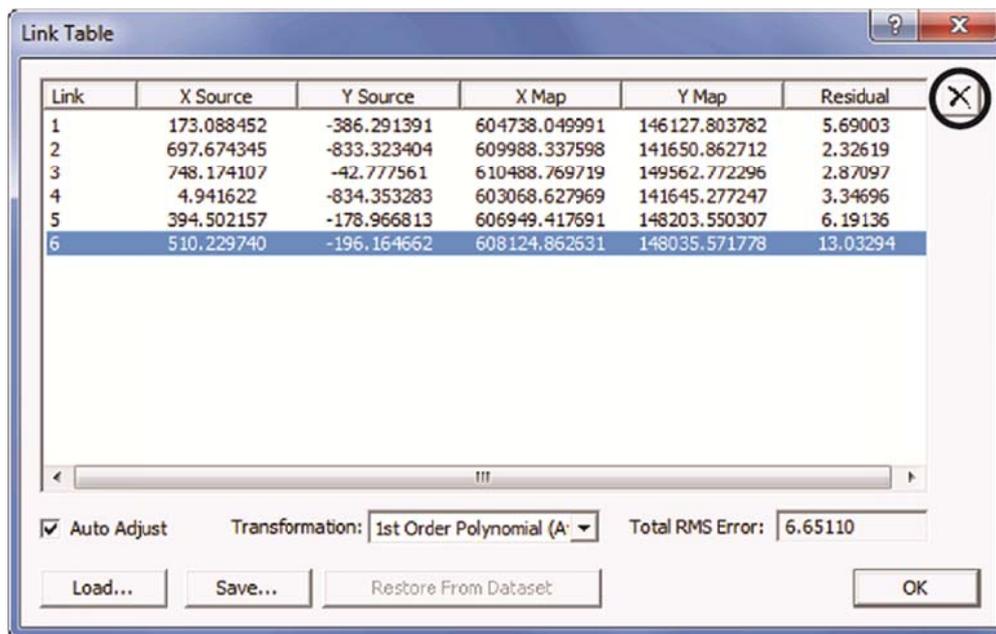
Falls die Position des grünen Kreuzes nicht richtig ist, können Sie das Kreuz mit der Taste *ESC* wieder löschen.

Anschliessend muss mit Hilfe der Option *Zoom To Layer* und den Bewegungstools    der entsprechende georeferenzierte Punkt gesucht und mit dem Werkzeug *Add Control Points*  angeklickt werden: ein rotes Kreuz erscheint. Zwischen den beiden abgesetzten Kreuzen erscheint ein Verschiebungsvektor.

Setzen Sie so einige Punkte. Diese sollten möglichst gleichmässig auf der Karte, die Sie georeferenzieren wollen, verteilt sein.

Die abgesetzten Punkte können mit *View Link Table*  angezeigt werden.

Sie können einen fehlerhaften Punkt mit dem Kreuz oben rechts im *Link Table* Fenster löschen:



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	173.088452	-386.291391	604738.049991	146127.803782	5.69003
2	697.674345	-833.323404	609988.337598	141650.862712	2.32619
3	748.174107	-42.777561	610488.769719	149562.772296	2.87097
4	4.941622	-834.353283	603068.627969	141645.277247	3.34696
5	394.502157	-178.966813	606949.417691	148203.550307	6.19136
6	510.229740	-196.164662	608124.862631	148035.571778	13.03294

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (A) Total RMS Error: 6.65110
 Load... Save... Restore From Dataset OK

Manchmal kann es vorteilhaft sein, die Punkteliste als Textfile zu Speichern: in der *Link Table* → *Save...* So kann diese Liste zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen werden (*Load...*) und die Punkte müssen nicht mehr neu erfasst werden.

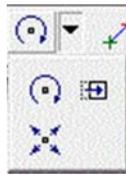
Wenn Sie genügend Punkte zugeordnet haben (mindestens 3 für eine affine Transformation), können Sie die Option *Update Display* im *Georeferencing* Menü wählen, um das zu referenzierende Bild zu bewegen (dies ist nur nötig bei ausgeschalteter *Auto Adjust* Funktion). Das neu referenzierte Bild sollte mit den bereits referenzierten Daten übereinstimmen. Falls das Resultat nicht zufrieden stellend ist, überprüfen Sie, ob ein Punkt einen grossen Residualwert hat. Wenn ja, hat sich wahrscheinlich ein Fehler oder eine Ungenauigkeit eingeschlichen. Die Verlinkung kann gelöscht und die Georeferenzierung nochmals gerechnet werden.

Der *RMS Error* (*Root Mean Square Error*) zeigt die mittlere Lagegenauigkeit relativ zur Referenzvorlage, die mit Georeferenzierung erreicht werden kann.

Wenn die Georeferenzierung zufrieden stellend ausgeführt wurde, muss sie noch gespeichert werden (siehe Kapitel 10.1.4).

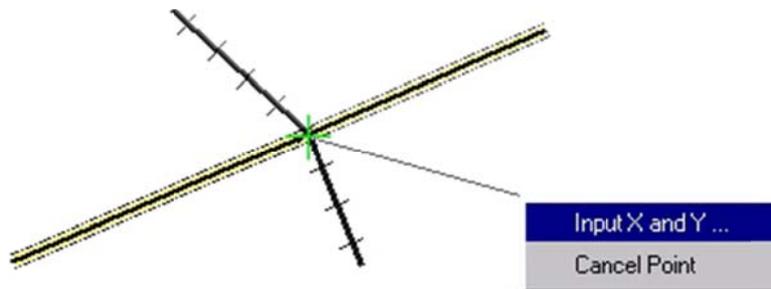
10.1.1.1 Georeferenzierung ohne Änderung des Massstabs

Wenn das zu referenzierte Bild nur eine Drehung, eine Skalierung oder eine Translation benötigt (und keine Änderung des Massstabs), kann es auch mit den Werkzeugen *Rotate*, *Scale* und *Shift* referenziert werden:



10.1.2 *Georeferenzierung durch Eingabe von Koordinaten*

Klicken Sie mit dem Tool *Add Control Points*  auf den koordinatenmässig bekannten Punkt, dann klicken Sie mit der rechten Maustaste ins Bild, wählen *Input X and Y* und fügen die entsprechenden Koordinaten hinzu.



Wenn alle gewünschten Punkte eingefügt sind, kann mit der Option *Update Display* im Menü *Georeferencing* die Georeferenzierung ausgeführt und kontrolliert werden.

Wenn die Georeferenzierung zufrieden stellend ausgeführt wurde, muss sie noch gespeichert werden (siehe Kapitel 10.1.4).

10.1.3 *Eine Georeferenzierung kontrollieren*

Um die Georeferenzierung visuell zu kontrollieren, kann das obere Bild ein- und ausgeblendet werden (Häkchen beim Layer setzen und entfernen)



Eine andere Möglichkeit ist das obere Bild transparent darzustellen. Anleitung dazu finden sie im Kapitel 4.8.5.3.

So können Sie kontrollieren, ob die beiden Bilder gut zusammenpassen.

10.1.4 *Georeferenzierung speichern*

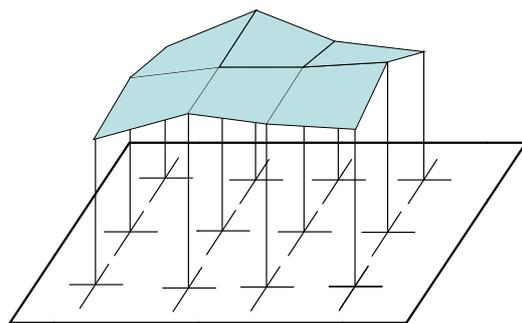
Der Befehl *Update Display* führt die Georeferenzierung aus, speichert sie aber nicht ab.

Wenn die Georeferenzierung zufrieden stellend ausgeführt wurde, muss sie noch gespeichert werden: Sie können entweder eine *World Datei* produzieren mit *Georeferencing* → *Update Georeferencing* oder neue Rasterdaten herstellen mit *Georeferencing* → *Rectify*.

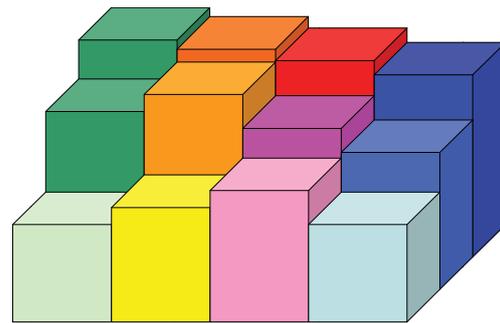
10.2 Integer- und Floating-Point-Grid

10.2.1 Unterscheidung Integer- und Floating-Point-Grid

Bei Rasterdaten wird zwischen *Integer*- und *Floating-Point-Grids* unterschieden. Das Grid vom Typ *float* besteht aus Gleitkommazahlen und wird für kontinuierliche Daten verwendet (z.B. DHM), während das *Integer-Grid* aus Integer-Werten besteht und kategorische/diskrete Daten repräsentiert (z.B. Bodenbedeckungsarten).



Floating-Point-Grid



Integer-Grid

10.2.2 Value Attribute Table (VAT-Table) bei Integer-Grid

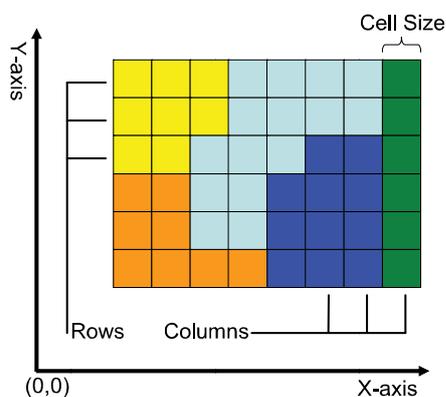
Jedes *Integer-Grid* hat eine *Value Attribute Table* (VAT) mit mindestens zwei Elementen:

- *VALUE*: Wert der Zellen
- *COUNT*: Anzahl Zellen mit diesem Wert

Diese Tabelle ist nur bei *Integer-Grids* vorhanden, Grids mit Floating-Point Zahlen haben also keine *VAT*.

Für ein Bild ergibt sich eine Art Histogramm. Dabei können zusätzliche Attribute hinzugefügt (z.B. „Soil“ und „Suit.“ im Beispiel unten) oder mit der *VAT* assoziiert werden.

Falls keine Information für eine Zelle vorhanden ist bekommt sie den Wert *NO DATA*.



Value Attribute Table (VAT)

Value	Count	Soil	Suit.
1	11	Water	0
2	15	Id3	1
3	8	Sg	3
4	6	Id2	1
5	8	Tn4	2

10.3 Räumlichen Ausdehnung von Rasterdaten anpassen

10.3.1 Zusammenfügen von Rasterdaten (*Mosaic*)

Bei einem *Mosaic* werden mehrere Raster in einem einzigen Rasterdatensatz zusammengefügt. Um ein *Mosaic* zu erstellen, öffnen Sie die **ArcToolbox** . Unter *Data Management Tools* → *Raster* → *Mosaic* finden Sie das Werkzeug dazu. Zuerst müssen die Raster angegeben werden, welche zusammengefügt werden sollen. Das *Target Raster* muss ein schon existentes *Raster Dataset* sein. Dieses kann leer sein oder auch schon Daten enthalten.

Die Funktion *Mosaic* eignet sich auch zum Zusammenführen von Rastern die aneinandergrenzen und sich an den Rändern überlappen. Man kann festlegen, dass im Überlappungsbereich nur die Werte eines oder der Mittelwert der angrenzenden Layer genommen wird. Zudem eignet sich diese Funktion ebenfalls für das Zusammenführen von kontinuierlichen Daten wie z.B. digitale Höhenmodelle.

10.3.2 Zuschneiden von Rasterdaten

Gerade Rasterdaten decken oft einen grösseren Ausschnitt ab, als wirklich für die Analysen nötig ist. Dabei wird unnötig Speicherplatz gebraucht. Um das zu vermeiden, kann der gewünschte Ausschnitt extrahiert werden.

10.3.2.1 Durch Angabe der räumlichen Ausdehnung

In der **ArcToolbox**  unter *Data Management Tools* → *Raster* → *Clip* kann durch Angabe eines Rechteckes ein Raster zugeschnitten werden.

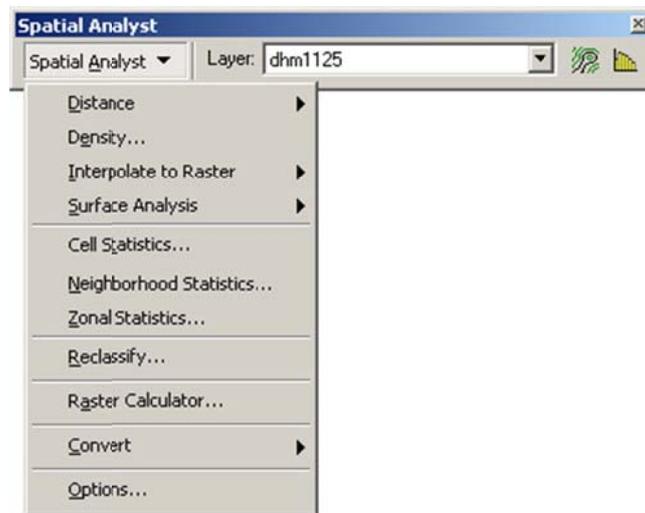
10.3.2.2 Mit Hilfe einer Maske

Zuerst muss eine Maske mit der gewünschten Ausschnittgrösse erstellt werden. Als Maske lässt sich dabei neben einem Raster auch eine *Feature Class* verwenden. Mit folgendem Tool kann dann der gewünschte Ausschnitt zugeschnitten werden: in der **ArcToolbox**  unter *Spatial Analyst Tools* → *Extraction* → *Extract by Mask*.

10.4 Räumliche Rasteranalyse

10.4.1 *Spatial Analyst Erweiterung*

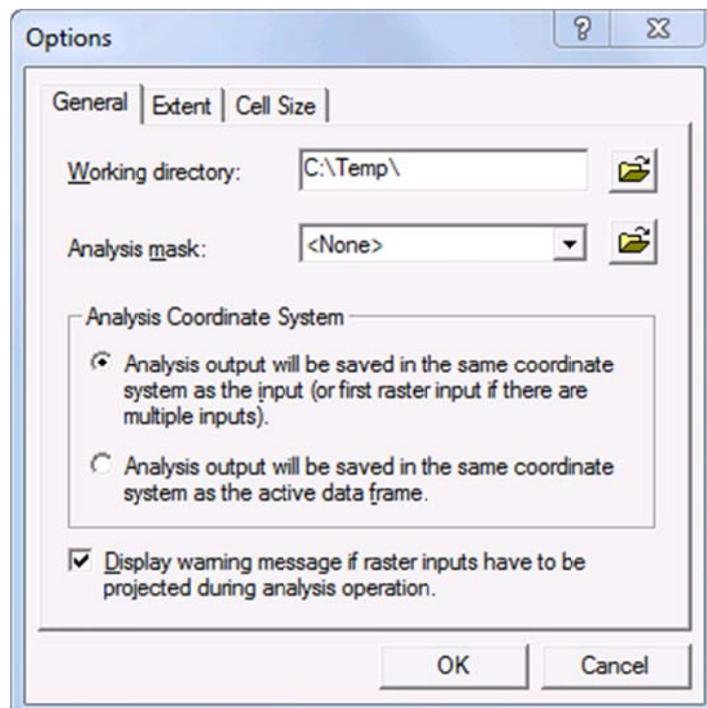
Für Raster-Analysen bietet **ArcGIS** die *Spatial Analyst* Erweiterung an.



- Erweiterung aktivieren: *Tools* → *Extensions*: *Spatial Analyst*
- Toolbar einfügen: *View* → *Toolbars* → *Spatial Analyst*

10.4.2 *Spatial Analyst Options*

Bevor man eine Datenanalyse durchführt, ist es empfehlenswert, einige Vorbedingungen zu definieren. Klicken Sie auf *Options...* aus dem *Spatial Analyst* Dropdown-Menü. In diesem Fenster kann man das Arbeitsverzeichnis, die Analysemaske und die Auflösung der Ausgaben definieren.



- Wenn die Analysen nur in einem bestimmten Gebiet durchgeführt werden sollen, kann unter *Analysis Mask* im Tab *General* dieses Gebiet als Maske definiert werden.
- *Analysis Extent* im Tab *Extent* definiert einen rechteckigen Bereich, in welchem die neuen Raster berechnet werden sollen. Die Ausdehnung eines Layers sind die X/Y-Koordinaten für die linke untere und die rechte obere Ecke.
- *Analysis Cell Size* im Tab *Cell Size* definiert die Default-Grösse der Zellen des Output-Rasters.

10.4.3 **Reklassifizierung der Rasterdaten**

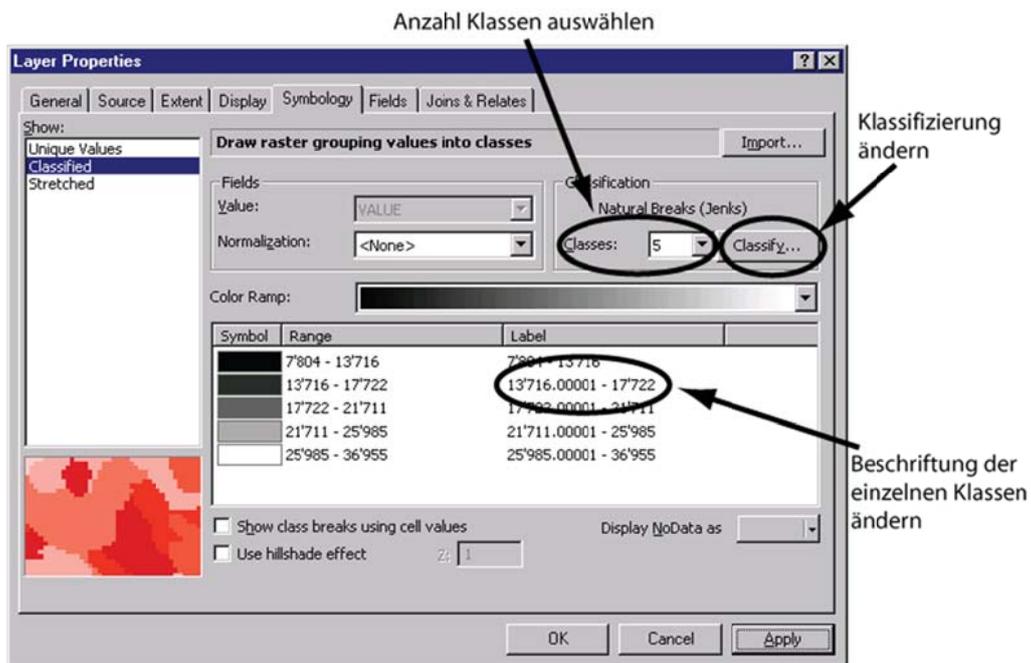
Die Reklassifizierung ist eine Funktion, welche die Werte der Input-Zellen nimmt und mit neuen Output-Zellen-Werten ersetzt. Diese Neueinteilung wird oft gebraucht um die Interpretation von Rasterdaten zu vereinfachen indem man Wertebereiche gruppiert und einem einzelnen Wert zuordnet. Z.B. ordnet man den Wert 1 allen Zellen zu, welche Werte zwischen 1 und 50 haben, den Wert 2 allen Zellen die Werte zwischen 51 und 100 haben, usw.

Es gibt zwei Möglichkeiten Rasterdaten zu reklassifizieren. Die Erste berücksichtigt nur die Legende und beeinflusst nicht die Datenstruktur und die Daten selbst. Die Zweite erstellt im Gegenteil dazu ein neues Ergebnis.

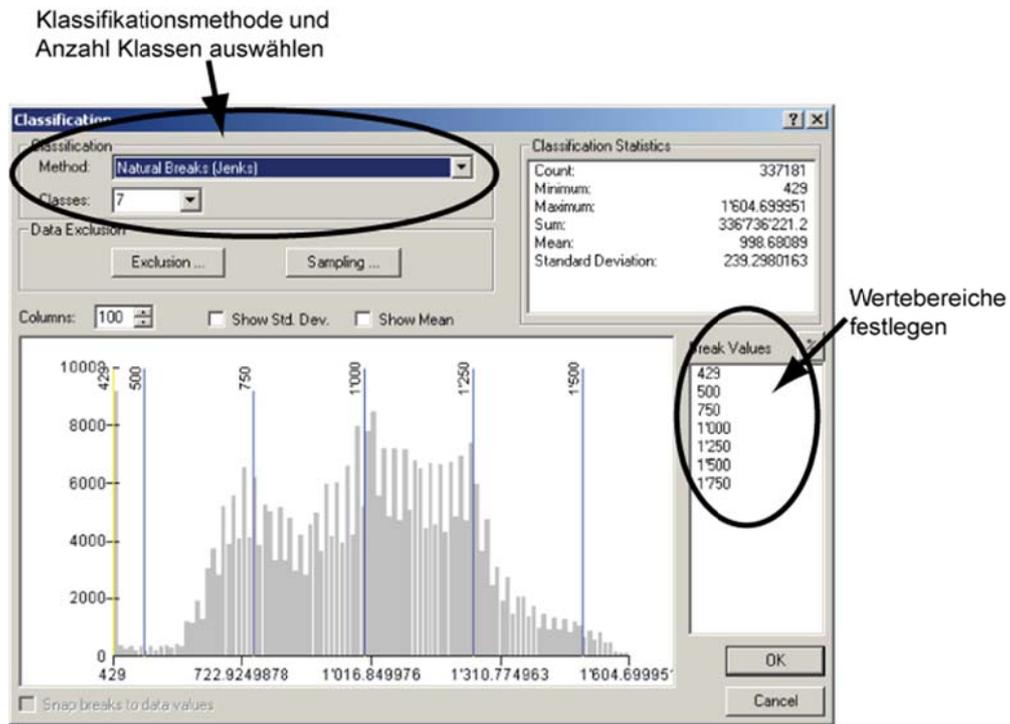
10.4.3.1 **Reklassifizierung OHNE Veränderung der Daten**

Rechtsmausklick auf das File → *Properties...* → *Symbology* → *Classified*

Hier kann man die Anzahl der Klassen wählen und die Beschriftungen jeder Klasse bestimmen. Die Methode kann nur auf numerische Felder in der Tabelle angewendet werden.

