

Methode zur Ermittlung des Potenzials der baulichen Nachverdichtung im Siedlungsgebiet am Beispiel der Gemeinde Arth

Certificate of Advanced Studies; Geoinformation in der Planung 2016/17
Hochschule für Technik Rapperswil, HSR; Fachhochschule Ostschweiz, FHO



Projektarbeit von Manuel Schumacher

19. Februar 2017

Impressum

Autor: Manuel Schumacher, Sonnenweg 33, 6414 Oberarth

Betreuer: Yves Maurer Weisbrod, Bundesamt für Raumentwicklung
MSc GIS; Dipl. Ing. FH in Landschaftsarchitektur

Roger Bräm, Wissenschaftlicher Mitarbeiter HSR
MSc GIS; Dipl. Ing. FH in Landschaftsarchitektur

Schule: Hochschule für Technik Rapperswil, Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil, HSR
Fachhochschule Ostschweiz, FHO

GIS: Als GIS-Software wurde ArcMap 10.4.1 von esri eingesetzt

Ingress

Die Arbeit richtet sich in erster Linie an Fachleute der Raumplanung und des Baurechts, die GIS in ihrem Arbeitsalltag bereits nutzen oder künftig nutzen möchten. Quellen werden in [...] gekennzeichnet und sind zudem im Quellenverzeichnis im Anhang deklariert. Soweit nicht auf Quellen verwiesen wird, wurde die Arbeit, mit Ausnahme der im Rahmen der vorgesehenen Betreuung erhaltenen Unterstützung, selbstständig erstellt.

Die Anhänge A1 bis A10 sind integrierender Bestandteile dieses Berichts.

Datenschutz

Für diese Projektarbeit wurden georeferenzierte Daten und Statistiken des Bundesamtes für Statistik, des Amtes für Vermessung und Geoinformation des Kantons Schwyz, des Amtes für Raumentwicklung des Kantons Schwyz und der HSR genutzt. Die Datenrechte bleiben bei den Datenherren. Eine Verwendung der Daten ausserhalb der Projektarbeit ist aus Gründen des Datenschutzes nicht zulässig.

Die Kartenausschnitte (Anhang A3 - A9) zeigen die Analyseergebnisse mit Bezug auf die einzelne Parzelle. Die Kartenauszüge dürfen in diesem Detaillierungsgrad aus Gründen des Datenschutzes nicht veröffentlicht werden. Würde die Arbeit allgemein zugänglich gemacht, müssten die Aussagen mit einem Zonenschild verallgemeinert werden (z.B. Aussage pro Quartier oder Bauzonenpolygon). Im vorliegenden Fall wird auf ein Zonenschild verzichtet, weil die Arbeit nicht veröffentlicht wird und die Ergebnisse so anschaulicher sind.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Einleitung	6
1.1 Anlass	6
1.2 Ziel und Nutzen der Projektarbeit	6
1.3 Umfang der Projektarbeit und Abgrenzung Themenfelder	6
1.4 Arbeitsschritte und Termine	6
2. Grundlagen	7
2.1 Die Gemeinde Arth	7
2.2 Planerische Grundlagen und baupolizeiliche Vorschriften	8
2.2.1 Kantonaler Richtplan	8
2.2.2 Kommunale Bauvorschriften	8
2.3 Geodaten	9
3. Vorbereitungsarbeiten	9
3.1 Datenorganisation	9
3.2 Einrichten der Software	10
4. Analyse und Resultate	11
4.1 Datenaufbereitung und -reduktion	11
4.1.1 Manuelle Datenaufbereitung Pixelkarte	11
4.1.2 Manuelle Datenaufbereitung GWR-Daten	11
4.2 Datenmanagement Gebäude	11
4.3 Datenmanagement Liegenschaften	12
4.4 Räumlicher Verschnitt Grundrisse mit Parzellen	12
4.5 Datenmanagement Grundnutzung	13
4.6 Datenmanagement RaumPlus	14
4.7 Vereinigung Parzellen und Nutzungszonen	14
4.8 Räumliche Verbindung (Parzellen, Nutzungszonen, Gebäudegrundrisse)	14
4.9 Datenmanagement GWR	15
4.10 Zusammenführen mit den GWR-Daten	15
4.11 Bereinigung Nutzflächenbestand	16
4.12 Ergebnis Unternutzung	16
5. Reflexion	18
6. Dank	18
7. Quellen und Literaturverzeichnis	19

8.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	19
9.	Abkürzungsverzeichnis	19
10.	Anhang.....	20

Zusammenfassung

Bauland ist ein knappes Gut in der Schweiz. Verschiedene Bestrebungen zielen darauf ab, den bebauten Raum haushälterisch zu nutzen. Das geänderte Raumplanungsgesetz setzt den Fokus auf die Siedlungsentwicklung nach Innen und die Zersiedelungsinitiative will die Bauzonen in der Schweiz plafonieren. Die Kapazitätsreserven der Siedlungsgebiete rücken ins zentrale Interesse. Ihre prioritäre Nutzung ist auch eine Zielsetzung im Richtplan des Kantons Schwyz.

Die Arbeit zeigt einen möglichen Weg auf, das bauliche Nachverdichtungspotenzial durch die Verwendung von Geoinformationssystemen (GIS) zu ermitteln. Unter der Nachverdichtung versteht man das Ausbau- und Erweiterungspotenzial bestehender Bauten ohne vorgängige Anpassung der Bau- und Zonenordnung. Durch Einsatz von GIS wird ein Datenverschnitt erstellt, der die Differenzrechnung zwischen dem zulässigen Nutzflächenmass und der effektiv gebauten Nutzfläche erlaubt. Über die unbebauten Baugrundstücke besteht ein kantonaler Datensatz (Raum+). Analysiert wird am Beispiel der Gemeinde Arth. Prinzipiell ist die Analyse auch auf weitere Gemeinden im Kanton Schwyz anwendbar, soweit die kommunal differenzierten Bau- und Zonenvorschriften berücksichtigt werden.

Das Ergebnis der GIS-Analyse ist eine Karte die aufzeigt, bei welchen Liegenschaften in den Wohn-, Misch- und Zentrumszonen (ohne die Kernzone) die zulässige Nutzfläche noch nicht ausgeschöpft ist, folglich Potenzial zur Gebäudeerweiterung besteht. Sie soll der Gemeinde bei der Revision der Ortsplanung als Grundlage dienen. Selbstverständlich ist das Ergebnis nur so genau und aktuell wie es die Geodaten an sich sind. Die Arbeit berücksichtigt zudem keine weiteren qualitativen Kriterien wie etwa der Ortsbildschutz oder die quatierveträgliche Eingliederung der Bauten und ersetzt daher keine qualifizierte Siedlungsanalyse.

Die bestehenden Nutzflächen werden mit den Daten über die gebauten Gebäudegrundflächen und die Anzahl Hauptgeschosse, die im eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister enthalten sind, berechnet. Auch wenn in der Regel die Wohnnebennutzung primär in den Unter- und Dachgeschossen angesiedelt ist, wird ein Anteil von nahezu einem Fünftel der Fläche für Wohnnebenräume abgezogen. Damit sollen namentlich wohnungsexterne Erschliessungsflächen ausgeklammert werden. Bei mehreren Häusern auf einer Parzelle wird angenommen, dass alle Gebäude gleichviele Hauptgeschosse aufweisen. Im Speziellen zu betrachten sind Grundstücke die nicht vollumfänglich in der Wohn-, Misch- oder Zentrumszone liegen und für die Berechnung der zulässigen Ausnützung von einer Anteilsfläche auszugehen ist.

Das Arbeiten mit GIS verlangt ein strukturiertes Datenmanagement und einen klaren Prozessablauf. Das Ziel der vorliegenden Analyse ist eine Attributtabelle mit allen notwendigen Inhalten auf derselben Parzellen-Identifikationsnummer. Um dies zu erreichen sind die Datenvereinigungen und die Datenverschnitte in der richtigen Reihenfolge und zum massgebenden Zeitpunkt zu tätigen. Zudem wurden einzelne Arbeitsschritte mit der Microsoft-Anwendung Excel vorgenommen.

Das Ergebnis der GIS-Analyse zeigt, dass in der untersuchten Gemeinde Arth durchaus ein nicht zu vernachlässigendes Potenzial zur Nachverdichtung besteht. Auch wenn aufgrund weiterer Parameter das Potenzial nicht gänzlich mobilisiert werden kann, ist eine Bevölkerungszunahme von rund einem Viertel der gegenwärtigen Bevölkerungszahl möglich, ohne dafür eine Ortsplanungsrevision durchführen zu müssen.

1. Einleitung

1.1 Anlass

Zum Abschluss des Zertifikatskurses „CAS GIS in der Planung 2016“ an der Hochschule für Technik in Rapperswil ist eigenständig ein GIS-Projekt zu bearbeiten und zu dokumentieren. Dabei ist an einer selbstgewählten Projektidee der mögliche Lösungsweg mit Einsatz von Geoinformationssystemen aufzuzeigen und das im Kurs erlernte Wissen direkt anzuwenden.

