

Einleitung - Der ModelBuilder in ArcGIS 9.x	4
1 Grundlagen	5
1.1 Öffnen des ModelBuilder Fensters	5
1.1.2 Aufruf über eine Toolbox	5
1.1.1 Aufruf über die Standard Werkzeugleiste - Neu seit ArcGIS 9.3 -	5
1.2 Hinzufügen von Werkzeugen und Daten	6
1.3 Verknüpfen von Prozessen	6
1.4 Ausführen der Prozesse eines Modells	7
1.4.1 Das gesamte Modell im geöffneten ModelBuilder Fenster ausführen	7
1.4.2 Ausführen einzelner Prozesse eines Modells im geöffneten ModelBuilder Fenster	8
1.4.3 Ausführen eines Modells als Werkzeug in einer Toolbox	8
1.5 View Messages	8
1.6 Hinzufügen der Ergebnisdaten in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap	9
1.7 Zwischenergebnisse (Intermediate Data)	9
1.8 Verwaltung von Zwischenergebnissen	9
1.8.1 Managed - Neu seit ArcGIS 9.2 -	10
1.8.2 In_Memory Workspace - Neu seit ArcGIS 9.2 -	10
1.8.3 Scratch Workspace - Neu seit ArcGIS 9.2 -	11
1.9 Variablen erstellen	11
1.9.1 Make Variable	11
1.9.2 Create Variable	11
1.10 Create Label	12
1.11 Modellparameter	13
1.11.1 Filter für Modellparameter - Neu seit ArcGIS 9.3 -	14
1.12 Umgebungseinstellungen (Environment Settings)	14
1.13 Interaktive Eingabe von Geometrien bei Ausführen eines Modell Werkzeugs in ArcMap - Neu seit ArcGIS 9.2 -	15
2 Prozesssteuerung	17
2.1 Registerkarte „Iteration“ in den Eigenschaften eines Modells	17
- Neu seit ArcGIS 9.2 -	17
2.2 Listen - Neu seit ArcGIS 9.2 -	17
2.3 Serien - Neu seit ArcGIS 9.2 -	19
2.4 In-line Variable Substitution - Neu in ArcGIS 9.2 -	20
2.5 Calculate Value	21
2.6 Feedback Variable	22
2.7 Relative Pfade im ModelBuilder	23
2.8 Steuerung des Modellablaufs über Preconditions	24
3 Modell im Modell	25
4 (Python) Skript Tools als Werkzeug in einem Modell	26
5 Export von Modellen als Skript	27
6 „Spezial“-Werkzeuge für den ModelBuilder:	28

6.1 Merge Branch - Neu seit ArcGIS 9.2 -	28
6.2 Calculate Value - Neu seit ArcGIS 9.2 -	28
6.3 Select Data	28
6.4 Create Spatial Reference.....	28
7 Ausrichtung und Erscheinungsbild von Modellen	29
7.1 Diagram Properties	29
7.1.1 Registerkarte General.....	29
a) Layout Mode.....	29
b) Grid Properties.....	29
7.1.2 Registerkarte Layout.....	29
a) Orientation	29
b) Level Alignment	29
c) Level Constraint	30
d) Minimum Spacing.....	30
e) Layout Quality	30
f) Incremental Layout.....	31
g) Connection Routing.....	31
7.1.3 Registerkarte Symbology	32
7.2 Display Properties.....	32
8 Erstellen einer Toolbox in einer GDB	33
9 Verwenden von 9.2er Modellen in ArcGIS 9.0 / 9.1	33
10 Bereitstellen von Geoverarbeitungsoperationen mit ArcGIS Server	33

Copyright © 2008 ESRI Geoinformatik GmbH

ESRI, ArcGIS, ArcView, ArcEditor, ArcInfo, ArcIMS ArcSDE, ArcWeb, das ESRI Globe Logo, 3D Analyst, ADF, ArcCatalog, ArcData, ArcExplorer, ArcGIS Explorer, ArcGIS 3D Analyst, ArcGIS Engine, ArcGIS Runtime, ArcGIS Geostatistical Analyst, ArcGIS Image Analysis, ArcGIS Publisher, ArcGIS Schematics, ArcGIS Server, ArcGIS Spatial Analyst, ArcGIS Survey Analyst, ArcGIS Tracking Analyst, ArcSketch, ArcGlobe, ARC/INFO, ArcMap, ArcNews, ArcObjects, ArcPress, ArcReader, ArcReader Publisher, ArcScan, ArcScene, ArcToolbox, ArcUser, ArcXML, EDN, Geography Network, GIS by ESRI, GIS Day, JTX, Maplex, ModelBuilder, das ArcExplorer Logo, das ArcExpress Logo, das ArcGIS Logo, das ArcIMS Logo, das ArcInfo Logo, das ArcPad Logo, das ArcPress Logo, das ArcScan Logo, das ArcScene Logo, das ArcSDE Logo, das ArcView Logo, das Geography Network Logo, das Maplex Logo, das Production Line Tool Set Logo, @esri.com, www.esri.com, www.geographynetwork.com und www.gisday.com sind Warenzeichen, eingetragene Warenzeichen oder Dienstleistungsmarken von ESRI in den Vereinigten Staaten, der Europäischen Gemeinschaft und bestimmten anderen Ländern.

Das deutsche ESRI Logo, der Businessmanager für ArcView GIS, die PlanzV für ArcGIS bzw. die Planzeichenverordnung für ArcView GIS sind **eingetragene Warenzeichen** der ESRI Geoinformatik GmbH. Alle anderen genannten Namen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Firmen.

Einleitung - Der ModelBuilder in ArcGIS 9.x

Der ModelBuilder ist seit ArcGIS 9.0 ein fester Bestandteil der ArcToolbox und dient dem Zusammenfügen von Geoverarbeitungswerkzeugen zu Prozessketten, die dann automatisiert ausgeführt werden können. Dies kann entweder im ModelBuilder Fenster geschehen, wo man den Ablauf jeden einzelnen Prozesses genau verfolgen kann, oder über den Aufruf eines Modells als ein „Gesamtwerkzeug“ in einer Toolbox.

Die Anzahl der in einem Modell implementierten Prozesse ist im Prinzip nicht beschränkt und kann mehrere hundert Werkzeuge umfassen. Dabei ist es von Vorteil, dass ein Modell wiederum als Einzelprozess bzw. Teilmodell in ein anderes (Gesamt-)Modell eingefügt werden kann und auf diese Weise die Übersichtlichkeit eines komplexen Modells erheblich gesteigert wird. Genutzt werden können alle standardmäßig in der ArcToolbox vorhandenen Werkzeuge (Tools) aber auch eigene Werkzeuge (Skript-Werkzeuge, Standardwerkzeuge, Modellwerkzeuge) in einer vom Anwender erstellten Toolbox.

Die Handhabung des ModelBuilder ist weitestgehend sehr einfach und intuitiv. So können sowohl die Werkzeuge der ArcToolbox als auch die in das Modell eingebundenen Daten per drag & drop in ein Modell eingefügt und miteinander verknüpft werden. Jedes Element kann über Dialogfenster bearbeitet und das Modell auf diese Weise schnell an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden.

Ein großer Vorteil des ModelBuilder ist, dass die Elemente und deren Parameter nur einmal definiert werden müssen und das Modell dann beliebig oft mit diesen Einstellungen ausgeführt werden kann. Natürlich ist es auch jederzeit möglich die Werte und Daten zu ändern bzw. an neue Erfordernisse anzupassen.

Mit ArcGIS 9.2 wurde der ModelBuilder durch eine Reihe neuer Funktionalitäten erweitert. Diese betreffen sowohl den Bereich der Prozesssteuerung als auch die Gestaltung und Visualisierung der symbolhaften Darstellung der Modelle. Mittlerweile ist es beispielsweise möglich mehrere Eingangsdaten in Listen zusammen zu fassen und dann in einer Schleife abzuarbeiten. Ein Vorgang, der bislang nur programmatisch (z.B. über ein Python Skript) gelöst werden konnte

Mit dieser Dokumentation soll eine Einführung in die Arbeit mit dem ModelBuilder gegeben werden, unter besonderer Berücksichtigung der neuen Möglichkeiten in ArcGIS 9.2. Aufgrund der Vielzahl an Einstellungsmöglichkeiten und Optionen für den ModelBuilder darf diese Dokumentation jedoch nicht als vollständiger Ersatz der ArcGIS Desktop Hilfe verstanden werden, die insbesondere mit ArcGIS 9.2 sehr ausführlich und detailliert ist. Zudem finden Sie Informationen sowie lauffähige Modelle im „ESRI Support Center“ (<http://support.esri.com>) im Download-Bereich unter „Geoprocessing“, auf den ESRI ArcScripts Seiten (<http://arcscripts.esri.com>), den ArcGIS Online Hilfen (<http://webhelp.esri.com>) oder dem ESRI Mapping Center (<http://mappingcenter.esri.com>) und im Geoprocessing Center (<http://>

Hinweis: Um sowohl der englischen als auch der dt. Oberfläche Rechnung zu tragen, beziehen sich Hinweise auf Menüs und Oberflächenbeschriftungen zwar auf die englische Oberfläche, durch den begleitenden Text sowie die Abbildungen wird die jeweilige Funktion dann jedoch ausführlich und auch für Nutzer der dt. Oberfläche nachvollziehbar erläutert.

1 Grundlagen

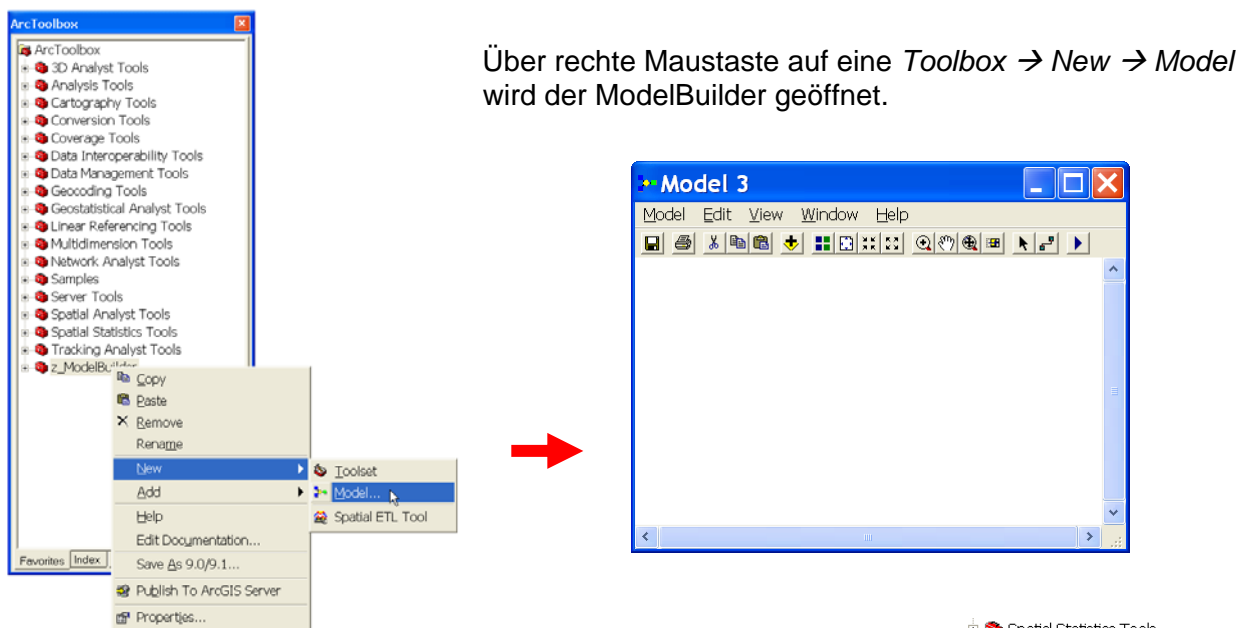
1.1 Öffnen des ModelBuilder Fensters

1.1.2 Aufruf über eine Toolbox

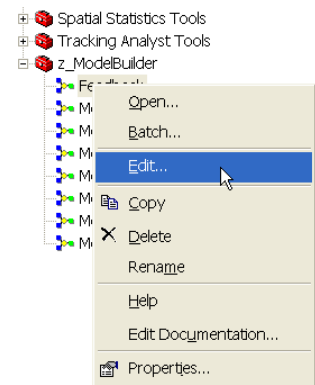
Ein Modell kann prinzipiell in jeder Toolbox erstellt werden für die man Schreibrechte besitzt. Das bedeutet, dass zunächst eine neue Toolbox vom Anwender erstellt werden muss, da die Standard Toolboxes der ArcToolbox nicht bearbeitet werden können.

Dies geschieht i. d. R. über rechte Maustaste auf die ArcToolbox → *New Toolbox* (bzw. *Add Toolbox*, falls bereits eine Toolbox vorhanden ist). In welchem Verzeichnis diese neu erstellte Toolbox gespeichert wird, kann über das Menü *Tools* → *Options* → *Geoprocessing* festgelegt werden. Standardmäßig lautet der Pfad in etwa folgendermaßen: *C:\Dokumente und Einstellungen\<NUTZER>\Anwendungsdaten\ESRI\ArcToolbox\My Toolboxes*. Es kann aber auch jeder beliebige andere Pfad angegeben werden.

Alternativ lässt sich eine Toolbox auch im Verzeichnisbaum von ArcCatalog in einem beliebigen Ordner oder in einer Geodatabase neu erstellen (siehe Kapitel 8).



Ein bereits bestehendes Modell kann jederzeit in der ArcToolbox in ArcMap, ArcCatalog oder in einer Toolbox im Verzeichnisbaum von ArcCatalog über das Kontextmenü → *Bearbeiten (Edit)* im ModelBuilder-Fenster geöffnet werden.




1.1.1 Aufruf über die Standard Werkzeugleiste - Neu seit ArcGIS 9.3 -

Mit ArcGIS 9.3 kann ein neues Modell auch über die Standardwerkzeugleiste geöffnet und anschließend in einer beliebigen Toolbox gespeichert werden.



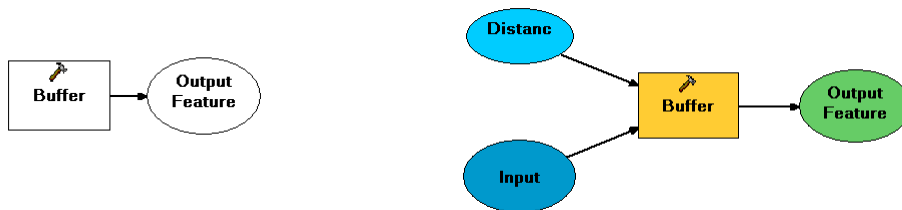
1.2 Hinzufügen von Werkzeugen und Daten

Das Hinzufügen von Daten kann über den *Add Data*  Button in der Werkzeugleiste des ModelBuilders erfolgen. Daten und Werkzeuge lassen sich in der Regel jedoch viel einfacher und schneller mit der Maus, per drag & drop, in den ModelBuilder einfügen.


Eingangsdaten werden dabei mit einem blauen Oval, Werkzeuge mit einem gelben Rechteck, Ergebnisse oder Zwischenergebnisse als grünes Oval und Variablen als hellblaues Oval symbolisiert. Dies sind die Standardeinstellungen, die jedoch beliebig angepasst werden können (siehe Kapitel 7.1.3).

Wird ein Prozess neu in ein Modell eingefügt, so wird das Symbol, das diesen Prozess visualisiert, zunächst weiß dargestellt. Erst wenn alle Parameter, die für dieses Werkzeug erforderlich sind, korrekt definiert wurden, erhält das Rechteck seine typisch gelbe Farbe. Entsprechend verhält es sich mit den Symbolen für Variablen, Eingangs- und Ergebnisdaten sowie dem Symbole für abgeleitete Werte (Derived Value), auf die später noch genauer eingegangen werden soll.

Diese farbliche Kennzeichnung ermöglicht einen raschen Überblick, welche Elemente eines Modells ablauffähig sind bzw. an welcher Stelle noch nachgebessert werden muss.



1.3 Verknüpfen von Prozessen

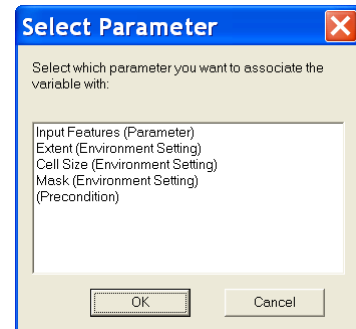
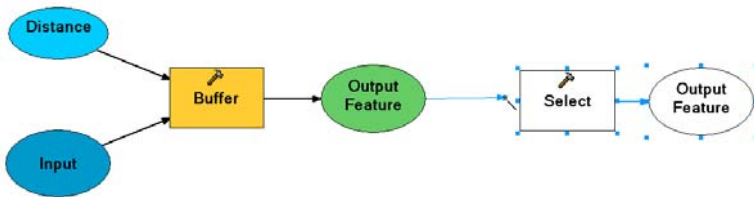
Die Verknüpfung der Ergebnisdaten eines vorangegangenen Prozesses mit einem nachfolgenden Prozess erfolgt in der Regel mit dem Werkzeug *Add Connection* , das in der ModelBuilder Werkzeugleiste zu finden ist. Alternativ kann eine Verknüpfung natürlich auch über das Dialogfenster (rechte Maustaste → *Open* bzw. Doppelklick auf das Symbol) eines Werkzeuges durch Auswahl eines Modellelements als Parameters erstellt werden.