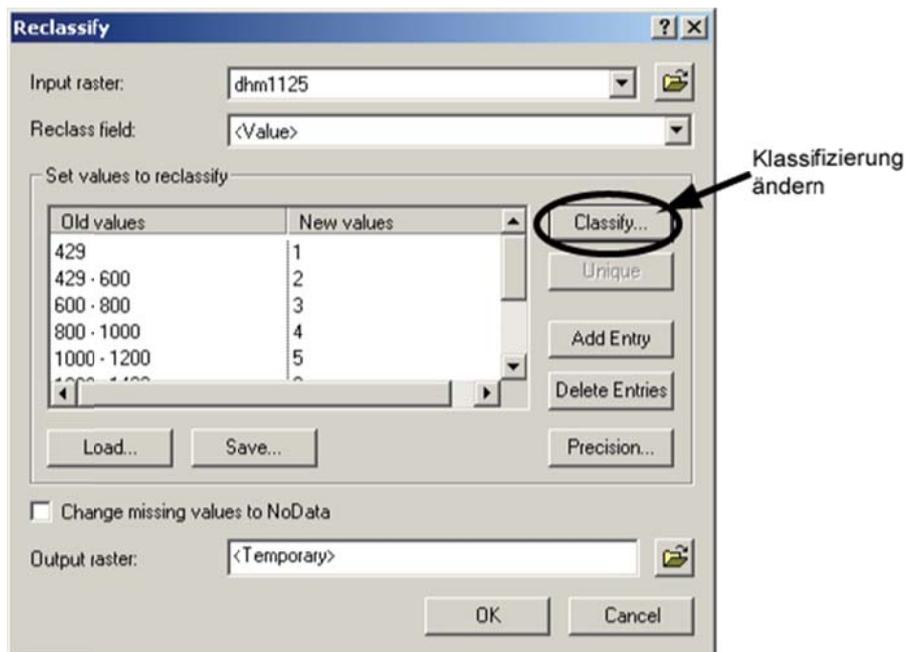


Unter *Classify...* können die Klassifikationsmethode und die Wertebereiche verändert werden. Mit Hilfe eines Histogramms können die Anzahl Klassen eingestellt werden. Einen Überblick über das verwendete Datenangebot kann man sich im Fenster *Classification Statistics* verschaffen. Wenn Sie einen Teil der Features nicht mit in die Darstellung aufnehmen wollen, können Sie diese über den Button *Exclusion...* ausschliessen. Unter *Sampling...* kann man die Grösse der Stichproben steuern, welche zur Klassifikation herangezogen werden.



10.4.3.2 Reklassifizierung MIT Veränderung der Daten

Für eine Reklassifizierung der Rasterdaten mit Veränderung der Daten: *Spatial Analyst* → *Reclassify...* Hier können die alten Werte in Form von Wertebereichen einem neuen Wert zugeordnet werden.



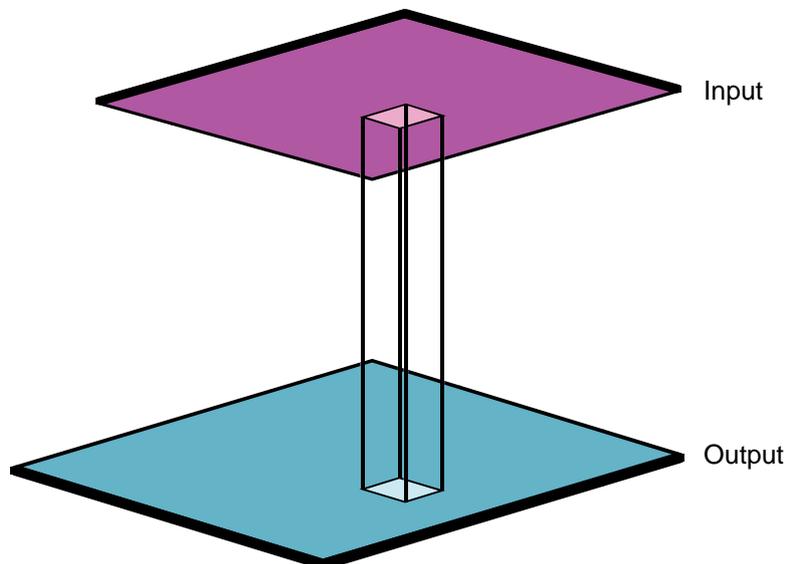
10.4.4 *Local Functions (Cell Statistics, Raster Calculator)*

Local functions berechnen ein *Output Raster Dataset* bei welchem der Output-Wert jeder Zelle eine Funktion des Wertes/der Werte der Input-Zelle(n) eines oder mehrerer Raster ist, welche sich am gleichen Ort wie die Output-Zelle befinden. Dieser Wert ist nicht von den Nachbarzellen beeinflusst.

Diese Funktionen können an einzelnen oder an mehreren Rasterdatensätzen gleichzeitig angewendet werden.

Beispiele für einzelne Eingabe: Trigonometrische Funktionen (z.B. Tangente, Sinus).

Beispiele für mehrere Eingaben: Die Berechnung des Mittelwertes oder der Standardabweichung.



Diese Funktionen werden durchgeführt mit:

Statistik einer Zelle berechnen: *Spatial Analyst* → *Cell Statistics...*

Berechnungen durchführen: *Spatial Analyst* → *Raster Calculator...*

Im *Raster Calculator* Dialog-Fenster muss der **ArcGIS**-Syntax beachtet werden.

z.B. MERGE (<grid, ..., grid>).

Zu beachten ist, dass immer ein Ausgabename (Name für <OUTPUT>) verlangt ist;

d.h.:

[<OUTPUT>] = **MERGE** (EINGABE1, EINGABE2, EINGABE3)

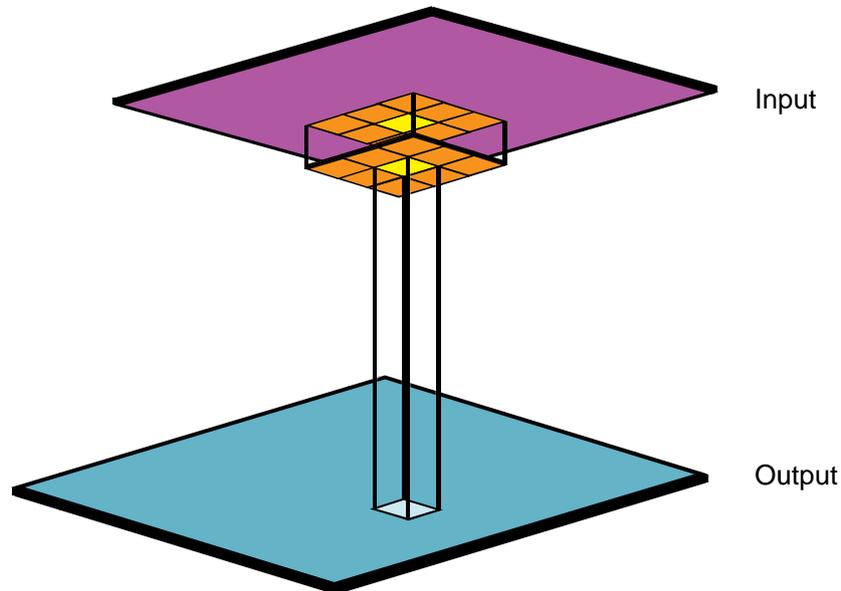
Berechnung mit *Evaluate* starten.

10.4.5 *Focal Functions (Neighborhood Statistics)*

Focal functions erstellt ein *Output Raster Dataset* in welchem der Output-Wert jeder Zellenposition eine Funktion des Input-Wertes der Zelle an dieser Position und der

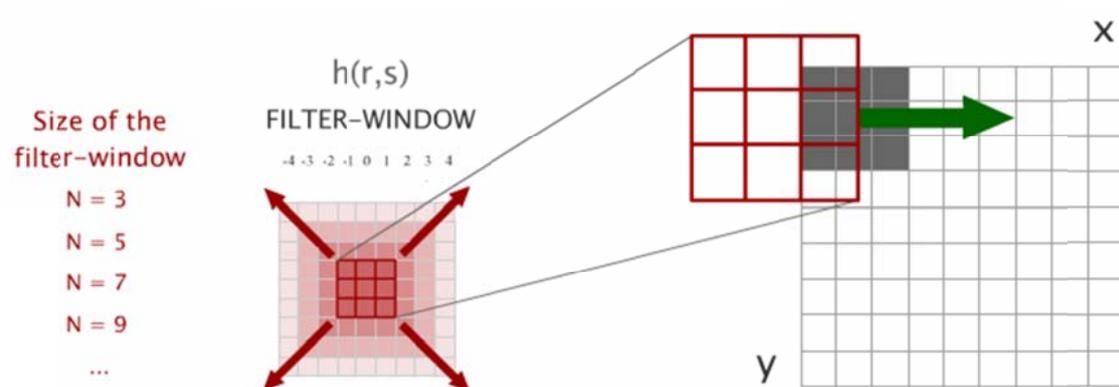
Werte der Zellen in einer festgelegten Umgebung um diese Position herum ist. Der Wert ist also von den Nachbarzellen beeinflusst.

Beispiele: Das Mittel, die Standardabweichung, die Summe oder der Wertebereich innerhalb der direkten oder erweiterten Nachbarschaft.



Diese Funktionen werden durchgeführt mit:

Nachbarschaftsstatistik: *Spatial Analyst* → *Neighborhood Statistics...*

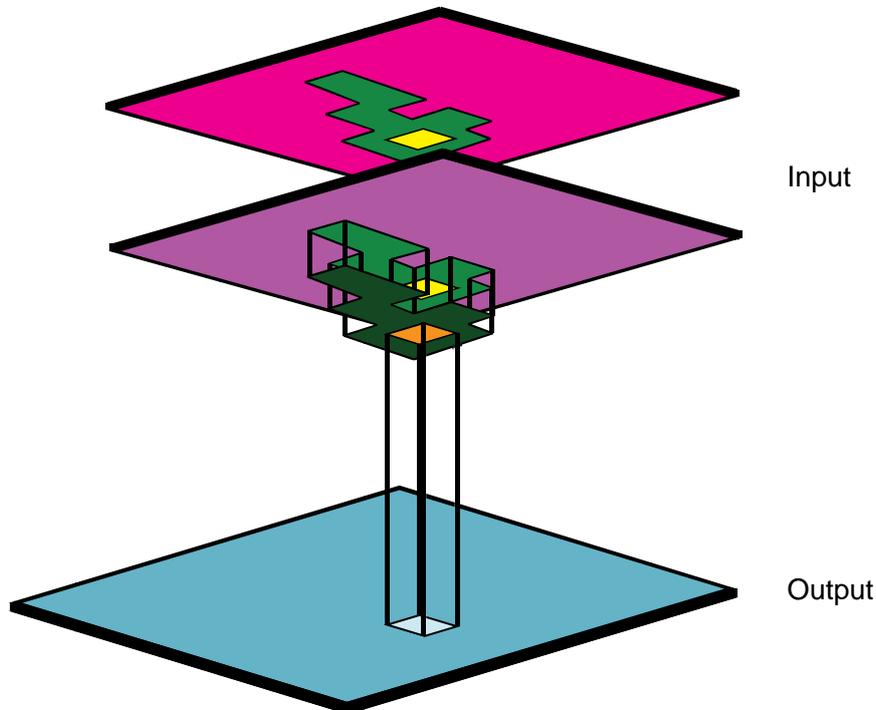


Die Filter-Fenstergröße kann verändert werden. Die minimale Filter-Fenstergröße ist 3 x 3 Zellen.

10.4.6 *Zonal functions* (Zonal Statistics)

Zonal functions berechnet ein *Output Raster Dataset* bei dem die Output-Werte jeder Zelle abhängig sind vom Wert an dieser Position und der Beziehung, welche diese Position mit einem kartographischen Bereich hat. *Zonal functions* sind ähnlich wie

focal functions mit dem Unterschied, dass die Definition der Nachbarschaft der Konfiguration der Bereiche oder Objekte eines anderen Input-Zonen Datasets entspricht und nicht als Filter-Fenster definiert wird.



Diese Funktionen werden durchgeführt mit:

Statistik in einem Bereich berechnen: *Spatial Analyst* → *Zonal Statistics...*

10.4.7 **Distance Mapping Funktionen**

Die *Distance Mapping* Funktionen sind globale Funktionen. Sie führen Operationen basierend auf der Eingabe des gesamten Rasters aus. Diese Funktionen berechnen ein *Output Raster Dataset*, wo der *Output*-Wert jeder Lage potentiell eine Funktion aller Zellen des *Input*-Rasters ist.

10.4.7.1 **Straight Line Distance Funktion**

Die *Straight Line Distance*-Funktion misst die direkte Liniendistanz von jeder Zelle zum nächsten Bezugspunkt. Die Distanz wird von Zellenzentrum zu Zellenzentrum gemessen. Das Resultat zeigt zu jedem Punkt den nächstgelegenen Bezugspunkt auf. Die Eingaben können Raster- oder Vektorfiles sein.

Funktion öffnen: *Spatial Analyst* → *Distance* → *Straight Line...*

10.4.7.2 **Straight Line Allocation Funktion**

Die *Straight Line Allocation*-Funktion ordnet jeder Zelle den Wert des nächstgelegenen Bezugspunktes zu. Die Eingaben können nur Rasterfiles mit ganzzahligen Werten (keine Dezimalwerte) sein.

Funktion öffnen: *Spatial Analyst* → *Distance* → *Allocation...*

10.4.8 **Density**

Mit Hilfe der *Density*-Funktion kann angezeigt werden, wo Punkt- oder Linienobjekte konzentriert sind.

Funktion öffnen: *Spatial Analyst* → *Density...*

Die *Density*-Funktion kann als Eingabe Vektor- oder Rasterdaten haben. Wenn kein besonderes Attribut (*Population Field*) ausgewählt wird, berechnet die Funktion die räumliche Dichte der Eingabe. Wenn ein Attribut spezifiziert wird, berechnet die Funktion die Dichte eines besonderen Wertes.

Es kann zwischen einer einfachen (*Simple*) und einer *Kernel Density* gewählt werden. Bei der *Simple Density* werden Linien oder Punkte, die in die gesuchte Distanz fallen (*Search Radius*), summiert und dann durch die Flächengröße der gesuchten Distanz dividiert.

10.4.9 **Formatskonvertierung**

Mit diesen Werkzeugen können Raster- in Vektordaten (*Spatial Analyst* → *Convert* → *Raster to Features...*) und Vektor- in Rasterdaten (*Spatial Analyst* → *Convert* → *Features to Raster...*) umgewandelt werden.

10.4.10 **Die Höhenlinien berechnen (Contour)**

Diese werden aus dem Höhenmodell berechnet. Um das entsprechende Werkzeug zu öffnen klicken Sie: *Spatial Analyst* oder *3D Analyst* → *Surface Analysis* → *Contour...*

Das Intervall zwischen den Isolinien kann beliebig gewählt werden.

10.4.11 **Die Hangneigung berechnen (Slope)**

Die Hangneigung kann in Grad oder in Prozent berechnet werden.

Spatial Analyst oder *3D Analyst* → *Surface Analysis* → *Slope*

10.4.12 **Die Exposition berechnen (Aspect)**

Exposition berechnen: *Spatial Analyst* oder *3D Analyst* → *Surface Analysis* → *Aspect*

Siehe zu diesem Thema auch Kapitel 10.5.3.3 Die Exposition berechnen (Aspect)

10.4.13 Die Beleuchtung berechnen (Hillshade)

Beleuchtung des Modells berechnen: *Spatial Analyst* oder *3D Analyst* → *Surface Analysis* → *Hillshade*

Mehr zu diesem Thema auch im Kapitel 10.5.3.4 Die Beleuchtung berechnen (Hillshade)

10.4.14 Die Sichtbarkeit berechnen (Line of Sight und Viewshed)

Es gibt zwei verschiedenen Operationen in **ArcGIS** die mit der Sichtbarkeit zu tun haben, die *Line of Sight* und das *Viewshed* (Extension *3D Analyst*):

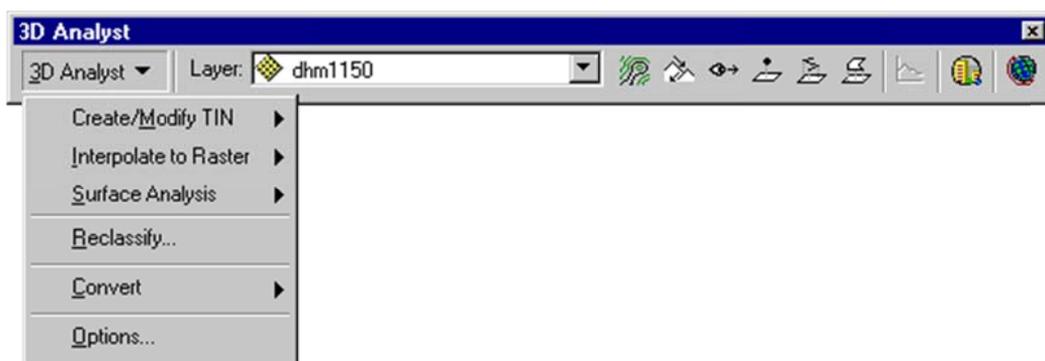
Wird die Sichtbarkeit über *Spatial Analyst* → *Surface Analysis* → *Viewshed* berechnet so wird ein Beobachtungspunkt benötigt. Laden Sie dazu ein File mit einem Beobachtungspunkt ins Projekt (Daten laden siehe Kapitel 4.5.1).

Falls nur Sichtbarkeitslinien gebraucht werden, können diese in der *3D Analyst*-Erweiterung mit dem Befehl *Line of Sight* eingefügt werden.

10.5 3D Rasteranalyse

10.5.1 3D Analyst Erweiterung

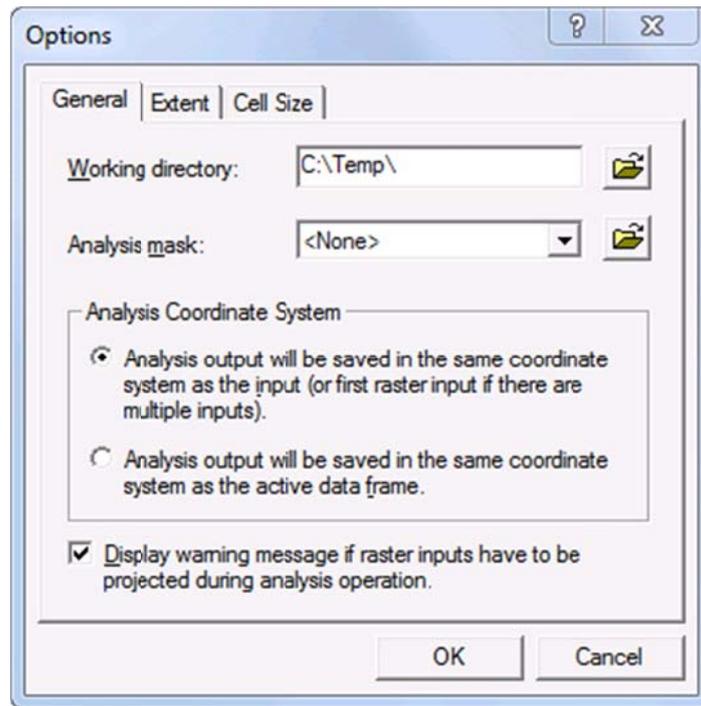
Für 3D Analysen bietet ArcGIS die *3D Analyst* Erweiterung an. Die dazugehörigen Werkzeuge erlauben Oberflächendaten zu erzeugen, zu analysieren, zu modifizieren und wirklichkeitsnah zu visualisieren. Man hat vielfältige Möglichkeiten zur Erstellung, Bearbeitung und Analyse der 3D Daten.



- Erweiterung aktivieren: *Tools* → *Extensions*: *3D Analyst*
- Toolbar einfügen: *View* → *Toolbars* → *3D Analyst*

10.5.2 3D Analyst Options

Bevor man eine Datenanalyse durchführt, ist es empfehlenswert einige Vorbedingungen zu definieren. Klicken Sie auf *Options...* aus dem *3D Analyst* Dropdown-Menü. In diesem Fenster kann man das Arbeitsverzeichnis, die Analysemaske und die Auflösung der Ausgaben definieren.



- Als *Working directory* den gewünschten Ordner angeben
- Wenn die Analysen nur in einem bestimmten Gebiet durchgeführt werden sollen, kann unter *Analysis Mask* im Tab *General* das gewünschte Gebiet als Maske definiert werden.
- *Analysis Extent* im Tab *Extent* definiert einen rechteckigen Bereich, in welchem die neuen Raster berechnet werden sollen.
- *Analysis Cell Size* im Tab *Cell Size* definiert die Default-Größe der Zellen des Output-Rasters.

10.5.3 **Analysen von digitalen Geländemodellen (Surface Analysis)**

Weitere Informationen bezüglich der folgenden Analysen sind in der Webhelp von ERSI zu finden (<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2>).

10.5.3.1 **Die Höhenlinien berechnen (Contour)**

3D Analyst → *Surface Analysis* → *Contour*

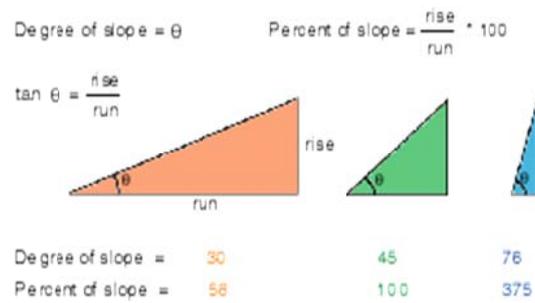
Der Befehl *Contour* interpoliert Höhenlinien aus dem Raster-Höhenmodell. Die Äquidistanz und der Nullpunkt können beliebig gewählt werden. Das Ergebnis wird als Shapefile gespeichert, welches in der Attributtabelle die zugehörige ID und den Isolinenwert enthält.

10.5.3.2 **Die Hangneigung berechnen (Slope)**

3D Analyst → *Surface Analysis* → *Slope*

Die Hangneigung wird auf Basis vom Raster-Höhenmodell berechnet. Der Z-faktor entspricht dem Überhöhungsfaktor (1 = nicht überhöht).

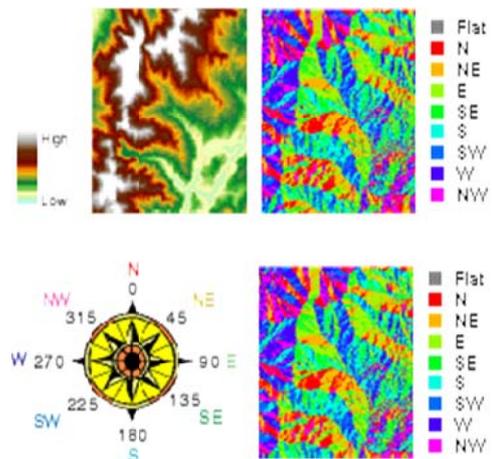
Die Hangneigung an einer kontinuierlichen Oberfläche ist die maximale Neigung in Richtung des stärksten Gefälles, d.h. in jeder Zelle wird der Unterschied zwischen dem grössten und dem kleinsten Z-Wert ermittelt. Die Hangneigung kann in Grad und in Prozent angegeben werden.



10.5.3.3 Die Exposition berechnen (Aspect)

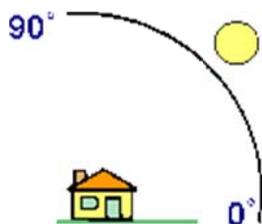
3D Analyst → Surface Analysis → Aspect

Als *Exposition* wird die Ausrichtung der Zelle bezeichnet. Die Geländeexposition wird auf der Basis des Raster-Höhenmodells berechnet. Definiert ist die Exposition als Abweichung der steilsten Gerade in der Zellebene von der Nordrichtung. Das Output-GRID nimmt Werte zwischen 0 und 360 Grad an. Die Messung der Exposition erfolgt im Uhrzeigersinn, d.h. eine Zelle mit Wert 0 ist gegen Norden, mit Wert 90 gegen Osten, mit Wert 180 gegen Süden und mit Wert 270 gegen Westen exponiert.



10.5.3.4 Die Beleuchtung berechnen (Hillshade)

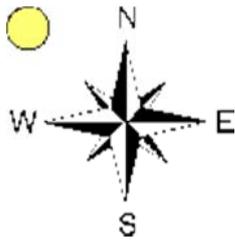
3D Analyst → Surface Analysis → Hillshade



Mit dem Befehl *Hillshade* wird die hypothetische Beleuchtung eines Reliefs dargestellt. Als Resultat erhält man ein Grid mit Werten zwischen 0 und 255, dargestellt in Graustufen von schwarz bis weiß. Die Beleuchtungsquelle wird über Azimuth und Altitude definiert.