1.2 Ziel und Nutzen der Projektarbeit

Das Ziel der Arbeit ist eine GIS-Analyse, die das Potenzial für die Nachverdichtung und gestützt darauf das theoretische Einwohnerpotenzial aufzeigt. Unter Nachverdichtung versteht man die bauliche Weiterentwicklung bestehender Liegenschaften bis zum zulässigen Nutzungsmass. Es geht darum herauszufinden, wo der bauliche Bestand unter dem zulässigen Ausmass liegt. Technisch gesehen wird mit GIS die Differenz zwischen dem gebauten Volumen und dem nach geltender Bau- und Zonenordnung BZO zulässigen Ausmass eruiert. Als Ergebnis resultiert eine Karte mit den baulich unternutzten Grundstücken. Dies in Ergänzung zum vorhandenen kantonalen Inventar über die unbebauten Parzellen im Siedlungsraum (Raum Plus). Die Arbeit soll der Gemeinde bei ihrer Ortsplanung als Grundlage dienen und einen Beitrag zur Siedlungsentwicklung nach Innen leisten.

1.3 Umfang der Projektarbeit und Abgrenzung Themenfelder

Untersucht wird das Verhältnis zwischen dem Baubestand und dem Nutzungsmass innerhalb der WMZ (ohne Kernzone) auf dem Gemeindegebiet von Arth. Dabei werden die gebauten und projektierten Nutzflächen mit den effektiv zulässigen Nutzflächen verglichen.

Die Arbeitszonen und die Kernzone werden nicht untersucht. Letztere wird nicht miteinbezogen, weil für die Kernzone keine Ausnützungsziffer, AZ festgelegt ist und andere Interessen wie zum Beispiel der Ortsbildschutz dasjenige der Nachverdichtung meist überwiegen. Das Ausbaupotenzial ohne Veränderung des Bestands wird ebenfalls nicht analysiert. Unberücksichtigt bleiben auch Gestaltungspläne und weitere Aspekte einer qualitativ guten Innenentwicklung, namentlich die Einpassung ins Siedlungsgefüge und der Schutz historischer Bauten und Quartiere. Diese Interessensabwägung ist in Ergänzung dazu situationsbezogen vorzunehmen. Das Ergebnis der GIS-Analyse ist als Planungsgrundlage zu verstehen und ersetzt eine breit abgestützte Siedlungsanalyse nicht.

1.4 Arbeitsschritte und Termine

In einem ersten Schritt sind die nötigen Daten zur Bearbeitung der Aufgabe zu beschaffen. Weil der Bezug der einzelnen Daten unterschiedlich lange Zeit beansprucht, wird die Arbeit mit den zuerst verfügbaren Daten schrittweise angegangen.

Zu Beginn werden die Rohdaten inkl. der Metadaten gesichtet, auf den Bearbeitungsperimeter reduziert und auf die nötigen Attribute selektioniert. Nach dieser Vorarbeit kann die GIS-Analyse vorgenommen werden. Bericht, Zwischen- und Schlusspräsentation werden teilweise parallel zur GIS-Arbeit verfasst und termingerecht fertiggestellt.

Die Bewältigung der Aufgabe erfolgt nach einem im Voraus abgesteckten Zeitplan und nach festgesetzten Meilensteinen.

Nach der Zwischenbesprechung zeigte sich, dass die Attribute nicht wie gewünscht unter einer ID zusammengefasst vorliegen und der Bearbeitungsprozess zu Beginn anders anzugehen ist. Die Arbeit im Modelbuilder wurde daher von Grund auf neu vorgenommen.

Zeitplan und Meilensteine (MS grau hinterlegt):

◇	02.12.2016	Kick-Off; Entwicklung der Projektidee, Projektantrag
bis	08.12.2016	Datenbeschaffung (bislang nur kantonale Daten beschafft)
	09. / 10.12.2016	Datensichtung inkl. Metadaten und Datenreduktion
	16.12.2016	Datenselektion
	22.12.2016	Erhalt der BFS-Daten; Sichtung der GWR-Daten
	27.12.2016 – 12.01.2017	Auswertungen und Analysen mit GIS-Werkzeugen
◇	13.01.2017	Zwischenpräsentation
bis	26.01.2017	GIS-Analyse Fertigstellen, Kartenlayout erstellen
◇	27.01.2016	Schlusspräsentation
◇	28.02.2017	Abgabe der Arbeit

2. Grundlagen

2.1 Die Gemeinde Arth

„Drei Dörfer - eine Gemeinde“. So heisst Arth die Besuchenden auf der Homepage willkommen. Das Siedlungsgebiet verteilt sich auf die drei Dorfschaften Arth, Oberarth und Goldau, eingebettet zwischen den Bergflanken der Rigi und des Rossbergs sowie zwischen Zuger- und Lauerzersee. Aktuell leben rund 11'500 Personen in der Gemeinde Arth [1].

Arth steht vor der bedeutenden Aufgabe zur Innenentwicklung. Mit dem NEAT-Bahnhof „Arth-Goldau“ und der Fahrzeitverkürzung nach Bellinzona dank dem Gotthard-Basistunnel um mehr als eine halbe Stunde wird die Nachfrage nach Wohnraum zunehmen. Damit kommt der Entwicklung des bestehenden Siedlungsraumes eine entscheidende Rolle zu.

Der Wohnflächenbedarf pro Kopf ist nicht nur eine Kennzahl für den Ressourcenverbrauch, sondern auch ein Indikator für den Wohlstand. Er ist in den letzten Jahren in der Schweiz kontinuierlich angestiegen, von 34 m² im Jahre 1980 bis 45 m² im Jahre 2013 [2]. In der Gemeinde Arth beträgt der Wohnflächenbedarf pro Kopf aktuell 48.5 m². Dieser Wert resultiert aus der Gesamtwohnfläche in der Gemeinde Arth [3] dividiert durch die Anzahl Einwohnende (vgl. Kapitel 4.1.2). Arth liegt somit knapp über dem Schweizer Durchschnitt.



[Gemeindegebiet von Arth; Peter Krattenmacher, Gleitschirmpilot von Goldau]

2.2 Planerische Grundlagen und baupolizeiliche Vorschriften

2.2.1 Kantonaler Richtplan

Die Siedlungsentwicklung nach Innen ist ein Leitsatz im Richtplan des Kantons Schwyz. Die kantonale Raumentwicklungsstrategie weist Arth und Oberarth dem periurbanen, das Dorf Goldau dem urbanen Raum zu [4]. Ein Wachstum ist nur in diesen beiden Raumtypen möglich, wobei erhöhte Vorgaben an die Innenentwicklung und Verdichtung bestehen. In den urbanen Räumen ist die Einzonung von Bauland erst möglich, wenn das Innenentwicklungspotenzial ausgeschöpft und eine langfristige Siedlungsverdichtung geplant sind [5].

2.2.2 Kommunale Bauvorschriften

Das baulich zulässige Nutzungsmass wird in der Gemeinde Arth, mit Ausnahme der Kernzone, durch die Ausnützungsziffer (AZ) und die Anzahl zulässiger Geschosse, Geschoszahl (GZ) bestimmt. Die AZ ist die Verhältniszahl zwischen der anrechenbaren Bruttogeschossfläche (aBGF) und der anrechenbaren Landfläche (aLF). Die aLF beinhaltet die Parzellenfläche ohne Wald und Gewässer und abzüglich der Verkehrsflächen, wobei Hauszufahrten nicht als Verkehrsflächen gelten. Die aBGF umfasst die Fläche der zu wohnzwecken genutzten Räumen, inklusive der Wandquerschnitte. Wohnnebenräume, Korridore, Treppen, Lifte und Raumteile mit einer lichten Raumhöhe von weniger als 1.5 m werden davon in Abzug gebracht [6].

$$AZ = aBGF / aLF$$

Zur Vereinfachung für die GIS-Analyse über das gesamte Gemeindegebiet werden als Annahme sämtliche gebaute Räume berücksichtigt. Die bauliche Nutzfläche besteht im vorliegenden Fall somit aus der Multiplikation der Gebäudegrundfläche und der Anzahl Geschosse, ohne Abzug der tatsächlichen Wohnnebenräume (aBGFsum). Da ferner die Basis- und Groberschliessungsstrassen nicht den Bauzonen zugehören und die Feinerschliessungsanlagen in der Regel ausparzelliert sind, werden keine Verkehrsflächen in Abzug gebracht.

$$AZ = aBGF / aLF = aBGF_{sum} / aLF$$

Das Baureglement der Gemeinde Arth unterteilt die WMZ in neun Nutzungszonen wie folgt auf [Art. 30 Abs. 2 BauR]:

Kurzbez.	Bezeichnung Nutzungszone	GZ	AZ
K	Kernzone (nicht untersucht)		
KR	Kernzone Rigi (nicht untersucht)		
W1	Wohnzone eingeschossig	1	0.3
W2a	Wohnzone zweigeschossig mit niedriger Ausnützung	2	0.3
W2	Wohnzone zweigeschossig	2	0.45
W3	Wohnzone dreigeschossig	3	0.65
WG3	Wohn-/ Gewerbezone dreigeschossig	3	0.65
W4	Wohnzone viergeschossig	4	0.75
WG4	Wohn-/ Gewerbezone viergeschossig	4	0.75

Tabelle 1: Nutzungszonen der Gemeinde Arth

Für die Berechnung des Nachverdichtungspotenzials werden die AZ und die GZ benötigt. Beide Werte sind nicht in den kantonalen Geodaten enthalten. Die Zonenbezeichnung kurz, die AZ und die GZ (rot umrandete Inhalte) werden daher in einem separaten Arbeitsschritt manuell der Attributtabelle angefügt (vgl. Kapitel 4.3).