Hinweis:

Über das Menü *Tools* → *Options* → *Geoprocessing* kann die Funktion „*When connecting elements display valid parameters when more than one is available*“ aktiviert werden. Werden Daten oder Variablen nun mit einem Prozess verknüpft, so öffnet sich ein Auswahlfenster, in dem alle Parameter zur Auswahl stehen, die für das zu Werkzeug und den zu verknüpfenden Datentyp zur Verfügung stehen. Auf diese Weise erspart man sich in vielen Fällen das Dialogfenster des Werkzeuges zu öffnen und hier die gewünschte Verknüpfung vorzunehmen.

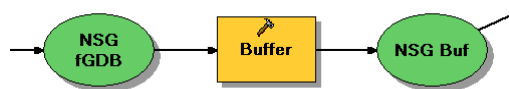
Ein praktisches Beispiel: Sie haben zwei Eingangsdaten für eine Clip-Funktion. Ist die Funktion „*When connecting elements...*“ nicht aktiviert, so wird diejenige Feature class als Input Feature ausgewählt, die als erstes mit der Clip-Funktion verknüpft wird. Die zweite wird dann entsprechend als Clip Features übernommen. Bei aktivierter Funktion kann man sofort aus der Parameterliste auswählen, ob die Daten die man verknüpfen möchte nun Input oder Clip Features sein sollen.

Zudem kann man über diese Funktionalität eine Precondition (Vorbedingung) wesentlich einfacher und komfortabler erstellen als über das Kontextmenü der Werkzeuge. Näheres dazu finden Sie in Kapitel 2.8.



1.4 Ausführen der Prozesse eines Modells

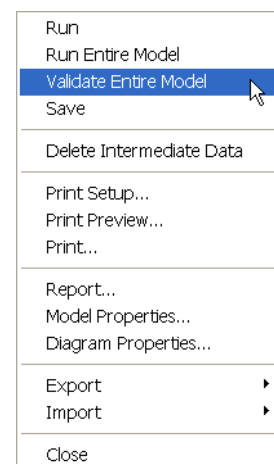
Prozesse eines Modells, die bereits einmal ausgeführt wurden, werden mit einem Schatten hinter dem Symbol der Eingangsdaten, des Werkzeugs und der Ergebnisdaten gekennzeichnet. Auf diese Weise kann sehr schnell überblickt werden, welche Prozesse bereits ausgeführt wurden, welche Daten bereits vorhanden sind und welche nicht. In der folgenden Beschreibung der verschiedenen Möglichkeiten ein Modell bzw. dessen Prozesse auszuführen, wird noch auf weitere Aspekte dieser Funktionalität im Detail eingegangen.



1.4.1 Das gesamte Modell im geöffneten ModelBuilder Fenster ausführen

Bei Klick auf den Run-Button oder über das Menü *Model* → *Run* werden all diejenigen Prozesse ausgeführt, die bislang noch nicht ausgeführt wurden und die daher auch nicht mit einem Schatten gekennzeichnet sind. Alle Prozesse, die bereits mit einem Schatten gekennzeichnet sind werden nicht noch einmal ausgeführt, es sei denn, man wählt im Menü *Model* → *Run Entire Model*, bzw. zunächst *Model* → *Validate Entire Model* und dann *Run*

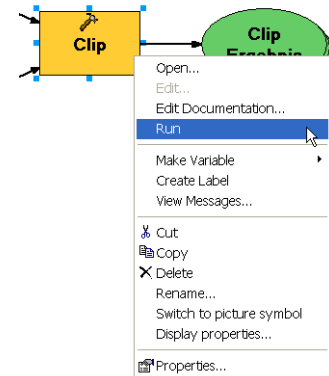
Die Funktion „**Validate Entire Model**“ überprüft ob die Parameter des gesamten Modells korrekt gesetzt, Daten verfügbar und Werkzeuge lizenziert sind. Ist das nicht der Fall werden die entsprechenden Symbole weiß dargestellt. Ist alles o.k. wird das Modell auf seinen Ausgangszustand zurück gesetzt (Schatten verschwinden) und kann im Gesamten wieder ausgeführt werden.



1.4.2 Ausführen einzelner Prozesse eines Modells im geöffneten ModelBuilder Fenster

Jeder Prozess im ModelBuilder kann einzeln ausgeführt werden. Dies geschieht über das Kontextmenü des Werkzeugsymbols (rechte Maustaste) → „Run“.




Führt man dies für ein Werkzeug innerhalb einer Prozesskette aus, so wird jeder Prozess, der diesem Prozess vorangeht und dessen Ergebnisse für das Ausführen des gewählten Prozesses unmittelbar oder auch in einem vorhergehenden Schritt erforderlich sind, ebenfalls ausgeführt.



Ausgenommen davon sind Prozesse, die bereits mit einem Schatten hinterlegt sind. Dadurch ist es nicht erforderlich stets das gesamte Modell auszuführen um z.B. einen bestimmten Prozess mit unterschiedlichen Parametern zu testen.

1.4.3 Ausführen eines Modells als Werkzeug in einer Toolbox

Ein Modell kann als „ganz normales“ Werkzeug in einer Toolbox aufgerufen und als ein „Gesamtprozess“ ausgeführt werden. Dazu ist es in der Regel erforderlich Parameter für das Modell zu definieren. Dies wird in Kapitel 1.11 näher erläutert. Das Dialogfenster entspricht dabei vom Aufbau her demjenigen anderer Tools und auch das Fenster, in dem die Meldungen angezeigt werden ist identisch.

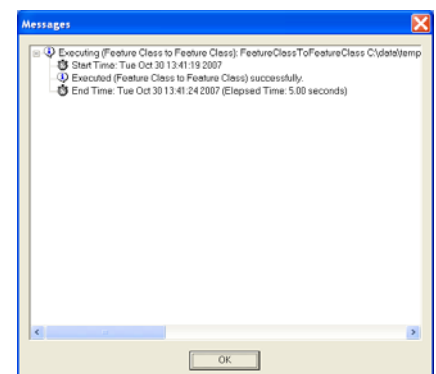
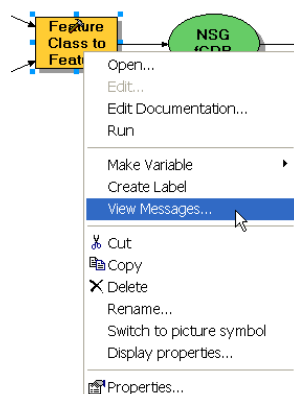
Modellwerkzeuge werden in der ArcToolbox mit einem eigenen Symbol  gekennzeichnet und können so leicht von Standard  - oder Skriptwerkzeugen  unterschieden werden.

Wird ein Modell auf diese Weise ausgeführt, so verhält es sich in Bezug auf die im Modell als *Intermediate* gekennzeichneten Zwischenergebnisse anders als ein Modell, das über das geöffnete ModelBuilder Fenster ausgeführt wird.

Weitere Informationen dazu finden Sie in Kapitel 1.7.

1.5 View Messages

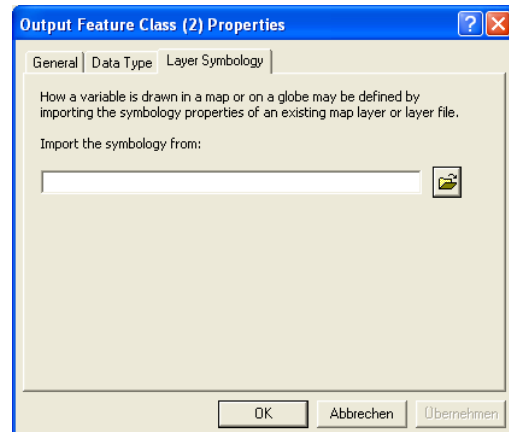
Die Meldungen, die für ein bestimmtes Werkzeug ausgegeben werden, können nach Ausführen eines Modells im ModelBuilder Fenster über das Kontextmenü der Prozesse abgerufen werden.



1.6 Hinzufügen der Ergebnisdaten in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap

Alle Datenelemente (Eingangsdaten, Zwischenergebnisse und Ergebnisse) eines Modells können automatisiert in das Inhaltsverzeichnis (TOC) von ArcMap eingefügt werden. Dies geschieht über das Kontextmenü des jeweiligen Symbols → *Add To Display*. Bei Ausführen des Modells werden die auf diese Weise gekennzeichneten Daten, unmittelbar nachdem sie erstellt wurden, in das Inhaltsverzeichnis eingefügt.

Neu mit ArcGIS 9.2 ist die Möglichkeit diesen Daten gleich eine bestimmte Symbolisierung zuzuweisen. Über die Eigenschaften (Properties) eines Datenelements im ModelBuilder kann im Reiter *Layer Symbology* die Symbolisierung einer Feature class oder eines Layers zugewiesen werden.



1.7 Zwischenergebnisse (Intermediate Data)

Ergebnisse von Prozessen im ModelBuilder werden standardmäßig als *Intermediate Data*, also als Zwischenergebnisse, gekennzeichnet (im Kontextmenü eines Datenelements). Dies hat Auswirkung auf die Art und Weise, wie mit diesen Daten verfahren werden kann. So ist es möglich nach dem Ausführen eines Modells alle Ergebnisse, die als *Intermediate* klassifiziert sind, über das Menü *Model* → *Delete Intermediate Data* in einem Arbeitsschritt zu löschen. Zwischenergebnisse, die nicht als *Intermediate* gekennzeichnet sind bleiben davon unberührt. Keinen Einfluss hat man darauf ob *Intermediate Data* bei Ausführen eines Modells als Tool in einer Toolbox gelöscht werden. Dies geschieht bei Beenden des Prozesses einfach automatisch. Wie gesagt werden Zwischenergebnisse zunächst standardmäßig als *Intermediate* klassifiziert. Möchte man bewusst Zwischenergebnisse erhalten, so kann man im Kontextmenü des jeweiligen Symbols *Intermediate* deaktivieren. Die so klassifizierten Daten werden dann nicht mehr automatisch gelöscht.

1.8 Verwaltung von Zwischenergebnissen

Zunächst soll an dieser Stelle auf einige grundsätzliche Eigenschaften des ModelBuilder bei der Ver- bzw. Bearbeitung von Zwischenergebnissen eingegangen werden. Werden Eingangsdaten für ein Werkzeug innerhalb eines Modells festgelegt, so wird zunächst automatisch ein Pfad für die Ergebnisdaten erzeugt, dessen Definition folgender Logik folgt:

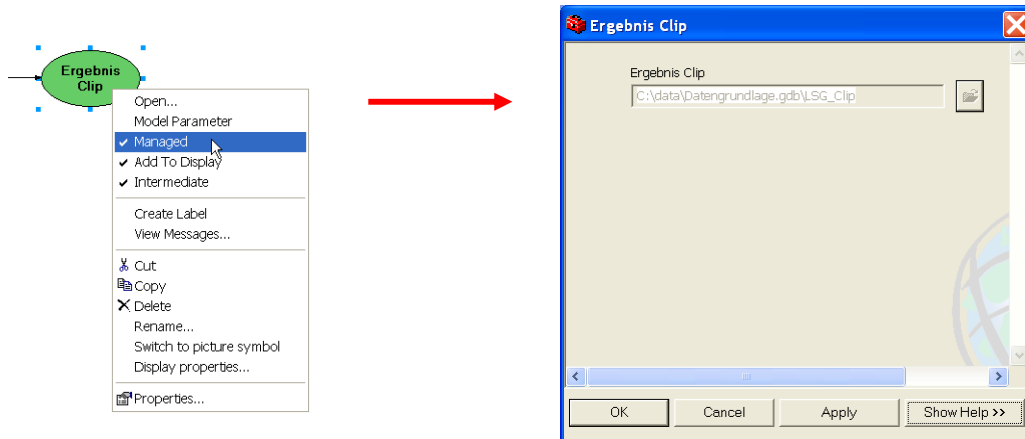
- Ist in den Umgebungseinstellungen ein **Scratch Workspace** gesetzt, so wird dieser Pfad als Ausgabepfad genutzt. Ist kein *Scratch Workspace* definiert wird, sofern vorhanden...
- der Pfad aus der Einstellung **Current Workspace** gewählt. Ist hier ebenfalls kein Workspace angegeben ...
- wird der **Speicherort der zuerst in das Modell eingefügten Eingangsdaten** als Standardpfad festgelegt. Falls dieses Verzeichnis „read-only“ ist wird...
- das System **Temp**-Verzeichnis als Speicherort der Ergebnisdaten ausgewählt.

Ändert man nun einen der Pfade, so wird dieser intern als **altered** (geändert) klassifiziert, was zur Folge hat, dass eine automatische Anpassung dieses Pfades nicht mehr erfolgt, da davon ausgegangen wird, dass der Anwender diesen Pfad ganz bewusst verändert hat.

1.8.1 *Managed* - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Alternativ können Sie die Ergebnisdaten auch mit **Managed** klassifizieren und somit ebenfalls vom ModelBuilder verwalten lassen. Das Eingabefeld für den Pfad der Ergebnisdatei wird daraufhin ausgegraut und kann nicht mehr bearbeitet werden. Die Verwaltung des jeweiligen Pfades wird vollständig vom ModelBuilder übernommen.

Auf diese Weise kann zudem verhindert werden, dass Pfade versehentlich geändert werden.

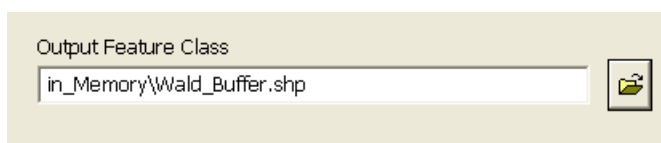


Möchte man bereits geänderte Pfade wieder automatisiert nach den oben beschriebenen Kriterien vom ModelBuilder verwalten lassen, so genügt es die Pfade in den Dialogfenstern vollständig zu löschen, das Zwischenergebnis als *Managed* zu kennzeichnen, und über das Menü *Model* die Funktion *Validate Entire Model* auszuführen.

Bei der Bereitstellung von Modellen für ArcGIS Server spielt die Verwaltung von Zwischenergebnissen mittels dieser Funktionalität eine wichtige Rolle. Näheres dazu finden Sie in Kapitel 10

1.8.2 *In_Memory Workspace* - Neu seit ArcGIS 9.2 -

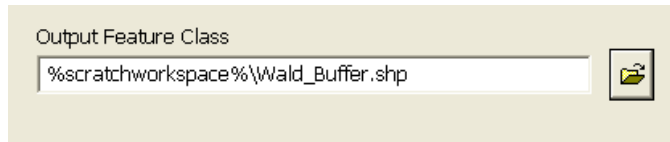
Zur Optimierung der Bearbeitungszeit eines Modells besteht die Möglichkeit Zwischenergebnisse ausschließlich im Arbeitsspeicher abzulegen und nach ausführen des jeweiligen Prozesses wieder zu löschen. Dazu genügt es den Pfad des Zwischenergebnisses durch das Schlüsselwort *in_Memory* zu ersetzen.



Der Einsatz dieser Funktionalität macht selbstverständlich nur dann Sinn, wenn die Zwischenergebnisse nicht zu groß werden, da sonst der Arbeitsspeicher „voll läuft“ und der Performance Vorteil auf diese Weise wieder verspielt wird. Man sollte sich also vorher ganz genau überlegen, ob der Einsatz von *In_Memory* für die vorliegenden Daten auch sinnvoll ist. Daten *In_Memory* werden erst dann wieder aus dem Zwischenspeicher gelöscht, wenn die Applikation (ArcMap / ArcCatalog) geschlossen wird. Daher kann es sinnvoll bzw. erforderlich sein, die Daten „aktiv“ zu löschen. Dies kann über die Funktion „Delete Intermediate Data“ des Menüs „Model“ erfolgen oder direkt im Modell durch Ausführen des Geoverarbeitungswerkzeugs „Delete“. Mit diesem Werkzeug ist es möglich ganz bestimmte Daten aus dem Zwischenspeicher, oder auch den gesamten *In_Memory Workspace*, zu löschen.

1.8.3. Scratch Workspace - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Wird das Schlüsselwort `%ScratchWorkspace%` anstelle des Pfades angegeben, so wird automatisch der in den Umgebungseinstellungen (Environment Settings) definierte *Scratch Workspace* übernommen. Wichtig sind dabei die „%“-Zeichen, die *ScratchWorkspace* als Variable kennzeichnen, deren Wert via *In-line Variable Substitution* (vgl. Kapitel 2.4) übernommen wird.