Defaultwert von Azimuth ist 315 (NW).

Defaultwert von Altitude ist 45°.



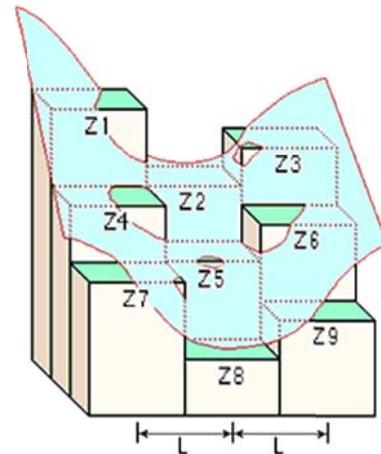
Beachten Sie, dass wenn der Winkel des Sonnenstandes kleiner wird die Flächen welche im Schatten liegen zunehmen.

10.5.3.5 Curvature

ArcToolbox → *3D Analyst* → *Raster Surface* → *Curvature*

Die *Curvature* berechnet die Neigung der Neigung (die zweite Ableitung der Oberfläche); daraus entstehen konvexe und konkave Oberflächen. Konvexe Oberflächen, wie Berggrate, sind exponierte Flächen. Konkave Oberflächen, wie Rinnen, sind meist Drainagensysteme.

Dieses Tool wird vor allem gebraucht für die Interpretation von Wasserabflussrichtungen und Erosion.



10.5.3.6 Die Sichtbarkeit berechnen (Line of Sight und Viewshed)

Es gibt zwei verschiedenen Operationen in **ArcGIS** die mit der Sichtbarkeit zu tun haben, die *Line of Sight* und das *Viewshed*.

Line of Sight:

Mit dem Befehl *Line of sight*  in der *3D Analyst* Toolbar kann bestimmt werden, ob der Beobachter von einem bestimmten Standpunkt bestimmte Flächen sieht oder nicht.

Man muss eine Linie ziehen. Als Resultat erhält man eine in rote und grüne Abschnitte unterteilte Linie. Die roten Teillinien kennzeichnen die hinter einer Erhebung liegenden (unsichtbaren) Flächen, die grünen Linien sind vom Standpunkt des Beobachters aus zu sehen.

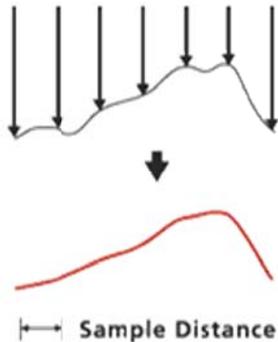
Viewshed:

3D Analyst → *Surface Analysis* → *Viewshed*

Beim *Viewshed* handelt es sich um die Identifikation sichtbarer Zellen von einem Punkt aus. Wird die Sichtbarkeit berechnet so wird ein Beobachtungspunkt benötigt. Laden Sie dazu ein File mit einem Beobachtungspunkt ins Projekt. Als Resultat erhält man ein Grid mit dem Wert 1 für die sichtbaren Zellen und mit dem Wert 0 für die unsichtbaren Zellen.

10.5.3.7 Surface Length

ArcToolbox → *3D Analyst* → *Functional Surface* → *Surface Length*



Der Befehl *Surface Length* berechnet die effektive Distanz eines Features basierend auf einem Höhenmodell oder TIN.

Für eine gewünschte Strecke ist somit diese dreidimensionale Distanz grösser als die berechnete planimetrische Distanz.

10.5.3.8 Profil erstellen

Aus einem DHM können an beliebigen Stellen Höhenprofile erzeugt werden. Mit *Interpolate Line*  die Profillinie festlegen und mit *Create Profil Graph*  das Profil zeichnen lassen. Diese beiden Buttons sind in der *3D Analyst* Toolbar zu finden. Das so entstandene Diagramm kann noch spezifisch beschriftet werden. Mit Rechtsmausklick auf der Windows-Titelleiste *Properties* aufrufen und z.B. den gewünschten Titel eingeben.

Es können auch mittels *ArcToolbox* → *3D Analyst* → *Functional Surface* → *Interpolate Shape* die Höhenwerte der gewünschten Linien interpoliert werden (z.B. Wanderwege) und von denen anschliessend ein Profil  erstellt werden.

10.6 Rasterdaten in eine Datenbank integrieren

10.6.1 Neues Raster Dataset in ArcCatalog erstellen

Ein *Raster Dataset* ist ein beliebiges gültiges Raster-Format, das in Bändern organisiert ist. Mehrere Raster können mosaikartig in ein einziges kontinuierliches *Raster Dataset* eingefügt werden.

Das *Raster Dataset* muss in einer *Geodatabase* erstellt werden: rechtsmausklick auf die *Geodatabase* → *New* → *Raster Dataset*. Im Dialogfeld müssen anschliessend die Parameter definiert werden:

- In der *Output Location* die *Geodatabase* angeben
- Unter *Coordinate system for the Raster* das Koordinatensystem wählen

Anschliessend können die Daten geladen werden: Rechtsmausklick auf das *Raster Dataset* → *load data*.

(In **ArcMap** wird der Vorteil die Daten in ein *Raster Dataset* integriert zu haben sichtbar, indem man z.B. die einzelnen Höhenmodelle lädt und dann im Vergleich dazu das *Raster Dataset*).

10.6.2 **Neuer Raster Catalog in ArcCatalog erstellen**

Bei einem *Raster Catalog* handelt es sich um eine Sammlung von *Raster Datasets*, die in einem Tabellenformat angelegt sind. Ein *Raster Catalog* wird zumeist verwendet, um *Raster Datasets* anzuzeigen, ohne dass diese mosaikartig in ein grosses *Raster Dataset* eingefügt werden müssen.

Der *Raster Catalog* muss in einer *Geodatabase* erstellt werden: rechtsmausklick auf die *Geodatabase* → *New* → *Raster Catalog*.

Im Dialogfeld die Parameter definieren:

- In der *Output Location* die *Geodatabase* angeben
- Definieren des Koordinatensystems der Schweiz
- Werden die Raster direkt in der *Geodatabase* verwaltet, so gibt man beim *Raster Management Type Managed* an. Sollten die Daten aber nicht in der *Geodatabase* gespeichert werden, so geben Sie *Unmanaged* an.

Anschliessend können die Daten geladen werden: Rechtsmausklick auf den *Raster Catalog* → *load data*. Die einzelnen Raster können im Programm **ArcCatalog** mit der Option *Contents* visualisiert werden.

10.6.2.1 **Einen Raster Catalog in ArcMap laden**

Ein *Raster Catalog* lässt sich wie ein Layer in **ArcMap** laden (*Add Data*). Im Programm **ArcMap** kann man unter den *Raster Properties* den Darstellungsmassstab wählen (*Properties* → *Display*). Man muss beachten, dass ein *Raster Catalog* nur ein Katalog ist. So ist es empfehlenswert nur die Polygone mit den eigenen Beschriftungen (*Properties* → *Label*) anzuzeigen.

11 Netzwerke

Um Analysen entlang von Linien durchführen zu können (kürzeste Strecke, schnellste Strecke etc.) muss zuerst ein Netzwerk erstellt werden. Dies geschieht im Programm **ArcCatalog**. Die Analysen werden dann mit dem Programm **ArcMap** durchgeführt.

Es gibt zwei Arten von Netzwerken:

1. **Versorgungsnetz** (Utility Network)

- gerichtetes Netzwerk
- Fliessweg ist vorgegeben
- Fliessweg kann nicht durch das transportierte Objekt (z.B. Wasser, Elektrizität etc.), sondern nur durch aussenstehende Personen z.B. durch Schliessen eines Schiebers verändert werden.

→ In ArcGIS heisst dieses Netz: **Geometric Network**

2. **Transportnetz** (Transportation Network)

- ungerichtetes Netzwerk
- Material, Güter oder Personen, welche transportiert werden, können über die Richtung, die Geschwindigkeit und den Bestimmungsort frei entscheiden.

→ In ArcGIS heisst dieses Netz: **Network Dataset**

Im Folgenden werden wir nur auf den Aufbau eines Versorgungsnetzes eingehen. Angaben zur Erstellung eines Transportnetzes finden sie in der *ArcGIS Online Help*.

11.1 Aufbau eines Versorgungsnetzes (ArcCatalog)

Das Erstellen eines Netzwerkes ist nur innerhalb eines *Feature Datasets* möglich. Zum Aufbau des Netzwerkes stehen dabei ausschliesslich die *Feature Classes* zur Verfügung, die bereits im ausgewählten *Feature Dataset* vorhanden sind.

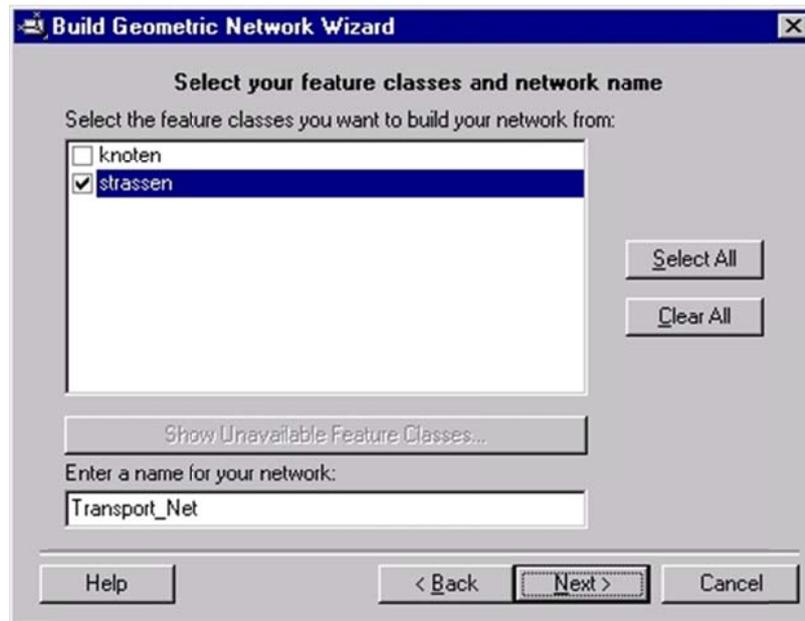
1. Rechtsmausklick auf das gewünschten *Feature Dataset* und ein neues geometrisches Netzwerk erstellen: *New* → *Geometric Network*.

Es öffnet sich ein Fenster, welches einen Überblick über die Arbeitsschritte zum Aufbau eines Netzwerkes gibt.

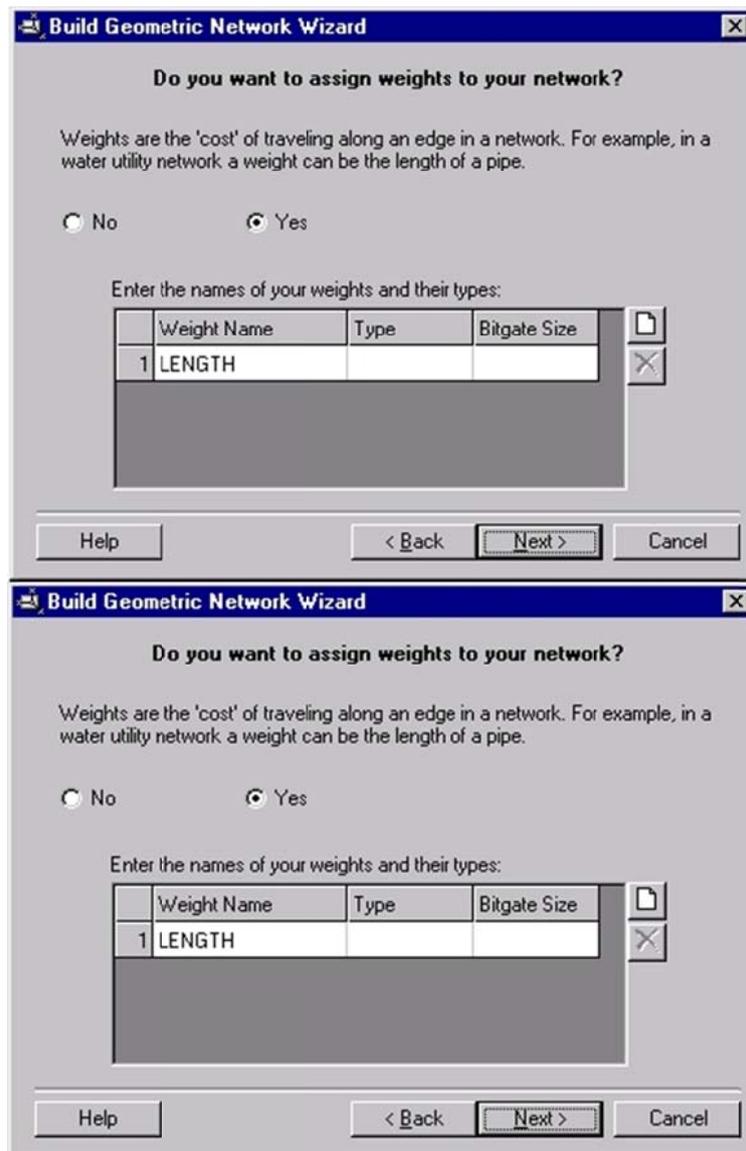
2. Im zweiten Fenster stehen die unterschiedlichen Netzwerktypen zur Auswahl. Wählen Sie *Build a geometric network from existing features* falls die *Feature*

Classes, mit denen Sie ein Netzwerk aufbauen möchten, bereits vorhanden sind. Sonst wählen Sie *Build an empty geometric network*.

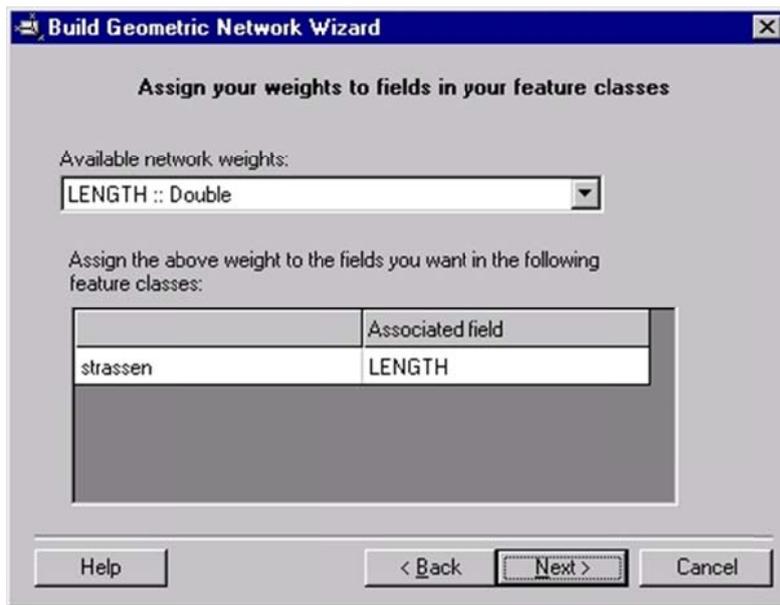
3. Im dritten Fenster werden der Namen des Netzwerks und die *Feature Classes*, die zu dem Netzwerk gehören sollen, festgelegt:



4. Im vierten Fenster können Sie festlegen, welche Ihrer Linien für den Aufbau sog. komplexer Kanten (*complex edges*) genutzt werden soll. Der Vorteil einer komplexen Kante besteht darin, dass Übergänge (*junctions*) ohne physische Teilung der Linie integriert werden können. Zudem kann eine komplexe Kante zu mehreren unterschiedlichen Netzwerken gehören.
5. Das fünfte Fenster bietet Ihnen die Möglichkeit, Objekte aufeinander einrasten (*snap*) zu lassen, bevor das Netzwerk aufgebaut wird. Dies ist zu empfehlen, wenn Ihre *Geodatabase* auf nichttopologischen Daten beruht (zum Beispiel *Shapefiles*). Wenn die Endpunkte aneinander anschliessender Linien nicht zueinander passen, werden Sie im Netzwerk nicht richtig zusammengeführt.
6. Im sechsten Fenster können Sie Gewichtungen (*weights*) für das Netzwerk einrichten. Dabei sind zwei verschiedene Typen zu unterscheiden. Einer bestimmt den Aufwand, der für das Passieren eines Netzwerk-Abschnittes zu leisten ist. Der andere, genannt *bitgate*, legt die verschiedenen Objekttypen, die sich entlang oder durch ein gegebenes Netzwerkobjekt bewegen können, fest:



7. Im siebten Fenster definieren Sie die Verbindung der Gewichte zu den Attributen:



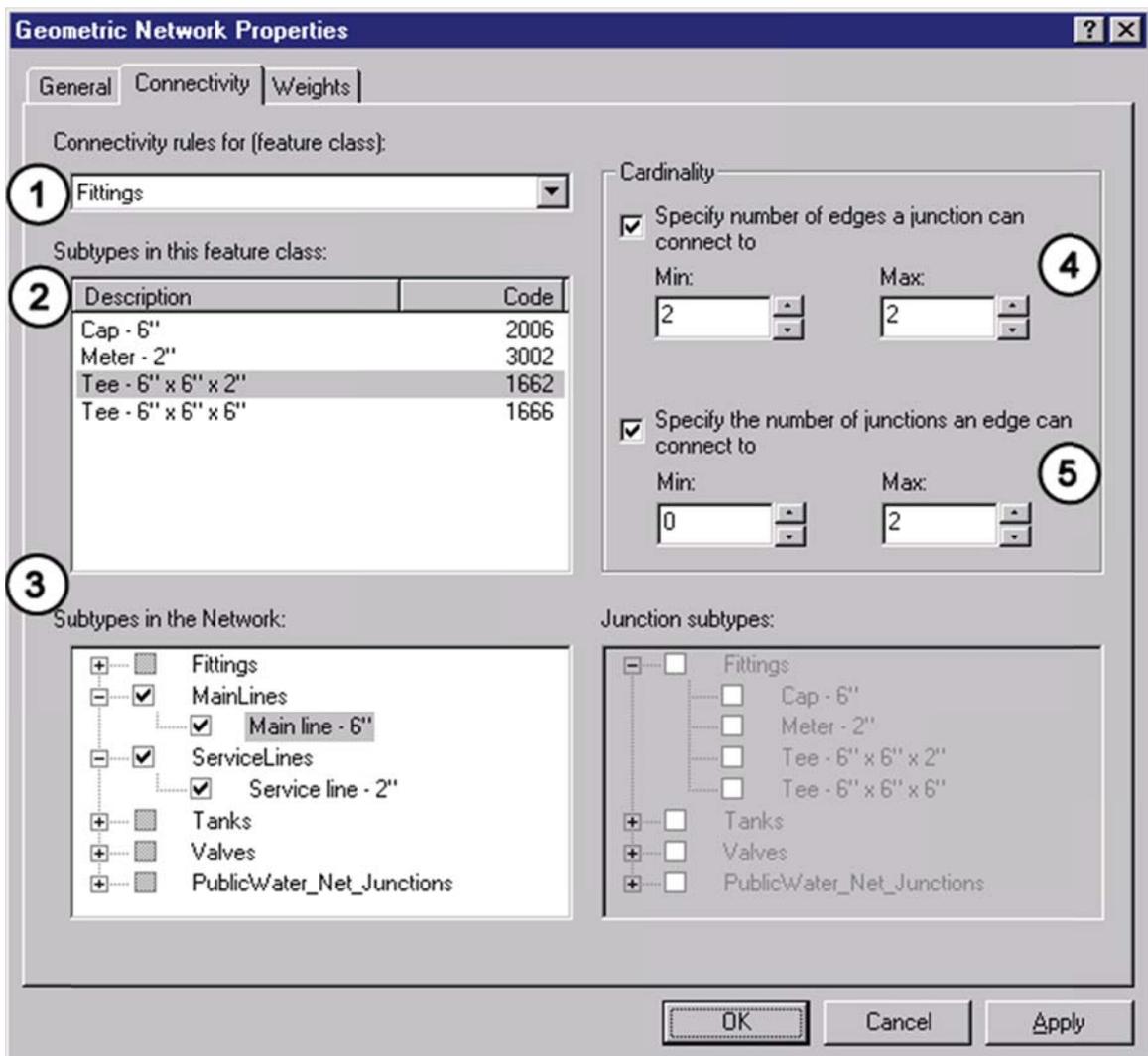
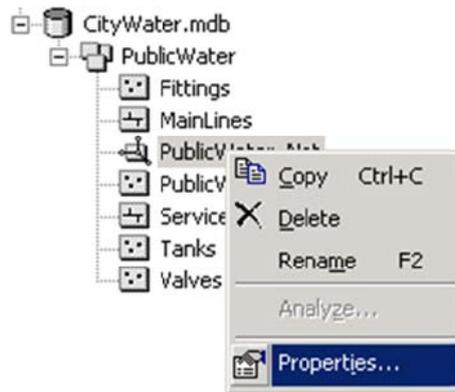
8. Das letzte Fenster fasst Ihre Einstellungen zusammen. Wenn Sie einen Fehler bemerken, gehen Sie zum entsprechenden Fenster zurück und beheben Sie ihn.
9. Klicken Sie auf *Finish*, um Ihr Netzwerk aufzubauen. Dies kann einige Minuten dauern.

11.2 Verbindungsregeln definieren

Die Kanten eines Netzwerks sind immer durch Knoten mit anderen Kanten verbunden. Sie können im Programm **ArcCatalog** festlegen, welche Art von Verbindungen zwischen welchen Komponenten erlaubt ist. Die Regeln für die Verbindungen werden gewöhnlich zwischen *Subtypes* festgelegt.

11.2.1 Verbindungsregeln für Kanten-Knoten

Um die Verbindungsregeln für Kanten-Knoten-Übergänge festzulegen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das *Geometric Network*  und wählen Sie dann *Properties*:



Wählen Sie den *Connectivity*-Tab aus.