2.3 Geodaten

Folgende Geodaten wurden für die Arbeit beschafft und verwendet:

Name	Datengrundlage	Quelle	Datenformat	Koordinatensystem
AV93 *	Amtl. Vermessung	Amt für Vermessung und Geoinformation Kanton Schwyz	Vektordaten .shp	CH1903_LV03
Nutzungsplanung	Grundnutzung nach dem MGD und überlagernde Nutzungsplaninhalte	Amt für Raumentwicklung Kanton Schwyz	Vektordaten .shp	CH1903_LV03
RaumPlus	Gänzlich unbebaute Baugrundstücke	Amt für Raumentwicklung Kanton Schwyz	Vektordaten .shp	CH1903_LV03
GWR	Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister	Bundesamt für Statistik	Textfile .txt	-
pk251	Rasterkarte 1 : 25 000	gdi on maps.hsr.ch	Rasterdaten File Geodatabase	CH1903_LV03

Tabelle 2 : Verwendete Geodaten

* Aus dem Datensatz der amtlichen Vermessung AV93 werden lediglich die für die Arbeit benötigten Shapefiles geladen. Dies sind:

Name	Datengrundlage	Verwendungszweck
BB_BoFlaeche.shp	Sämtliche Bodenbedeckungen, inkl. Gebäude	Zur Selektion der Gebäudegrundrisse
BB_ProjBoFlaeche.shp	Projektierte Bodenbedeckungen inkl. Gebäude	Projektierte Gebäudegrundrisse werden miteinbezogen, weil die Realität dem Datensatz meist voraus ist und die Gebäude bis auf vernachlässigbare Einzelfälle schon gebaut sind.
GEM_Gemeindegrenzen	Gemeindegrenzen Kanton Schwyz	Zur Auswahl des Gemeindegebiets von Arth
LS_Liegenschaften	Grundstücke Kanton Schwyz	Zur Auswahl der Parzellen

Tabelle 3: benötigte Shapefiles aus AV93

3. Vorbereitungsarbeiten

3.1 Datenorganisation

Bevor mit dem Arbeiten begonnen wird, ist eine systematische Ordnerstruktur anzulegen. Struktur und Bezeichnungen dürfen im Nachhinein nicht mehr geändert werden. Nur so ist gewährleistet, dass die Software durch die eingerichtete Folder Connections alle Daten findet und korrekt speichert. Für diese Arbeit wurde folgende Struktur angelegt:

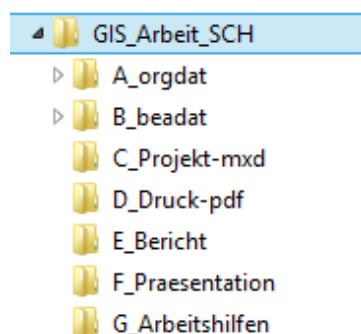
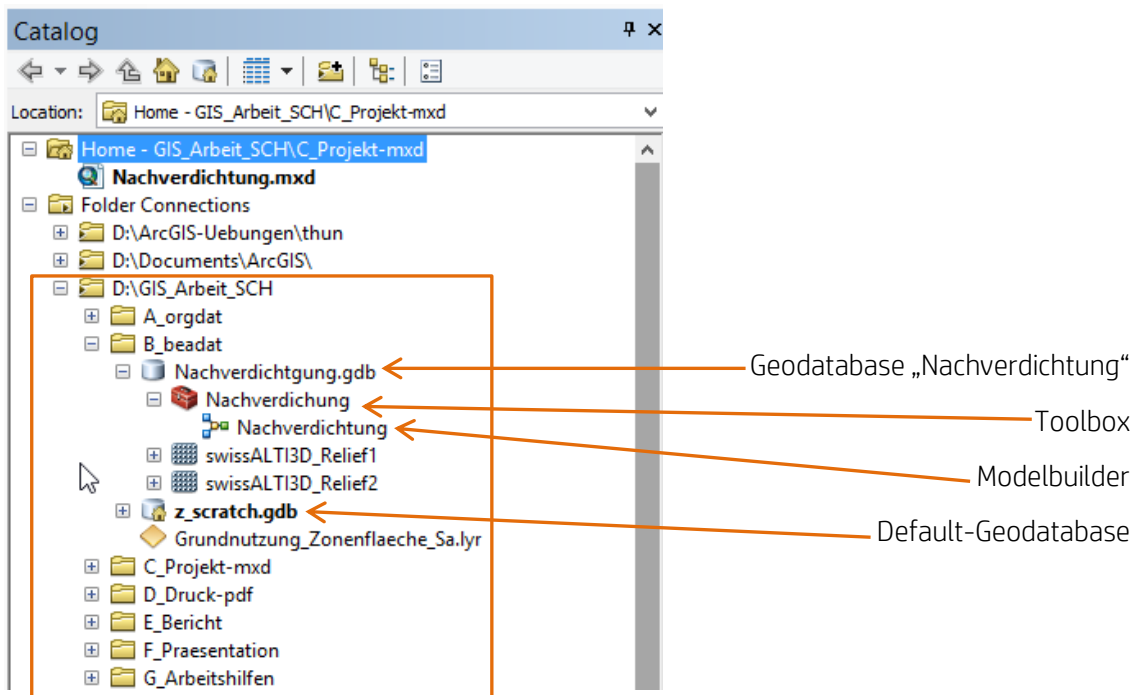


Abbildung 1: Datenorganisation

Der Ordner „A_orgdat“ enthält alle Originaldaten. Sie sind die Grundlage für die Analyse und werden nicht verändert. Im Ordner „B_beadat“ werden die bearbeiteten Geodaten, die Metadaten und die Geodatabase gespeichert. Die GIS-Projektdatei *Nachverdichtung.mxd* wird im Ordner „C_Projekt-mxd“ gespeichert, „D_Druck-pdf“ enthält die für den Druck aufbereiteten Karten. Im Ordner E bis G sind die bezeichneten Dokumente abgelegt.

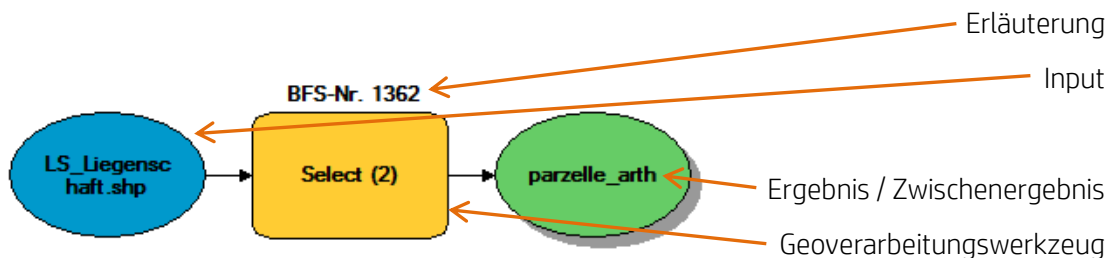
3.2 Einrichten der Software

Zudem sind vorgängig Software-Einstellungen nötig. Um an verschiedenen Arbeitsstationen arbeiten zu können, ist sowohl bei den „Map Documents Properties“ als auch beim Modelbuilder die Einstellung „relative Pfadnamen“ zu aktivieren. Im Ordner „B_beadat“ ist eine Default-Geodatabase mit der Bezeichnung „z_scratch“ anzulegen. Darin werden die Ergebnisse der einzelnen Zwischenschritte abgelegt.



In ArcMap 10.4.1 spielt der Modelbuilder eine zentrale Rolle. Im Modelbuilder werden die einzelnen Arbeitsschritte dokumentiert und der gesamte Analyseprozess zusammenhängend dargestellt. Um mit dem Modelbuilder arbeiten zu können, ist unter der Geodatabase eine neue, gleichnamige Toolbox anzulegen.

Arbeitsschritte im Modelbuilder werden mit den Geoverarbeitungswerkzeugen (gelber Kasten) vorgenommen. Diese beziehen sich immer auf einen Input – kann auch ein Zwischenergebnis sein – und ein Resultat.