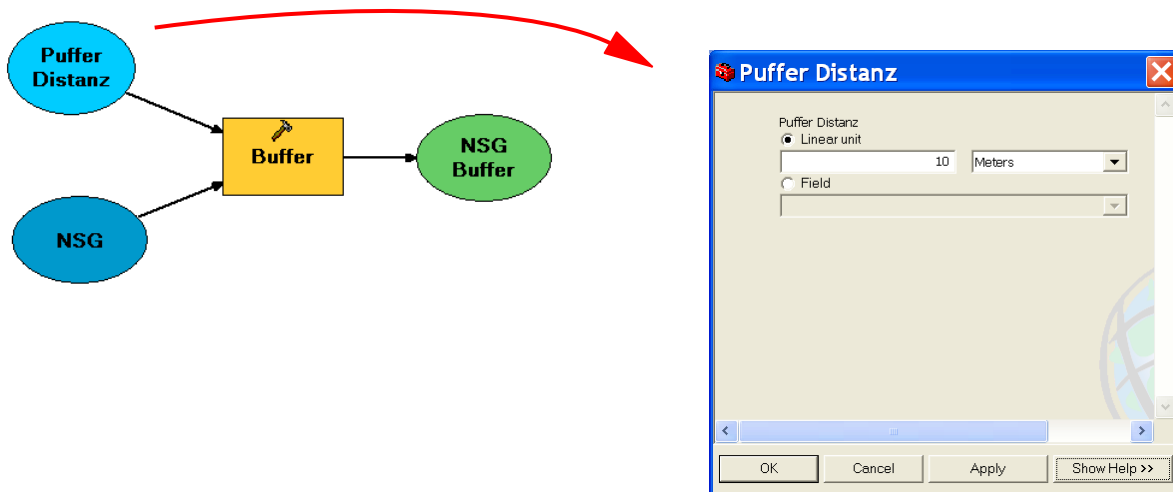


1.9 Variablen erstellen

1.9.1 Make Variable

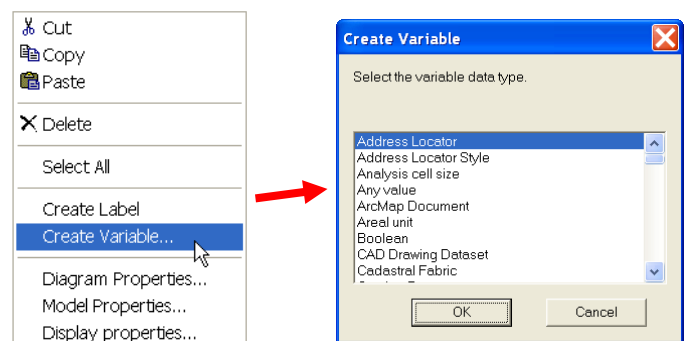
Über das Kontextmenü eines Werkzeugs im ModelBuilder → *Make Variable* kann einem Prozesssymbol eine Variable hinzugefügt werden, die entweder aus den Parametern des jeweiligen Werkzeugs oder aus den Umgebungseinstellungen ausgewählt werden kann. Diese Variable wird dann als eigenes Symbol im Modell angezeigt und kann beispielsweise als Modellparameter definiert werden (siehe Kapitel 1.11). Zudem kann dieser Wert nun unabhängig vom Dialogfenster des Werkzeugs in einem eigenen Fenster bearbeitet werden.

In folgendem Beispiel wurde den Standardsymbolen einer Pufferfunktion eine Variable für den Parameter Pufferdistanz hinzugefügt.



1.9.2 Create Variable

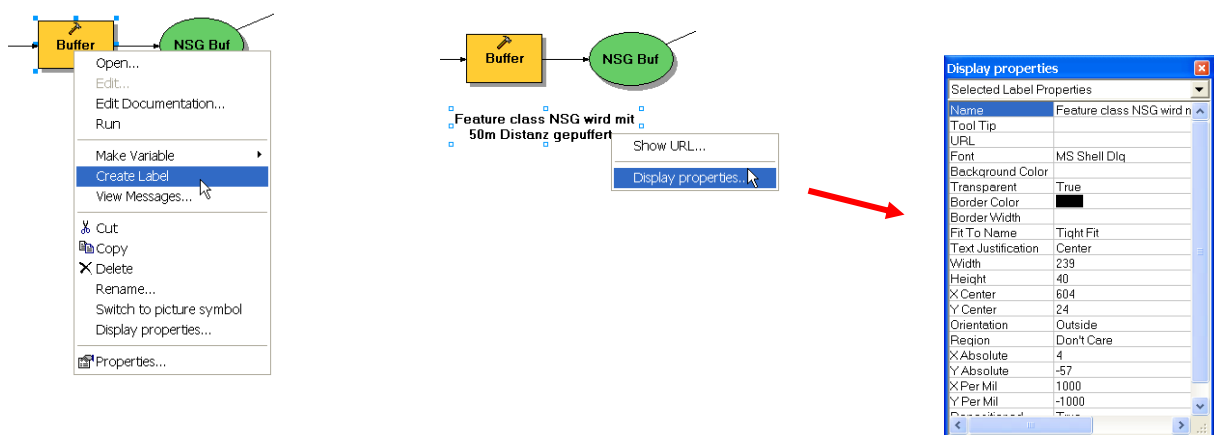
Zusätzlich zur Möglichkeit für ein bestimmtes Modellwerkzeug eine Variable zu definieren, können Variablen unterschiedlichsten Datentyps auch über das Kontextmenü des ModelBuilder-Fensters erstellt werden.



Auf diese Weise erzeugte Variablen können sehr unterschiedlich eingesetzt werden. So besteht die Möglichkeit diese mit einem Werkzeug zu verknüpfen und auf diese Weise die Rolle einer Parametervariablen übernehmen zu lassen, die auch über *Make Variable* erstellt werden kann (siehe Kapitel 1.9.1). Variablen können jedoch auch als prozessunabhängige Modellparameter definiert werden und beispielsweise die Anzahl der Modellabläufe oder eine Umgebungseinstellung per Nutzereingabe festlegen (siehe Kapitel 2).

1.10 Create Label

Beschriftungen werden im ModelBuilder entweder prozessbezogen oder unabhängig im ModelBuilder Fenster erstellt. Möchte man z.B. die Funktion eines bestimmten Werkzeuges in einem Modell durch einen kurzen Text beschreiben, so kann man diesem Prozess über das Kontextmenü → *Create Label* eine Beschriftung anfügen.



Alternativ können Labels auch über das Kontextmenü des ModelBuilder Fensters erstellt werden. Der Unterschied zu den Prozessbezogenen Labels besteht darin, dass diese Beschriftungen in Ihrer Position nicht verändert werden falls sich die Anordnung der Modellelemente verändert. Prozessbezogene Beschriftungen behalten hingegen Ihre Position relativ zu dem jeweiligen Werkzeugsymbol bei.

Über rechte Maustaste auf ein Label → *Display Properties* können die Eigenschaften der Beschriftung bearbeitet werden.

Tipp:

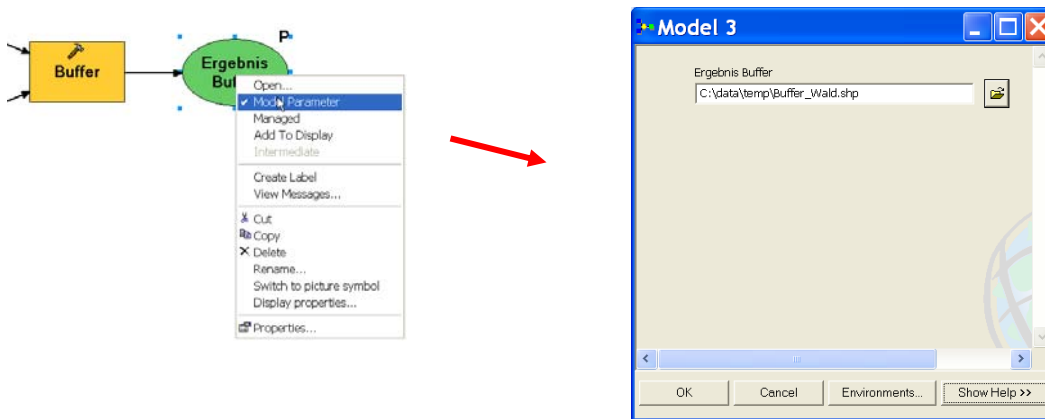
Umschalt + Enter ermöglicht einen Zeilenumbruch innerhalb einer Beschriftung.

Bei Auswahl der Option *Show URL...* (siehe Bild oben) im Kontextmenü eines Labels wird auf den in den *Display Properties* unter *URL* angegebenen Link zugegriffen. Dabei kann es sich um eine Internetadresse (z. B. Link auf einen passenden Eintrag in der ArcGIS Desktop Hilfe Online unter <http://webhelp.esri.com>), aber auch um auf einer Festplatte gespeicherte Daten, wie z.B. ArcGIS Hilfedateien oder eine MXD, handeln. Diese Dateien werden dann ihrem Datentyp entsprechend in der jeweiligen Applikation gestartet.

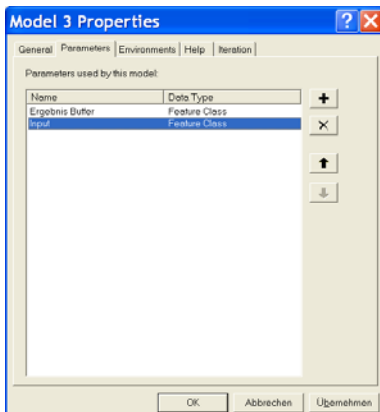
1.11 Modellparameter



Ein Geoverarbeitungswerkzeug ohne die Möglichkeit für den Anwender die Parameter erst bei Ausführen des Werkzeugs zu definieren, macht wenig Sinn. Erst wenn bei Ausführen eines Werkzeugs festgelegt werden kann welche Eingangsdaten bearbeitet werden sollen, wohin das Ergebnis gespeichert werden soll etc. kann ein Werkzeug universell eingesetzt werden. Ebenso verhält es sich auch mit einem Modell bzw. Modellwerkzeug.

Parameter eines Modells werden im ModelBuilder Fenster über das Kontextmenü der Symbole, deren Wert als Parameter bereitgestellt werden soll, erzeugt. Dabei kann es sich um Eingangsdaten, Zwischenergebnisse und Ergebnisse oder Variablen handeln.



Der auf diese Weise definierte Parameter steht dann im Dialogfenster des Modells zur Verfügung und kann bei jedem Ausführen des Modellwerkzeugs neu festgelegt werden.

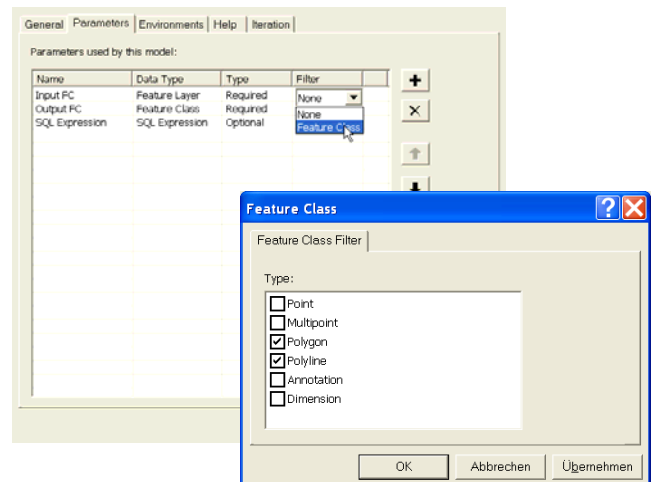


Die Reihenfolge, in der die Parameter im Dialogfenster des Modellwerkzeugs erscheinen, wird über die Modelleigenschaften festgelegt. Hier finden Sie einen Reiter „Parameters“ in dem alle im Modell definierten Parameter aufgelistet sind. Die Anpassung erfolgt über die Pfeiltasten am rechten Rand des Fensters . Außerdem können hier weitere Modellelemente als Parameter festgelegt werden .

Wird ein Werkzeug in ein Modell eingefügt, werden standardmäßig ein oder mehrere Parameter dieses Werkzeugs als Symbole im ModelBuilder Fenster dargestellt. In der Regel handelt es sich dabei um die Ergebnisdaten. Sollen andere Werkzeugparameter, die nicht standardmäßig als Symbol erscheinen, als Modellparameter festgelegt werden, so muss zunächst wie in Kapitel 1.9.2 beschrieben eine Variable erstellt werden. Anschließend kann die Definition dieser Variablen als Modellparameter erfolgen.

1.11.1 Filter für Modellparameter - Neu seit ArcGIS 9.3 –

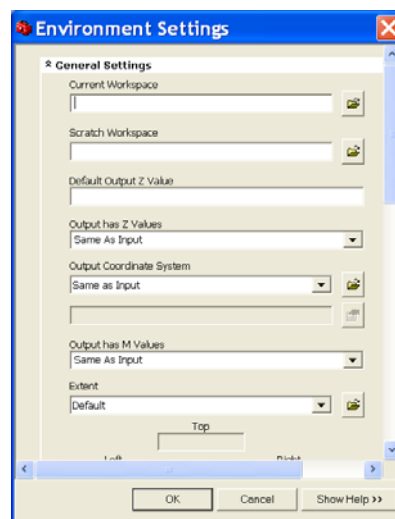
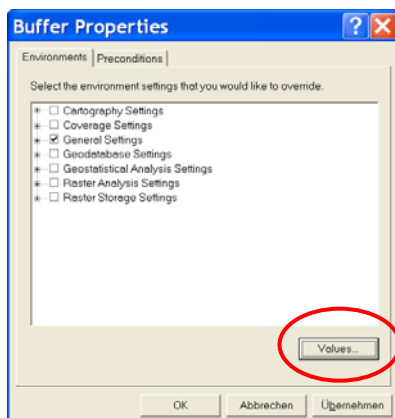
in den Modelleigenschaften können Filter für die Modellparameter definiert werden. So lassen sich beispielsweise die Eingangsdaten auf bestimmte Geometrietypen wie Punkt, Linie oder Polygon einschränken. Die Auswahl anderer Geometrietypen bei der Parametereingabe führt dann zu einer entsprechenden Fehlermeldung.



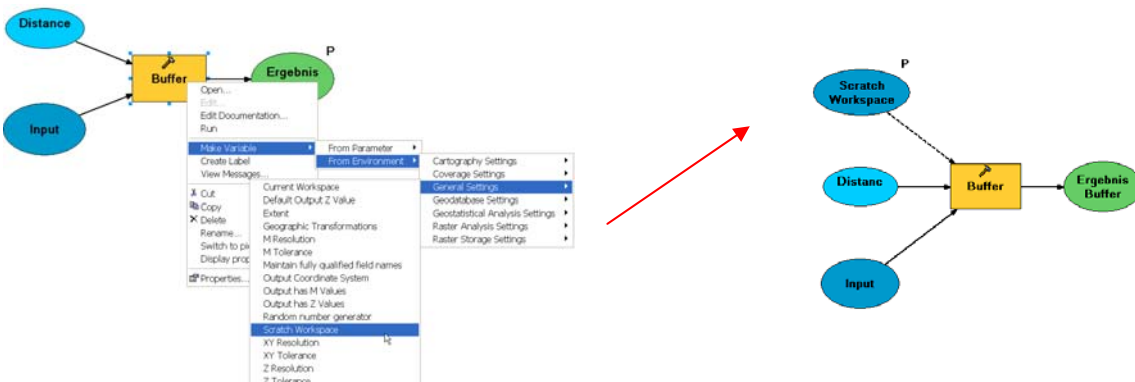
1.12 Umgebungseinstellungen (Environment Settings)

Die Umgebungseinstellungen wirken sich unterschiedlich auf ein Modell aus, je nachdem wie und wo sie definiert werden. Vorteil bei einem Modell ist dabei jeweils, dass die Umgebungseinstellungen mit dem Modell abgespeichert werden können:

- für das gesamte Modell in den Modelleigenschaften
- für jeden einzelnen Prozess des Modells in den Eigenschaften der Werkzeuge.



Auch Umgebungseinstellungen können als Parameter eines Modells definiert werden. Dazu muss über das Kontextmenü des Werkzeugs → Make Variable → From Environment ausgewählt und anschließend die neu erzeugte Variable als Modellparameter definiert werden. Dabei ist es natürlich erforderlich, dass man sich vorher in der ArcGIS Desktop Hilfe darüber informiert hat, welche Umgebungseinstellungen sich überhaupt auf das jeweilige Werkzeug auswirken!

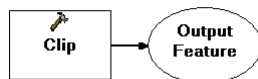


1.13 Interaktive Eingabe von Geometrien bei Ausführen eines Modell Werkzeugs in ArcMap - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Eine weitere Neuerung mit ArcGIS 9.2 ist die Möglichkeit unmittelbar bei Ausführen eines Modells als Werkzeug Daten zu editieren und diese an das Modell zur weiteren Bearbeitung zu übergeben. Der Anwender kann z.B. bei Ausführen des Modellwerkzeugs Polygone digitalisieren, anhand derer dann im Modell Daten geclipt werden.

Ein einfaches Beispiel soll im Folgenden das Vorgehen zur Erstellung eines solchen Modells beschreiben:

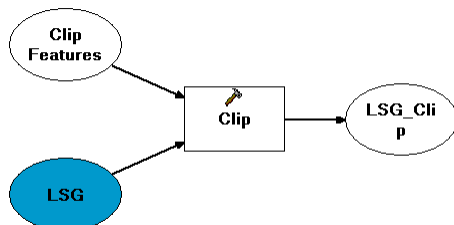
1) Ein Clip Werkzeug wird in das Modell eingefügt.



2) Definition der *Input Features*.

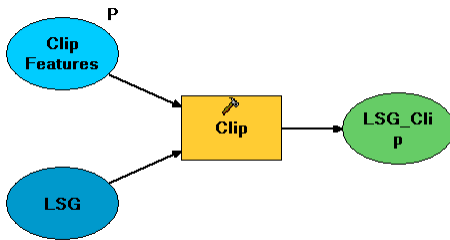


3) Über *Make Variable* wird eine Variable für den Parameter *Clip Features* erstellt.