1. Wählen Sie unter ① die *Feature Class* aus, für welche die Verbindungsregeln erstellt werden sollen.

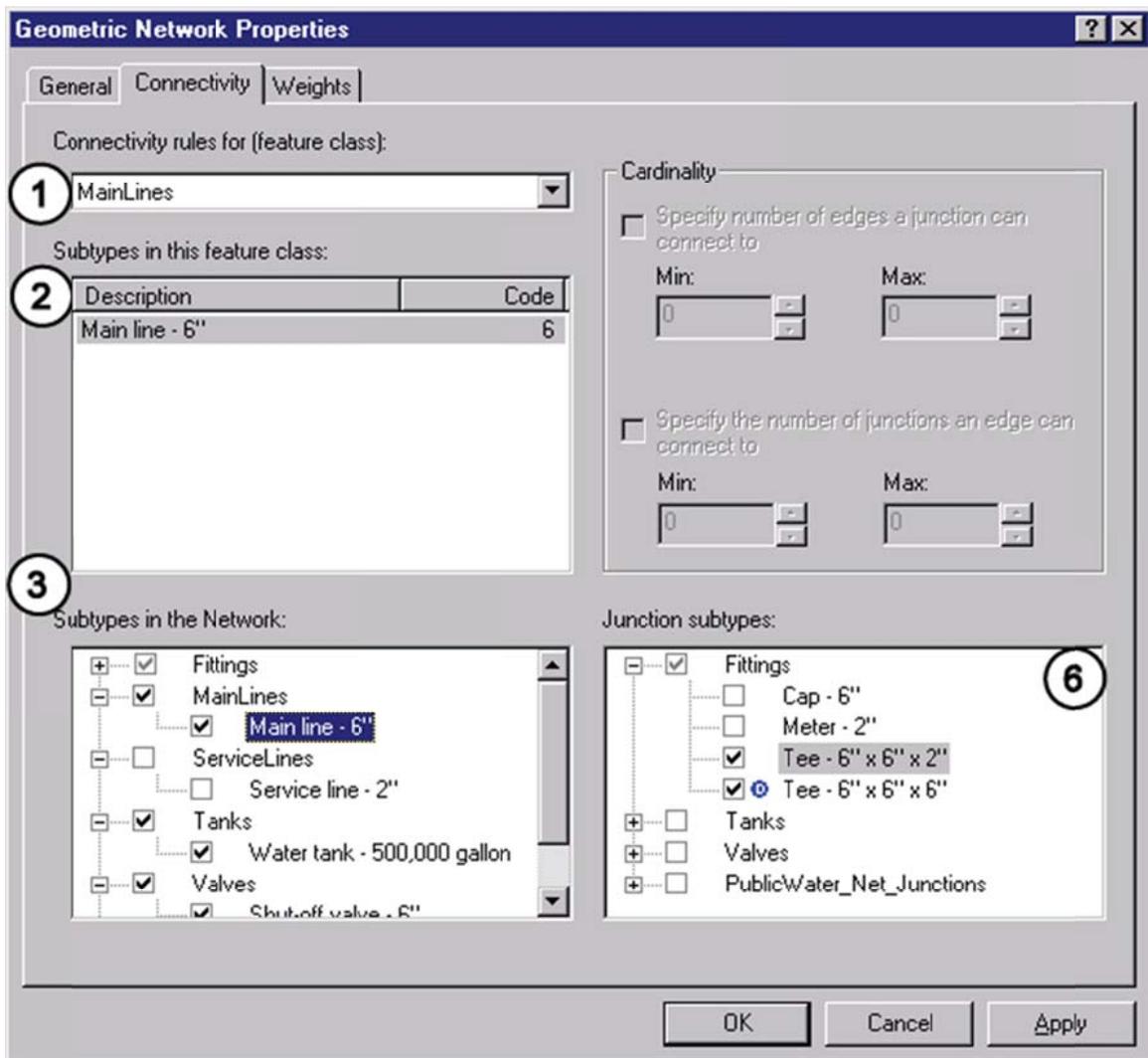
2. Unter ② werden die *Subtypes* der gewählten *Feature Class* aufgelistet. Klicken Sie auf den gewünschten *Feature Class-Subtype*, für welchen Sie die Regel erstellen wollen.
3. Unter *Subtypes in the Network* ③ können durch Setzen eines Häkchens diejenigen *Feature Classes* ausgewählt werden, welche mit dem unter ② gewählten *Subtype* verbunden werden sollen. Durch Klicken auf bei einer *Feature Class* wird die Liste der *Subtypes* geöffnet. Die *Subtypes* einer *Feature Class* können einzeln durch Setzen und Entfernen des Häkchens verknüpft oder entfernt werden. Durch Klicken auf einen *Subtype* kann dieser aktiviert werden (nur so können die Kardinalität ④ und ⑤ eingegeben werden):



4. Unter ④ und ⑤ können die Kardinalitäten gesetzt werden. Um zu spezifizieren, wie viele der unter ③ ausgewählten Komponenten mit den unter ② ausgewählten Komponenten verbunden werden können, aktivieren Sie unter *Cardinality* ④ die Box, die mit *Specify the number of edges a junction can connect to* betitelt ist. Dort können dann unter *Min:* und *Max:* die Kardinalitäten eingegeben werden (Achtung: Unter *Max* muss immer der grössere Wert stehen als unter *Min*. Deshalb immer zuerst den *Max*-Wert eingeben).
5. Wiederholen Sie die Schritte 3 und 4 um alle Regeln für die ausgewählte *Feature Class* festzulegen.
6. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 5 um die Regeln für alle Knoten-*Feature Class* des Netzwerkes festzulegen.

11.2.2 Verbindungsregeln für Kanten-Kanten

In diesem Schritt werden Sie nun die Regeln für die Verbindung zweier Kanten durch einen Knoten aufstellen. Kanten müssen durch einen Knoten miteinander verbunden werden. Öffnen Sie dazu wieder den *Connectivity*-Tab.



Der Abschnitt ⑥ wird nur aktiviert, wenn Sie die entsprechenden Kanten-Objekte in beiden Bereichen ② und ③ ausgewählt haben, er wird speziell für die Festlegung der Kante-Kante-Regeln verwendet.

Sie werden also diesen Bereich für die Auswahl des Typs der Knotenobjekte nutzen, der die beiden Kanten miteinander verbindet. Wenn es mehrere Arten von Knoten gibt, die für eine Verbindung von zwei Kanten in Frage kämen, markieren Sie alle, setzen aber einen Typ durch einen Klick mit der rechten Maustaste als Voreinstellung (*Default*):



Bemerkung: Sie werden vielleicht einen Eintrag bemerkt haben, der *Network-Junctions* heisst und sowohl in der Auflistung der beiden *Feature Classes* in ① als auch der *Subtypes* in ③ erscheint. Ein Kantenobjekt muss per Definition Knoten an beiden Enden besitzen. Wenn Sie diese nicht erstellen, werden automatisch generische Knoten eingesetzt. Typischerweise ist dies natürlich ein Fehler — Sie haben z.B. vergessen, ein *Endstück* am Ende eines Rohres einzufügen. Wenn Sie aber einen generischen Knoten am Ende zulassen wollen, können Sie den Subtype *Network-Junction* dafür nutzen.

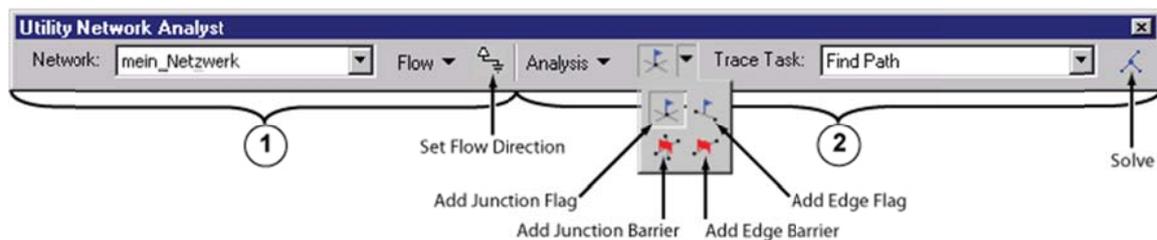
11.3 Netzwerkanalysen (ArcMap)

Die Netzwerkanalysen werden im Programm **ArcMap** durchgeführt. Dazu müssen Sie die Toolbar *Utility Network Analyst* aktivieren:

Views → *Toolbars* → *Utility Network Analyst*

11.3.1 Allgemeines „Utility Network Analyst“ Toolbar

Die *Utility Network Analyst*-Toolbar ist in zwei Teile aufgeteilt. Auf der linken Seite ① können das Netzwerk, mit welchem gearbeitet werden soll, und die Fließrichtung ausgewählt werden. Auf der rechten Seite ② können die Optionen zur Netzwerkanalyse eingestellt und die Analyse durchgeführt werden:



11.3.2 Fließrichtung bestimmen

11.3.2.1 Setzen von Sources und Sinks

Um eine Fließrichtung festlegen zu können, müssen zuerst *Sources* (Quellen) oder *Sinks* (Senken) definiert werden. Dazu muss der *Editor* gestartet werden (siehe Kapitel 8.2.1).

1. Rechtsmausklick auf den Knoten, welcher als *Source* oder *Sink* definiert werden soll → *Open Attribute Table*.
2. Das Attribut *AncillaryRole* von *<Null>* auf *Sink* oder *Source* (oder *None*) wechseln.

11.3.2.2 Fließrichtung festlegen

Dann legen sie mit dem *Set Flow Direction*  Button in der *Utility Network Analyst* Toolbar die Fließrichtung fest.

11.3.2.3 Fließrichtung anzeigen

Durch Klicken auf *Flow* → *Display Arrows* kann die Fließrichtung angezeigt werden.

11.3.3 **Analysemöglichkeiten: Pfadverfolgungsoperationen (Trace Task)**

In der *Utility Network Analyst* Toolbar kann unter *Trace Task* aus folgenden Pfadverfolgungsoperationen ausgewählt werden:

- Alle Netzwerkelemente die stromaufwärts von einem gegebenen Punkt liegen ermitteln (*trace upstream*).
- Alle Netzwerkelemente die stromabwärts von einem gegebenen Punkt liegen ermitteln (*trace downstream*).
- Die Gesamtkosten aller ab einem bestimmten Punkt stromaufwärts liegenden Netzwerkelemente ermitteln (*upstream accumulation*).
- Ein Pfad stromaufwärts ausgehend von einem bestimmten Punkt im Netzwerk ermitteln (*find path upstream*).
- Die gemeinsamen Features, welche stromaufwärts von mehreren ausgewählten Punkten im Netzwerk liegen ermitteln (*find common ancestors*).
- Alle Features die mit einem gegebenen Punkt durch das Netzwerk verbunden sind ermitteln (*find connected*).
- Alle Features die mit einem gegebenen Punkt durch das Netzwerk nicht verbunden sind ermitteln (*find disconnected*).
- Wege von einem bestimmten Punkt aus ermitteln die wieder zu diesem Punkt führen (loops, Anfangspunkt = Zielpunkt) (*find loops*).
- Ein Weg zwischen zwei Punkten im Netzwerk. Der gefundene Weg kann einer von mehreren möglichen Wegen zwischen den beiden Punkten sein, abhängig davon ob das Netzwerk Schleifen (*loops*) beinhaltet oder nicht (*find path*).

Dabei gibt es immer die Möglichkeit, das Resultat als *Drawings* oder *Selection* anzuzeigen (siehe Kapitel 11.3.4).

Komplexe Kanten bestehen aus einzelnen Teilstücken. Damit bei einer Analyse nur die einzelnen Teilstücke und nicht jeweils die ganze Kante dargestellt oder selektiert wird, muss unter den Analyseoptionen die Option *Draw individual elements of complex edges* aktiviert werden (siehe Kapitel 11.3.4.1).

11.3.3.1 Weg finden

Es geht darum, einen möglichen Weg von einem Punkt zu einem anderen entlang eines Netzwerkes zu finden.

Vorgehen:

1. Wählen Sie in der *Utility Network Analyst* Toolbar unter *Trace Task: Find Path* aus.
2. Klicken Sie auf *Add Junction Flag* .
3. Platzieren Sie je ein Fähnchen auf den beiden Knotenpunkte, zwischen denen Sie einen möglichen Weg finden möchten.
4. Die Suche nach einem möglichen Weg entlang des gewählten Netzwerkes kann mit *Solve*  ausgelöst werden.
5. Als Resultat wird einer von verschiedenen möglichen Strecken angezeigt (um eine Strecke anzuzeigen, welche gewisse Bedingungen erfüllt: siehe Kapitel 11.3.3.3).

11.3.3.2 Einen Punkt im Netzwerk isolieren

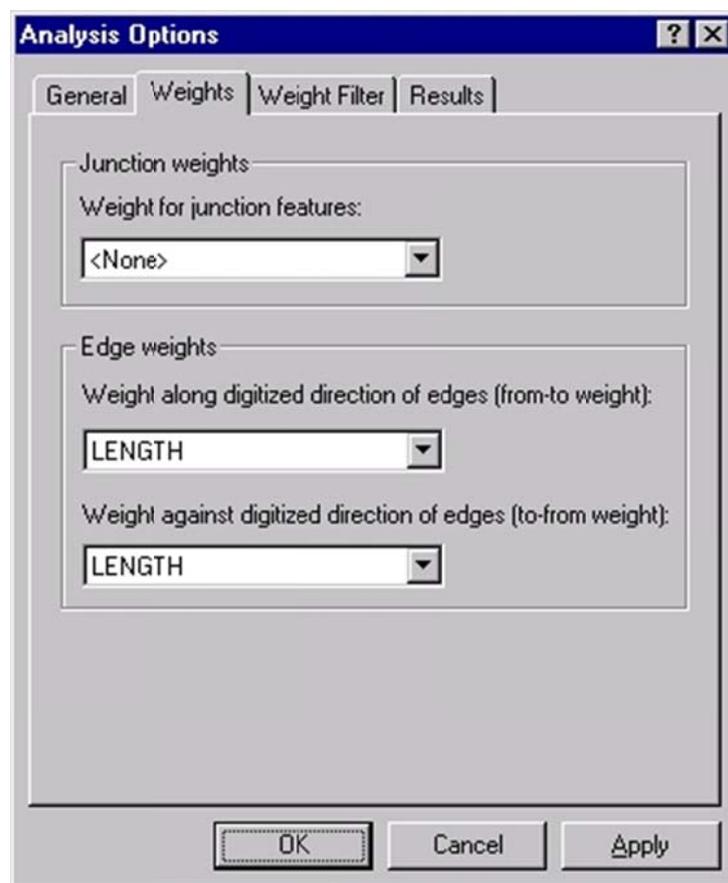
1. In der *Utility Network Analyst* Toolbar ein *Flag-Tool* auswählen (*Add Junction Flag*  oder *Add Edge Flag* ) und in der Karte am zu isolierenden Punkt absetzen.
2. Klicken Sie *Analysis* → *Disable Layers* und wählen Sie dort den/die Layer aus welche gebraucht werden um den Punkt zu isolieren.
3. Unter *Analysis* → *Options* den *Results Tab* wählen.
4. Unter *Results format* die gewünschte Darstellungsart des Resultates auswählen (*Drawings* oder *Selection*, siehe Kapitel 11.3.4).
5. Unter *Results content* die *Option Features stopping the trace* auswählen und Auswahl durch *OK* bestätigen.
6. Klicken Sie *Selection* → *Set Selectable Layers* in Hauptmenü und schauen Sie, dass alle Layer, welche nicht für die Isolation des Punktes im Netzwerk verwendet werden, deaktiviert sind.
7. Wählen Sie die gewünschte Pfadverfolgungsoperation (siehe Kapitel 11.3.3) in der *Trace Task* Dropdownliste.
8. Dann klicken Sie auf den *Solve*  Button.

Die selektierten oder angezeigten *Features* können verwendet werden um Ihren Punkt im Netzwerk zu isolieren.

11.3.3.3 Bedingungen für gesuchten Weg definieren (weights)

Es soll ein Weg von einem Punkt zu einem anderen entlang eines Netzwerkes gefunden werden, abhängig von einem Kriterium (z.B. kürzeste Strecke, schnellste Strecke, usw.). Dieses Kriterium wird anhand von einem Gewicht (*weight*) in die Analyse eingebracht.

1. Öffnen Sie in der *Utility Network Analyst* Toolbar die Analysis Options: *Analysis* → *Options...* → *Weights*.
2. Im Tab *Weights* können Sie wählen, nach welchem Kriterium die angezeigte Strecke ausgesucht werden soll.



3. Anschliessend kann, wie im Kapitel 11.3.3.1 beschrieben, nach dem Weg zwischen zwei Punkten gesucht werden.

11.3.3.4 Barriere platzieren

1. Um eine Barriere zu platzieren, klicken Sie auf *Add Edge Barrier Tool*  und setzen Sie die Barriere am gewünschten Ort auf der Strecke zwischen zwei Punkten ab.

2. Anschliessend kann wie im Kapitel 11.3.3.1 beschrieben nach dem Weg zwischen zwei Punkten gesucht werden. Als Resultat wird eine mögliche Umfahrung dargestellt.

11.3.3.5 **Gewählte Punkte und Resultate löschen**

Um die Einträge und die Resultate wieder zu löschen wählen Sie im Menü *Analysis* → *Clear Flags*, *Clear Barriers* und *Clear Result*.

11.3.4 **Darstellungsart der Resultate auswählen**

Es gibt zwei Optionen um ein Resultat darzustellen: *Drawing* (nur gezeichnet) oder *Selection* (Elemente in der Datenbank selektiert).

11.3.4.1 **Drawing**

Das Resultat wird nur dargestellt, die Elemente werden dabei nicht selektiert.

1. Öffnen Sie in der *Utility Network Analyst* Toolbar die *Analysis Options: Analysis* → *Options...* → *Results*.
2. Unter *Return results as* die Option *Drawings* wählen.
3. Bei der Option *Drawings* kann zusätzlich eingestellt werden, ob bei komplexen Kanten die ganze Kante oder nur die betroffenen Teilstücke selektiert werden sollen (*Draw individual elements of complex edges* aktivieren).
4. Ausserdem kann die Farbe ausgewählt werden, in welcher das Resultat dargestellt werden soll.

11.3.4.2 **Selection**

Um z.B. eine Statistik darstellen zu können (siehe Kapitel 11.4), müssen die Resultate der Netzwerkanalysen nicht nur graphisch dargestellt sondern auch in der Datenbank selektiert werden:

1. Öffnen Sie in der *Utility Network Analyst* Toolbar die *Analysis Options: Analysis* → *Options...* → *Results*.
2. Ändern Sie die Einstellung von *Drawings* auf *Selection*.

Anschliessend kann wie im Kapitel 11.3.3.1 beschrieben nach dem Weg zwischen zwei Punkten gesucht werden. Die Resultate sind dann nicht mehr nur dargestellt sondern die Teilstrecken sind nun auch in der Datenbank selektiert.

11.4 **Darstellung der Statistik**

Um eine Statistik erstellen zu können, muss zuerst nach einem Weg zwischen zwei Punkten gesucht werden (siehe Kapitel 11.3.3.1) und das Resultat in der Datenbank

selektiert werden (siehe Kapitel 11.3.4). Dann klicken Sie im Hauptmenü *Selection* → *Statistics* und wählen den gewünschten Layer und das Feld, von welchem Sie die Statistik erstellen wollen.

12 Das Programm ArcScene

ArcScene  ist eine Erweiterung zu **ArcCatalog** und **ArcMap** und ermöglicht dem Anwender eine effektivere Verwaltung von 3D Daten, die Durchführung von 3D Analysen, die Bearbeitung von 3D Features und die Erstellung von Layern mit 3D Darstellungseigenschaften. In **ArcScene** kann man ausserdem realistische Szenen erstellen und darin navigieren.

12.1 ArcScene starten

Das Programm **ArcScene** kann auf verschiedene Arten geöffnet werden:

- Über das *Start* Menü → *Programs* → *08 GIS* → *ArcGIS* → *ArcScene* 
- Direkt über den Button *ArcScene*  in der 3D-Analyst-Toolbar im Programm **ArcMap**
- Durch Öffnen eines bestehenden *ESRI ArcScene Documents (.sxd)*

Pro geöffnete **ArcScene**-Session kann man aber immer nur an einer Karte arbeiten. **ArcScene** schliesst die geöffnete Karte bevor sie eine andere in der gleichen Session öffnet.

12.2 Aufbau

Das **ArcScene**-Dokument besteht ähnlich wie das **ArcMap**-Dokument neben den Toolbars aus einem Karten- und einem Legendenteil (siehe Kapitel 4.2).

12.3 Projekt speichern

12.3.1 *Kartendokumentseigenschaften setzen*

Siehe Kapitel 4.3.1 ArcMap Dokumenteigenschaften setzen.

12.3.2 *Speichern als ArcScene-Dokument .sxd*

Unter dem Menü *File* → *Save*, *Save As...* oder *Save a Copy...* kann ein Projekt als **ArcScene**-Dokument (.sxd) abgespeichert werden.

Es ist zu beachten, dass dieses abgespeicherte **ArcScene**-Dokument nur Darstellungseinstellungen (Legende, Farben,...) beinhaltet. Es werden nicht die Daten selbst, sondern nur die Pfade zu den verwendeten Daten abgespeichert.

Eine Änderung der Darstellung eines Layers wird also im **ArcScene**-Dokument abgespeichert. Werden jedoch die Geometrie- oder Sachdaten eines Layers verändert, so wird diese Veränderung direkt im Datenfile gespeichert.

12.3.2.1 Für alte Versionen von ArcGIS speichern

Mit **ArcGIS 9.2** erzeugte oder gespeicherte Dokumente können nicht direkt mit einer zurückliegenden Version gelesen oder verwendet werden.

Unter dem Menü *File* → *Save A Copy...* kann ein Projekt unter einem alten Format von **ArcGIS** gespeichert werden.

12.4 Datensätze laden

Siehe Kapitel 4.5.

12.5 Höhenwerte für Layer definieren

Es gibt zwei Möglichkeiten um einem 2D-Feature eine Basishöhe zuzuordnen:

- Verwenden eines Attributes oder konstanten Wertes
- Features auf ein Oberflächenmodell (z.B. DHM oder TIN) legen

Punkte, Linien und Flächen können zusätzlich noch extrudiert werden. Unter Extrudierung versteht man Dimensionserhöhung einer zweidimensionalen Form durch Parallelverschiebung im Raum. So erhält man durch Extrudierung folgende Geometrien: Aus einem Punkt wird eine Linie, aus einer Linie eine vertikale Fläche und aus einer Fläche ein 3D-Körper.

Diese beiden Anwendungen können auch kombiniert werden. Wenn man z.B. eine Stadt realistisch darstellen möchte, definiert man zuerst die Basishöhe mit Hilfe eines Oberflächenmodelles und erhöht dann die Gebäude mit Hilfe der Extrudierung.

12.5.1 *Basishöhe mit Hilfe eines Attributes setzen*

1. Rechtsmausklick auf den Layer → *Properties...*
2. Tab *Base Heights* → *Use a constant value or expression to set heights for layer.*
3. Geben Sie einen konstanten Wert ein oder klicken Sie auf den *Calculate*-Button.
4. Wählen Sie das gewünschte Attribut aus, welches als Z-Wert dienen soll. Es können auch SQL-Befehle verwendet werden.

12.5.2 *Basishöhe mit Hilfe eines Oberflächenmodelles setzen*

1. Rechtsmausklick auf den Layer → *Properties...*
2. Tab *Base Heights* → *Obtain heights for layer from surface.*
3. Wählen Sie das Oberflächenmodell aus, welches Sie als Basishöhe verwenden wollen.

12.5.3 *Extrudierung der Elemente*

1. Rechtsmausklick auf den Layer → *Properties...*
2. Tab *Extrusion* → *Extrude features in layer.*
3. Geben Sie einen konstanten Wert ein oder klicken Sie auf den *Calculate*-Button.
4. Wählen Sie das gewünschte Attribut aus, welches als Extrusions-Wert dienen soll. Es können auch SQL-Befehle verwendet werden.
5. Wählen Sie unter *Apply extrusion by* aus der Dropdown-Liste die Art aus, wie die Extrusion hinzugefügt werden soll.

12.6 Toolbars

12.6.1 *3D Analyst Toolbar*

Die *3D Analyst Toolbar* in **ArcScene** besteht aus verschiedenen Tools die auch in der *3D Analyst Toolbar* in **ArcMap** vorkommen (Siehe Kapitel 10.5.1 3D Analyst Erweiterung).

12.6.2 *3D Effects Toolbar*

Beleuchtung, Transparenz



12.6.3 *Animation Toolbar*

Animationen erstellen



Mit dem Button *Capture View*  (oder der Tastenkombination Ctrl+A) können gewünschte Momentaufnahmen festgehalten werden. Diese Aufnahmen können dann als Animation laufen gelassen werden (Kapitel 12.6.3.1).