4. Analyse und Resultate

Im Kapitel 4 wird die Umsetzung des Projekts mit GIS erläutert. Der iterative Gesamtprozess ist als manuell erstelltes Prozessbild im Anhang A1 und GIS-bezogen im Modelbuilder (Anhang A2) ersichtlich. Die einzelnen Arbeitsschritte werden in entsprechenden Unterkapiteln erläutert:

4.1 Datenaufbereitung und -reduktion

Für ein effizientes Arbeiten mit GIS sind die Originaldaten auf den notwendigen Inhalt zu reduzieren, indem die Inputdaten auf den Bearbeitungsperimeter beschränkt und auf die relevanten Attribute selektioniert werden. Das „Mitschleppen“ von nicht benötigten Attributen verlangsamt den Rechenprozess und erhöht die Fehlerquelle. Unterschieden wird zwischen der manuellen Datenaufbereitung und der automatischen Datenaufbereitung. Letztere ist in den Modelbuilder (Anhang A2) integriert.

4.1.1 Manuelle Datenaufbereitung Pixelkarte

Die Pixelkarte aus der Geodatabase der HSR ist ein Rasterdatensatz über die gesamte Schweiz. Sie ist auf den Bearbeitungsperimeter zu reduzieren. Dazu wird im Arcmap 10.4.1 mit der Zeichnungsfunktion „draw“ (Toolleiste) ein rechteckiger Ausschnitt mit der Fläche des Kantons Schwyz über die Karte aufgezogen. Dieser wird als Data-Export mit der Funktion „Selected Graphics“ (Clipping) ausgeschnitten und als .tiff-Datei gespeichert. Die Auswahl als Bilddatei genügt, weil die Pixelkarte nur als Hintergrund für die gedruckten Karten verwendet wird. Derselbe Arbeitsschritt wird für das Gemeindegebiet Arth wiederholt.

4.1.2 Manuelle Datenaufbereitung GWR-Daten

Die GWR-Daten werden in zwei Textdateien geliefert. Die Datei *SZ-161201-GEB.txt* beinhaltet Informationen zur Gebäudegrösse (Gebäudefläche, Anzahl Geschosse und Anzahl Wohnungen) über alle Wohngebäude im Kanton Schwyz. Die Datei *SZ-161201-WHG.txt* enthält Angaben über Zimmeranzahl und Wohnfläche zu jeder einzelnen Wohneinheit pro Gebäude, ebenfalls das gesamte Kantonsgebiet umfassend.

Als erster Arbeitsschritt sind die Textdateien in .csv-Dateien zu konvertieren. Eine .csv-Datei ist notwendig, weil keine .xlsx-Dateien in den Modelbuilder importiert werden können. Dazu ist in einem leeren Excel-Blatt über die Funktion ‚Datei öffnen‘ und mit Hilfe des ‚Textkonvertierungs-Assistenten‘ der Inhalt der Textdatei einzufügen. Danach sind in unserem Fall die Inhalte auf die Gemeinde Arth zu filtern. Die .csv-Dateien werden im Ordner ‚A_orgdat‘, beziehungsweise im Unterordner ‚aa_orgdat_arth‘ mit den Namen ‚GWR-GEB-Arth.csv‘ und ‚GWR-WHG-Arth.csv‘ gespeichert, um später darauf zugreifen zu können.

Gesamte Wohnfläche (Pivot-Tabelle):

Pivot-Tabellen in Excel eignen sich gut, um Randsummen zu checken und eine einheitliche Datenübersicht zu erlangen. Um beispielweise die gesamte Wohnfläche der Gemeinde Arth zu erfahren, wird die Datei ‚GWR-WHG-Arth.csv‘ zudem als .xlsx gespeichert. Dieser Excel-Arbeitsmappe wird eine Pivottable hinzugefügt und die Summe der Attributspalte ‚area‘ abgerufen. Als Ergebnis resultiert für die ganze Gemeinde Arth eine Wohnfläche von insgesamt 558'136 m². Verteilt auf die 11'500 Einwohnenden ergibt dies ein Wohnflächenbedarf pro Person von 48.5 m² (vgl. auch Kapitel 2.1).

4.2 Datenmanagement Gebäude

Für die Nachverdichtung interessieren ausschliesslich die bestehenden und projektierten Wohngebäude. Enthalten sind die Informationen im Datensatz über die Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung. Mit einer selektiven Abfrage über die Attribute ‚BFS-Nr.‘ und ‚Gebäude‘ werden alle Gebäude in der Gemeinde Arth herausgefiltert und mit dem Geoverarbeitungswerkzeug ‚Merge‘ zu einer Tabelle vereint.

Select Gebaeude_Arth	
Input Features	BB_BoFlaeche.shp
Expression	Typ= Gebaeude AND BFS-Nr.=1362
Output Feature Class	grundrisse_arth

Select Gebaeude_neu_Arth	
Input Features	BB-ProjBoFlaeche.shp
Expression	Typ= Gebaeude AND BFS-Nr.=1362
Output Feature Class	Grundrisse_neu_arth

Im Anschluss werden nicht benötigte Spalten aus der Attributtabelle gelöscht (Delete Field). Die Selektion der Wohngebäude erfolgt über die GWR-EGID-Nummer, die das BFS jedem Wohngebäude vergibt. Auf diese Weise können nicht bewohnte Bauten und Gewerbebauten ausgeschlossen werden (Anhang A4). Die Tabelle reduziert sich von 3835 auf 2329 Zeilen.

Die Grundrissflächen sind in der Attributtabelle in der Spalte mit dem Namen Shape_area enthalten. Die Attributtabelle zum ebenfalls verwendeten Datensatz LS_Liegenschaften.shp enthält ebenfalls eine Spalte ‚Shape_Area‘, wobei diese der Parzellenfläche vorenthalten ist. Damit es beim Vereinigen der beiden Datensätze keine ungewollten Überschreibungen gibt, wird der Attributtabelle Gebäude eine neue Spalte für die Grundrissfläche zugefügt (Add Field). Mit ‚Calculate Field‘ wird der Spalte die Grundrissfläche als Ganzzahl hinzugefügt. Als Ergebnis resultiert die Attributtabelle ‚wohngebaeude (2)‘.

Select Ausschluss Nichtwohngeb	
Input Features	alle_gebaeude_reduz
Expression	GWR_EGID > ''
Output Feature Class	wohngebaeude

Calculate Field (5)	
Input Table	Wohngebaeude (3)
Field Name	Grundriss
Expression	Grundriss = Shape_area

4.3 Datenmanagement Liegenschaften

Nach dem gleichen Prinzip wie beim Datensatz der Gebäude werden über das Attribut ‚BFS-Nr.‘ die Parzellen in der Gemeinde Arth selektiert. Danach werden wiederum die nicht relevanten Spalten gelöscht (Delete Field). Alsdann wird die Spalte ‚Nummer‘ in ‚KTN‘ umbenannt (Alter Field). KTN steht für Katasternummer, was der offiziellen Grundstücksnummer entspricht. Das Resultat ist die Attributtabelle mit der Spaltenbezeichnung KTN (parzelle_arth-KTN).

Select Parzellen_Arth	
Input Features	LS_Liegenschaften.shp
Expression	BFS-Nr. = 1362
Output Feature Class	parzellen_arth

Alter Field (Spalte umben. In KTN)	
Input Table	parzellen_arth_reduz
Field Name	Nummer
New Field Name	KTN
Next Field is Nullable	false

4.4 Räumlicher Verschnitt Grundrisse mit Parzellen

Speziell zu betrachten sind diejenigen Grundstücke, auf denen mehr als ein Wohngebäude steht. Bei diesen Liegenschaften ist die Summe aller Gebäudegrundrisse gefragt, damit diese Gesamtgrundrissfläche mit der Parzellenfläche verglichen werden kann. Technisch gesehen braucht es in der Attributtabelle die Zusatzinformation der gesamten Grundrissfläche auf derselben Parzellen-ID.

Dafür müssen zuerst die Grundrisse von den Parzellenflächen ausgestanzt werden, ähnlich wie Guetzi aus dem Teig. Dies erfolgt mit dem Geoverarbeitungswerkzeug ‚Clip‘. Das Resultat ist ein nach einzelnen Grundrissen aufgeteilter Datensatz. Als nächstes ist der Attributtabelle eine neue Spalte (Add Field) hinzuzufügen.

Clip (Ausstanzen Grundrisse pro Parz)	
Input Features	parzelle_arth_KTN
Clip Features	Wohngebaeude (2)
Output Feature Class	parz_Grundriss_Clip

Add Field	
Input Table	parz_Grundriss_Clip
Field Name	Grundr_tot
Field Type	LONG

Alsdann ist mit Hilfe des Werkzeugs ‚Calculate Field‘ der Spalte die Summe der Grundrisse pro Parzelle zuzuweisen. Das Aufsplittern der Grundrisse war erforderlich, um die Summe der Grundrisse zu ermitteln. Damit die neue Information nun aber wieder auf die Hauptattributtabelle der Parzelle kommt, sind die beiden Datenebenen räumlich zu vereinen. Mit anderen Worten ist die zusammengefasste Grundrissfläche mit dem Parzellenpolygon zu verbinden. Dies geschieht mit dem Geoverarbeitungswerkzeug ‚Spatial Join‘.