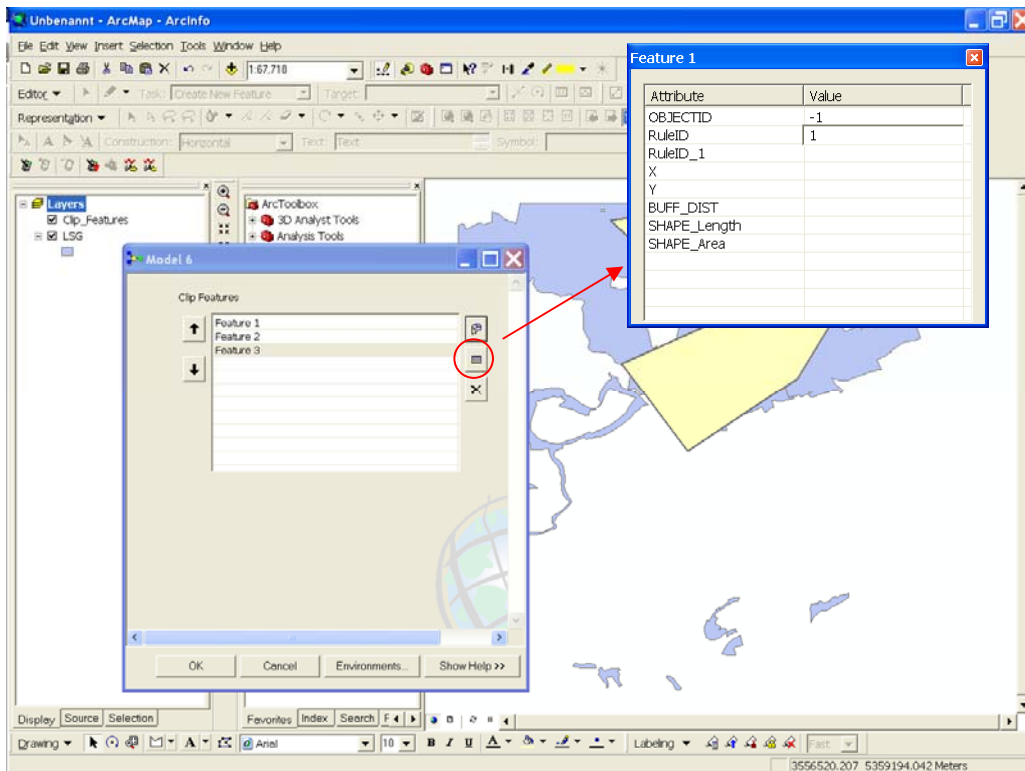
4) In den Eigenschaften der Variablen „Clip Features“ wird unter *Data Type* → **Feature Set** ausgewählt und das Schema einer Polygon Feature class als Datenstruktur eingeladen. Der Geometrietyp dieser Datei entscheidet dann auch darüber, ob bei Ausführen des Werkzeuges Punkte, Linien oder Polygone digitalisiert werden können.

5) Die Variable „Clip Features“ wird als Modellparameter definiert:

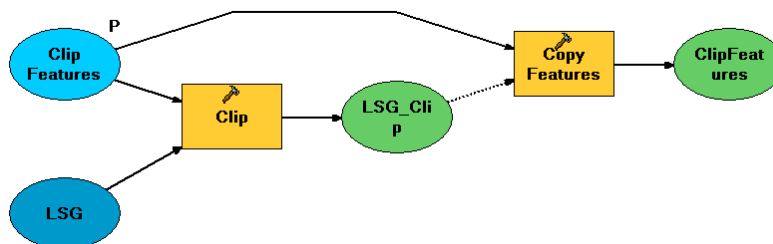


6) Öffnen des Modellwerkzeugs in ArcMap:

Nach Klick auf den Button können Polygone digitalisiert und bei Bedarf mit Attributwerten versehen werden. Bei Ausführen des Werkzeugs mit „OK“ werden die digitalisierten Geometrien an das Modell als *Clip Features* übergeben, und die im Modell enthaltenen Prozesse ausgeführt.



Sollen die interaktiv erstellten Geometrien als Feature class oder Shapefile gespeichert werden, so kann zusätzlich das Werkzeug „Copy Features“ oder „Copy Rows“ eingefügt werden.



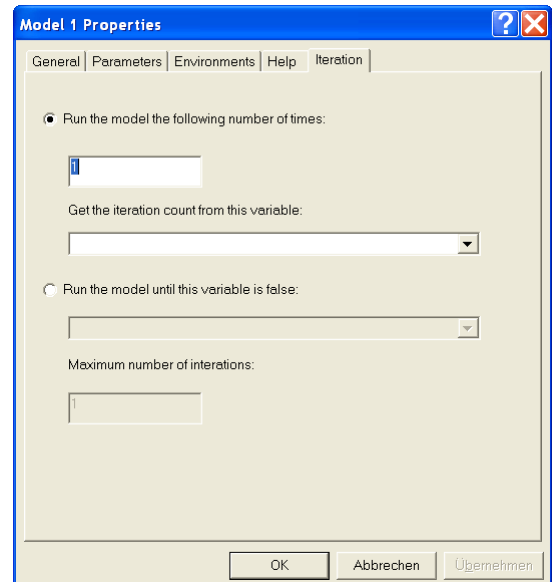
2 Prozesssteuerung

2.1 Registerkarte „Iteration“ in den Eigenschaften eines Modells - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Die Eigenschaften eines Modells wurden mit ArcGIS 9.2 um die Registerkarte *Iteration* erweitert. In diesem Dialogfenster kann die Anzahl der Modelldurchläufe festgelegt werden.

Neben der Möglichkeit die exakte Anzahl der Modellabläufe zu bestimmen, kann dieser Wert auch aus einer Variablen übernommen werden. Dabei kann es sich um einen Zahlenwert, aber auch um die Anzahl der Datensätze einer Serienvariablen (siehe Kapitel 2.3) handeln.

Außerdem besteht die Möglichkeit die Anzahl der Modelldurchläufe über den Boolean-Wert einer Variablen zu definieren und / oder einen Maximalwert anzugeben. (vgl. Kapitel 2.5).

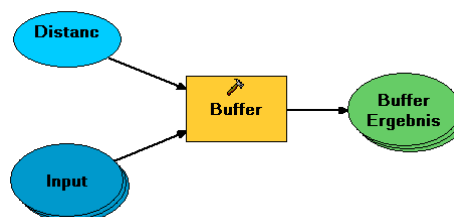
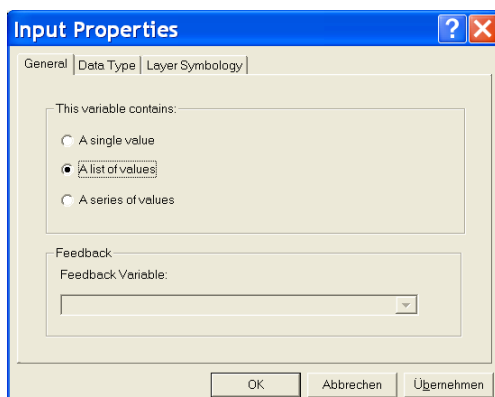


2.2 Listen - Neu seit ArcGIS 9.2 –

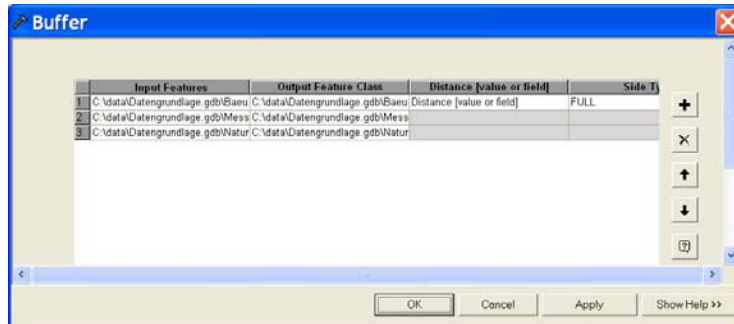
Eine interessante Neuerung in ArcGIS 9.2 ist die Möglichkeit beliebig viele Eingangsdaten oder Werkzeugparameter in einer Liste von einem einzelnen Prozess „abarbeiten“ zu lassen. Diese Funktionalität konnte bislang nur mit Schleifen oder bedingten Anweisungen innerhalb eines Geoverarbeitungsscripts realisiert werden.

Listen sind dadurch gekennzeichnet, dass der Prozess dessen Eingangswerte als Liste definiert wurden, solange ausgeführt wird, bis alle Eingangsdaten abgearbeitet sind.

Eine Liste wird über die Eigenschaften einer Modellvariablen erzeugt. Möchte man beispielsweise die Eingangsdaten eines Werkzeuges als Liste definieren, so öffnet man über das Kontextmenü die Eigenschaften des Elements (rechte Maustaste auf Symbol → Properties). Unter *General* ist standardmäßig *A single value* aktiviert. Diese Einstellung wird auf *A list of values* geändert woraufhin sich auch das Aussehen des Symbols der Eingangsdaten und das Symbol der Ergebnisdaten ändert.



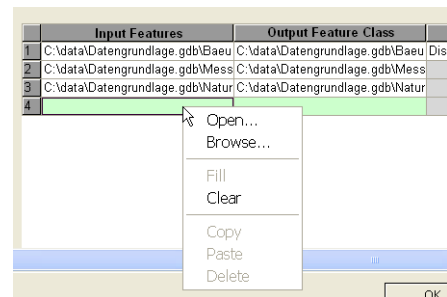
Das Aussehen der Eingabemaske des Werkzeugs wird ebenfalls verändert und entspricht nun der Eingabe eines Werkzeugs, das im Batch-Modus geöffnet wird.



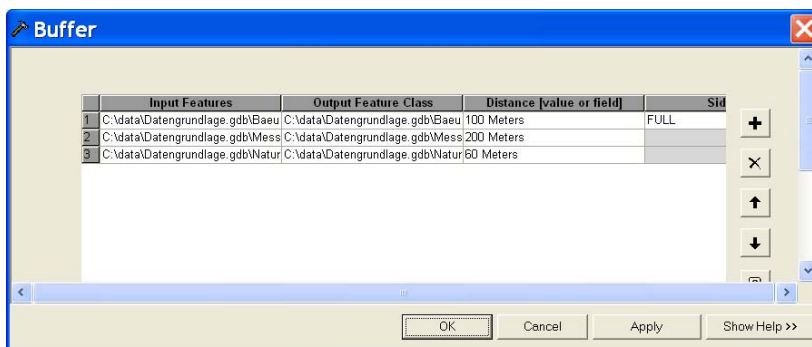
Hinzufügen bzw. Ändern von Eingangsdaten:

Über den **+** Button können zusätzliche Felder hinzugefügt werden, die dann durch einen Doppelklick in das entsprechende Feld gefüllt werden. Alternativ besteht die Möglichkeit Parameter über die rechte Maustaste auf das leere oder bereits gefüllte Feld auszuwählen. Das sich öffnende Kontextmenü bietet dabei zwei Möglichkeiten:

- a) *Open*: über Open wird ein Fenster geöffnet, in dem sich genau eine Datei hinzuladen lässt
- b) *Browse*: Browse ermöglicht das hinzufügen beliebig vieler Daten in einem Schritt.



Soll nun die Pufferdistanz in diesem Beispiel für jede der Eingangsdateien unterschiedlich sein, so muss zunächst die Variable für die Pufferdistanz im Modell ebenfalls als Liste definiert und die entsprechenden Werte im Eingabemenü der Variablen definiert werden. Das Eingabefenster des Werkzeugs sieht dann z.B. folgendermaßen aus.

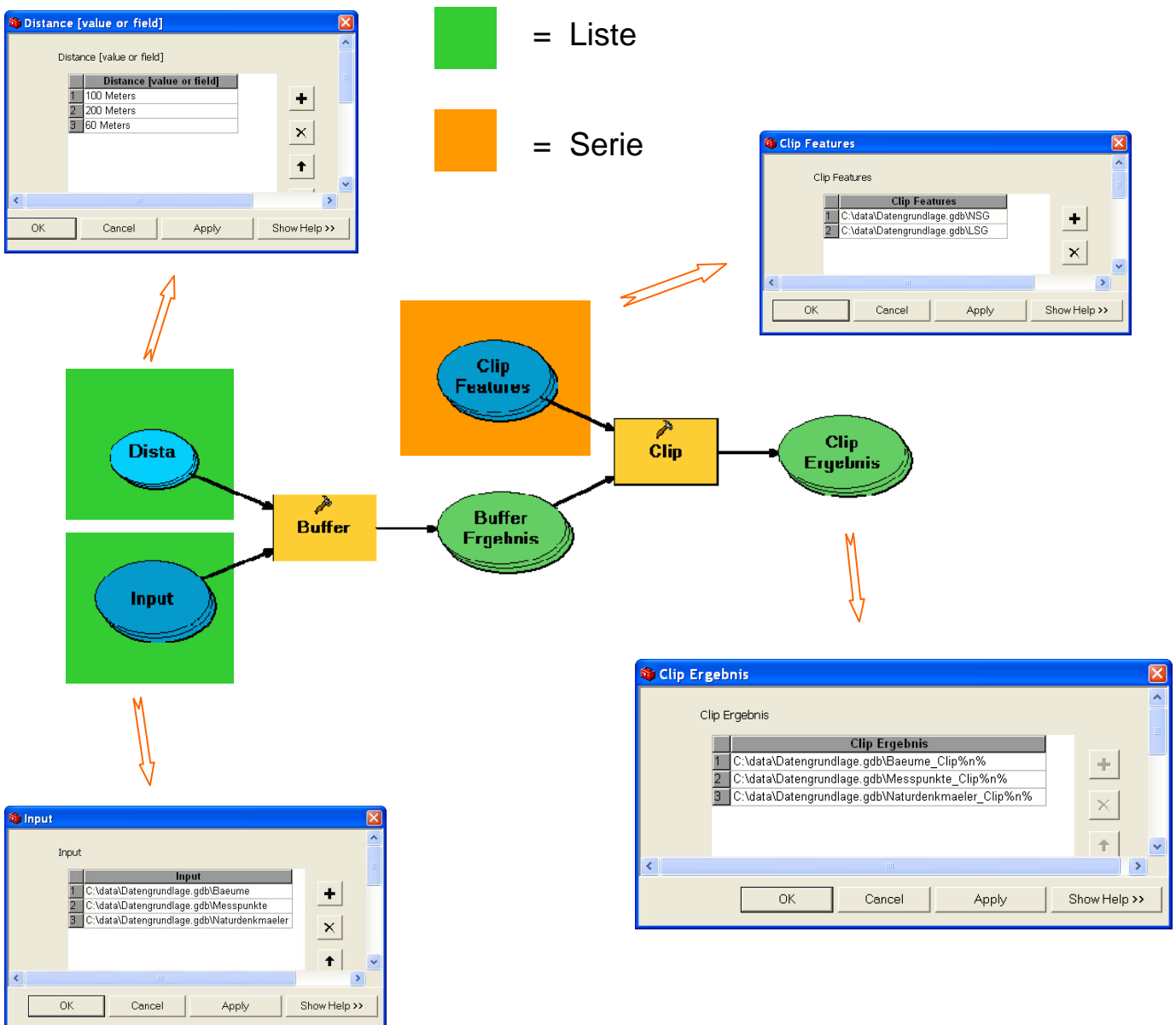


2.3 Serien - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Serien unterscheiden sich von Listen in erster Linie dadurch, dass bei einer Serie das gesamte Modell so oft ausgeführt wird, bis alle Werte der Serie bearbeitet wurden. Bei einer Liste wird hingegen das einzelne Werkzeug so lange ausgeführt bis die Werte der Liste abgearbeitet sind. Erst dann wird der folgende Prozess gestartet.

Die Verwendung von Serien findet jedoch überwiegend in einem anderen Bereich statt, der sich nicht sofort aus der oben beschriebenen Definition erschließt. Als Beispiel soll hier ein Modell der ArcGIS Desktop Hilfe 9.2 dienen, in dem zunächst eine Liste von Eingangsdaten gepuffert wird und anschließend jede der Ergebnisdateien der Pufferfunktion mit jeweils 2 Feature classes in einer Clip-Funktion zugeschnitten werden.

Die Konfiguration des Modells sowie seiner Parameter sieht folgendermaßen aus:



Drei Feature classes werden als Eingangsdaten in einer **Liste** an die Bufferfunktion übergeben. Diese werden mit jeweils unterschiedlichen Pufferdistanzen (ebenfalls eine Liste) bearbeitet. Die Ergebnisse werden dann im nächsten Schritt zugeschnitten (Clip).

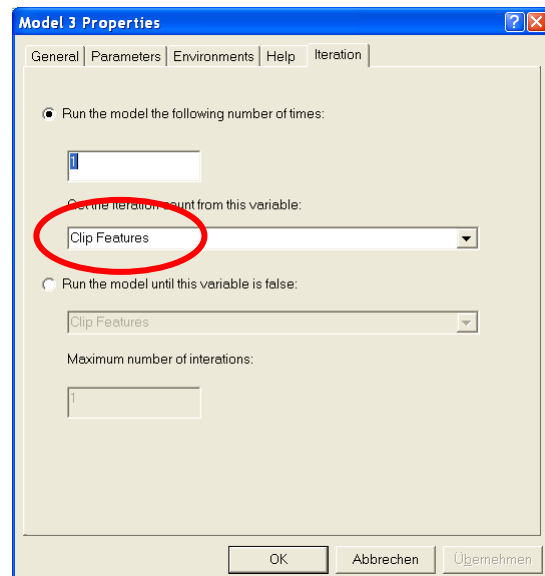
Als Clip Features sind zwei Feature classes in einer **Serie** zusammengefasst. Das hat zur Folge, dass jedes Ergebnis der Bufferfunktion mit jeder Feature class der Clip Features bearbeitet wird. In diesem Falle ergeben sich demnach sechs Ergebnisdateien der Clip-Funktion.