12.6.3.1 **Animation Controls**

Animationen Ablaufen lassen



13 Der ModelBuilder

Der **ModelBuilder** ermöglicht als Teil des Softwarepaketes **ArcGIS** die Erstellung komplexer Modelle von geografischen Zusammenhängen ohne Programmiererfahrung. Es werden einzelne Werkzeuge der **ArcToolbox** miteinander kombiniert, so dass ein komplexer Arbeitsfluss entstehen kann.

Die Benutzeroberfläche des **ModelBuilders** besteht aus einem Diagrammfenster, in welchem der Arbeitsfluss des Modells abgebildet wird, aus einem Hauptmenü und einer Toolbar (Werkzeugsleiste). Im Folgenden finden Sie eine Übersicht und eine kleine Beschreibung der wichtigsten Toolbars und Menüs des **ModelBuilders**.

13.1 Vorbereitungen

Im Menü *Tools* → *Options...* → *Geoprocessing* unter *My Toolboxen* kann angegeben werden, wo die neuen Toolboxen erstellt werden sollen. Wenn Sie möchten, dass die Ausgaben immer wieder überschrieben werden dürfen, setzen Sie im gleichen Tab unter *General* bei *Overwrite the outputs of geoprocessing operations* ein Häkchen.

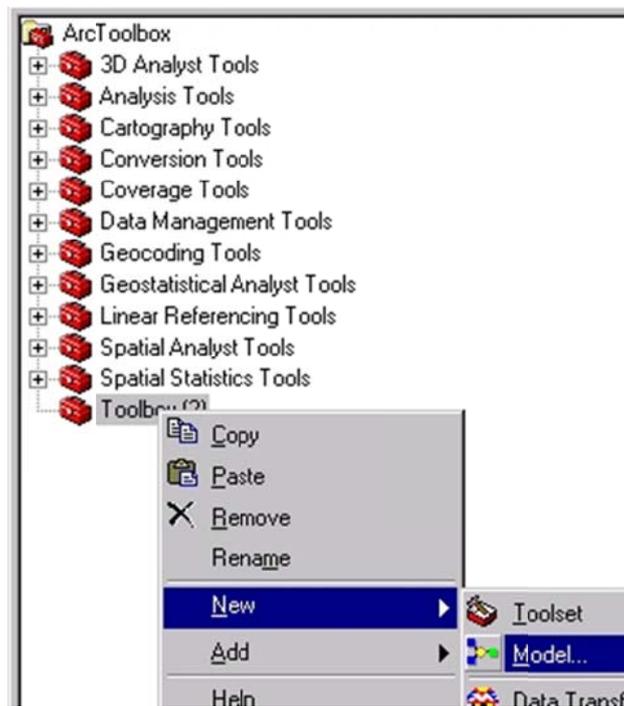
13.2 Eine neue Toolbox erstellen

ArcToolbox Fenster anzeigen und eine neue *Toolbox* erstellen: Rechtsmausklick auf *ArcToolbox* → *New Toolbox*.



13.3 Ein neues Modell erstellen

Rechtsmausklick auf die Toolbox, in welche das Modell abgelegt werden soll → *New* → *Model...*

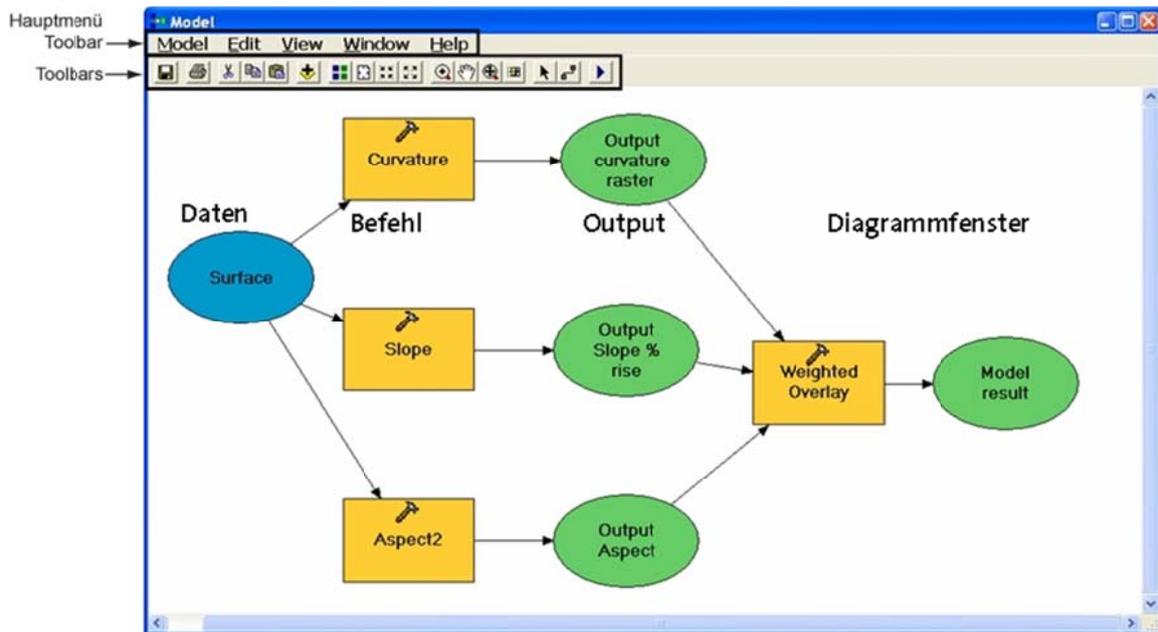


13.4 Öffnen eines bestehenden Modelles

Um ein bestehendes Modell zu bearbeiten, kann das Modell mit Rechtsmausklick → *Edit...* geöffnet werden.

13.5 Das ModelBuilder-Fenster

Das **ModelBuilder** Fenster besteht aus einem *Diagrammfenster*, in welchem das Diagramm des Modells gebildet wird, einer *Hauptmenü-Toolbar* und einer *Toolbar*:

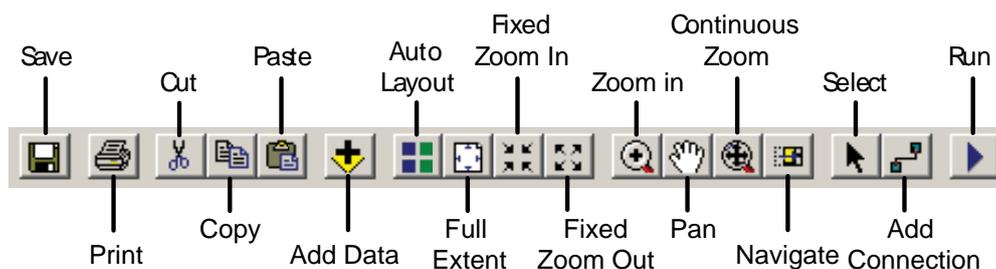


13.5.1 Hauptmenü

Das Hauptmenü besteht aus fünf *Pull-down*-Menüs:

- **Model:** Beinhaltet Optionen um das Modell auszuführen, zu speichern, drucken, importieren, exportieren, schliessen etc.
- **Edit:** Beinhaltet Optionen um Elemente im Modell auszuschneiden, zu kopieren, einzufügen, zu löschen und zu selektieren.
- **View:** Beinhaltet eine *Auto Layout Option*, welche die Einstellungen, die in der *Diagram Properties Dialog Box* gemacht wurden, auf das Modell anwendet. Ausserdem beinhaltet dieses Menü auch *Zoom*-Optionen.
- **Window:** Beinhaltet ein *Overview Window*, in welchem man das ganze Modell sehen kann, während man im *Display Window* in einem bestimmten Teil des Modells hineinzoomt.
- **Help:** Startet die *ArcGIS Desktop Online Help* und gibt Informationen zum **ModelBuilder** (*About ModelBuilder Box*).

13.5.2 Toolbar



Save: Modell speichern.

Print: Modell drucken.

Cut: Ein selektiertes Element ausschneiden.

Copy: Ein selektiertes Element kopieren.

Paste: Ein ausgeschnittenes oder kopiertes Element einfügen. Die Elemente können mit Copy und Paste von einem Modell zum anderen kopiert werden.

Add Data: Projektdaten oder *Tools* ins **ModelBuilder** Fenster einfügen⁹.

Auto Layout: *Layout Preferences*, welche unter *Model Properties* definiert wurden, anwenden.

Full Extent: Ganzes Modell anzeigen.

Fixed Zoom In: Hineinzoomen (Zoomschritte konstant).

Fixed Zoom Out: Herauszoomen (Zoomschritte konstant).

Zoom In: Zum Ausschnitt im aufziehbaren Rechteck zoomen.

Pan: Verschieben des Fensterausschnittes.

Continuous Zoom: Stufenloses hinein- und hinauszoomen mit gedrückter linker Maustaste und Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maus.

Navigate: Schritt für Schritt durch ein Modell navigieren.

Select: Elemente, Verbindungslinien oder *Labels* selektieren.

Add Connection: Elemente im Modell verknüpfen.

Run: Prozesse ausführen welche noch nicht ausgeführt wurden. Um alle Prozesse laufen zu lassen, egal ob sie bereits ausgeführt wurden oder nicht, verwenden Sie das Menü *Model* → *Entire Model*.

13.6 Modell-Eigenschaften definieren

Im Menü *Model* unter *Model Properties...* können die Eigenschaften des Modells definiert werden (oder Rechtsmausklick auf das Modell in **ArcToolbox** oder **ArcCatalog** → *Properties...*).

Im Tab *General* kann ein Name, ein Label und eine Beschreibung eingetragen werden. Der Name wird später verwendet, um das Modell in der Kommandozeile oder in einem Skript aufzurufen. Die Bezeichnung, welche unter Label eingegeben wird, ist der Name, welcher in der ArcToolbox erscheint. Die Beschreibung erscheint im Dialogfenster im Hilfe-Fenster auf der linken Seite.

Unter *Parameters* werden die *Model Parameter* aufgeführt (siehe Kapitel 13.7.2). Hier wird die Reihenfolge der *Model Parameter* im Dialogfenster eingestellt.

⁹ Daten können auch mit *Drag & Drop* vom *ArcCatalog Tree* oder vom *Table of Contents* und *Tools* vom *ArcCatalog Tree* oder vom *ArcToolbox* Fenster ins *Modelbuilder* Fenster gezogen werden.

Im Tab *Environment* werden die Umgebungsvariablen des Modells gesetzt. Unter *General Settings* kann z.B. unter *Current Workspace* der Pfad angegeben werden, unter welchem die Daten abgelegt werden sollen (Häkchen bei *Current Workspace* → Button *Values...* klicken).

Anschliessend die Einstellung für das Modell speichern.

13.7 Modell erstellen

Um das Modell des Analyseverlaufes zusammzusetzen, werden die nötigen Werkzeuge mittels *Drag & Drop* aus dem *ArcToolbox* Fenster ins Modell verschoben (gelbe Rechtecke). Werkzeuge aus den verschiedenen Toolbars können leider dazu nicht verwendet werden. Die Daten werden entweder über den Button *Add Data* , mittels *Drag & Drop* vom *ArcCatalog Tree* oder vom *Table of Contents* oder direkt im Dialogfenster des Werkzeuges ins Modell eingefügt (dunkelblaue Ovale).

Durch Doppelklick auf ein Werkzeug (gelbes Rechteck) im **ModelBuilder** Fenster öffnet sich jeweils der dazugehörige Dialog, in dem die erforderlichen Parameter eingestellt und die Daten hinzugefügt werden können.

Um eine Verbindung zwischen den Elementen im Modell zu erstellen (z.B. um das Raster R als Input der Funktion F zu definieren), kann man *Add Connection*  auswählen und in der Zeichenfläche die entsprechenden Objekte verknüpfen. Dies hat den gleichen Effekt wie wenn man die Ein- und Ausgabeparameter im Dialogfenster des Werkzeuges angibt. Wenn alle Angaben sinnvoll sind, werden die Rechtecke und Ovale farbig gefüllt.

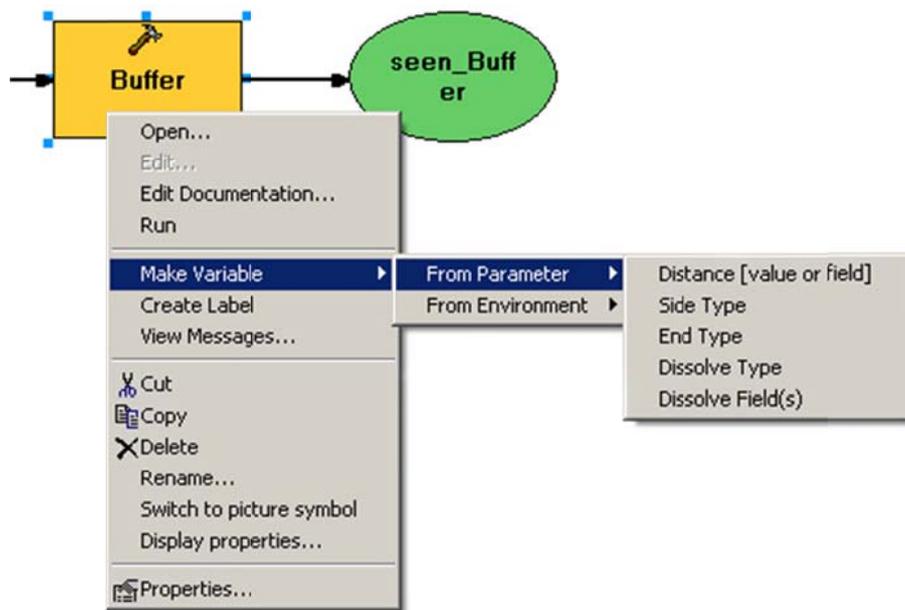
13.7.1 Variablen erzeugen

Es gibt zwei verschiedene Arten von Variablen in **ModelBuilder**: Variablen welche Daten beinhalten (dunkelblaues Oval) und Variablen welche Werte beinhalten (hellblaues Oval).

Wenn Sie den Werkzeugdialog verwenden, werden die Datenvariablen automatisch dargestellt, die Wertevariablen jedoch nicht.

13.7.1.1 Variablen aus Parametern oder Umgebungseinstellungen

Aus jedem Werkzeug-Parameter kann wie folgt eine Variable erstellt werden: Rechtsmausklick auf das Werkzeug → *Make Variable* → *From Parameter* → anschliessend den gewünschten Parameter auswählen.



Es können nicht nur die Parameter als Variablen gesetzt werden, sondern auch die Umgebungsvariablen der Ausgabedatei (*Make Variable* → *From Environment*).

13.7.1.2 Unabhängige Variablen

Durch Rechtsmausklick ins Diagrammfenster → *Create Variable...* öffnet sich ein Fenster, in welchem der Typ der Variablen ausgewählt werden kann. Durch setzen des Häkchens unter Multivalue kann auch eine Variable mit mehreren Werten gesetzt werden.

Die unabhängige Variable können anschliessend mit einem oder mehreren Werkzeugen verbunden werden.

13.7.2 *Model Parameter*

Wenn Sie ein vordefiniertes Werkzeug öffnen, sehen Sie alle Parameter welche das Werkzeuges braucht. Diese Parameter können entweder eingetippt, aus einer Dropdownliste ausgewählt oder im Falle eines Datenpfades direkt mit Hilfe eines Buttons gesucht werden.

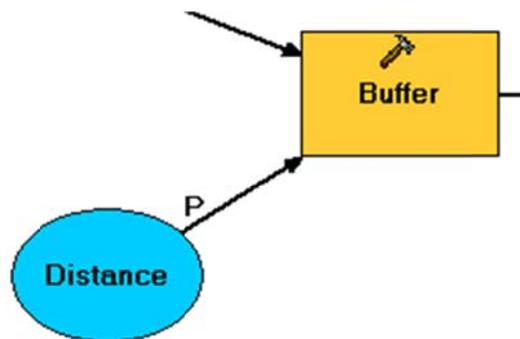
Die Modelle welche Sie in **ModelBuilder** erstellen sind ebenfalls Werkzeuge. Sie haben also auch die Möglichkeit Parameter auszuwählen, welcher der zukünftige Benutzer des Werkzeuges selber setzen kann. Diese Parameter nennt man Modellparameter (*Model Parameter*).

Es müssen jedoch nicht immer *Model Parameter* definiert werden. Es kann auch sein, dass ein Modell bereits alle Informationen enthält und ohne zusätzliche Angaben des Benutzers laufen gelassen werden kann. Falls ein Werkzeug keine *Model Parameter*

besitzt, sieht der Benutzer des Werkzeuges folgende Meldung: *This tool has no parameters.*

13.7.2.1 Setzen von Model Parameter

Mit Rechtsmausklick auf die Variable → *Model Parameter* in **ModelBuilder** kann eine Variable als Model Parameter festgelegt werden. In der Darstellung erscheint nun neben der Variablen der Buchstabe P. Dieser Buchstabe zeigt auf, dass die Variable im Dialog des Werkzeuges erscheinen wird.



Wir bereits ein Defaultwert in **ModelBuilder** definiert, dann erscheint ein farbiges Oval, d.h. wenn der Dialog geöffnet wird, ist bereits ein möglicher Wert oder Datenpfad aufgelistet. Der Benutzer kann diesen Wert oder Pfad aber noch anpassen.

Wird kein Defaultwert für ein Model Parameter definiert, so bleibt das Oval weiss. Der Benutzer sieht im Dialogfenster des Werkzeuges also keine möglichen Werte oder Pfade und muss diese selber definieren.

Es ist meistens nicht nötig, dass der Benutzer alle Variablen als Parameter setzen kann. Überlegen Sie sich also vorher gut, welche Parameter als Model Parameter wirklich Sinn machen.

13.7.2.2 Reihenfolge der Model Parameter im Dialog ändern

Die Darstellungreihenfolge im Dialogfenster ist unter den Modelleigenschaften unter *Parameters* sichtbar (siehe Kapitel 13.6). Ein markierter Modelparameter kann mit Hilfe der beiden Pfeile in der Darstellungsreihenfolge nach oben oder unten verschoben werden.

13.7.3 Variable als Intermediate setzen (Zwischenergebnisse)

Wenn ein Modell mit mehreren Prozessen laufen gelassen wird, wird für jeden Prozess mindestens eine Outputdatei geschrieben. Einige von diesen Dateien werden aber nur geschrieben, um mit einem weiteren Prozess verbunden werden zu können. Diese Dateien sind also nur Zwischenergebnisse, wenn das Endresultat berechnet

wurde, werden sie nicht weiter gebraucht. Solche Variablen können in **ModelBuilder** durch Rechtsmausklick und Häkchen bei *Intermediate* setzen als Zwischenergebnisse markiert werden.

Die Zwischenergebnisse werden gelöscht, wenn das Modell in **ArcToolbox** oder **ArcCatalog** laufen gelassen oder in einem Skript oder in der Kommandozeile verwendet wird. Wird das Modell in **ModelBuilder** laufen gelassen, bleiben die Zwischenergebnisse gespeichert. Das hat den Vorteil, dass man in ModelBuilder auch nur einen Teil des Modelles laufen lassen kann. Wenn die Zwischenresultate immer gelöscht würden, würde dies nicht gehen.

In **ModelBuilder** werden alle abgeleiteten Daten automatisch als *intermediate* markiert.

Die Zwischenresultate in **ModelBuilder** können über das Menü *Model* → *Delete Intermediate Data* gelöscht werden.

13.7.4 **Setzen der Umgebungsvariablen der Ausgabedatei**

Die meisten Werkzeuge setzen den Pfad wohin die Ausgabedatei gespeichert werden soll automatisch. Es wird entweder der Pfadname der ersten Eingabedatei oder die Werte der Umgebungsvariablen des Modells (siehe Kapitel 13.6) verwendet. Will man für die Ausgabedatei andere Umgebungsvariablen verwenden, so muss man diese wie folgt definieren: Rechtsmausklick auf das Werkzeug → *Properties...* → *Environments*. Diese Einstellungen überschreiben die allgemeinen Einstellungen des Modells.

Hier können neben dem Pfadnamen (*General Settings* → *Current Workspace*) auch das Koordinatensystem (*General Settings* → *Output Coordinate System*), die Ausdehnung (*General Settings* → *Extent*), die Zellgröße bei Rastern (*Raster Analysis Settings* → *Cell Size*) oder eine Maske (*Raster Analysis Settings* → *Mask*) definiert werden. Einfach beim gewünschten Parameter ein Häkchen setzen, auf *Values...* klicken und die Werte eingeben. Die Eingaben beziehen sich immer auf die Ausgabedatei.

13.7.5 **Umbenennen von Werkzeugen und Variablen**

Mit Rechtsmausklick auf die Variable oder das Werkzeug → *Rename...* kann die Bezeichnung verändert werden. Falls es sich um ein Model Parameter handelt, wird die Bezeichnungen im Dialogfenster übernommen.

13.7.6 *Label erstellen*

Durch Rechtsmausklick ins Diagrammfenster → *Create Label* kann ein Label ins Diagramm eingefügt werden. So können die einzelnen Vorgänge im Diagramm beschriftet und beschrieben werden. Dies wird vor allem dann verwendet, wenn die Modelle an andere Personen weitergegeben werden.

13.7.7 *Dokumentation eines Modelles erstellen*

Im Dokumentationseditor wird die Dokumentation zu den Werkzeugen, Modellprozessen und Toolboxen abgespeichert. Diese Informationsquelle wird vom Hilfesystem und von ArcGIS Applikationen verwendet.

Es gibt zwei Möglichkeiten um den Dokumentationseditor zu öffnen:

- In **ArcToolbox**, Rechtsmausklick auf das Werkzeug oder die Toolbox → *Edit Documentation*
- Im **ArcCatalog** Tree wird das Werkzeug oder die Toolbox selektiert → *Metadata Tab* in *Metadata Toolbar* → *Edit Metadata*

Der ArcToolbox Documentation Editor besteht aus zwei Teilen: Auf der linken Seite ist das Inhaltsverzeichnis (*table of contents*) und auf der rechten Seite der Bereich, wo der Text zu den einzelnen Punkten abgelegt werden kann.

Achtung: Ein einzelner Prozess wird direkt in **ModelBuilder** über Rechtsmausklick auf Werkzeug → *Edit Documentation* dokumentiert.

13.8 Modell ausführen

Das Modell kann durch Doppelklick oder durch Rechtsmausklick → *Open...* in **ArcToolbox** oder **ArcCatalog** ausgeführt werden. Dadurch wird das Werkzeug geöffnet und falls nötig können die Parameter definiert werden (Definieren von Model Parameter siehe auch *Kapitel 13.7.2*).

Hat man das Modell im Editiermodus geöffnet, so kann der vollständige Analyseverlauf auch über den Button *Run*  laufen gelassen werden. Will man nur einen Teilprozess laufen lassen, so kann das mittels Rechtsmausklick auf das Werkzeug → *Run* durchgeführt werden.

Welcher Prozess gerade ausgeführt wird, erkennt man daran, dass das Rechteck des Werkzeuges rot eingefärbt ist. Wurde ein Prozess erfolgreich ausgeführt, werden das Werkzeug und die abgeleiteten Datenelemente mit einem grauen Schattenrand versehen. Das erstellte Output (grünes Oval) kann direkt über Rechtsmausklick auf das Oval → *Add to Display* in **ArcMap** dargestellt werden.