Calculate Field (Summe mehrere Geb)		Spatial Join	
Input Table	total_Grundr_Parz	Target Features	total_Grundr_Parz_wert
Field Name	Grundr_tot	Join Features	wohngebaeude (2)
Expression	Shape_area	Join Operation	JOIN_ONE_TO_ONE
		Match Option	INTERSECT

4.5 Datenmanagement Grundnutzung

Der Inputdatensatz ‚Grundnutzung_Zonenflaeche.shp‘ wird, wie die vorherigen Datensätze, nach der Gemeinde Arth (BFS-Nr. 1362) und nach den Wohn- und Mischzonen (WMZ) selektioniert. Attribute die für die Analyse nicht relevant sind, werden ausgeblendet (Delete Field). Das Geoverarbeitungswerkzeug ‚Delete Field‘ hat den Vorteil, dass die Einträge hintergründig in der Originalattributtabelle erhalten bleiben. Es kann folglich bei Veränderung der Auswahl im Geoverarbeitungswerkzeug wieder auf die Features zurückgegriffen werden.

Der entschlackten Attributtabelle wird über das Geoverarbeitungswerkzeug ‚Add Field‘ je eine neue Spalte für die Ausnützungsziffer, AZ und die Geschoszahl, GZ hinzugefügt.

Add Field (Spalte AZ)		Add Field (4) (Spalte GZ)	
Input Table	wmz_reduz	Input Table	wmz_AZ_wert
Field Name	AZ	Field Name	GZ
Field Type	FLOAT	Field Typ	FLOAT

Mit dem Werkzeug ‚Calculate Field‘ und mit Hilfe der Programmiersprache ‚Python‘ werden die einzelnen Werte aus dem kommunalen Baureglement den entsprechenden Attributen zugewiesen. Dies erfolgt über das gemeinsame Feld ‚Bez_BauR‘ (Bauzonentyp):

Calculate Field (3)		Calculate Field (4)	
Input Table	wmz_plus_AZ	Input Table	wmz_AZ_plus_GZ
Field Name	AZ	Field Name	GZ
Expression	Reclass !Bez-BauR!	Expression	Reclass !Bez-BauR!
Expression Type	PYTHON_9.3	Expression Type	PYTHON_9.3
Code Block	<pre>def Reclass(Bez_BauR): if Bez_BauR == 'W1': return 0.3 elif Bez_BauR == 'W2': return 0.45 elif Bez_BauR == 'W2a': return 0.3 elif Bez_BauR == 'W3': return 0.65 elif Bez_BauR == 'W4': return 0.75 elif Bez_BauR == 'WG3': return 0.65 elif Bez_BauR == 'WG4': return 0.75 else: return 0</pre>	Code Block	<pre>def Reclass(Bez_BauR): if Bez_BauR == 'W1': return 1 elif Bez_BauR == 'W2': return 2 elif Bez_BauR == 'W2a': return 2 elif Bez_BauR == 'W3': return 3 elif Bez_BauR == 'W4': return 4 elif Bez_BauR == 'WG3': return 3 elif Bez_BauR == 'WG4': return 4 else: return 0</pre>

4.6 Datenmanagement RaumPlus

RaumPlus ist das kantonsweite Inventar über die unbebauten Grundstücke. Es wird von den Gemeinden à jour gehalten. Das Monitoring erfolgt in regelmässigen zeitlichen Abständen durch den Kanton. In Abgrenzung dazu widmet sich die vorliegende GIS-Analyse über die Nachverdichtung den bereits baulich genutzten Liegenschaften. Das Inventar RaumPlus wird lediglich der Vollständigkeit halber miteinbezogen.

Analog zur bekannten Vorgehensweise wird auch der Datensatz RaumPlus auf die relevanten Attribute reduziert. Selektioniert werden die erschlossenen Baugrundstücke innerhalb der WMZ im Gemeindegebiet Arth. Überflüssige Spalten werden ausgeblendet (Delete Field).

4.7 Vereinigung Parzellen und Nutzungszonen

Um die Information der Grundnutzung auf die Grundstücke zu bringen, sind die Bauzonenpolygone und die Parzellen miteinander zu vereinen. Dies erfolgt unter Einsatz des Geoverarbeitungswerkzeugs 'Union'. Weil die Attributtabelle 'parzelle_arth_KTN' sowohl die Grundstücke innerhalb wie ausserhalb der Bauzone beinhaltet, umfasst der vereinigte Datensatz (Union_wmz_KTN) das ganze Gemeindegebiet. Um das Nichtbauggebiet auszuschliessen, bedarf es wieder einer Selektion. Dabei werden nur Parzellen ausgewählt, bei denen beim Attribut AZ ein Wert zugewiesen ist. Damit fallen alle Parzellen ausserhalb der WMZ weg:

Union (vereinigen Parz u wmz)		Select (Ausschluss_Nichtbauzone)	
Input Features	parzelle_arth_KTN	Input Features	Union_wmz_KTN
Input Features	wmz_AZ_GZ_wert	Expression	AZ > 0
Output Feature Class	Union_wmz_KTN	Output Feature Class	anteil_area_wmz

Ein Sonderfall stellen Grundstücke dar, die nur teilweise in der Bauzone liegen. Bei diesen Parzellen darf nicht mit der ganzen Grundstücksfläche, sondern nur mit dem Flächenanteil der in der Bauzone liegt, weitergearbeitet werden. Da die Bauzonenpolygone vorher soeben mit den Parzellen vereint wurden, entspricht das Attribut 'Shape_area' bereits dem Anteil Bauzonenfläche. Für die Weiterarbeit wird diese Information in einer neuen Spalte gesichert:

Add Field (Spalte Anteil MWZ)		Calculate Field	
Input Table	anteil_area_wmz	Input Table	anteil_wmz und Sp
Field Name	fl_antl_bz	Field Name	fl_antl_bz
Field Type	LONG	Expression	fl_antl_bz = Shape_area

Da die RaumPlus Daten keine KTN beinhalten, ist eine Union zwischen RaumPlus und dem vereinigten Datensatz Parzelle / Grundnutzung erforderlich. Auf diese Weise werden die RaumPlus-Grundstücke georeferenziert und können in der Karte korrekt dargestellt werden:

Union (Vereinigung mit KTN)	
Input Features	Union_wmz_KTN
Input Features	RaumPlus_mit_Parzellenfläche
Output Feature Class	Union_RPlus_KTN

4.8 Räumliche Verbindung (Parzellen, Nutzungszonen, Gebäudegrundrisse)

Als ein Hauptschritt sind nun die drei Datenebenen zu einer Attributtabelle zu vereinigen. Dies erfolgt wiederum mit dem Werkzeug 'Spatial Join', wobei die Tabelle mit den Parzellen und Gebäuden mit der Tabelle der Nutzungszonen vereinigt wird. Der neuen Tabelle wird nun eine Spalte für die Berechnung der maximalen Ausnützung angehängt (Add Field 6) und mit der entsprechenden Formel hinterlegt (Calculate Field):

Spatial Join (räumliche Verbindung KTN-wmz-Geb)	
Target Features	KTN_grundr_SJ
Join Features	wmz_final
Join Operation	JOIN_ONE_TO_ONE
Match Option	INTERSECT

Calculate Field	
Input Table	result_tab1a
Field Name	maxAusnu
Expression	maxAusnu = fl_antl_bz * AZ

4.9 Datenmanagement GWR

Für die Daten zum Bestand wird das GWR zurückgegriffen (vgl. Kapitel 4.1.2). Die Datei GWR-GEB-Arth.cvs wird aus dem ‚Catalog-Window‘ mit Drag and Drop in den Modelbuilder genommen. Um nicht auf der Originaltabelle zu arbeiten, wird eine Kopie erstellt. Das Geoverarbeitungswerkzeug ‚Table to Table‘ konvertiert die Inputtabelle in eine Geodatabase-Tabelle. Diese wird unter B-beadat im Ordner ‚scratch‘ abgelegt. Der Geodatabase-Tabelle wird eine Spalte für die bestehende Nutzfläche hinzugefügt (Add Field) und mit der Formel ‚Grundfläche x gebaute Geschosse‘ hinterlegt (Calculate Field):

Add Field (7)	
Input Table	bestand.dbf
Field Name	bestNF
Field Type	LONG

Calculate Field (7)	
Input Table	bestand.dbf(3)
Field Name	bestNF
Expression	bestNF = GAREA * GASTW