Damit dies korrekt durchgeführt wird müssen folgende Schritte vorgenommen werden:

- Die Eingangsdaten der Bufferfunktion sowie die Pufferdistanz als Liste definieren.
- Die Variable *Clip Features* der Clipfunktion als Serie definieren
- Die Namen der Ergebnisdaten der Clip Funktion durch eine Variable **%n%** ergänzen, die die Durchläufe des Modells zählt und den Namen der Ergebnisdatei durch die jeweilige Zahl ergänzt. Auf diese Weise können die Eingangsdateien der Clip Funktion mit beliebig vielen Feature classes geclippt werden. Der Name der Feature class wird dann einfach, von „0“ beginnend, hoch gezählt.

Clip Ergebnis	
1	C:\data\Datengrundlage.gdb\Baeume_Clip%n%
2	C:\data\Datengrundlage.gdb\Messpunkte_Clip%n%
3	C:\data\Datengrundlage.gdb\Naturdenkmaeler_Clip%n%

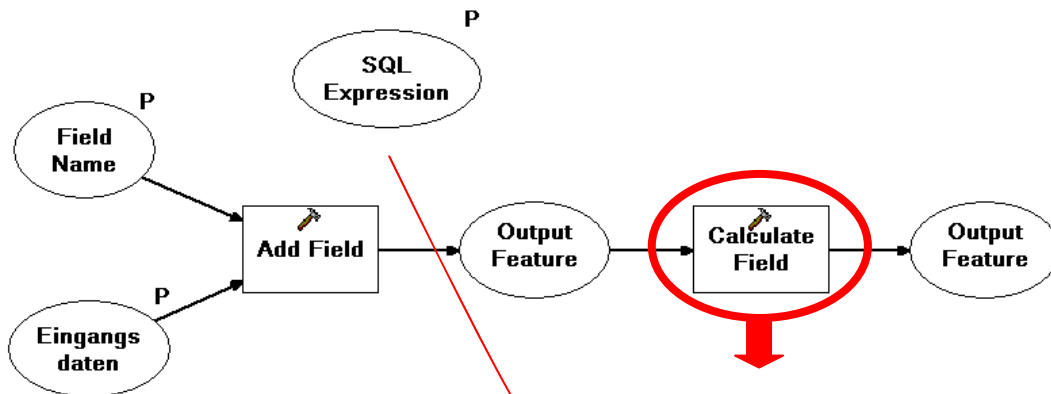
- In den *Model Properties* im Reiter *Iteration* die Variable *Clip Features* für die Anzahl der Modelldurchläufe auswählen. Erst nach Ausführen dieses Schrittes werden die Ergebnisdaten der Bufferfunktion mit jeder Feature class der Serie zugeschnitten.



2.4 In-line Variable Substitution - Neu in ArcGIS 9.2 -

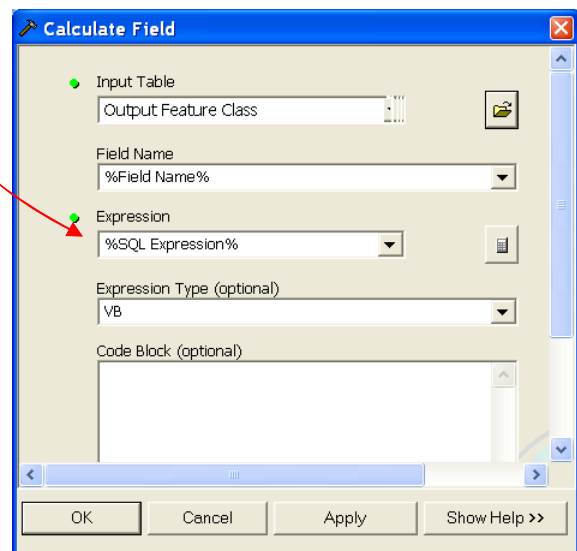
Als In-line Variable Substitution wird die Übernahme des Wertes einer Variablen als Parameter eines Werkzeuges im ModelBuilder bezeichnet. Dies ist beispielsweise dann erforderlich, wenn der Inhalt einer Variablen erst zur Laufzeit des Modells oder unmittelbar vor dem Ausführen vom Anwender definiert wird, diese Variable jedoch gleichzeitig ein wichtiger Parameter eines nachfolgenden Prozesses ist.

Ein klassisches Beispiel, das auch in der ArcGIS Desktop Hilfe beschrieben wird ist die Prozessfolge von *Add Field* und *Calculate Field*. Ein erforderlicher Parameter des *Calculate Field* Prozesses ist der Name des zuvor mit *Add Field* erstellten Attributfeldes. In diesem Beispiel soll nun jedoch dem Nutzer überlassen bleiben, welchen Namen das Attributfeld haben soll. Dieser Name steht also erst bei Ausführen des Modells zur Verfügung und wird daher als Variable an *Calculate Field* übergeben. Die Schreibweise ist dann **%Variablenname%**.



Zusätzlich wird in diesem Modell die SQL Expression, bei der es sich ebenfalls um einen Parameter der *Calculate Field* Funktion handelt, über eine Modellvariable übernommen. Diese Variable („SQL Expression“) ist, wie die Variable *Field Name*, als Parameter definiert und soll vom Anwender vor Ausführen des Modells festgelegt werden.

Wie in diesem Beispiel zu sehen ist, muss eine Variable (i.d.F. SQL Expression) nicht mit der Prozesskette verbunden sein um als Parameter eines Werkzeugs genutzt werden zu können.



Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für In-line Variable Substitution finden Sie im folgenden Kapitel 2.5 Calculate Value.

2.5 Calculate Value

Das Werkzeug Calculate Value wurde mit ArcGIS 9.2 in der Data Management Toolbox / General eingeführt und ist so etwas wie ein Universalwerkzeug speziell für den ModelBuilder. Mittels kurzer Python Scripte oder Statements können sehr unterschiedliche Funktionalitäten mit diesem Werkzeug realisiert werden. So ist es beispielsweise möglich die Werte beliebiger Variablen eines Modells abzufragen und Bedingungen zu definieren, die den weiteren Ablauf des Modells steuern. Zudem können mathematische Operationen aber auch Geoprocessing Tools und Pythonfunktionen ausgeführt werden. Eine sehr ausführliche Dokumentation zu *Calculate Value* finden Sie in der ArcGIS Desktop Hilfe.

In dieser Dokumentation soll nun auf einen speziellen Anwendungsfall eingegangen werden, der die Variabilität dieses Werkzeuges verdeutlicht.

Das Eingabefenster des *Calculate Value* Werkzeuges ist in zwei Eingabebereiche unterteilt. Der obere Teil (*Expression*) dient der Eingabe eines Ausdrucks. Dabei kann es sich z.B. um mathematische Operationen, Pythonfunktionen aber auch den Aufruf einer vom Nutzer im Fenster *Code Block* definierten Pythonfunktion handeln.

Der *Code Block* „kommuniziert“ so zu sagen mit der *Expression*. So können hier z.B: Variablen definiert werden, die dann in der Expression verarbeitet werden. Weitaus interessanter ist jedoch die Möglichkeit in diesem Fenster eine eigene Python-Funktion zu erstellen, die dann über die Expression aufgerufen und mit Parametern „versorgt“ wird.

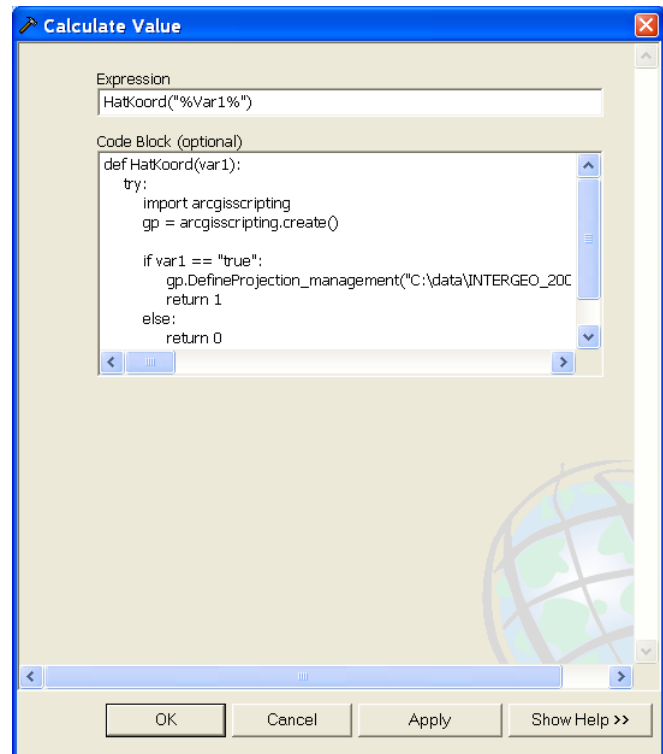
Das Beispiel im Einzelnen:

- über *In-line variable Substitution*

Die Funktion kann dann, wie im Beispiel rechts zu sehen, andere Werkzeuge ausführen deren Ablauf über bedingte Anweisungen und Schleifen geregelt wird.

Die Rückgabe von Werten an das Modell erfolgt dann über den Ausdruck *return*.

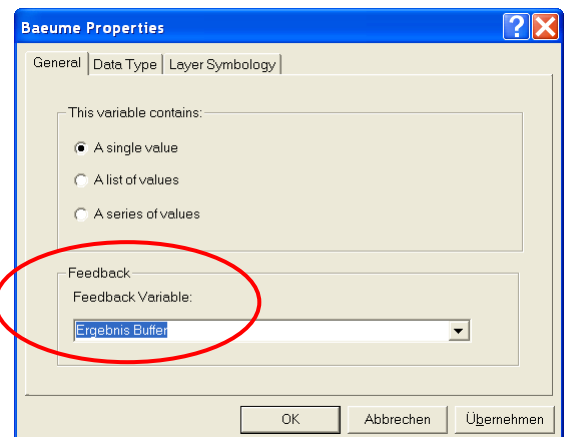
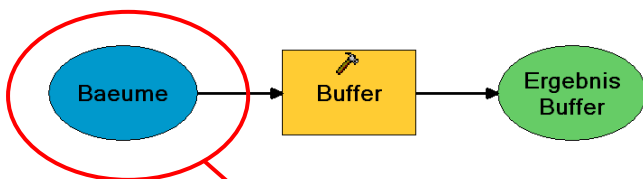
In Kapitel 4 finden Sie ein praktisches Beispiel wie das oben dargestellte Calculate Value Werkzeug eingesetzt werden kann.



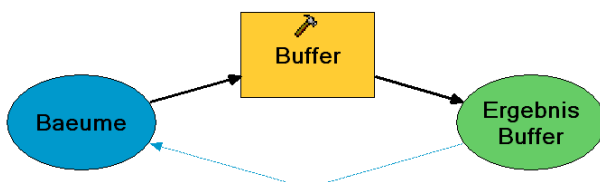
2.6 Feedback Variable

In ArcGIS 9.2 ist es im ModelBuilder möglich, das Ergebnis eines Prozesses wieder als Eingangsdatei desselben oder eines vorhergehenden Prozesses zu nutzen. Als Beispiel soll hier eine Pufferfunktion dienen, deren Ergebnis wiederum als Input genutzt wird und erneut mit der gleichen Pufferdistanz gepuffert wird.

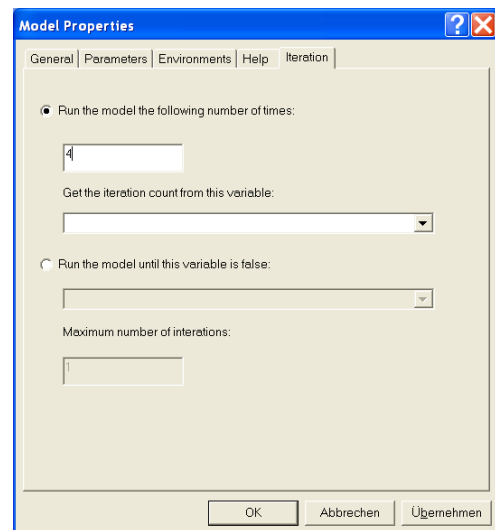
Über die Eigenschaften der Eingangsdaten wird die Feedback Variable ausgewählt.



Der Namen der Ergebnis Feature class wird durch *%n%* ergänzt. Siehe Kapitel 2.1 / 2.2



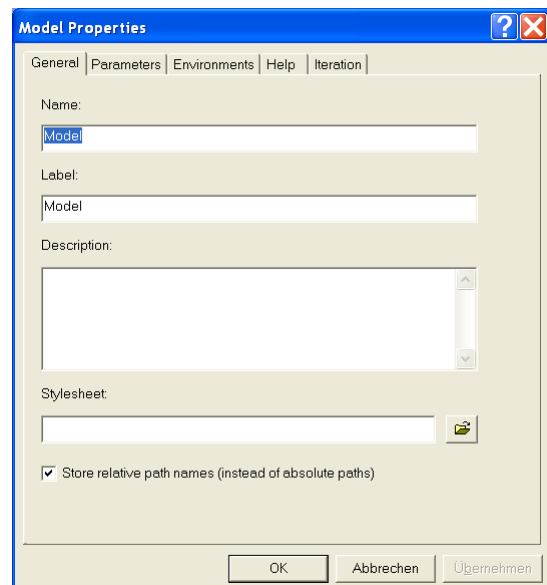
In den Modelleigenschaften wird abschließend die Anzahl der Modell Abläufe festgelegt. Vergisst man diesen Schritt, wird der Prozess in einer Endlosschleife ausgeführt!



2.7 Relative Pfade im ModelBuilder

Soll ein Modell auf unterschiedlichen Rechnern oder unterschiedlichen Laufwerken ausgeführt werden, ist es sinnvoll die Pfade, der in das Modell eingebetteten Daten, relativ abzuspeichern. Auf diese Weise ist bei korrekter Konfiguration gewährleistet, dass trotz unterschiedlicher Verzeichnisstruktur die Daten, Skripte und Zielpfade gefunden werden ohne, dass der Anwender das Modell anpassen muss.

Die Einstellung, dass ein Modell mit relativen Pfaden gespeichert wird, erfolgt in den Modell-Eigenschaften.



Relative Pfade beziehen sich bei einem Modell stets auf dasjenige Verzeichnis, in dem die Toolbox mit dem Modell gespeichert ist. Dazu ein einfaches Beispiel:

Ein Modell mit nur einem Prozess hat folgende Pfade:

Toolbox: **C:\temp\Toolbox.tbx**
 Eingangsdatei: **C:\temp\Daten\Datengrundlage.gdb\InpurBuf**
 Ergebnisdatei: **C:\temp\Ergebnisse\Ergebnisse.gdb**

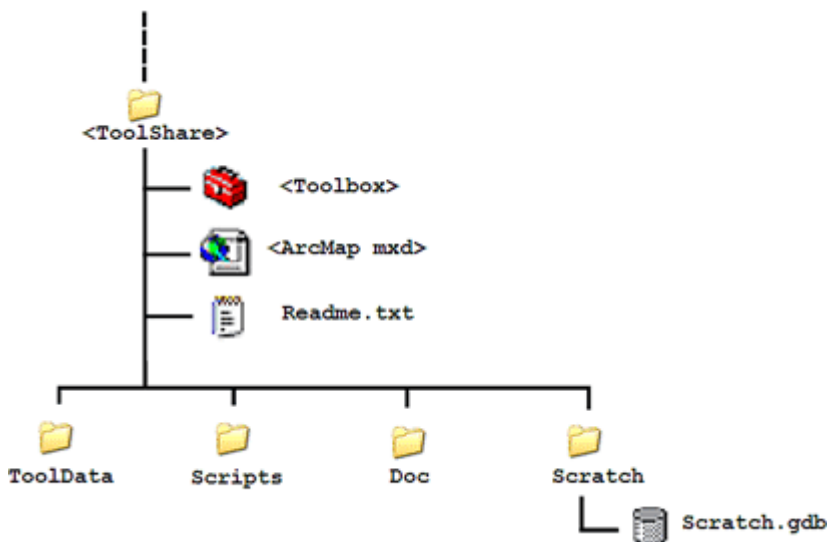
Die Toolbox mit dem Modell wird nun auf ein anderes Laufwerk kopiert. Die Pfade werden folgendermaßen angepasst:

Toolbox: **D:\Projekt\Tools\Toolbox.tbx**
 Eingangsdatei: **D:\Projekt\Tools\Daten\Datengrundlage.gdb\InpurBuf**
 Ergebnisdatei: **D:\Projekt\Tools\Ergebnisse\Ergebnisse.gdb**

Wie das Beispiel zeigt wird nur die Verzeichnisstruktur in Bezug auf den Speicherort der Toolbox verändert. Für die Eingangs- und Ergebnisdatei muss darauf geachtet werden, dass die weiteren Unterverzeichnisse in der Ausgangssituation und der Zielsituation übereinstimmen.