13.9 Modell exportieren

Die eigenen (meist komplexen) Prozessabläufe können als Skripte exportiert werden *Model* → *Export* → *to Script*. So ist ein Modellaustausch unter verschiedenen Anwendern möglich.

Die anderen Benutzer können die exportierten Abläufe anschliessend in die eigene Geoprocessingtoolbox integrieren (Rechtsmausklick auf *My Toolbox* → *Add* → *Script*). So können Zeit und Kosten gespart werden.

13.10 Bestehendes Modell öffnen

Die abgespeicherten Modelle werden in der entsprechenden Toolbox angezeigt. Diese Modelle können mit Rechtsmausklick → *Edit...* geöffnet und editiert werden.

14 Datenmodellierung mit Visio

14.1 Voraussetzungen und Vorbereitung

14.1.1 *Voraussetzung*

Auf Ihrem Computer muss das Programm **Microsoft Office Visio** installiert sein.

14.1.2 *ESRI Case Patch installieren*

Kopieren Sie aus dem ArcGIS Installationsverzeichnis

„...\\Program Files\\ArcGIS\\CaseTools\\Utilities“ die folgenden beiden Dateien in die entsprechenden Ordner:

- Die Datei „*ESRI XMI Export.vsl*“ in das Visio 2003 Installationsverzeichnis „...\\Program Files\\Microsoft Office\\Visio11\\1033“.
- Die Datei „*uml.dtd*“ in das Verzeichnis, in welches Sie später auch das Modell exportieren.

14.1.3 *XMI-Exporter installieren*

1. Laden Sie den Microsoft-Patch für den XMI Export Prozess von der Microsoft Downloadseite herunter (nach dem Begriff XMI suchen):
http://www.microsoft.com/downloads/search.aspx?displaylang=en.
2. Wählen Sie die Seite zum Thema „*UML to XMI Export*“ für Visio 2003 und laden dort die Datei *XMIExprt.exe* herunter und entzippen diese.
3. Kopieren sie die Datei „*XMIExprt.dll*“, welche sich im entzippten Ordner befindet, in das Visio 2003 Installationsverzeichnis „...:\\Program Files\\Microsoft Office\\Visio11\\DLL“.
4. Wenn das „*XMI Export Facility Tool*“ das erste Mal installiert wird, setzen sie die Makro Sicherheitsoptionen von *Visio 2003* wie folgt:
 - Starten sie *Visio 2003 Professional* und begeben sie sich in das Menü *Tools > Options...*
 - Wählen sie das *Security*-Tab aus und klicken auf den *Macro Security...*-Button
 - Setzen sie das Sicherheitslevel auf niedrig (**Low**)
 - Schliessen sie *Visio Professional 2003*
5. Starten sie *Visio 2003 Professional* erneut und begeben sich in das Menü *Tools > Options...*

6. Wählen sie den Tab für *Advanced* im Optionen-Dialogfenster und klicken sie auf den Button für *File Paths...*
7. Klicken sie auf den *Browse*-Button (...) für das *Add-ons* Feld und selektieren sie das *Visio 2003* Installationsverzeichnis „...\\Program Files\\Microsoft Office\\Visio11\\1033“.
8. Bestätigen sie mit *OK* und schliessen sie das *Dateipfad* und das *Optionen*-Dialogfenster.
9. Nach der erfolgreichen Installation des neuen Makros setzen sie die Makro-Sicherheitsoptionen von *Visio 2003* wieder zurück auf **Medium** (siehe Ablaufpunkt 4).
10. Starten sie *Visio 2003 Professional* erneut, damit die Änderungen aktiviert werden.

Sollten Warnhinweise von *Visio 2003* erscheinen, wählen sie stets „Makro aktivieren“!

Referenz

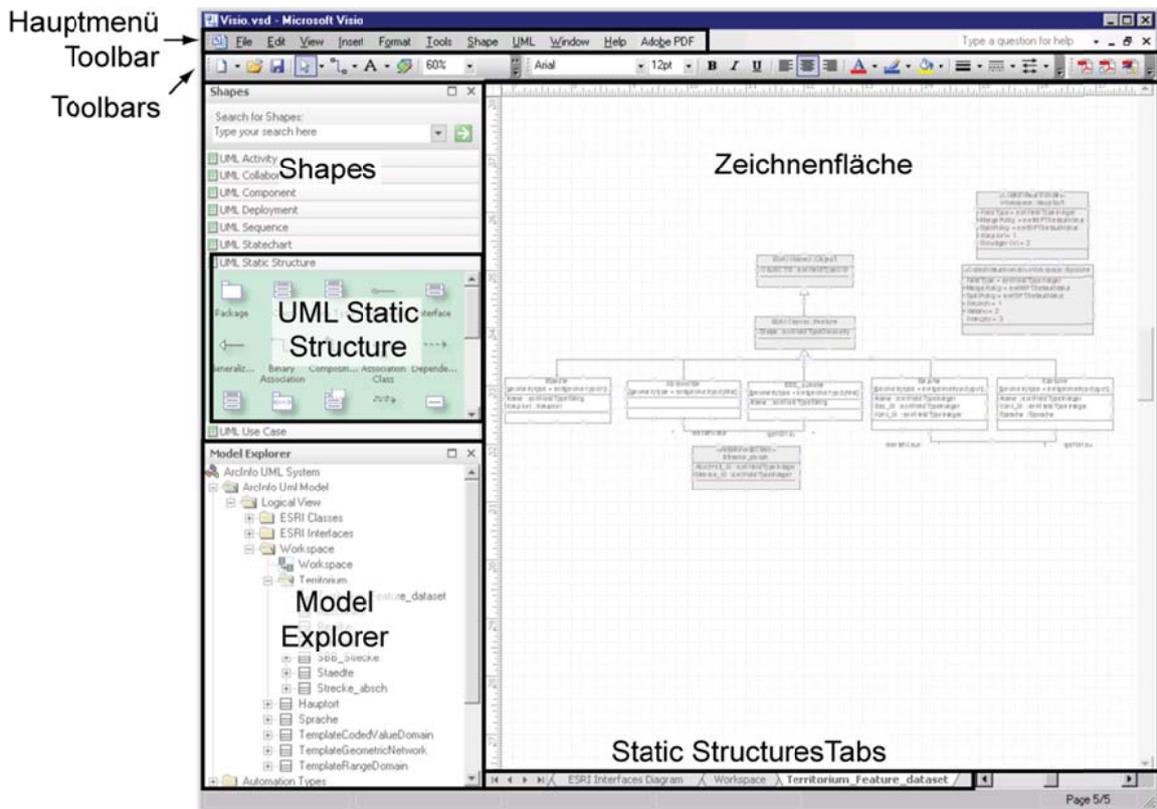
<http://support.esri.com/index.cfm?fa=knowledgebase.techarticles.articleShow&d=26105>
(<http://support.esri.com> → Suchen nach “uml visio 2003”)

14.2 Das ArcInfo UML Modell

Die ESRI Visio Templates für die verschiedenen Versionen von **Microsoft Office Visio** werden im Softwarepaket **ArcGIS** mitgeliefert und sind unter ...\\Program Files\\ArcGIS\\CaseTools\\Uml Models abgespeichert.

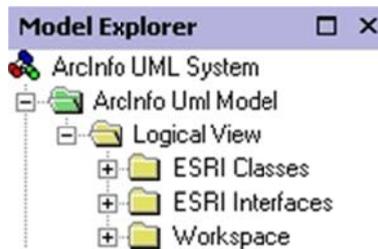
ArcInfo UML Modell laden:

1. Das Programm **Microsoft Office Visio** starten.
2. Im Hauptmenü *File* → *Open...* klicken und das *ArcInfo UML Model Template File (.../Program Files/ArcGIS/CaseTools/Uml Models/ArcInfo UML Model (Visio 2003).vst)* öffnen.
3. Makros müssen aktiviert werden (*Enable Macros*).
4. Vorlage als eigene Visio Drawing Datei abspeichern (*.vsd).



Das **ArcInfo UML Modell** enthält das Objektmodell und die relevanten Komponenten, welche benötigt werden um mit dem Programm **Visio** mit UML eine *Geodatabase* zu modellieren. Das **ArcInfo UML Modell** hat vier *Packages*: *Logical View*, *ESRI Classes*, *ESRI:Interfaces* und *Workspace*. Diese *UML-Packages* entsprechen Verzeichnissen, in denen unterschiedliche Teile des gesamten **ArcInfo UML Modells** erhalten sind.

Das *Logical View Package* ist das übergeordnete Package und enthält die anderen drei.



Ein Package enthält beliebig viele UML-Elemente wie weitere Packages, Klassen (*classes*), Verbindungen (*interfaces*) und Diagramme (*diagrams*). Beachten Sie, dass das *Workspace-Diagramm* in der Zeichenfläche zum *Workspace-Package* gehört. Dieses *Workspace-Package* repräsentiert die *Geodatabase*. Es gibt keine Begrenzung für die Anzahl der Packages, welche ein **ArcInfo UML Modell** enthalten kann. Sie

müssen jedoch alle innerhalb des *Workspace-Packages* erzeugt werden. Es können auch *Feature Datasets*, *Object Classes* (Tabellen) und *Stand-Alone Feature Classes* unter dem *Workspace-Package* kreiert werden.

14.3 Feature Dataset erstellen

1. Im **Model Explorer** auf *Workspace* klicken.
2. Aus der **UML Static Structure** Vorlage durch *Drag & Drop* das Shape *Package*  in die Zeichenfläche einfügen.
3. Doppelklick auf das *Package* um die Eigenschaften einzublenden.
4. Benennen Sie das *Package* um.
5. Bei Stereotype aus der *Dropdown-Liste Feature Dataset* auswählen und mit *OK* bestätigen. Im **Model Explorer** ist nun ein neues *Package* mit einer neuen Zeichenfläche (*Static Structure*) kreiert worden.
6. Benennen Sie die Zeichenfläche *Static Structure* des neuen *Packages* um.

14.4 Feature Class erstellen

14.4.1 Feature Classes kreieren

1. Um die *Feature Class* im gewünschten *Feature Dataset* zu erstellen, muss man durch Doppelklick auf die gewünschte *Static Structure* im **Model Explorer** in die entsprechende Zeichenfläche wechseln.
2. Das Shape *Object* durch *Drag & Drop* aus dem **Model Explorer** unter *ESRI Classes* in die Zeichenfläche einfügen.
3. Das Shape *Feature* durch *Drag & Drop* aus dem **Model Explorer** unter *ESRI Classes* in die Zeichenfläche einfügen.

Merke: Unter *ESRI Classes* ist definiert, dass das Programm **Visio** automatisch als Beziehung zwischen *Object* und *Feature* eine Vererbung (*Generalization*) hinzufügt.

4. Aus der **UML Static Structure** Vorlage durch *Drag & Drop* eine neue Klasse  (*Class*) in die Zeichenfläche einfügen.
5. Doppelklick auf die neue Klasse und gewünschten Namen der *Feature Class* eingeben.
6. Um die Eigenschaftswerte wie z.B. die Geometrie zu definieren, siehe Kapitel 14.6 *Tagged Values definieren*.

7. Durch *Drag & Drop* eine Vererbung  (*Generalization*) in die Zeichenfläche einfügen und die neue Klasse mit dem *Feature* verbinden (der Pfeil sollte von der Klasse zum *Feature* zeigen).

Merke: Die erstellte *Feature Class* wird die beiden Attribute *OBJECTID* und *Shape* ebenfalls besitzen, da sie diese von den Klassen *Object* und *Feature* erbt.

14.4.2 Attribute zu *Feature Class* hinzufügen

1. Doppelklick auf die Klasse.
2. Unter *Categories* auf *Attributes* klicken.
3. *New* anwählen um ein neues Attribut zu erstellen.
4. Attribut benennen.
5. Klicken Sie unter *Type* und wählen Sie den gewünschten Feldtyp aus (z.B. *esriFieldTypeString*). Dieser Feldtyp kann auch über den Button *Properties...* unter *Type* eingestellt werden. Um die Eigenschaftswerte wie z.B. die Länge einer Zeichenkette zu definieren siehe Kapitel 14.6 *Tagged Values definieren*.
6. Bestätigen mit *OK*.
7. Wiederholen der Schritte 3 bis 6 um weitere Attribute anzufügen.

14.5 Object Class (Tabelle) erstellen

14.5.1 Object Class kreieren

1. Im **Model Explorer** auf *Workspace* klicken.
2. Aus dem **Model Explorer** unter **ESRI Classes** durch *Drag & Drop* das *Shape Object* in die Zeichenfläche einfügen.
3. Aus der **UML Static Structure** Vorlage durch *Drag & Drop* eine neue Klasse  (*Class*) in die Zeichenfläche einfügen.
4. Doppelklick auf die neue Klasse und gewünschten Namen der Tabelle eingeben.
5. Durch *Drag & Drop* eine Vererbung (*Generalization*) in die Zeichenfläche einfügen und die neue Klasse mit dem *Object* verbinden (der Pfeil sollte von der Klasse zum *Object* zeigen).

Merke: Im Gegensatz zu einer *Feature Class* wird bei einer *Object Class* nur das *Shape Object* hinzugefügt (keine Geometrie). Es wird daher nur das Attribut *OBJECTID* "vererbt". Ausserdem wird die *Object Class* auf der Stufe des *Workspaces* und nicht auf der Stufe des *Feature Dataset* erstellt.

14.5.2 *Attribute zu Object Class hinzufügen*

Siehe Kapitel 14.4.2 Attribute zu Feature Class hinzufügen.

14.6 Tagged Values definieren

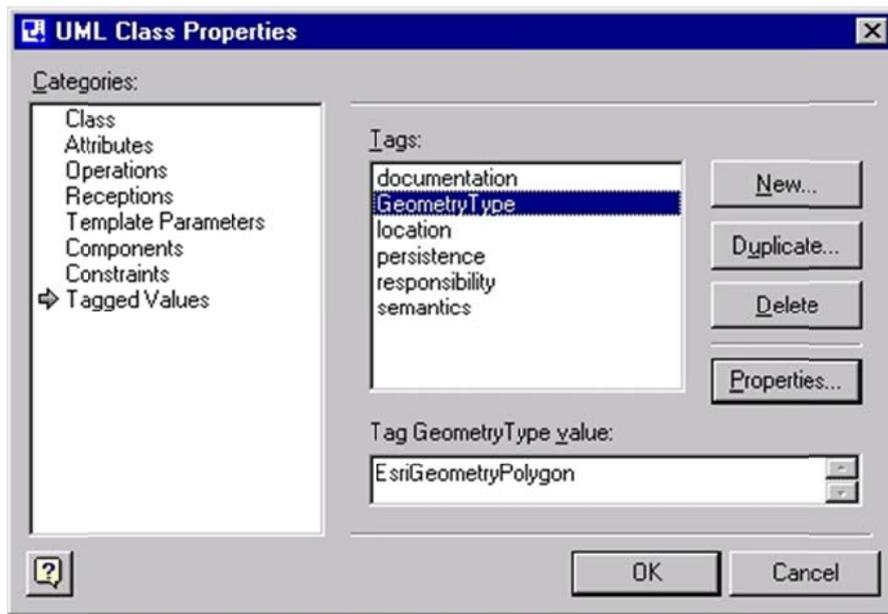
Eigenschaftswerte (*Tagged Values*) werden gebraucht um zusätzliche spezifische, charakteristische Eigenschaften der UML-Elemente zu definieren. Sie bestehen aus einem Schlüsselwort (*Tag*) und einem dazugehörigen Wert (*Value*). Es können Eigenschaftswerte für einzelne Attribute z.B. die Länge einer Zeichenkette (*string field*) oder für ganze *Feature Classes* z.B. die Geometrie eines Objektes definiert werden.

14.6.1 *Tagged Values für einzelne Attribute definieren*

1. Öffnen des Eigenschaftsfensters (*UML Class Properties*) durch Doppelklick auf die gewünschte UML Klasse in der Zeichenfläche.
2. Unter der Kategorie *Attributes* das Attribut auswählen für welches der Eigenschaftswert wie z.B. die Länge der Zeichenkette festgelegt werden soll.
3. Durch Klicken auf den *Properties...*-Button wird das *UML Attribute Properties*-Fenster geöffnet.
4. In diesem Fenster die Kategorie *Tagged Values* anklicken.
5. Klicken Sie *New* um eine neues *Tagged Value* zu erstellen.
6. Schreiben Sie das Schlüsselwort (im Beispiel der Länge der Zeichenkette das Wort *Length*) in die *Tag*-Textbox und den entsprechenden Wert (z.B. die Feldlänge) in die *Value*-Textbox.
7. Mit *OK* bestätigen.

14.6.2 *Tagged Values für Feature Classes etc. definieren*

1. Öffnen des Eigenschaftsfensters (*UML Class Properties*) durch Doppelklick auf die gewünschte UML Klasse in der Zeichenfläche.
2. Die Kategorie *Tagged Values* anklicken.
3. Klicken Sie *New* um eine neues *Tagged Value* zu erstellen.
4. Schreiben Sie das Schlüsselwort (Im Beispiel der Geometrie-Definition den Begriff *GeometryType*) in die *Tag*-Textbox und den entsprechenden Wert (*EsriGeometryPoint*, *EsriGeometryPolyline* oder *EsriGeometryPolygon*) in die *Value*-Textbox.



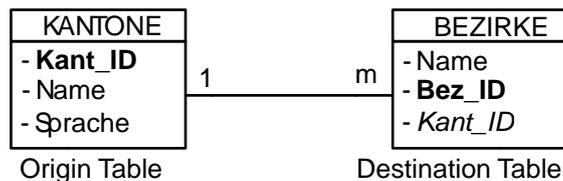
5. Mit *OK* bestätigen.

14.6.3 *Tagged Values (z.B. Geometrietyp) als Attribut im Diagramm anzeigen*

Rechtsmausklick auf die Klasse und *Shape Display Options...* auswählen. Im Fenster *UML Shape Display Options* unter *General Options* bei *Properties* ein Häkchen setzen.

14.7 Nonattributed Relationship Classes erstellen (Relationships 1:1; 1:m)

UML-Assoziationen sind *Relationship Classes* zwischen *Feature Classes* und/oder *Object Classes* (Tabellen). Primär- und Fremdschlüssel müssen in den Klassen enthalten sein (Primärschlüssel kann auch ObjectID sein).



In einem ersten Schritt wird die Verknüpfung zwischen zwei Klassen erstellt, eine Ursprungs- und eine Zielklasse festgelegt und die Multiplizität (Kardinalität) definiert. In einem zweiten Schritt muss noch festgelegt werden, über welche Attribute die beiden Klassen miteinander verknüpft sind.

14.7.1 *Assoziationen erstellen*

1. *Binary Association*  aus der *UML Static Structure* Vorlage durch *Drag & Drop* in die Zeichenfläche ziehen.

2. Verbinden Sie die gewünschten Klassen. Das linke Ende der Verbindung ist die Ursprungsclass (*origin table*), das rechte Ende ist die Zielclass (*destination table*).
3. Doppelklick auf die Verbindung um das *UML Association Properties*-Fenster zu öffnen.
4. Die Verbindung benennen (z.B. Kant_Bez).
5. Unter *Association Ends* eines der beiden Enden auswählen und *Properties* anklicken.
6. Benennen Sie das Ende der Verbindung (*Name*). Der angegebene Text wird die *Relationship Class* Bezeichnungen sein (z.B.: gehört zu; besteht aus).
7. Unter *Multiplicity* dem Verbindungsende die entsprechende Multiplizität zuweisen. Weil die Multiplizität einer *Relationship Class* in ArcGIS nur 1–1, 1–M, oder M–N sein kann, sind die einzigen gültigen *Multiplicity Values* 1 und * (= M, viele).
8. Mit *OK* bestätigen.
9. Punkte 5 bis 8 für das andere Verbindungsende wiederholen.

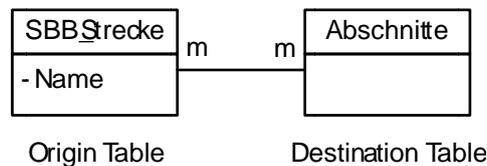
14.7.2 *Eigenschaften der Assoziationen definieren*

Die Bedingungen für die *Nonattributed Relationship Class* werden in **UML** durch *Tagged Values* festgelegt. Folgende *Tagged Values* müssen für *Nonattributed Relationship Classes* definiert werden:

OriginClass:	the name of the origin class (z.B. Kantone)
OriginPrimaryKey:	the name of the primary key field in the origin class (z.B. Kant_ID)
OriginForeignKey:	the name of the foreign key field in the destination class (z.B. Kant_ID)

1. Doppelklick auf die *Assoziation*.
2. Die Kategorie *Tagged Values* anwählen.
3. *New...* anklicken.
4. Zum Beispiel „*OriginClass*“ in das *Tag*-Feld eintragen.
5. Schreiben Sie den Namen des *Origin Class* Feldes in das *Value*-Feld.
6. Mit *OK* bestätigen.
7. Die Schritte 1 bis 6 wiederholen, um andere *Tagged Values* fest zu legen.

14.8 Attributed Relationship Classes erstellen (Relationships m:m)



14.8.1 Assoziationen erstellen

1. Die *UML Assoziation* muss wie im Kapitel 14.7.1 *Assoziationen erstellen* erzeugt werden.
2. *Class* aus der *UML Static Structure* Vorlage anwählen und durch *Drag & Drop* eine neue UML Klasse in der Zeichenfläche erstellen.
3. Doppelklick auf diese neue Klasse, um das *UML Class Properties*-Fenster zu öffnen.
4. Die neue Klasse benennen. Die Bezeichnung muss die gleiche sein wie der Name der Assoziation (z.B. Strecke_absch).
5. Bei Stereotype aus der *Dropdown*-Liste *RelationshipClass* auswählen und mit *OK* bestätigen.
6. Folgen Sie den Schritten 3 bis 7 des Kapitels 14.4.2 *Attribute zu Feature Class hinzufügen* auf Seite 14-5, um die Attributfelder der Relationship Class hinzuzufügen.

14.8.2 Eigenschaften der Assoziationen definieren

Die Bedingungen für die *Attributed Relationship Class* werden in *UML* durch *Tagged Values* festgelegt.

Achtung: Die *Tagged Values* werden in der Assoziation (*Binary Association*) und nicht in der Klasse (*Relationship Class*) erstellt!