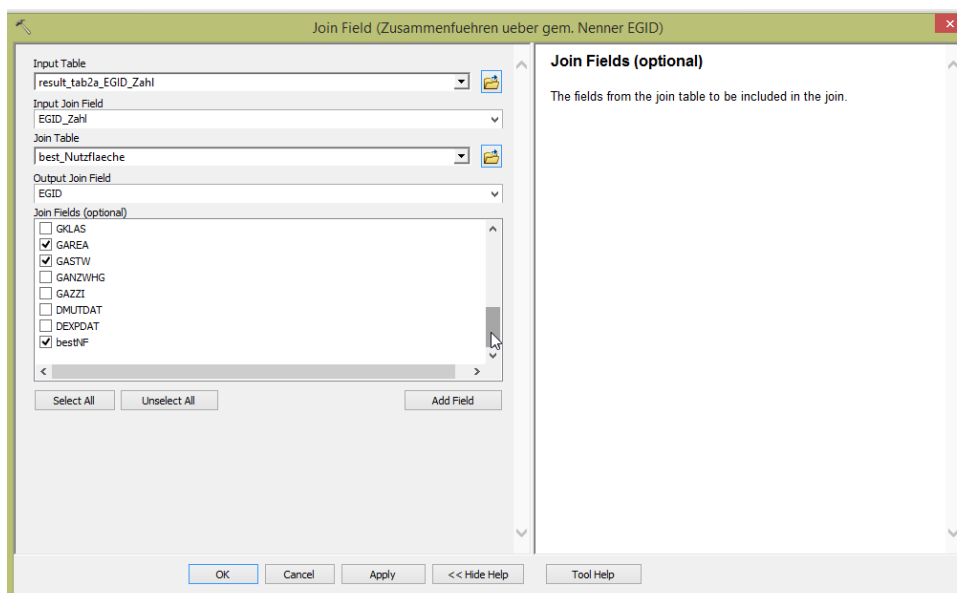
4.10 Zusammenführen mit den GWR-Daten

Als nächster Hauptschritt sind die GWR-Daten der Hauptattributtabelle anzuhängen. Dies erfolgt über das gemeinsame Schlüsselattribut ‚EGID‘. Jedoch weist das Schlüsselattribut EGID noch unterschiedliche Formate auf. Damit das Zusammenführen klappt, muss zuerst die Spalte EGID in der Haupttabelle vom Textformat in ein Zahlenformat umgewandelt werden:

Add Field (+ Spalte für Wechsel Text zu Zahl)	
Input Table	result_tab2_max_NF
Field Name	EGID_Zahl
Field Type	LONG

Calculate Field (Zuweisung EGID als Zahl)	
Input Table	result_tab2_EGID
Field Name	EGID_Zahl
Expression	EGID_Zahl = GWR_EGID

Damit sind die Voraussetzungen für die Zuweisung der GWR-Geodatabase-Tabelle erfüllt. Mit dem Werkzeug ‚Join Field‘ kann ein selektionierter Inhalt einer Tabelle an die Attribute der Haupttabelle angefügt werden. In unserem Fall sind es die Attribute Grundfläche, Stockwerke und Nutzflächenbestand:



4.11 Bereinigung Nutzflächenbestand

Da im GWR auch die Wohngebäude ausserhalb der Bauzone enthalten sind, müssen diese nach dem Zusammenschluss der Daten wieder ausgeschlossen werden. Dabei dient die AZ einmal mehr als Parameter, indem nur Gebäude berücksichtigt werden, die eine $AZ > 0$ haben.

Für die Parzellen mit mehreren Wohnhäusern ist der gesamte Nutzflächenbestand zusammen zu fassen. Dazu wird die Attributtabelle wieder um eine Spalte ergänzt (Add Field Spalte best_NFtot) und mit der Formel ‚Gesamtgrundrissfläche x Stockwerke‘ hinterlegt (Calculate Field Berechnung NF-best):

Add Field (Spalte NFtot bei mehreren Geb)		Calculate Field (Berechnung NF-best)	
Input Table	NF_best_max_iBz	Input Table	NF_best_max_iBz (2)
Field Name	best_NFtot	Field Name	best_NFtot
Field Type	LONG	Expression	Grundr_tot x GASTW

Bei der Plausibilitätskontrolle nach dem Zusammenschluss mit den GWR-Daten fällt auf, dass einzelne Gebäude mit einem unbedeutend kleinen Anteil ihrer Grundfläche ausserhalb der betrachteten Nutzungszone WMZ liegen. Zum Beispiel ragt eine Gebäudeecke in eine andere Nutzungszone (z.B. Zone für öffentliche Bauten) oder die Fassade steht direkt auf der Zonengrenze. Das Studium der Attributtabelle ergibt, dass sämtliche betroffenen Flächen beim Attribut ‚best_NFtot‘ eine Fläche von unter 25 m² aufweisen. Ergo werden diese „mitgeschleppten“ Anrainerparzellen mit der Selektion ‚best_NFtot > 25‘ ausgeklammert.

4.12 Ergebnis Unternutzung

Die GIS-Analyse kommt in die Endphase. Bisher umfasst der Nutzflächenbestand die Grundfläche des Gebäudes multipliziert mit den Anzahl Geschossen. Die Wohnnebenflächen sind dabei noch nicht berücksichtigt. Obschon die meisten Wohnnebenräume im Unter- und Estrichgeschoss sind, gibt es solche auch in den Hauptgeschossen, zum Beispiel wohnungsexterne Erschliessungsflächen und Abstellräume. Um mit den Analyseresultaten näher an der Realität zu sein, wird bei den Wohnflächen ein genereller Abzug von 18 % gemacht. Hierzu wird die in der Attributtabelle eine neue Spalte angelegt (bestNFtot2). Dieser Spalte wird mit dem Werkzeug Calculate Field die Formel (bestNFtot2 x 0.82) hinterlegt.

Als dann geht es darum, die Differenz zwischen der maximal zulässigen Nutzfläche und dem Nutzflächenbestand zu ermitteln. Dies erfolgt in bekannter Weise mit den Werkzeugen ‚Add Field‘ und Calculate Field‘:

Add Field (Spalte Differenz NF)		Calculate Field (6)	
Input Table	bestNF_minus_Nebenfläche	Input Table	Unternutzung_Vorbereitung
Field Name	diff_NF	Field Name	diff_NF
Field Type	LONG	Expression	maxAusnutz – bestNFtot2

Die Resultate liegen nun absolut vor. Bei der Plausibilitätskontrolle wird festgestellt, dass es als Ergebnis auch Minuszahlen gibt, was bedeutet, dass die Liegenschaften übernutzt sind. Bei näherer Betrachtung wird festgestellt, dass es sich um Grundstücke handelt, auf denen nach einem Gestaltungsplan mit abweichender Regelung zur Grundordnung gebaut wurde, oder die nachträglich aufgeteilt wurden. Die Minuszahlen sind folglich erklärbar.

Um schlussendlich die Resultate mit einer farblichen Abstufung auf einer Karte abbilden zu können, werden die absoluten Ergebnisse zusätzlich auch als Prozentzahl benötigt. Hierzu wird der Attributtabelle wiederum eine Spalte angehängt (Add Field 8). Dem Feld wird dann via Calculate Field die Prozentformel hinterlegt (Differenz Nutzfläche / max. Ausnützung x 100).

Ergebnistabelle 1

Die Ergebnistabelle beinhaltet alle gewünschten Inhalte pro Parzellen-ID. Dieser Datensatz erlaubt die kartografische Darstellung der Analyseresultate (Anhang A3 –A9). Die nach Resultat abgestufte Einfärbung erfolgt über die Einstellung ‚Quantities‘ in den Layer Properties.

Table - Unternutzung_final

Unternutzung_final

FID *	KTN	Flaechenma	BFSNr	Grundr_tot	GWR_EGID	Grundriss	Gemeinde	Bez_BauR	Code_HN	Hauptnutzuz	AZ	GZ	fl_antl_bz	maxAusnutz	EGID_Zahl	GAREA	GASTW	bestNF	best_NFtot	bestNFtot2	diff_NF	diffNFproz
80	806	309	1362	114	256270	119	Arth	W2	11	Wohnzonen	0,45	2	340	153	256270	119	2	238	228	187	-34	-22
81	2667	305	1362	96	256272	96	Arth	W3	11	Wohnzonen	0,65	3	305	198	256272	96	2	192	192	157	41	21
82	799	648	1362	128	256233	128	Arth	W2	11	Wohnzonen	0,45	2	648	292	256233	128	1	128	128	105	187	64
83	2666	314	1362	96	256272	96	Arth	W3	11	Wohnzonen	0,65	3	305	198	256272	96	2	192	192	157	41	21
84	731	979	1362	205	256224	205	Arth	W2	11	Wohnzonen	0,45	2	913	411	256224	205	3	615	615	504	-93	-23
85	732	703	1362	115	256225	115	Arth	W2	11	Wohnzonen	0,45	2	688	301	256225	115	2	230	230	189	112	37
86	1375	983	1362	265	256253	457	Arth	W3	13	Mischzonen	0,65	3	983	639	256253	457	2	914	530	435	204	32
87	1078	1012	1362	237	256252	237	Arth	W3	13	Mischzonen	0,65	3	1012	658	256252	237	4	948	948	777	-119	-18
88	1074	1311	1362	263	256237	185	Arth	W3	11	Wohnzonen	0,65	3	1311	852	256237	185	1	185	263	216	636	75