Aus diesem Grunde sollte bereits bei der Planung der Modellumgebung auf eine konsistente Verzeichnisstruktur geachtet werden, die beispielsweise so aussehen könnte:

(Vorschlag aus der ArcGIS Desktop Hilfe)



Zur Weitergabe des Modells genügt es dann das Verzeichnis <Toolshare> in das Zielverzeichnis zu kopieren. Die Daten und ggf. Eingebundenen Skripte werden nach wie vor gefunden und könne ohne weitere Anpassungen genutzt werden.

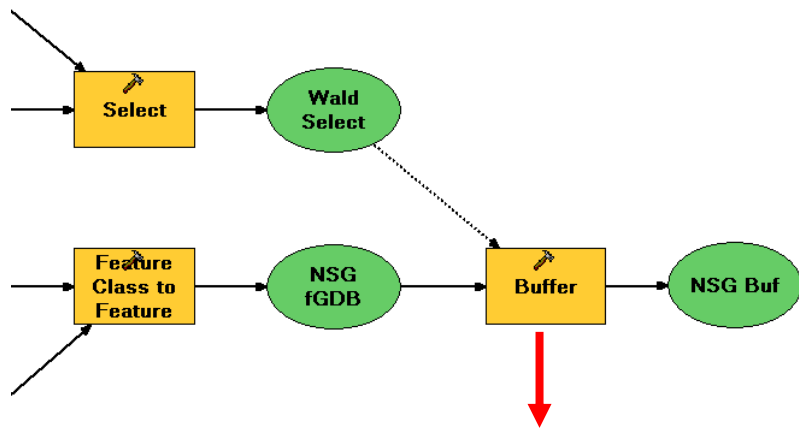
2.8 Steuerung des Modellablaufs über Preconditions

Über Preconditions kann im ModelBuilder Einfluss auf den Ablauf des Modells genommen werden. Das Prinzip sieht dabei so aus, dass entweder eine bestimmte Ergebnisdatei vorhanden sein muss, bevor ein anderer Prozess ausgeführt werden kann, oder eine Variable muss „wahr“ (true) sein. Im Modell werden Preconditions durch gestrichelte schwarze Linien gekennzeichnet, die eine Variable mit einem Prozess verknüpfen.

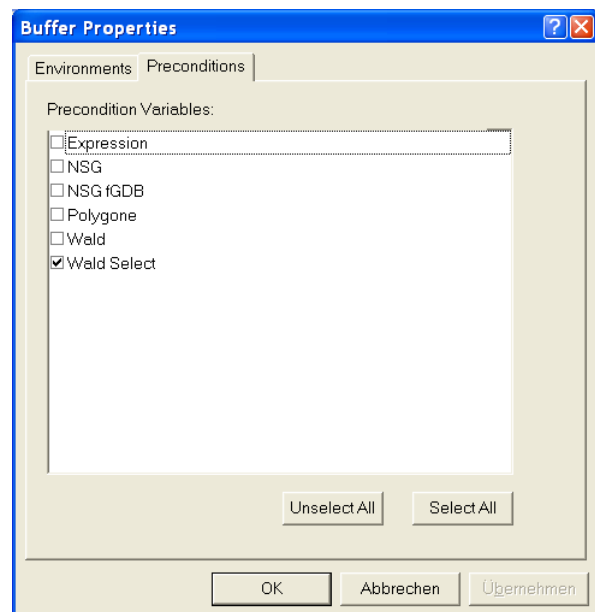
Erstellen von Preconditions:

Nehmen wir an Sie möchten in Ihrem Modell sicher gehen, dass zwei Prozesse, die nicht in einer direkten Prozesskette miteinander verbunden sind (beispielsweise besteht das Modell aus zwei getrennten Prozesszweigen), in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden. Dazu definieren Sie das Ergebnis des einen Prozesses als Vorbedingung (Precondition) für den Anderen, indem Sie diese beiden Symbole einfach mit dem *Add Connect* Tool verbinden und aus dem *Select Parameter* Fenster (siehe Kapitel 1.3) „Precondition“ auswählen.

In diesem Beispiel ist das Vorhandensein des Ergebnisses der Select-Funktion als Voraussetzung für das Ausführen der Buffer-Funktion definiert




Ist die Option „When connecting elements display, valid parameters when more than one is available“ unter Menü *Tools* → *Options* → *Geoprocessing* nicht aktiviert, kann eine Precondition auch über die Eigenschaften desjenigen Prozesses definiert werden, für den eine Vorbedingung definiert werden soll.



3 Modell im Modell

Modelle können, wie andere Werkzeuge auch, als Einzelprozess in ein anderes Modell eingefügt werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn sehr viele Prozesse in einen Workflow eingebunden sind. Eine Aufteilung in mehrere Teilmodelle erhöht die Übersichtlichkeit des Gesamtmodells in einem solchen Falle erheblich. Zudem kann man natürlich ein (Teil-) Modell in mehreren unterschiedlichen Modellen als Werkzeug einsetzen, ähnlich einem Modul in der Programmierung.

Ein Teilmodell, das als Prozess in ein anderes Modell eingebunden ist, wird auf die gleiche Weise symbolisiert wie andere Werkzeuge. Dennoch lässt sich ein Teilmodell von anderen Prozessen anhand des „Modell“-Symbols  unterscheiden.

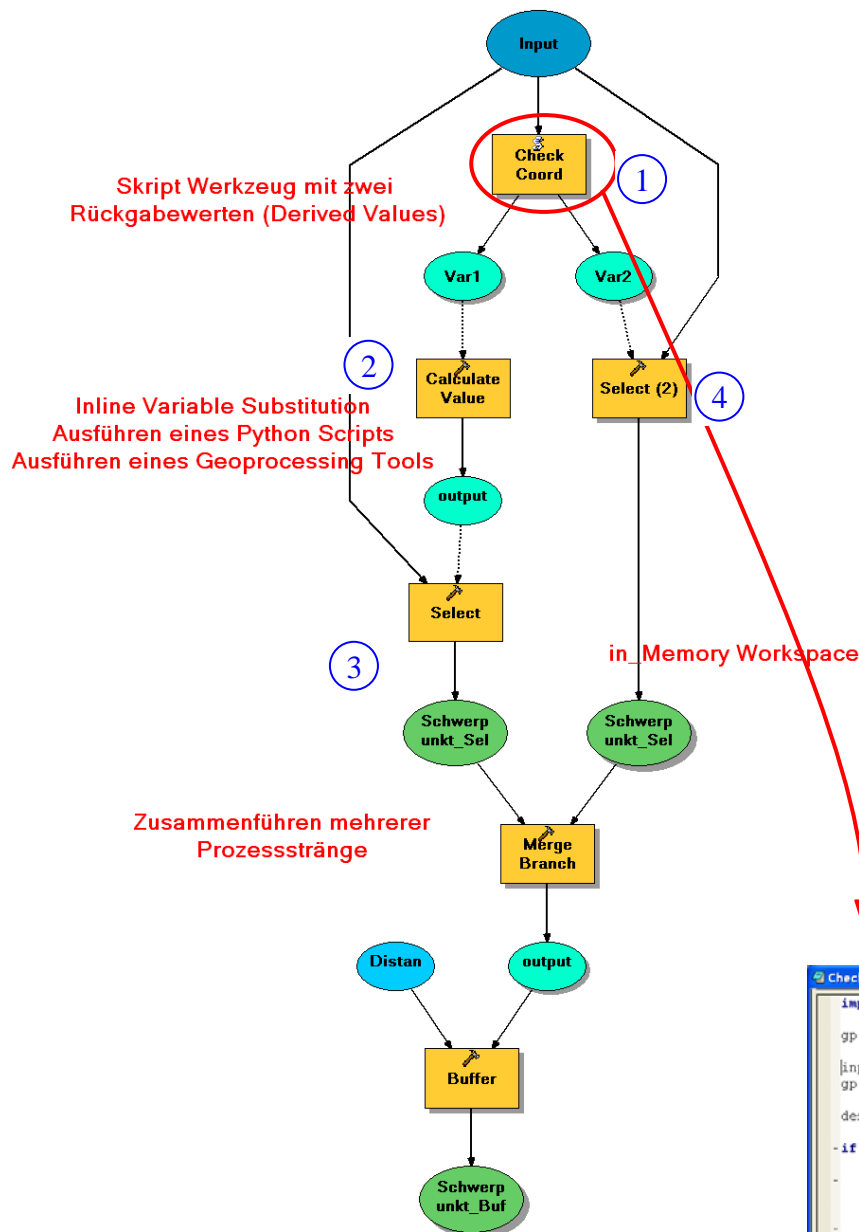
Damit das Modell mit anderen Prozessen verknüpft werden kann ist es erforderlich für das Teilmodell Parameter zu definieren.

4 (Python) Skript Tools als Werkzeug in einem Modell

Python-Skripte können, nachdem sie als Werkzeug in eine Toolbox eingefügt wurden, natürlich auch im ModelBuilder als Prozess verwendet werden. Voraussetzung für einen sinnvollen Einsatz ist auch hier, dass für das Skript Tool Parameter definiert wurden, die dann als Symbol mit anderen Werkzeugen im Modell verknüpft werden können.

Eine interessante Anwendung für Skript Werkzeuge in einem Modell ist die Steuerung des Modellablaufs auf Basis bestimmter Abfragewerte. So kann beispielsweise zunächst über ein Python Skript Tool abgefragt werden, ob die Eingangs Feature class bereits ein Koordinatensystem hat oder nicht. Je nach Fall werden dann unterschiedliche Modellzweige ausgeführt.

Folgendes Beispiel zeigt ein solches Modell das zusätzlich weitere Features enthält, die bereits in vorhergehenden Kapiteln beschrieben wurden:



Zunächst wird über ein Python Skript Tool (1) (siehe unten) festgestellt ob die Input Feature class bereits ein Koordinatensystem hat oder nicht. Dass dieser Prozess als erstes ausgeführt wird, wird durch die Preconditions sichergestellt, die jeweils für das Werkzeug Select der beiden Prozessstränge festgelegt wurden.

Das Skript hat zwei Rückgabewariablen, die entweder „true“ oder „false“ sein können. In Abhängigkeit von diesen Werten wird dann entweder zunächst das Werkzeug Calculate Value (2) und anschließend Select (3) ausgeführt oder direkt die Selektion (4) des zweiten Prozessstranges.

Innerhalb des Calculate Value Tools wird der Eingangs Feature class ein Koordinatensystem zugewiesen (siehe Kapitel 2.5). Erst dann wird die Selektion (3) dieses Prozessstranges ausgeführt (Precondition).

```

CheckKoordinatensystem.py
import arcgisscripting, sys, os.path

gp = arcgisscripting.create()

[input = sys.argv[1]]
gp.workspace = os.path.dirname(input)

des = gp.Describe(input)

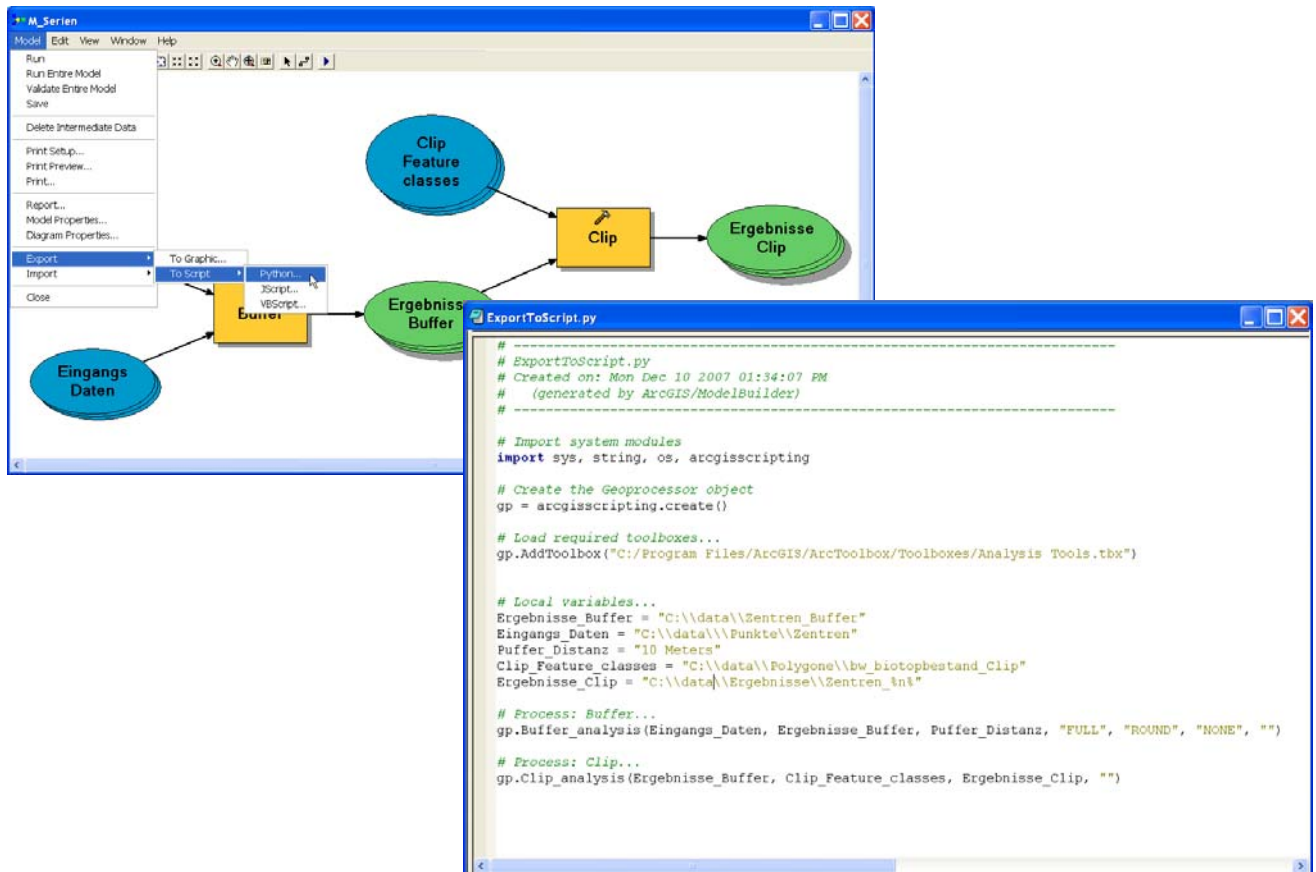
-if des.SpatialReference.Name == "Unknown":
gp.AddMessage("Kein Koordinatensystem vorhanden")
try:
gp.SetParameterAsText(1, "True")
gp.SetParameterAsText(2, "False")
except:
gp.AddMessage(gp.GetMessages())

-else:
gp.AddMessage("Koordinatensystem vorhanden")
try:
gp.SetParameterAsText(1, "False")
gp.SetParameterAsText(2, "True")
except:
gp.AddMessage(gp.GetMessages())
    
```

Die Prozesszweige werden schließlich mit dem Merge Branch Tool wieder zusammengeführt (siehe Kapitel 6.1) und das Ergebnis abschließend gepuffert.

5 Export von Modellen als Skript

Über das Menü *Model* → *Export* → *To Script* → *Python* kann ein Modell in ein Python Skript exportiert werden. Dies ist insbesondere als Grundlage für weitere Programmierungen und damit für die Erweiterung der mit dem ModelBuilder zur Verfügung stehenden Funktionalitäten sinnvoll.



Gewisse Grundkenntnisse über Geoverarbeitung mit Python Skripten sollten jedoch vorhanden sein und man sollte nicht erwarten, dass ein Skript, das aus einem Modell exportiert wurde, in jedem Falle sofort ausführbar ist. So werden beispielsweise Listen und Serien nicht exportiert und müssen bei Bedarf in das Skript eingefügt werden. Zudem müssen bei Ausführen eines Skriptes außerhalb einer Toolbox (z.B. in PythonWin) ggf. weitere Methoden oder Eigenschaften ergänzt werden, damit das Skript fehlerfrei ausgeführt werden kann.

Ein Beispiel:

Ob Daten automatisch überschrieben werden dürfen, wird in ArcMap oder ArcCatalog über das Menü *Tools* → *Options* → *Geoprocessing* → *Overwrite the outputs of geoprocessing operations* geregelt.

Wird nun ein Skript z. B. in PythonWin ausgeführt, so muss im Skript mit der Eigenschaft `gp.OverwriteOutput = 1` festgelegt werden, dass bereits vorhandene Daten überschrieben werden sollen. Beim Export eines Modells in ein Skript werden Einstellungen, die nicht zu den Umgebungseinstellungen (Environment Settings) gehören, nicht in das Skript übernommen.

Weitere Informationen zu Geoprocessing mit Python Skripten finden Sie in der ArcGIS Desktop Hilfe oder im Dokument „Writing Geoprocessing Scripts.pdf“, das Sie über die ESRI Support Seiten herunterladen können.

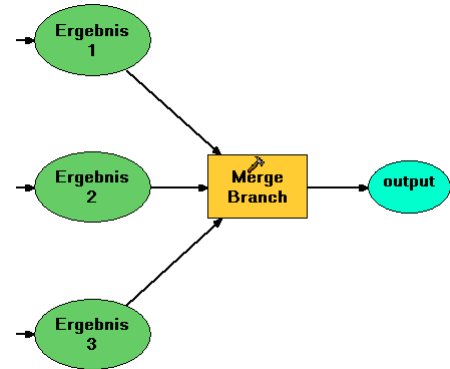
6 „Spezial“-Werkzeuge für den ModelBuilder:

Einige Werkzeuge der ArcToolbox sind speziell für den ModelBuilder entwickelt und können auch nur in dieser Umgebung sinnvoll eingesetzt werden. Die folgende Liste beschreibt einige dieser Werkzeuge (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

6.1 Merge Branch - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Das Merge Branch Tool wurde mit 9.2 eingeführt und dient dem Zusammenführen mehrerer Prozessstränge im ModelBuilder. Als Output weitergeleitet wird dabei jeweils nur das Ergebnis desjenigen Prozesszweiges, der aufgrund einer Bedingung auch tatsächlich ausgeführt wurde. Der Datentyp ist beliebig und es können auch Daten unterschiedlichen Typs als Input verknüpft werden.