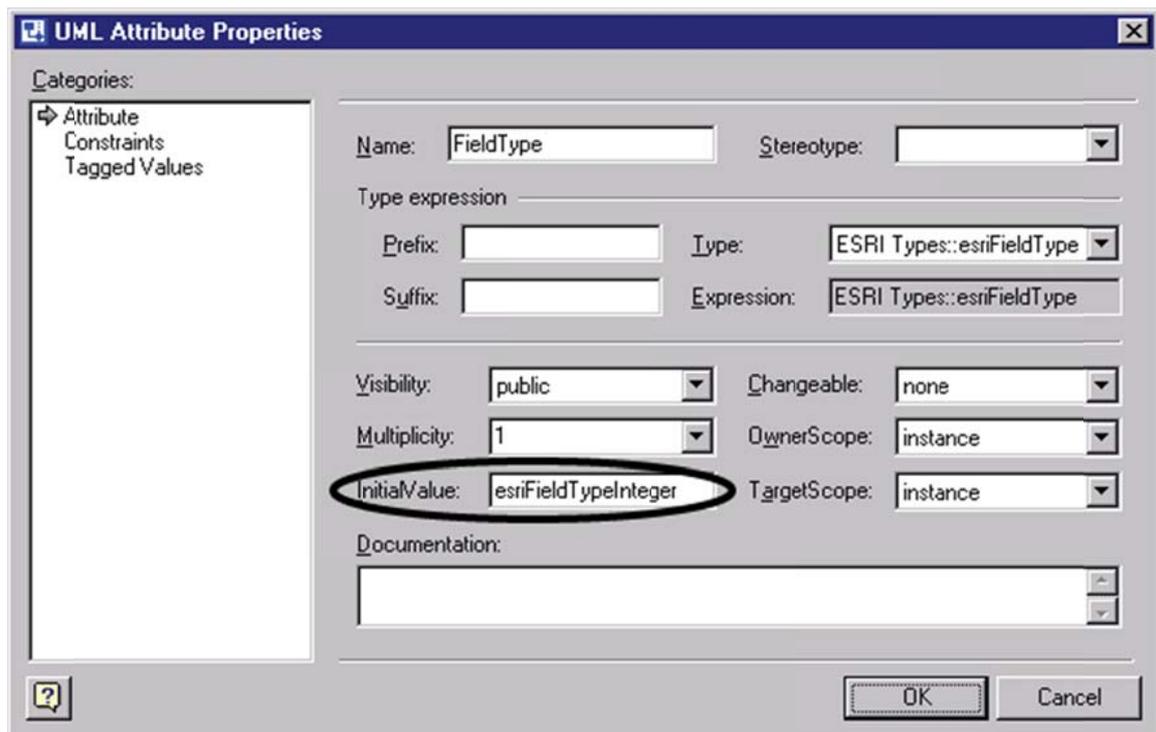
Tagged Values für die *Attributed Relationship Class* enthalten:

OriginClass:	the name of the origin class (z.B. SBB_Strecke)
OriginPrimaryKey:	the name of the primary key field in the origin class (z.B. OBJECTID)
DestinationPrimaryKey:	the name of the primary key field in the destination class (z.B. OBJECTID)
OriginForeignKey:	the name of the foreign key field (linked with the origin class) in the attributed relationship (z.B. Strecke_ID)
DestinationForeignKey:	the name of the foreign key field (linked with the destination class) in the attributed relationship (z.B. Abschnitt_ID)

14.9 Domains erstellen

14.9.1 Erstellen von Range Domains

1. *Workspace* Package → *TemplateRangeDomain* im **Model Explorer** auswählen, Rechtsmausklick und *Duplicate* anklicken. Unter dem *Workspace-Package* wird eine Kopie der Klasse *TemplateRangeDomain* erstellt.
2. Durch *Drag & Drop* diese Kopie in die Zeichenfläche verschieben.
3. Doppelklick auf die Kopie in der Zeichenfläche und den Namen der *Domain* eingeben.
4. Die Kategorie *Attributes* anklicken.
5. Das erste Attribut *FieldType* auswählen und auf *Properties* klicken.
6. Den geeigneten Datentypen, mit welchem diese *Domain* verknüpft werden soll, in die *InitialValue*-Textbox eintragen (z.B. *esriFieldTypeInteger*) und mit *OK* bestätigen:



7. Das Attribut *MinValue* anklicken und *Properties* auswählen.
8. Schreiben Sie den Minimalwert der *Range Domain* in die *InitialValue*-Textbox und klicken Sie *OK*.
9. Das Attribut *MaxValue* anklicken und *Properties* auswählen.
10. Schreiben Sie den Maximalwert der *Range Domain* in die *InitialValue*-Textbox und klicken Sie *OK*.

11. Um die Attributstypen im Diagramm nicht mehr anzuzeigen: Rechtsmausklick auf die erstellte *Range Domain* und *Shape Display Options...* auswählen. Im Fenster *UML Shape Display Options* unter *Attribute Options* bei *Attribute types* das Häkchen entfernen.

14.9.2 **Erstellen von Coded Value Domains**

1. *Workspace Package* → *TemplateCodedValueDomain* im **Model Explorer** auswählen, Rechtsmausklick und *Duplicate* anklicken. Unter dem *Workspace-Package* wird eine Kopie der Klasse *TemplateCodedValueDomain* erstellt.
2. Durch *Drag & Drop* diese Kopie in die Zeichenfläche verschieben.
3. Doppelklick auf die Kopie in der Zeichenfläche und den Namen der *Domain* eingeben.
4. Die Kategorie *Attributes* anklicken.
5. Das erste Attribut *FieldType* auswählen und auf *Properties* klicken.
6. Den geeigneten Datentypen, mit welchem diese *Domain* verknüpft werden soll, in die *InitialValue*-Textbox eintragen (z.B. *esriFieldTypeInteger*) und mit *OK* bestätigen (siehe Bild im Kapitel 14.9.1 Punkt 6).
7. Das Attribut *Code1* anklicken und *Properties* auswählen.
8. Benennen Sie *Code1* um (entsprechend der ersten Bezeichnung in der Liste).
9. Geben Sie unter *InitialValue* den zum Codenamen gehörenden Codewert ein.
10. Repetieren Sie die beiden vorangegangenen Schritte für alle andere Codes (so viele wie die Anzahl der Werte in der Liste).
11. Durch *OK* bestätigen.
12. Um die Attributstypen im Diagramm nicht mehr anzuzeigen: Rechtsmausklick auf die erstellte *CodedValueDomain* und *Shape Display Options...* auswählen. Im Fenster *UML Shape Display Options* unter *Attribute Options* bei *Attribute types* das Häkchen entfernen.

14.9.3 **Domain in Klassen verwenden**

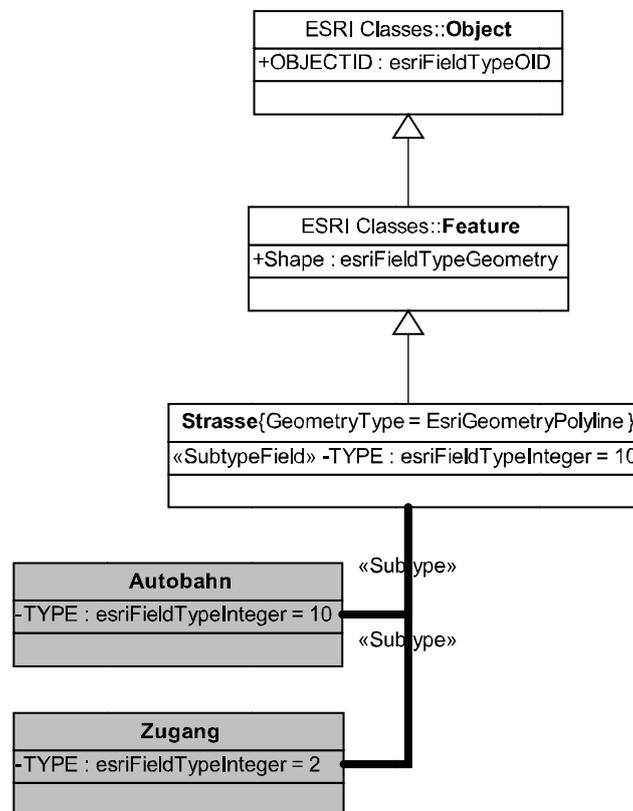
Um die *Domain* mit einem speziellen Feld zu verbinden, spezifizieren Sie einfach den Namen der *Domain* als Feldtyp in den Klassen (z.B. Kantone: *Type = Workspace: Sprache* oder Staedte: *Type = Workspace:Hauptort*).

14.10 Subtypes erstellen

Zusammenfassung: *Subtypes* werden in UML als Unterklassen definiert, welche durch Beziehungen mit der Oberklasse verbunden sind. Der Verwendungszweck (*Stereotype*) dieser Beziehungen muss als „Subtype“ definiert sein.

In der Oberklasse wird das gewünschte Attribut als *SubtypeField* definiert. Es können nur *Subtypes* erstellt werden wenn das Attribut vom Typ *Integer* ist. Ausserdem wird in der Oberklasse ein Default-Subtypewert festgelegt.

Jede Subtype-Klasse hat einen eigenen Wert im Subtype-Feld. Der Name dieses Subtype-Feldes entspricht dem Namen des Subtype-Feldes der Oberklasse. Weitere Attributsfelder werden in der Subtype-Klasse nur hinzugefügt, wenn sich die Regeln gegenüber dem Feld in der Oberklasse unterscheiden (unterschiedliche Default-Werte oder Domains). Es können jedoch keine Attributsfelder zu einer Subtype-Klasse hinzugefügt werden, welche nicht bereits in der Oberklasse vorhanden sind.



14.10.1 Subtype-Feld einer Feature Class definieren

1. Im Diagramm Doppelklick auf die Klasse für welche ein *Subtype* erstellt werden soll.
2. Die Kategorie *Attributes* anklicken.
3. Attribut anwählen welches das *Subtype*-Feld sein soll und auf *Properties* klicken.
4. Aus der *Stereotype*-Dropdownliste *SubtypeField* auswählen.
5. Achten Sie darauf, dass der Feldtyp eines Attributes mit *Subtypes* vom Typ *esriFieldTypeInteger* sein muss.

6. Tippen Sie den Subtypecode in die *InitialValue*-Textbox ein, der als Defaultwert verwendet werden soll und bestätigen Sie mit *OK*.

14.10.2 *Subtype-Klassen erstellen*

1. Aus der *UML Static Structure* Vorlage durch *Drag & Drop* eine neue Klasse  (*Class*) in die Zeichenfläche einfügen.
2. Doppelklick auf die neue Klasse und als Namen die Bezeichnung des ersten *Subtype*-Codes eingeben.
3. Die Kategorie *Attributes* anklicken und ein neues Attribut erstellen. Das Attribut muss gleich heißen wie das *Subtype*-Feld der *Feature Class*.
4. Dieses Attribut anwählen und auf *Properties* klicken.
5. Achten Sie darauf, dass der Feldtyp dieses Attributes ebenfalls vom Typ *esriFieldTypeInteger* sein muss.
6. Das *Subtype*-Feld jeder *Subtype-Class* muss seinen eigenen eindeutigen Standardwert haben, welcher dem *Subtype-Code* entspricht (z.B. 1, 2, 3 ...usw.). Tippen Sie den *Subtype-Code* in die *InitialValue*-Textbox ein und bestätigen Sie mit *OK*.
7. Falls sich die Regeln für Attribute aus der *Feature Class* bei der *Subtype*-Klasse ändern, können diese ebenfalls hinzugefügt werden. Es dürfen jedoch keine neuen Attribute hinzugefügt werden, die nicht bereits in der *Feature Class* vorkommen.
8. Die *Subtype Class* wird durch eine *Binary Association* mit der Oberklasse verbunden. Die *Binary Association* in der *UML Static Structure* Vorlage durch klicken anwählen, mittels *Drag & Drop* in die Zeichenfläche ziehen und die Klassen verbinden.
9. Doppelklick auf die Verbindung.
10. Die *Subtypes Association Ends* müssen nicht benannt werden. Die einzige Eigenschaft die es zu setzen gilt, ist der *Stereotype*, welcher als *Subtype* definiert werden muss.
11. Mit *OK* bestätigen.
12. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 11 für alle *Subtype-Codes*.

14.11 Geometrisches Netzwerk erstellen

Zusammenfassung: Geometrische Netzwerke werden in UML mit einer Klasse modelliert, bei welcher der Verwendungszweck (*Stereotype*) auf *GeometricNetwork* gesetzt wird. Die *Feature Classes* des Netzwerkes werden über Beziehungen mit dem

Geometrischen Netzwerk verbunden. Dies muss alles im gleichen *Feature Dataset* geschehen. Das Geometrische Netzwerk hat nur das Attribut in welchem der Netzwerktyp definiert wird. Im **ArcInfo UML Model** ist ein Template für geometrische Netzwerke abgespeichert.

14.11.1 **Aufbau Geometrischer Netzwerke**

1. Zuerst muss ein *Feature Dataset* erstellt werden, in welchem das geometrische Netzwerk aufgebaut werden kann (siehe Kapitel 14.3).
2. Anschliessend wird eine Kopie des Templates erstellt: *Workspace*-Package → *TemplateGeometricNetwork* im **Model Explorer** auswählen, Rechtsmausklick und Duplicate anklicken. Unter dem *Workspace*-Package wird eine Kopie der Klasse *TemplateGeometricNetwork* erstellt.
3. Durch Drag & Drop diese Kopie im **Model Explorer** in den Ordner des *Feature Datasets* verschieben.
4. Im **Model Explorer** unter *ESRI Classes* durch *Drag & Drop* die Klassen, welche zum Netzwerk gehören (*SimpleJunctionFeature*, *SimpleEdgeFeature*, *ComplexJunctionFeature*, *ComplexEdgeFeature*), in die Zeichenfläche einfügen.
5. In der *UML Static Structure* Vorlage durch *Drag & Drop* für die Knoten (*Junctions*) und die Kanten (*Edges*) mindestens je eine neue Klasse  (*class*) in die Zeichenfläche einfügen und diese benennen.
6. Attribute wie im Kapitel 14.4.2 *Attribute zu Feature Class hinzufügen* hinzufügen.
7. Durch *Drag & Drop* Vererbungen (*generalization*) in die Zeichenfläche einfügen und die neuen Klassen für die Knoten mit der entsprechenden *ESRI Class SimpleJunctionFeature*, *SimpleEdgeFeature*, *ComplexJunctionFeature* oder *ComplexEdgeFeatur* verbinden (der Pfeil sollte von den Klassen zum *Feature* zeigen).
8. Durch *Drag & Drop* eine *Binary Association* in die Zeichenfläche einfügen und die neuen Klassen mit der *Geometric Network Class* verbinden.

14.11.2 **Verbindungsregeln der Netzwerke erstellen**

In einem Netzwerk gibt es zwei mögliche Verbindungen zwischen den Komponenten: die Kanten-Knoten- und die Kanten-Kanten-Regeln.

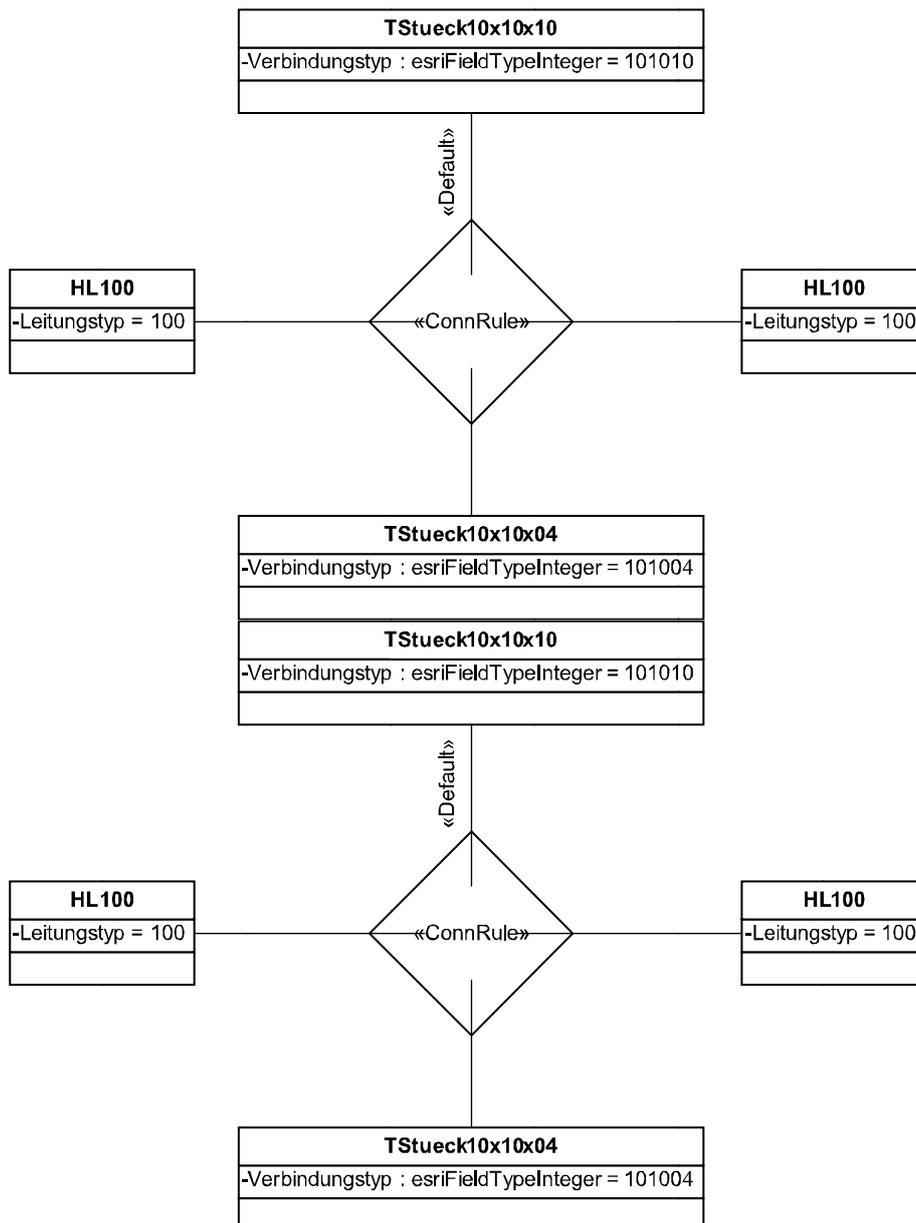
WICHTIG: Bereits erstellte Elemente können durch *Drag & Drop* aus dem **Model Explorer** in die Zeichenfläche verschoben werden. Dabei werden jedoch die

angeknüpften Beziehungen automatisch auch gezeichnet. Wenn mehrere Elemente so in die Zeichenfläche eingefügt werden, kann das Ganze sehr unübersichtlich werden. Deshalb werden vor dem Definieren der Verbindungsregeln alle Elemente (normalerweise *Subtypes* der Klassen), welche für die Regeln verwendet werden, aus dem **Model Explorer** in die Zeichenfläche verschoben und die Verbindungspfeile, welche automatisch erscheinen, gelöscht. Sie werden dabei nur visuell gelöscht, im Modell sind sie immer noch enthalten.

14.11.2.1 Kanten-Kanten Regeln erstellen

Eine Kanten-Kanten-Regel ist eigentlich eine **Kanten-Knoten-Kanten-Regel**, da Kanten nur über Knoten miteinander verbunden werden können.

Eine Kanten-Kanten-Regel wird mit Hilfe einer *N-ary Association*  Vorlage, welche zwei Kanten mit maximum sechs Knoten verbindet, erstellt.

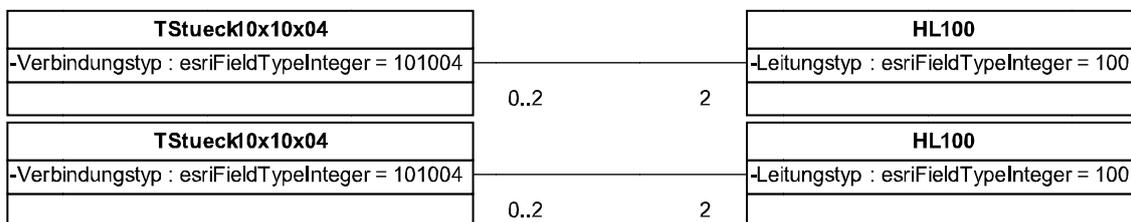


1. Aus der *UML Static Structure* Vorlage durch *Drag & Drop* eine *N-ary Association* in die Zeichenfläche einfügen.
2. Doppelklick auf die Verbindung und bei Stereotype aus der *Dropdown*-Liste *ConnRule* auswählen und die Anzahl der Verbindungen (*End Count*) anpassen. Mit *OK* bestätigen.
3. Verbinden Sie die gewünschten Klassen.
4. Wieder Doppelklick auf die Verbindung, unter *Association Ends* das Ende auswählen, welches als Default-Einstellung verwendet werden soll und auf *Properties* klicken.
5. Unter Stereotype *Default* einsetzen.

6. Rechtsmausklick auf die erstellte *N-ary* und *Shape Display Options...* auswählen. Im Fenster *UML Shape Display Options* nur die Option *Stereotype* eingeschaltet lassen.
7. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 6 für alle Kanten-Kanten-Regeln.

14.11.2.2 Kanten-Knoten-Regeln erstellen

Eine Kanten-Knoten-Regel legt alle Typen von Knoten fest, die mit einer Kante verbunden sein können und auch wie viele sie von jedem Typ (*cardinality*) haben müssen.



1. Aus der *UML Static Structure* Vorlage durch *Drag & Drop* eine *Binary Association* in die Zeichenfläche einfügen.
2. Doppelklick auf die Verbindung und bei *Stereotype* aus der Dropdown-Liste *ConnRule* auswählen und mit *OK* bestätigen.
3. Verbinden Sie die gewünschten Klassen.
4. Wieder Doppelklick auf die Verbindung und unter *Association Ends* den Enden die entsprechenden Multiplizität zuordnen. Falls diese in der Dropdownliste nicht vorhanden sind, können sie ins Feld geschrieben werden.
5. Rechtsmausklick auf die erstellte *Binary Association* und *Shape Display Options...* auswählen. Im Fenster *UML Shape Display Options* nur die Option *End Multiplicities* eingeschaltet lassen.
6. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 5 für alle Kanten-Knoten-Regeln.

14.12 Ein Modell als XMI exportieren

Bevor Sie ein *Geodatabase*-Schema von ihrem *UML*-Modell generieren können, müssen Sie es zuerst als *XMI* exportieren. Die Werkzeuge, um das *UML*-Modell als *XMI* zu exportieren, sind in **Visio** enthalten.

1. *Tools* in **Visio** Toolbar → *Add-Ons* → *ESRI XMI Export* anwählen.
2. Ein Directory auswählen wo Sie das *XMI*-File speichern möchten.
3. Den Namen des *XMI* Files angeben.
4. Speichern um das *UML*-Modell zu exportieren.

5. *OK* klicken.

14.13 Das Modell auf Fehler überprüfen

Mit dem *Semantics Checker* können Sie überprüfen, ob ihr Modell gültig ist.

1. *Tools* in **Visio** Menüleiste → *Macros* → *ESRI* → *SemanticsChecker* anwählen.
2. Selektieren Sie das Modell, welches Sie überprüfen möchten und wählen Sie dann *Check*.
3. Der *SemanticsChecker* überprüft nun ob ihr Modell gültig ist und gibt dann eine entsprechende Meldung aus.

14.14 Schema in ArcCatalog generieren

Das Programm **ArcCatalog** enthält die Werkzeuge um *XMI*-Files zu lesen.