Abbildung 4: Endresultat; Attributtabelle ‚Unternutzung_final‘

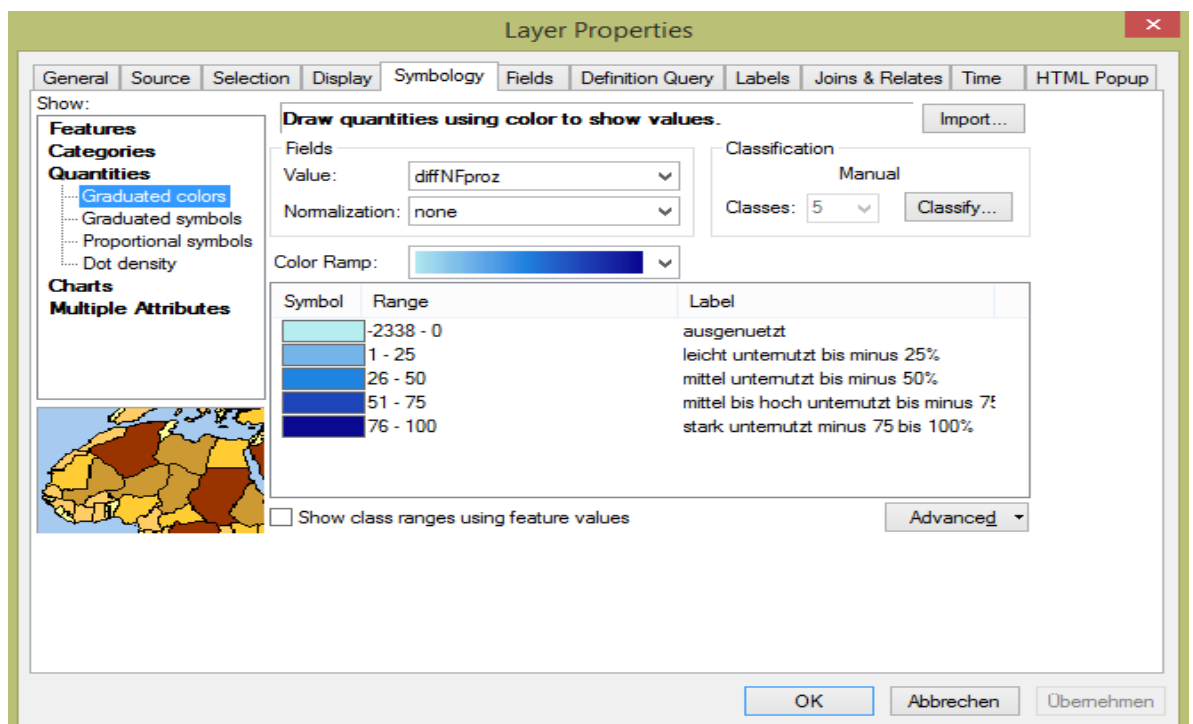


Abbildung 5: Layer Properties; Einstellung für die farbliche Abstufung

Ergebnistabelle 2

Als zweites Ergebnis interessiert das Einwohnerpotenzial, das sich aus der Nachverdichtung ergibt. Für die Berechnung wird die Ergebnistabelle 1 mit Hilfe des Werkzeugs ‚Table to Table‘ ins Excel ausgegeben. Im Excel wird die Summe der Nutzfläche aus der Nachverdichtung berechnet und mit dem Wohnflächenbedarf pro Kopf verrechnet. Das Ergebnis ist vielversprechend. Die Gemeinde Arth hat ein Potenzial für rund 2700 zusätzliche Personen, ohne das eine Revision der Nutzungsplanung nötig ist. Allein die Nachverdichtung bringt ein Bevölkerungswachstum von nahezu einem Viertel.

Summe Potenzial Nutzflächen	Wohnflächenbedarf pro Person	Zusätzliche Einwohnende
131 302 m ²	48.5 m ²	2707 Personen

Tabelle 4: Einwohnerpotenzial aufgrund der Nachverdichtung

5. Reflexion

Für mich als GIS-Anfänger ohne Vorkenntnisse war der „CAS GIS in der Planung“ sehr spannend und fordern zugleich. Die Gruppenarbeiten in den Modulen 1 bis 3 und insbesondere der damit verbundene Austausch zwischen den Studierenden waren bereichernd.

Zu Beginn des CAS musste ich einige Anwendungen im Excel „auffrischen“. Die Funktion der Pivot-Tabelle lernte ich neu kennen. Als praktisches Tool setze ich Pivot-Tabellen in meinem Alltag nun auch ausserhalb von GIS-Arbeiten gerne ein.

Mit Geodaten zu arbeiten ist interessant und umfassend zugleich. Allzu schnell kann man sich in der Datenmenge verlieren. Beim Arbeiten öffnen sich immer wieder neue spannende Analysebereiche. Dabei ist stets die Abwägung gefragt, ob diese Teilanalysen für das gesteckte Ziel erforderlich sind. Abgrenzungen und Annahmen sind treue Begleiter von GIS-Arbeiten.

Eine klare Zielvorstellung erleichtert das Arbeiten mit GIS. Es ist von Vorteil, die einzelnen Hauptarbeitsschritte und die Zwischenziele in einem Prozessbild niederzuschreiben, bevor man mit GIS loslegt. Plausibilitätskontrollen der Zwischenergebnisse sind unerlässlich.

Persönlich machte ich diese Erkenntnis nach der Zwischenpräsentation. Davor hatte ich alle Geodaten zuerst aufbereitet und am Schluss zusammengeführt. Dabei zeigte sich, dass verschiedene Attribute derselben Parzelle auf mehreren ID verteilt waren und die angestrebte Berechnung nicht durchgeführt werden konnte. Bei Parzellen mit mehreren Wohngebäuden musste zuerst die Summe der Grundrisse bekannt sein und bei Grundstücken die nur zum Teil der Bauzone zugewiesen sind, waren die Anteilflächen an den Bauzonen erforderlich. Um diese Zwischenergebnisse auf dem Hauptattribut „Parzelle“ zu erhalten, waren Datenvereinigungen und Verschnitte bereits am Prozessanfang erforderlich. Deshalb habe ich nach der Zwischenpräsentation einen teilweisen Neustart gemacht und dabei zuerst das Prozessbild entworfen (vgl. Anhang A1).

Ein wesentlicher Bestandteil beim Arbeiten mit Arcmap bestand darin, das richtige Geoverarbeitungswerkzeug zu finden und Fehlermeldungen beim Einsatz der Geoverarbeitungswerkzeuge auf den Grund zu gehen. Für letzteres steht von Softwarehersteller ERSI eine praktische Onlinehilfe zur Verfügung. Dabei konnte ich die Softwarekenntnisse weiter vertiefen.

Auch ist mir der Einsatz von GIS im Alltag viel besser bewusst geworden. GIS ist für uns alle allgegenwärtig, so zum Beispiel beim Einsatz von Navigationssystemen, beim Abrufen von Karten auf Smartphones oder beim Lesen kartografischer Darstellungen in den Medien, zum Beispiel von Abstimmungsergebnissen. Insofern widmet sich der Zertifikatskurs GIS in der Planung an der HSR den aktuellen Bildungsbedürfnissen und ist zu empfehlen.

6. Dank

Ich danke allen Personen die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben, insbesondere:

- Allen Dozenten des CAS GIS 2016 / 2017
- Den Betreuern Yves Maurer und Roger Bräm
- Allen Kommilitoninnen und Kommilitonen des CAS GIS 2016 / 2017
- Hans Michael Schmitt, Studiengangleiter CAS GIS an der HSR
- Katja Leimbacher, Weiterbildung HSR
- Mauro Nannini, Bundesamt für Statistik, BFS für das zur Verfügung stellen der GWR-Daten.