Das Merge Branch Tool ist für die ausschließliche Nutzung im ModelBuilder vorgesehen und kann nicht sinnvoll in einem Python Skript genutzt werden!



Sie finden ein Anwendungsbeispiel für dieses Werkzeug in Kapitel 4

6.2 Calculate Value - Neu seit ArcGIS 9.2 -

Dieses Werkzeug wird in Kapitel 2.5 und 4 ausführlich beschrieben.

6.3 Select Data

Mit dem Select Data Tool lassen sich Daten aus einem übergeordneten Verzeichnis auslesen. Ein Beispiel wäre das Auslesen einer Feature class aus einer Geodatabase. Auf diese Weise können Prozesse, deren Ergebnis ein „Datencontainer“ ist (z.B. das Werkzeug „Feature class to Geodatabase (multiple)“ weiter in einer Prozesskette genutzt werden. Im Gegensatz zur den Enumeration-Funktionen (z.B. „ListFeatureClasses“) des *Geoprocessor Programming Models* können jedoch nicht beliebig viele und unbekannte Daten ausgelesen werden, was die Anwendungsmöglichkeit dieses Werkzeuges einschränkt.

6.4 Create Spatial Reference

Dieses Werkzeug ist sowohl für den ModelBuilder als auch für Skripting-Anwendungen gedacht. Bei Ausführen wird ein Koordinatensystem-Objekt erzeugt, das dann für Werkzeuge wie *Feature class to Feature class* etc. als Parameter genutzt werden kann.

7 Ausrichtung und Erscheinungsbild von Modellen

Über das Menü *Model* → **Diagram Properties** werden die Einstellungen für das Aussehen des Modells aufgerufen. Auf drei Registerkarten können hier beispielsweise die Ausrichtung der Prozessketten, die Abstände zwischen einzelnen Elementen, die Darstellungsqualität, Lösung bei grafischen Konflikten oder auch die Form und Farbe der einzelnen Elementsymbole definiert werden.

7.1 Diagram Properties

Hinweis:!

Die meisten Einstellungen der „Diagram Properties“ wirken sich erst dann auf das Modell aus, wenn nach Änderung der Einstellung „Auto Layout“ ausgeführt wird!

7.1.1 Registerkarte General

a) Layout Mode

Für den Layout Mode kann zwischen zwei Optionen gewählt werden. „Automatic“ und „Manual“. Wird diese Funktion auf „Manual“ geändert, so werden die Elemente des Modells bei Ausführen von „View“ → „Auto Layout“ bzw. über den entsprechenden Button in der Werkzeugleiste, nicht mehr automatisch angeordnet sondern verbleiben in der vom Anwender vorgegebenen Form. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn man die Elemente eines komplexen Modells mühsam so angeordnet hat, dass endlich keine grafischen Konflikte mehr auftreten und das Modell gut lesbar ist und nun vermeiden möchte, dass diese Einstellungen versehentlich durch einen einfachen Klick auf den „Auto Layout“ Button wieder zunichte gemacht werden.

b) Grid Properties

über diese Eigenschaften können Gitternetzlinien oder Gitternetzpunkte in das Modellfenster eingeblendet werden, die über snapping Funktionalität der Ausrichtung der Modellelemente dienen kann.

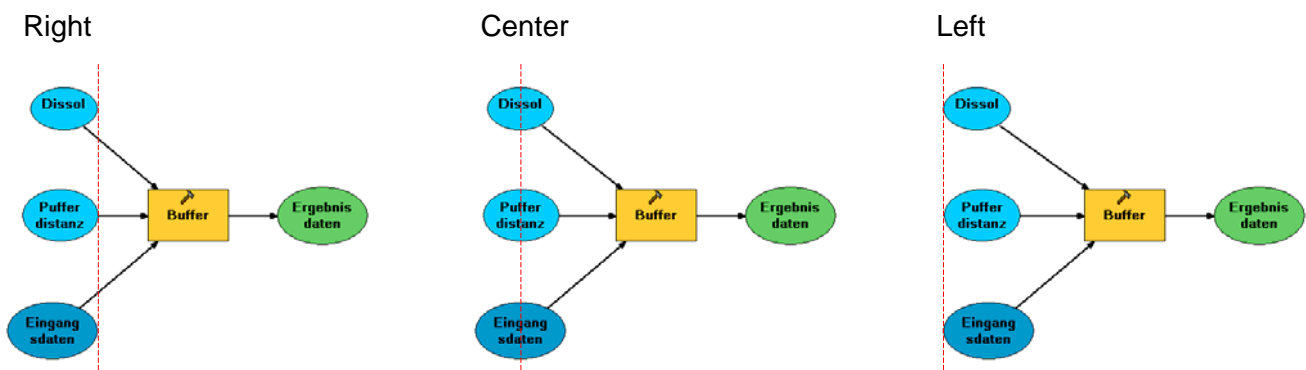
7.1.2 Registerkarte Layout

a) Orientation

Anhand der „Orientation“ wird die Hauptausrichtung des Modells festgelegt. Diese ist standardmäßig von links horizontal nach rechts. Als Alternativen stehen Oben → Unten, Unten → Oben und Rechts → Links zur Auswahl.

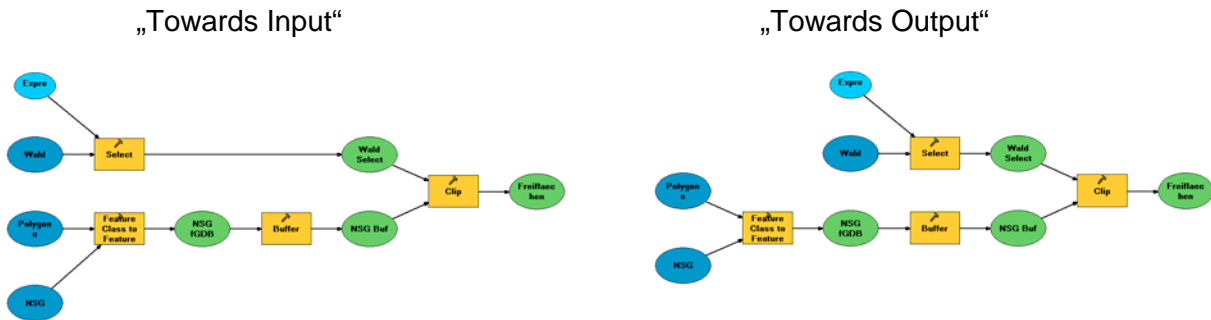
b) Level Alignment

Level Alignment legt die Ausrichtung der Eingangsparameter der einzelnen Werkzeuge zueinander fest.



c) Level Constraint

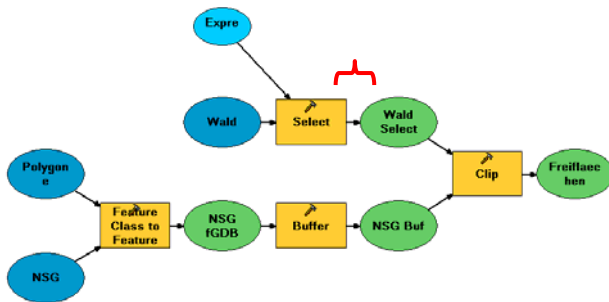
definiert die Ausrichtung verschiedener Prozesszweige bezogen auf die Eingangsdaten bzw. Ergebnisdaten des Gesamtmodells.



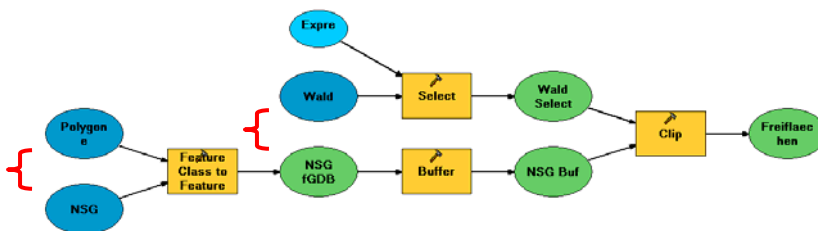
d) Minimum Spacing

diese Einstellung bestimmt die Abstände zwischen den Elementen des Modells und den einzelnen Modellzweigen.

...Between Levels: 10



...Between Elements: 10



e) Layout Quality

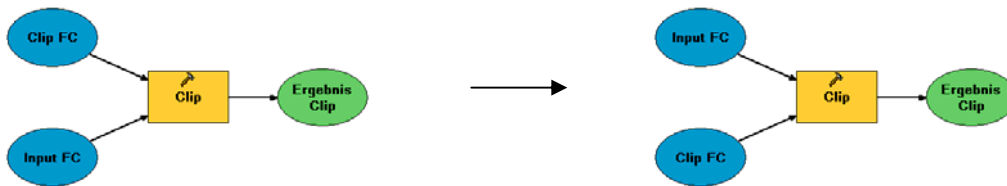
Nicht etwa die sichtbare Qualität der Darstellung der Modellelemente wird über diese Einstellung geregelt, sondern die Art und Weise in der sich die Darstellung der Symbole nach den in den Diagram Properties festgelegten Regeln richtet. So ist die Einstellung „Draft“ auf eine schnelle Darstellung ausgelegt und es wird nur in beschränktem Umfang Rücksicht auf die Vorgaben der „Diagram Properties“ genommen. Bei Auswahl von „Proof“ richtet sich die Darstellung strikt nach den Nutzervorgaben wobei sich „Default“ irgendwo dazwischen bewegt.

f) Incremental Layout

Mit dieser Funktionalität kann der Anwender regelnd in die automatisierte Anordnung der ModelBuilder Elemente eingreifen. Drei Funktionen stehen zur Auswahl, die auch ergänzend aktiviert werden können:

- *Active:*

Diese Option ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn der Anwender die Reihenfolge der Darstellung der Eingangsparameter eines Prozesses festlegen und nicht automatisch bestimmen lassen möchte. Bei einer Clip Funktion wird beispielsweise standardmäßig das Symbol für die „Clip Features“ über dem Symbol für die „Input Features“ angeordnet. Möchte man nun die Reihenfolge umkehren muss man lediglich die Option *Incremental Layout* → *Active* aktivieren und die Reihenfolge der Symbole mit der Maus wie gewünscht ändern. Anschließend bleibt diese Anordnung auch nach Ausführen von *Auto Layout* erhalten.



Ebenso kann jedoch auch die Position von Werkzeugen oder ganzer Prozesszweige mit dieser Funktion vordefiniert bzw. beeinflusst werden. Hier sollten Sie einfach einmal testen wie sich das Verschieben einzelner Elemente auf die automatisierte Ausrichtung auswirkt. Vergessen Sie dabei nicht nach den manuellen Änderungen *Auto Layout* auszuführen.

- *Respect Flow:*

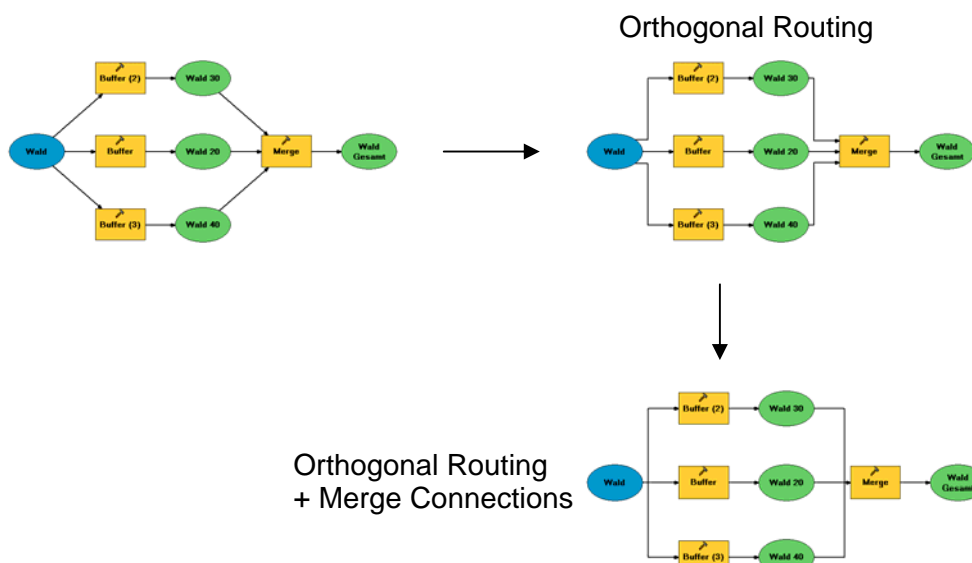
Wirkt sich im Zusammenhang mit der Option *Active* insbesondere bei großen Komplexen Modellen mit einer Vielzahl von Prozessketten und Verzweigungen aus. Dabei wird versucht den „Fluss“ des Modells und somit die Ablauflogik durch die Positionierung der Elemente zu erhalten.

- *Reduce Crossing:*

Ebenfalls im Zusammenhang mit *Active*. Der Name dieser Funktion ist im Prinzip selbst erklärend. Es wird so weit wie möglich versucht Überkreuzungen von Verknüpfungslinien zu vermeiden.

g) Connection Routing

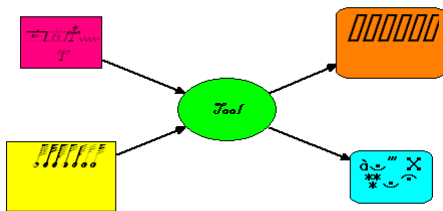
Connection Routing beeinflusst die Verbindungslinien der einzelnen Modellelemente. Die erste Option *Orthogonal Routing* ändert schräge Verbindungslinien in rechteckig abgewinkelte Linien. Dies können dann zusätzlich mittels der Funktion *Merge Connections* zusammengefasst werden. *Merge Connections* steht nur im Zusammenhang mit *Orthogonal Routing* zur Verfügung.



Die Einstellungen für *Horizontal* und *Vertical Spacing* beeinflussen die Länge der Verbindungslinien und *Minimum Slope* definiert die minimale Steigung, die eine diagonale Verbindungslinie haben darf. Der Wertebereich liegt dabei zwischen 0 für eine ebene Linie und Unendlich für eine senkrechte Linie.

7.1.3 Registerkarte *Symbology*

Unter diesem Reiter stehen zunächst zwei vordefinierte *Styles* zur Auswahl. *Style 1* ist die standard Ansicht der Modellsymbole. *Style 2* ist eine abgewandelte Variante bei der die Form der Symbole, nicht aber deren Farbgebung verändert wird. Sie können aber auch folgendes daraus machen....

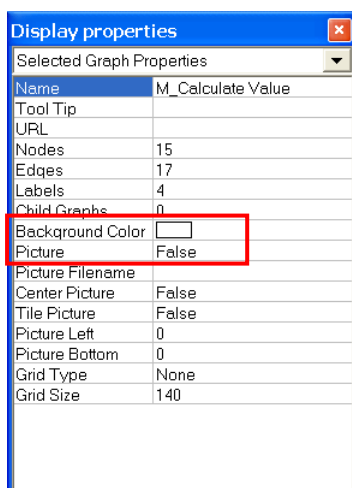


...wenn es unbedingt sein muss!

Änderungen an Farbe der Symbole und Schrifttyp der eingebetteten Schrift werden über das Kontextmenü (rechte Maustaste) der einzelnen Symbole vorgenommen.

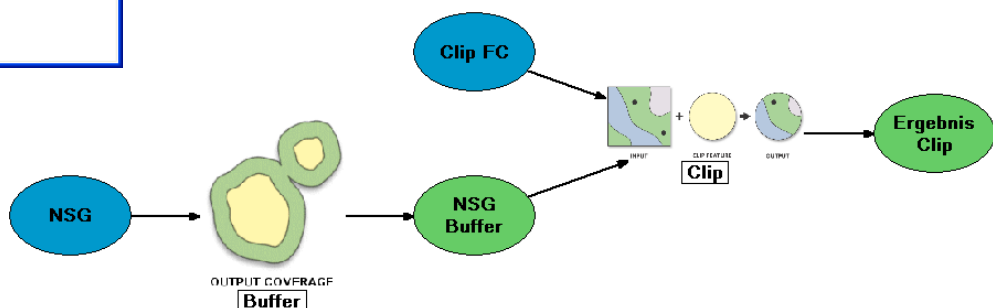
7.2 Display Properties

Die Display Properties dienen so zu sagen dem Feintuning der Modelldarstellung und können sowohl für einzelne Symbole als auch für das Erscheinungsbild des Modelfensters oder für eingefügten Text jeweils über das Kontextmenü (rechte Maustaste) aufgerufen werden.



Über diese Einstellungen kann beispielsweise auch ein Bild anstelle der „normalen“ Symbole eingefügt und die Funktion eines Prozesses auf diese Weise verdeutlicht werden (siehe unten).