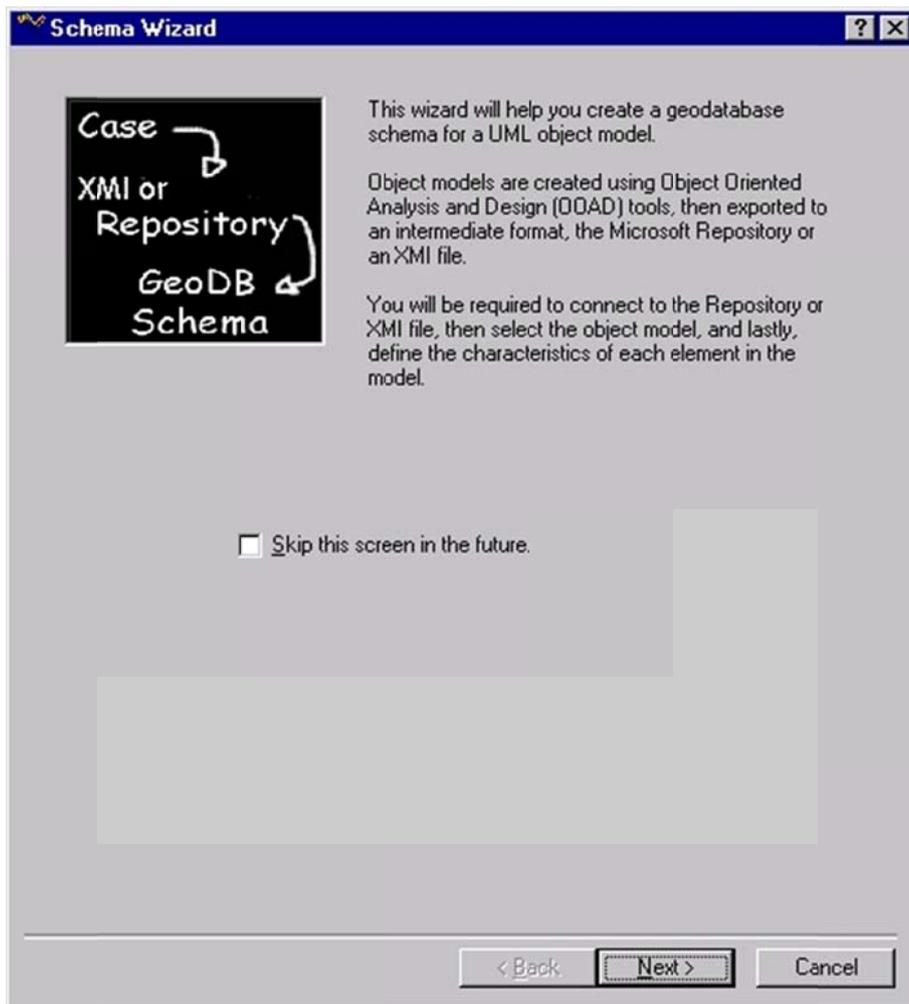
14.14.1 *Schema Wizard-Command in ArcCatalog einfügen*

1. **ArcCatalog** starten
2. *Tools* anklicken und *Customize* auswählen
3. *Commands* Tab anklicken
4. *CASE Tools* in der Kategorienliste auswählen
5. Durch *Drag & Drop* den *Schema Wizard-Command* in die *Toolbar* einfügen.

14.14.2 *Arbeiten mit dem Schema Wizard*

14.14.2.1 **Das XMI File lesen**

1. Eine neue *Geodatabase* erstellen.
2. *Schema Wizard* Knopf anklicken um den *Case Schema Creation Wizard* zu starten. Weiter nach der kurzen Einführung mit *Next*.



3. Gewünschte *XMI*-Datei auswählen und auf *Next* klicken.

14.14.2.2 Räumliches Bezugssystem (*Spatial References*) definieren

1. Klicken Sie auf das *Feature Dataset* für welches Sie die Anpassungen vornehmen wollen.
2. Klicken Sie auf *Properties...* um die Eigenschaften für diese *Feature Dataset* zu setzen. In UML können keine räumlichen Bezugssysteme (*Spatial References*) modelliert werden. Darum müssen diese nachträglich beim Exportieren angegeben werden.
3. Klicken Sie *Edit* und geben Sie das räumliche Bezugssystem an. Anschliessend durch *OK* bestätigen.

14.14.2.3 Höhen (*Z-Values*) und Distanzen entlang von Linien (*M-Values*) hinzufügen

1. Klicken Sie auf die erste der beiden *Feature Classes* die durch eine *Attributed Relationship Class* miteinander verbunden sind.

2. Klicken Sie auf *Properties*, um die Eigenschaften dieser *Feature Class* zu setzen.
3. Unter dem *M/Z*-Tab *Shapes* in *feature class contain M values* anklicken und durch *OK* bestätigen.
4. Die Schritte 2 und 3 für die zweite *Feature Class* wiederholen.
5. Am Ende *Next* and *Finish* klicken.
6. Kontrollieren Sie das Modell in **ArcCatalog**.

15 Index

- .mxt 5-4
- 1:1 14-7
- 1:m 14-7
- 3D Analyst 2-7
 - Toolbar 10-14, 12-3
- 3D Effects
 - Toolbar 12-3
- A new empty map 4-1
- Abfrage 9-1
 - Direkte Abfrage 9-2
- Add
 - Add To My Places 4-24
 - Control Points 10-2
 - Data 4-7
 - Field 6-5
 - Table to Layout 5-4
- Alias 4-20, 7-7
- An existing map 4-1
- Analyse
 - Cell Size 10-7
 - Daten 9-1
 - Extent 10-7
 - Mask 10-7
 - Tools 2-5
- AncillaryRole 11-7
- And 9-3
- Animation (Toolbar) 12-3
- Animation Controls (Toolbar) 12-3
- Annotation 7-3
 - Label 4-33
- ArcCatalog 2-3, 2-6
 - Catalog Tree 3-2
 - Contents 3-2
 - Preview 3-2
- ArcCatalog starten 3-1
- ArcEditor 2-2
- ArcGIS 2-1
 - ArcGIS Desktop 2-2
 - Desktop Administrator 2-2
- ArcInfo 2-2
 - UML Modell 14-3
- ArcMap 2-2, 2-6
 - ArcMap Document .mxd 4-5
- ArcMap starten 4-1
 - A new empty map 4-1
 - An existing map 4-1
 - Do not show this dialog again 4-2
 - Immediately add data 4-1
 - Load last map on startup 4-2
 - Template 4-1
- ArcScene 12-1
- ArcToolbox 2-4, 2-6
 - Conversion Tools 2-5
 - Data Management Tools 2-5
 - My Tool 2-5
- ArcView 2-1
- Aspect 10-14, 10-16
- Ausdehnung
 - Raster Analyse 10-7
- Ausschnitt 9-8
- Barrier 11-10
- Base Heights 12-2, 12-3
- Beleuchtung 10-14, 10-17, 12-3
- Bemassungen 7-3
- Beschriftungen 7-3
- Beziehung Siehe Relationship
- Bild
 - Layout 5-4
- Binary Association 14-7
- Bookmark 4-27

- create 4-24
 Buffer..... 9-11
 Multiple Ring..... 9-12
 Calculate Geometry 6-2
 Case Schema Creation 14-17
 CASE Tools..... 14-17
 Catalog Tree 3-2
 Cell Statistics 10-10
 Change Depth Priority 12-4
 Classify 10-8
 Classified 10-8
 Clear Selected Feature 4-24
 Clip 9-8
 Coded value Domain 7-9
 Complex edges 11-2
 ComplexEdgeFeature 14-14
 Connect to Folder 3-2, 4-7
 Connectivity 11-5
 ConnRule..... 14-15, 14-16
 Contour 10-14, 10-16
 Convert 10-13
 Coordinate System..... 4-12
 Create Profil Graph..... 10-19
 Create Thiessen Polygons..... 9-11
 Create Viewer Window 4-25
 Curvature 10-17
Data Frame 4-4, 4-6
 aktivieren 4-7
 Data View 4-7
 hinzufügen 4-6
 Koordinatensystem 4-6
 Layout View 4-7
 Data Frame Properties 4-12
 Einheiten..... 4-13
 Koordinatensystem 4-12
 Data View 4-4, 4-7, 5-1
 Dateiendungen
 lyr..... 4-14, 4-22
 mxd 4-5
 mxt 4-6
 rrd..... 4-8
 Daten
 Analyse 9-1
 Datenformate 2-8
 Digitalisieren..... 8-6
 Erfassung 8-1
 Exportieren..... 6-6
 Importieren..... 8-1
 Joins & Relates 4-31
 Quelle..... 4-31
 Datensätze
 entfernen 4-8
 laden..... 4-7
 Delete Field..... 6-3
 Density 10-13
 DestinationForeignKey 14-9
 DestinationPrimaryKey..... 14-9
 Digitalisieren..... 8-1
 Dimension 7-3
 Disable Layer 11-9
 Disconnect From Folder 3-2
 Display 4-3
 Arrows 11-7
 Distance Mapping 10-13
 Document Properties..... 4-5
 Domain 7-8
 Coded value 7-9
 Erstellen (Visio)..... 14-10
 Range 7-9
 Double..... 6-5
 Draw individual elements of complex edge 11-11
 Drawings (Netzwerk)..... 11-11
 Edge Siehe Kanten
 Editor 8-6, 8-7
 Save Edits 8-7
 Start Editing..... 8-7

-
- Stop Editing 8-8
 - Effects-Toolbar 4-18
 - Einheiten 4-13
 - Erase 9-9
 - Erweiterung Siehe Extension
 - ESRI 2-1
 - Classes 14-3
 - esriFieldType 14-5
 - Export
 - als XMI 14-16
 - Daten 6-6
 - Layout 5-4
 - Tabelle 6-2
 - Exposition 10-14, 10-16
 - Extension 2-7
 - 3D Analyst 2-7, 10-14
 - Aktivieren 4-22
 - Geostatistical Analyst 2-7
 - Network Analyst 2-7
 - Spatial Analyst 2-2, 2-7, 10-6
 - Extent (Tab) 4-16
 - Extract 9-8
 - By Mask 10-6
 - Feature Class 7-2
 - Erstellen 7-5, 8-4
 - Erstellen (Visio) 14-4
 - Feature Dataset 7-2
 - Erstellen 7-3
 - Erstellen (Visio) 14-4
 - Features
 - stopping the trace 11-9
 - Features 7-2
 - Features to Raster 10-13
 - Fehler überprüfen 14-17
 - Field Calculator 6-2, 6-6
 - Fields (Tab) 4-20
 - File Geodatabase 7-2
 - Find 4-24
 - Common Ancestors 11-8
 - Connected 11-8
 - Disconnected 11-8
 - Find & Replace 6-1
 - Loops 11-8
 - Nearby Places 4-24
 - Path 11-8
 - Path Upstream 11-8
 - Flash Feature 4-24
 - Fliessrichtung 11-7
 - Float 6-5
 - Floating
 - Point-Grid 10-4
 - Flow 11-7
 - Flüge erstellen 12-4
 - Fly 12-4
 - Focal Function 10-11
 - Formatskonvertierung 10-13
 - Freeze/Unfreeze Column 6-3
 - Full Extent 4-23
 - Function
 - Focal 10-11
 - Local 10-10
 - Zonal 10-12
 - General (Tab)
 - Layer Properties 4-15
 - Spatial Analyst 10-7
 - Generalization 14-4
 - Geodatabase 2-8
 - Erstellen 7-2
 - Feature Class 2-9
 - Feature Dataset 2-9
 - File Geodatabase 7-2
 - Logische Modellierung 7-2
 - Object Class 2-9
 - Geometric Network 11-1
 - Geometrische Selektion 9-7
 - GeometryType 14-6

Georeferenzierung	10-1	Kartenlayout.....	5-1
Geostatistical Analyst	2-7	Hintergrundfarbe.....	4-14
Gewicht	11-2, 11-9	Kernel Density	10-13
Go Back To Previous Extent	4-23	Knoten.....	11-4
Go to Next Extent.....	4-23	Konsistenzbedingung	
Go To XY.....	4-24	Räumliche	7-12
Group Layer.....	4-10	Thematische.....	7-12
Hangneigung.....	10-14, 10-16	Konzeptionelles Modell	7-1
Hilfe.....	1-2	Koordinatensystem	
Hillshade.....	10-14, 10-17	auswählen.....	4-12
Höhenlinien	10-14, 10-16	definieren	7-4
HTML Popup.....	4-25	Labels als Annotations.....	4-33
HTML Popup (Tab).....	4-21	Layer.....	4-2
Hyperlink		ausblenden	4-9
Dynamisch.....	4-31	Datentyp.....	4-9
Feldbasiert	4-30	einblenden.....	4-9
Hyperlink.....	4-18, 4-25, 4-30	File .lyr.....	4-22
Hyperlink base.....	4-5	gruppieren	4-10
Identify	4-24	kopieren	4-11
Identify feature(s).....	4-24	Legendarstellung ändern	4-11
Identity.....	9-9	neuer Group Layer erstellen.....	4-10
Immediately add data.....	4-1, 4-7	Reihenfolge ändern	4-10
Import	8-1	Zoom to Layer	4-11
Integer.....	6-5	Layer Properties	
Point-Grid.....	10-4	Layer ein- und ausblenden	4-15
Interpolate Line	10-19	Layername ändern.....	4-15
Interpolate Shape	10-19	massstabgesteuerte Darstellung	4-15
Intersect	9-9	Layer Properties	4-14
Isolinien	10-14	Layout.....	2-3, 5-1
Join		Export	5-4
Joins & Relates	4-31	View.....	4-4
Joins & Relates (Tab)	4-21	Layout View	4-4, 5-1
Spatial.....	4-32	Legende.....	5-2
Junction	Siehe Knoten	Line of sight.....	10-18
Kante-Knoten-Regel.....	14-16	Line of Sight	10-14
Kanten	11-2, 11-4, 11-5	Liniendistanz.....	10-13
Kanten-Kanten-Regel.....	14-15	Link Table.....	10-2
Kardinalität.....	7-12	Local Function.....	10-10

-
- Logical View 14-3
 - Logische Modellierung 7-1
 - Logisches Modell 7-1
 - Logisches Modell 7-1
 - Lupe 4-28
 - M Values 7-7
 - Magnifier 4-28
 - Manage My Place 4-24
 - Managed (Raster) 10-20
 - MapTips
 - ein- und ausschalten 4-17
 - Primary Display Field auswählen 4-17
 - Masstab 4-26
 - Masstabsleiste 5-3
 - Masstabstext 5-3
 - mdb Siehe Geodatabase
 - Measure
 - an Area 4-25
 - Measure 4-25
 - Line 4-25
 - Measure
 - a Feature 4-25
 - Meldung 7-12
 - Metadaten 3-2
 - Edit Metadaten 3-3
 - Model Explorer 14-4
 - ModelBuilder 2-5
 - Modell
 - Konzeptionelles Modell 7-1
 - Logisches Modell 7-1
 - Physikalisches Modell 7-1
 - Räumliches Modell 7-1
 - Mosaic 10-5
 - mxd 4-5
 - mxt 4-6
 - My Places
 - Manage 4-24
 - My Places
 - Add To 4-24
 - My Toolboxes 13-1
 - N-ary Association 14-15
 - Navigation 4-23
 - Kartennavigation mit dem Mausrad 4-26
 - Kartennavigation mit der Tastatur 4-26
 - Near 9-11
 - Near 9-11
 - Neighborhood Statistics 10-11
 - Network Analyst 2-7
 - Netzwerk 11-1
 - Analyse 11-7
 - Erstellen (Visio) 14-13
 - Snap 11-2
 - Netzwerkverbindungsregeln 11-4
 - Nordpfeil 5-3
 - North Arrow 5-3
 - Not 9-4
 - Object Class
 - Erstellen (Visio) 14-5
 - Objekte 7-2
 - One or more layer is missing spatial reference 4-8
 - Open Attribute Table 6-1
 - Operator
 - And 9-3
 - Not 9-4
 - Or 9-3
 - Xor 9-3
 - Or 9-3
 - OriginClass 14-8, 14-9
 - OriginForeignKey 14-8, 14-9
 - OriginPrimaryKey 14-8, 14-9
 - Overlay 9-8
 - Overview 4-29
 - Package 14-4
 - Pan 4-23, 4-24
 - Pfad
 - Absolut 4-5

- anpassen..... 4-16
 Relativ 4-5
 Physikalisches Modell 7-1
 Point Distance..... 9-11
 Point Distance..... 9-11
 Point-Grid
 Floating..... 10-4
 Integer..... 10-4
 Primary Display Field..... 4-17
 Properties
 Data Frame 4-12
 Layer..... 4-14
 Proximity 9-11
 Puffer 9-11
 Pyramids 4-8
 Quellen Siehe Source
 Query 9-1
 Range Domain 7-9
 RangeDomain 14-10
 Ranking 7-13
 Raster
 Calculator 10-10
 Catalog Erstellen 10-20
 Catalog laden 10-20
 Dataset Erstellen 10-19
 Georeferenzierung 10-1
 Managed 10-20
 Mosaic 10-5
 Pyramids 4-8
 Raster Analyse 10-6
 Raster to Features 10-13
 Rasterdaten 10-1
 Klippen 10-6
 Unmanaged..... 10-20
 Räumliches Modell..... 7-1
 Reclassify 10-9
 Rectify 10-4
 Reference Scale 4-13
 Clear..... 4-14
 Set 4-14
 Zoom To 4-14
 Referenzfehler..... 4-9
 Reklassifizierung 4-19, 10-8
 Relate 4-33
 Relationship 7-11
 1:1 (Visio) 14-7
 1:m (Visio) 14-7
 Attributed Relationship Classes (Visio).... 14-9
 Class..... 7-11
 Composite 7-11
 Kardinalität 7-12
 m:m (Visio)..... 14-9
 Nonattributed Relationship Classes (Visio) 14-7
 Simple 7-11
 relativer Datenpfad..... 4-9
 Rendering..... 12-4
 Repair Data Source 4-9
 RMS Error..... 10-3
 Rotation..... 5-2
 rrd..... 4-8
 Sachdaten 6-1
 Save Edits 8-7
 Scale
 Bar..... 5-3
 Reference Scale..... 4-13
 Text 5-3
 Scale Symbols..... 4-18
 Select
 by Attributes 6-4
 by Location 9-5
 Elements..... 4-24
 Feature 4-23, 4-24
 Select All..... 6-4
 Select..... 9-8
 Select

-
- Drawing priority of areal features..... 12-4
 - Selection 4-4
 - (Netzwerk)..... 11-11
 - Clear Selected Feature 4-24
 - Löschen 6-4
 - Selection (Tab) 4-16
 - Switch 6-4
 - Zoom To Selected Features 6-4
 - SemanticsChecker 14-17
 - Senken Siehe Sink
 - Set Flow Direction..... 11-7
 - Shape
 - Interpolate 10-19
 - Shapefile 2-7
 - Sichtbarkeit..... 10-14
 - Simple Density 10-13
 - SimpleEdgeFeature..... 14-14
 - SimpleJunctionFeature 14-14
 - Sink..... 11-7
 - Sketch 8-7
 - Slope..... 10-14, 10-16
 - Snap
 - To Features 4-25
 - Snapping 8-8
 - Netzwerk 11-2
 - Tolerance 8-9
 - Solve..... 11-9
 - Sort 6-2
 - Source..... 4-3, 11-7
 - Source (Tab) 4-15
 - Spatial Analyst..... 2-2, 2-7
 - Spatial Analyst (Toolbar) 10-6
 - Spatial Join 9-8
 - Spatial Join 4-32
 - Speichern
 - ArcMap-Kartendokument..... 4-5
 - ArcMap-Template 4-6
 - Split 9-8
 - Start Editing 8-7
 - Statistics 6-2
 - Cell..... 10-10
 - Neighborhood 10-11
 - Zonal 10-12
 - Statistics
 - (Netzwerk) 11-11
 - Stereotype 14-4
 - Stop Editing 8-8
 - Straight Line
 - Allocation..... 10-13
 - Distance 10-13
 - Subtype 7-10, 14-12
 - Summarize 6-2
 - Surface Length..... 10-18
 - Switch Selection 6-4
 - sxd..... 12-1
 - Symbology (Tab) 4-18
 - Symmetrical Difference 9-8
 - Tab
 - Extent..... 4-16
 - Fields..... 4-20
 - General (Layer Properties)..... 4-15
 - General (Spatial Analyst)..... 10-7
 - HTML Popup..... 4-21
 - Joins & Relates 4-21
 - Selection..... 4-16
 - Source 4-15
 - Symbology 4-18
 - Tabelle 6-1, 7-2
 - Add Field 6-5
 - alle Elemente selektieren 6-4
 - Appearance 6-2
 - Calculate Geometry 6-2
 - Delete Field..... 6-3
 - Drucken..... 6-2
 - Erstellen 7-8
 - Erstellen (Visio)..... 14-5

Export	6-2	Animation	12-3
Field Calculator	6-2	Animation Controls.....	12-3
Find & Replace.....	6-1	Data Frame.....	5-2
Freeze/Unfreeze Column.....	6-3	Editor	6-5, 8-6
füllen.....	6-5	Effects	4-18
OBJECTID	6-1	Georeferencing.....	10-1
Objekte selektieren	6-3	Layout	5-1
Properties	6-3	Metadata.....	3-2
Selection umkehren	6-4	ModelBuilder	13-3
Shape	6-1	Spatial Analyst.....	10-6
Sort	6-2	Standard	4-26
Spalte löschen	6-3	Tools	12-4
Spalte markieren.....	6-2	Tools	4-23
Statistics.....	6-2	Topology	8-12
Summarize	6-2	Utility Network Analyst.....	11-7
Table Select	9-8	Tools	4-23
Turn Field Off.....	6-2	Tools (Toolbar).....	12-4
Table of Contents	4-2	Topologie	7-12, 7-13
Anzeigemodi.....	4-2	Add Rule	7-14
Display-Modus	4-3	Prüfen.....	8-12
ein- und ausblenden.....	4-2	Topologische Selektion.....	9-5
Selection-Modus.....	4-4	Trace	
Source-Modus.....	4-3	Downstream.....	11-8
Tagged Values definieren (Visio).....	14-6	Upstream.....	11-8
Target.....	8-7	Trace Task.....	11-8
Template	4-1, 5-4	Transparenz.....	4-18, 12-3
Speichern als .mxt	4-6	Turn Field Off.....	6-2
TemplateCodedValueDomain	14-11	Überlagerung	9-8
TemplateGeometricNetwork	14-14	Umgebung.....	9-11
TemplateRangeDomain	14-10	UML	
Thematische Selektion.....	9-2	ArcInfoUML Modell	14-3
Thiessen Polygons	9-11	Shape Display Options.....	14-7
TOC	4-2	Static Structure.....	14-4
Toleranz.....	7-5	UML Shape Display Options	14-11
Toolbar	4-2	Union	9-10
3D Analyst.....	10-14, 12-3	Units.....	4-13
3D Effects.....	12-3	Unmanaged(Raster)	10-20
Aktivieren	4-22	Unselect feature(s)	4-24

- Update 9-11
 - Display 10-3
 - Georeferencing 10-4
- Upstream Accumulation 11-8
- Utility Network Analyst (Toolbar) 11-7
- Value Attribute Tables (VAT) 10-5
- Vektor GIS Analysen 9-1
- Verbindungsregeln (Netzwerk) 11-4
- Vererbung 14-4
- View Link Table 10-2
- Viewer 4-28
- Viewshed 10-14, 10-18
- Visio 14-3
 - Feature Class erstellen 14-4
 - Feature Dataset erstellen 14-4
 - Object Class erstellen 14-5
 - Tabelle erstellen 14-5
 - Tagged Values definieren 14-6
- Weg finden 11-8
- Weights 11-2, 11-9
- Werkzeugleiste Siehe Toolbar
- Werte berechnen 6-2
- Workspace 14-3
 - Diagramm 14-3
 - Packag 14-3
- XMI 14-16, 14-18
- Xor 9-3
- Z Values 7-7
- Zonal
 - Function 10-12
 - Statistics 10-12
- Zoom
 - Fixed Zoom In 4-23
 - Fixed Zoom Out 4-23
 - In 4-23
 - Out 4-23
 - to Layer 4-11
 - To Selected Features 6-4
 - Zoom to feature(s) 4-24