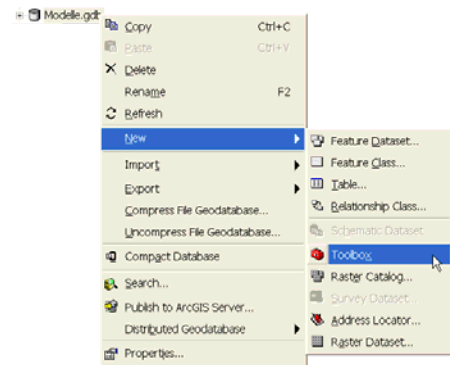
Das Vorgehen ist dabei folgendermaßen:
Zunächst wird über das Kontextmenü des jeweiligen Symbols die Option *Switch to Picture Symbol* aktiviert. Das Symbol verändert daraufhin sein Aussehen und auch die Display Properties zeigen veränderte Parameter. Hier besteht nun die Möglichkeit über *Picture* ein Bild einzuladen, das dann zur Visualisierung des Elements herangezogen wird.



8 Erstellen einer Toolbox in einer GDB

Außer in einem normalen Verzeichnis können Toolboxes auch innerhalb einer Geodatabase gespeichert werden. Dies hat den Vorteil, dass neben den Daten auch die damit im Zusammenhang stehenden Modelle in einem Container weiter gegeben werden können.

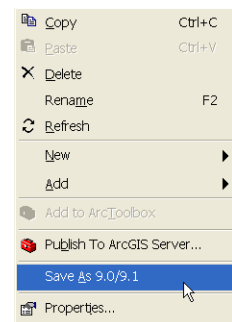
Eine neue Toolbox wird in ArcCatalog über das Kontextmenü der Geodatabase → Neu → Toolbox erstellt. Das Einfügen einer bereits vorhandenen Toolbox über Copy / Paste oder die Auswahl einer Geodatabase als Standardzielverzeichnis für neu erstellte Modelle (siehe Kapitel 1.1.2) ist hingegen nicht möglich.



9 Verwenden von 9.2er Modellen in ArcGIS 9.0 / 9.1

Sofern die Modelle keine Elemente (Werkzeuge, Listen, Schleifen etc.) enthalten, die nur für 9.2 zur Verfügung stehen, kann eine Toolbox auch für eine ältere ArcGIS Version abgespeichert und die Modelle dort genutzt werden (in ArcCatalog → rechte Maustaste auf Toolbox → *Save As 9.0/9.1*).

Mit ArcGIS 9.3 lässt sich eine Toolbox für 9.0/9.1 und 9.2 abspeichern



10 Bereitstellen von Geoverarbeitungsoperationen mit ArcGIS Server

Geoverarbeitungswerkzeuge können über ein Modell für ArcGIS Server verfügbar gemacht werden. Dies kann entweder durch Veröffentlichen einer Toolbox für ArcGIS Server (rechte Maustaste auf Toolbox → *Publish To ArcGIS Server*) oder durch eine MXD erfolgen, in deren Inhaltsverzeichnis ein Modell als Tool Layer eingebunden ist (*Map Service mit Geoprocessing Service*). Diese MXD kann dann als Dienst (Map Service) mit Geoverarbeitungsfunktionalität bereit gestellt werden.

Anhand eines einfachen Beispiels sollen die wichtigsten Punkte erläutert werden, die bei der Erstellung eines *Geoprocessing Service* über ein Modell berücksichtigt werden müssen.

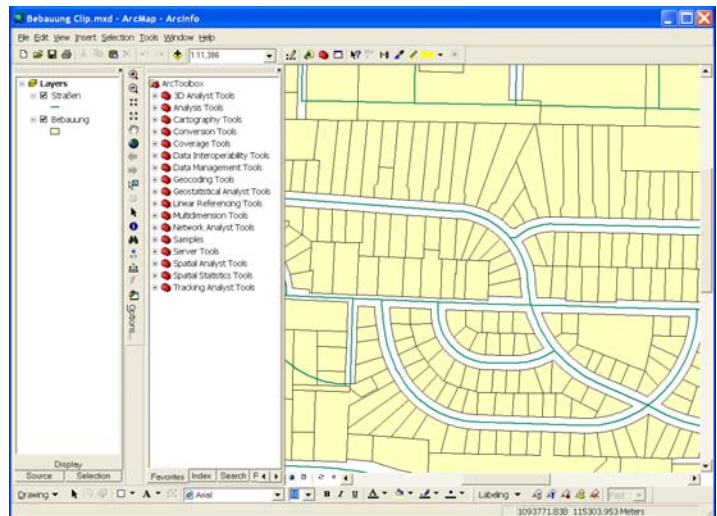
Wichtige Grundlagen:

- Geoverarbeitungsfunktionen können **nur über Modelle** für ArcGIS Server bereitgestellt werden.
- Modelle müssen als sog. Tool Layer (Neu seit ArcGIS 9.2) in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap eingefügt werden, damit die Prozesse über ArcGIS Server als *Geoprocessing Map Service* genutzt werden können.
- Bei den Inputdaten eines solchen Modells darf es sich nicht um Feature datasets handeln.

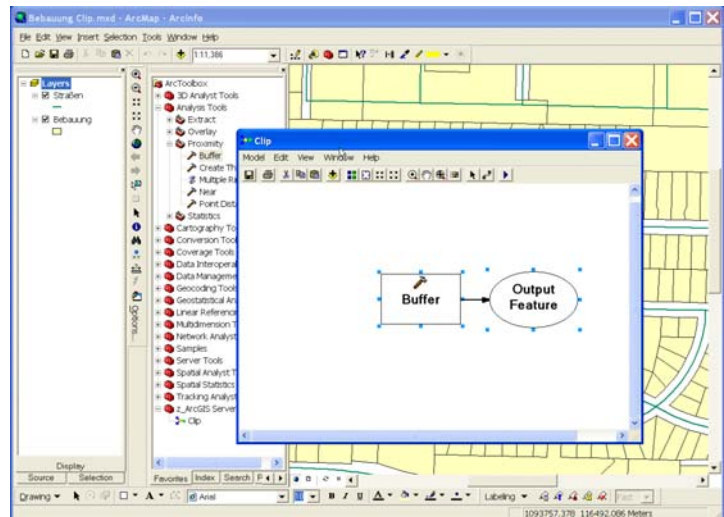
Das Vorgehen:

In einer MXD befinden sich zwei Layer:
Straßen und Bebauung.

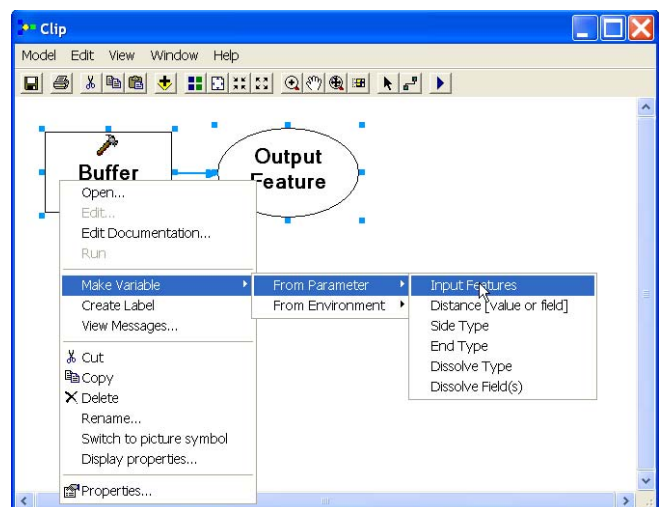
Über die ArcToolbox wird eine neue
Toolbox erstellt bzw. eine bereits
vorhandene Toolbox eingeladen...



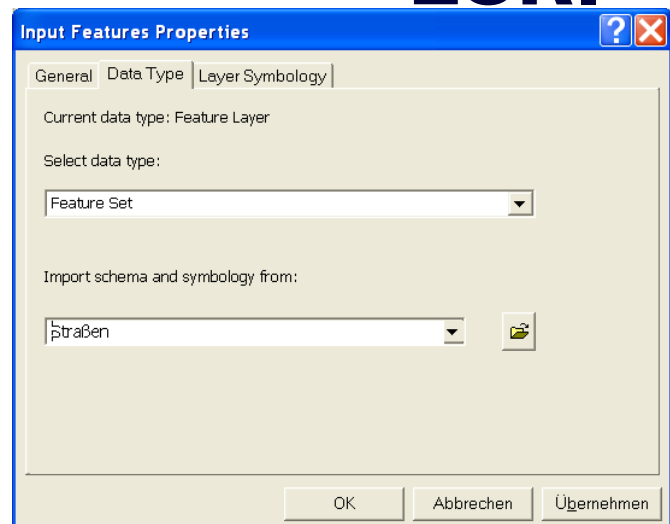
....In ein neues Modell wird zunächst ein
Buffer-Werkzeug eingefügt, dessen
Eingangsdaten als *Feature Set* definiert
werden sollen.



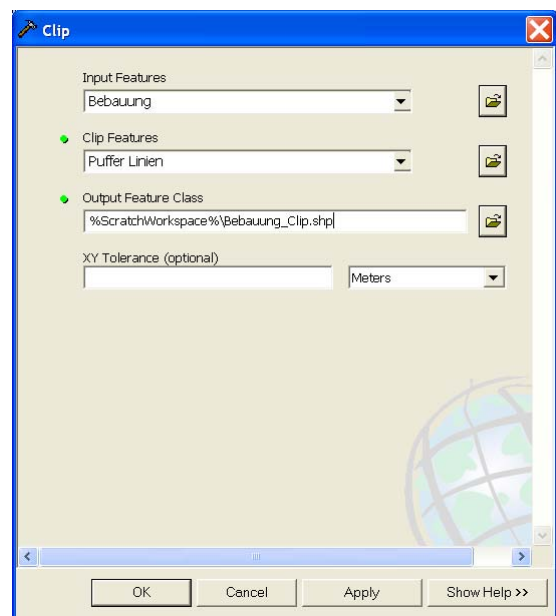
...dazu wird zunächst eine Variable für die
Input Features der Buffer-Funktion erstellt
(siehe Kapitel 1.9.1)....



...und in den Eigenschaften (rechte Maustaste auf das Symbol der Variablen → *Properties*) *Feature Set* als Datentyp ausgewählt. Als Schema dient der Layer *Straßen*. Die Geometrie dieses Layers (Linien) wird als Geometrie für die Eingangsdaten der Buffer-Funktion übernommen (siehe Kapitel 1.13)....



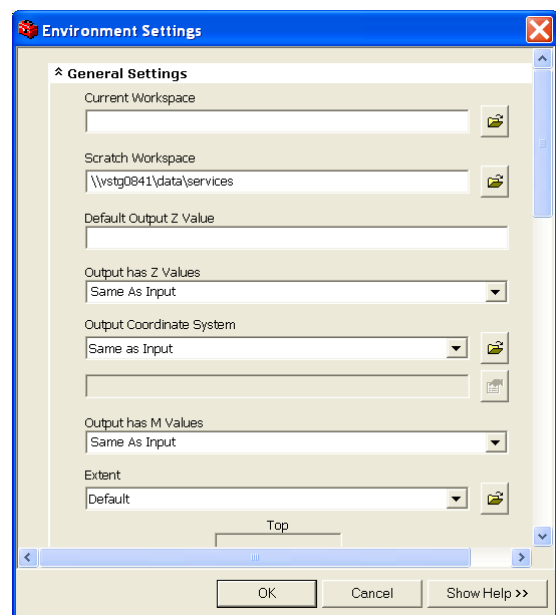
...als zweites Werkzeug soll *Clip* auf *Buffer* folgen und das Ergebnis der Buffer-Funktion als *Clip Features* übernehmen. Im Dialogfenster der Clip-Funktion wird für die *Output Feature Class* **%ScratchWorkspace%** anstelle eines festen Pfades eingefügt (siehe Kapitel 1.8.3). *Input Features* der Clip-Funktion sind die Features des Layers *Bebauung*...



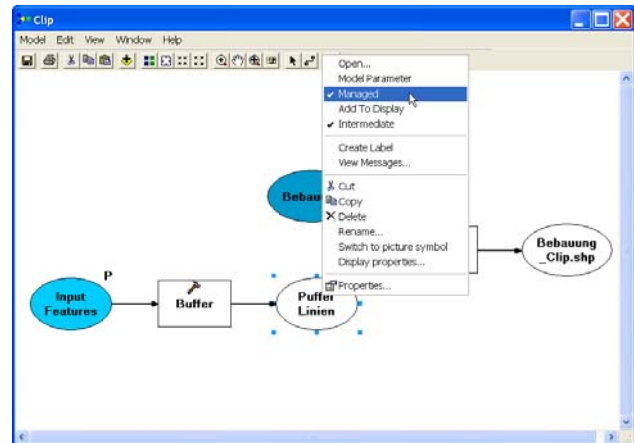
...in den Umgebungseinstellung (*Environment Settings*) wird nun der *Scratch Workspace* definiert, der für das Ergebnis der Clip-Funktion übernommen werden soll. Da dieser Pfad über ArcGIS Server veröffentlicht werden soll und daher auch ein Zugriff über ein Netzwerk möglich sein muss, wird der Pfad als **UNC** Pfad definiert.

Handelt es sich bei dem Rechner auf dem die Daten verwaltet werden, auch um den GIS Server können anstelle der UNC Pfade auch lokale Pfadnamen verwendet werden.

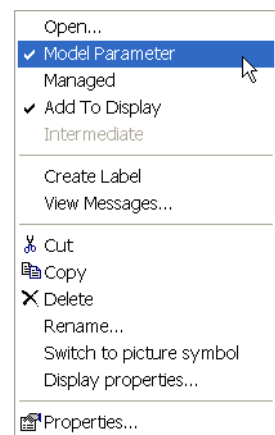
Wichtig ist zudem, dass das angegebene Verzeichnis über den Windows Explorer oder ArcCatalog für den Zugriff über ein Netzwerk frei gegeben wird (*shared Folder*)!



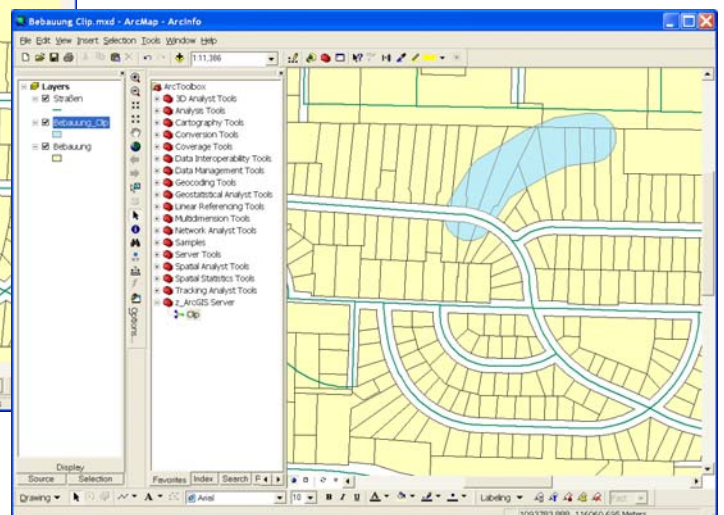
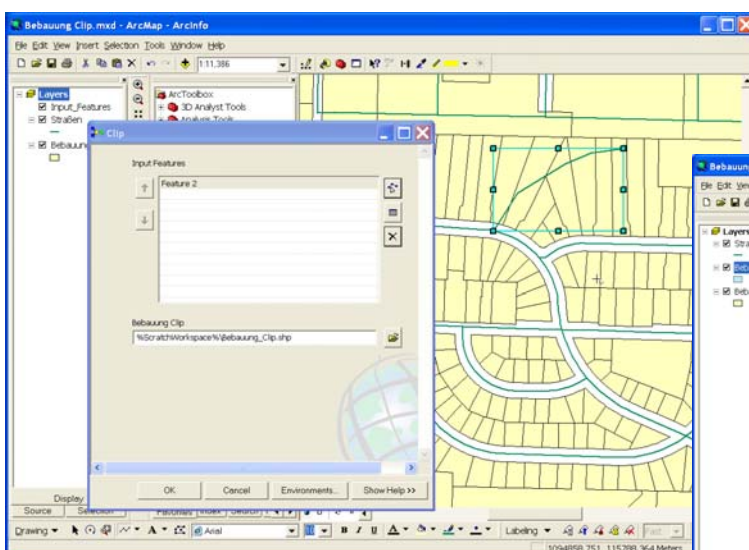
...das Ergebnis der Buffer-Funktion wird im nächsten Schritt als *Managed* klassifiziert (siehe Kapitel 1.8.1). Somit übernimmt ArcGIS Server die Verwaltung des Speicherortes der Daten...



Das Ergebnis der Clip-Funktion soll als Modell-Parameter definiert sein und nach Ausführen des Prozesses in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap eingefügt werden.



Nach Speichern des Modells erfolgt ein Test in ArcMap (Das Modell muss vor dem Veröffentlichen einmal ausgeführt worden sein!)



Das Modell wird abschließend als *Tool Layer* in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap eingefügt, bei Bedarf die Symbolisierung des Ergebnis-Layers *Bebauung Clip* angepasst, und die MXD gespeichert.

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels erwähnt müssen Modelle als **Tool Layer** in das Inhaltsverzeichnis von ArcMap eingefügt werden, damit ein *Geoprocessing Map Service* erstellt werden kann!

Die MXD kann nun inklusive der Geoverarbeitungsfunktionalität des Modells über ArcGIS Server veröffentlicht werden.