7. Quellen und Literaturverzeichnis

- [1] Website Kanton Schwyz; www.sz.ch/Gemeinden/Arth
- [2] BAFU, Indikator Wohnfläche www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren
- [3] BFS Gebäude- und Wohnungsregister, GWR; Datensatz Wohnfläche
- [4] Richtplan des Kantons Schwyz, Anhang 1; Karte Raumtypen
- [5] Richtplan des Kantons Schwyz, Raumentwicklungsstrategie
- [6] Baureglement der Gemeinde Arth (Art. 21)

8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Nutzungszonen der Gemeinde Arth
Tabelle 2	Verwendete Geodaten
Tabelle 3	Benötigte Shapefiles aus AV93
Tabelle 4	Einwohnerpotenzial aufgrund der Nachverdichtung
Abbildung 1	Datenorganisation
Abbildung 2	Folder Connections
Abbildung 3	Prozessdarstellung eines Systemarbeitsschrittes im Modelbuilder
Abbildung 4	Endresultat; Attributtabelle ‚Unternutzung_final‘
Abbildung 5	Layer Properties; Einstellung für die farbliche Abstufung

9. Abkürzungsverzeichnis

A		B	
AZ	Ausnützungsziffer	BAFU	Bundesamt für Umwelt
aBGF	anrechenbare Bruttogeschossfläche ohne Wohnnebenräume (Def. gem. BauR)	BauR	Baureglement
aBGFsum	anrechenbare Bruttogeschossfläche inkl. Wohnnebenräume (gesamter Bestand)	BFS	Bundesamt für Statistik
aLF	anrechenbare Landfläche	BFS-Nr.	Systematische Nummerierung aller Gemeinden in der Schweiz durch das BFS
Art	Artikel (Gesetz / Reglement)	BZO	Bau- und Zonenordnung
C		E	
CAS	Certificate of Advanced Studies	EGID	Eidg. Gebäudeidentifikator (enthalten im GWR)
G		H	
GIS	Geoinformationssystem; Software zum Analysieren und Verarbeiten von Geodaten	HSR	Hochschule für Technik in Rapperswil
GWR	Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister [BFS]		
GZ	Geschosszahl		
I/J		K	
ID	Identifikationsnummer	KTN	Katasternummer (Grundstücksnummer)

M

MGDM Minimales Geodatenmodell des Bundes zu
den Grundnutzungen

R

RES Raumentwicklungsstrategie (Bestandteil
des kantonalen Richtplans Schwyz)

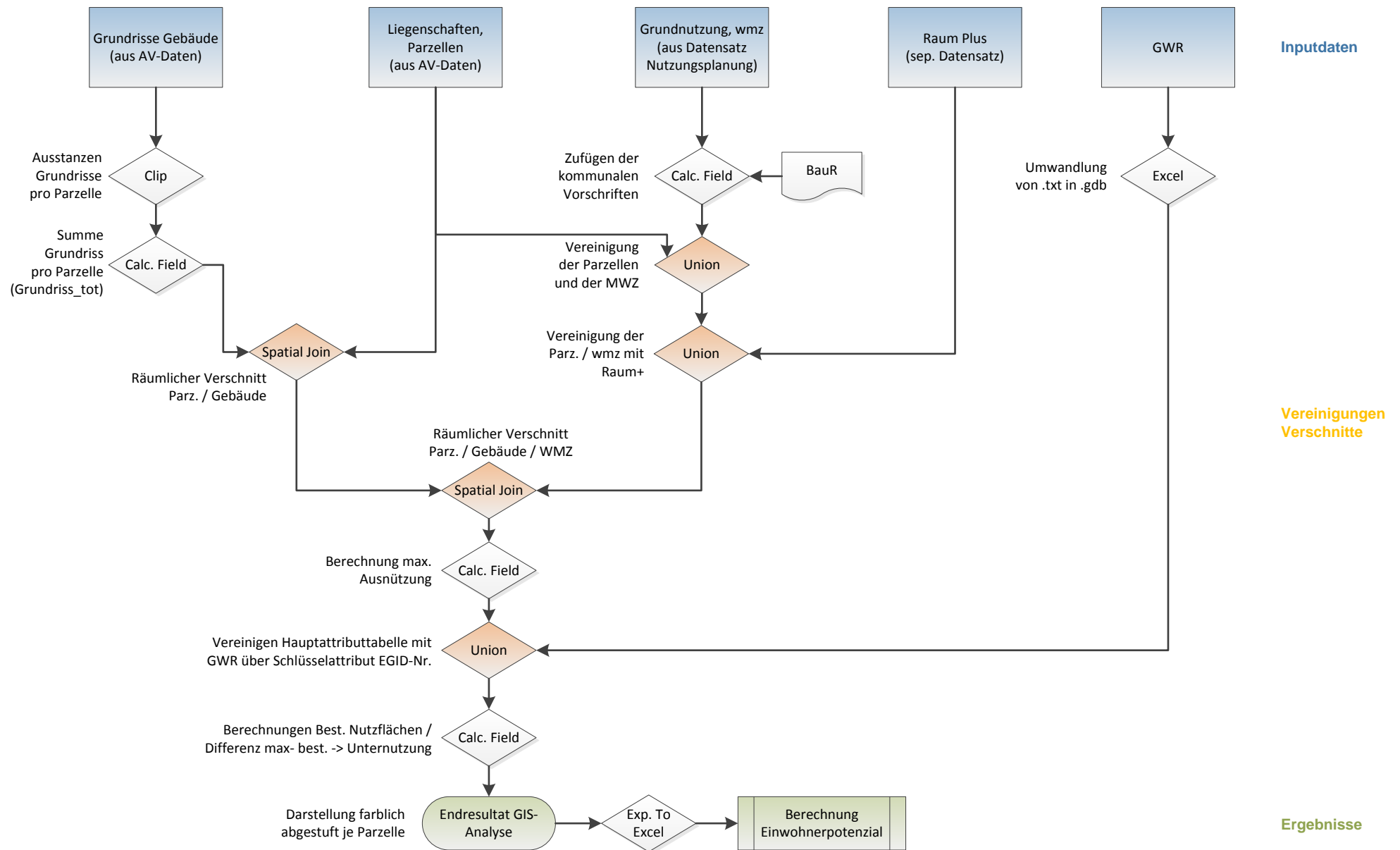
W

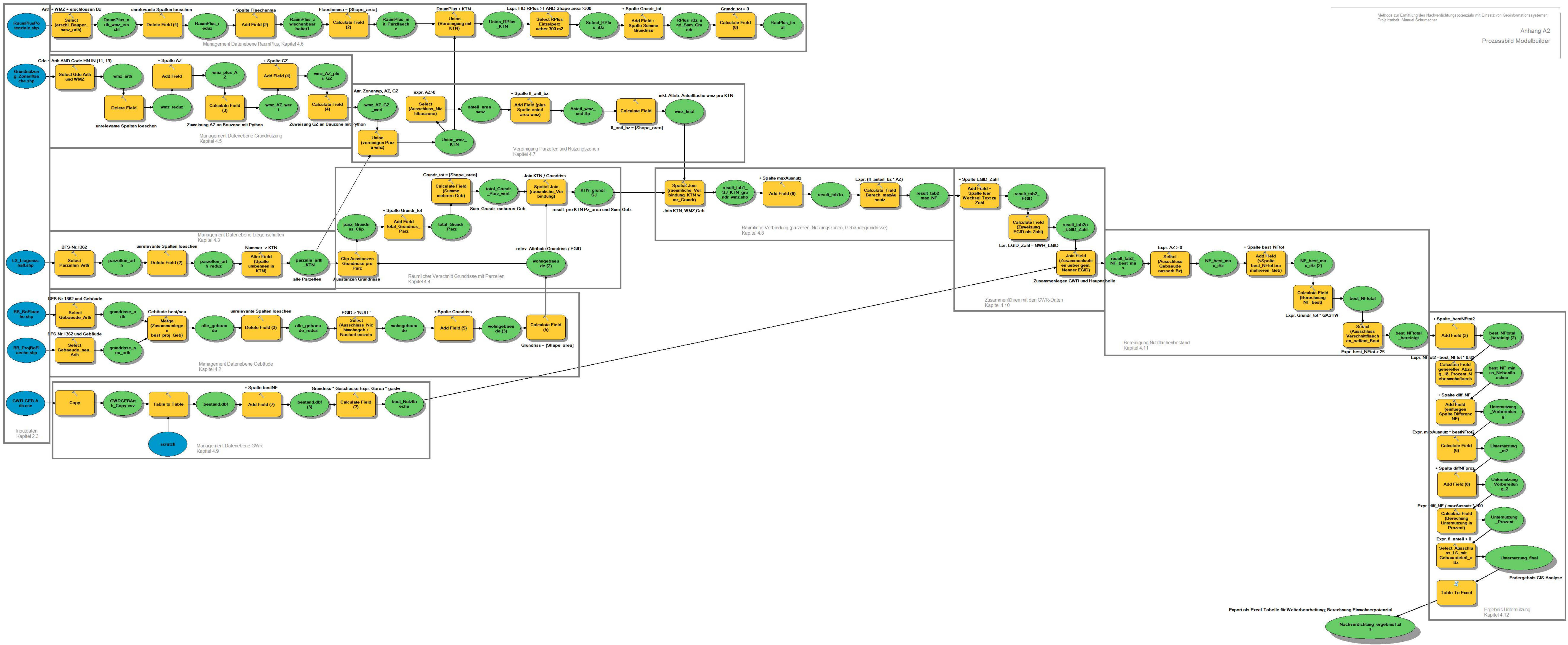
WMZ Wohn-, Misch und Zentrumszonen (im
vorliegenden Fall ohne Kernzone, K)

10. Anhang

- A1 Iterativer Prozess
- A2 Prozessbild Modelbuilder
- A3 Kartenausschnitt Wohn- und Mischzone (ohne Kernzone) Gemeinde Arth
- A4 Kartenausschnitt Unterscheidung Wohngebäude und Nichtwohngebäude
- A5 Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Oberarth
- A6 Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Arth Dorf und Quartier Feld
- A7 Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Goldau Oberdorf
- A8 Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Goldau Hinterdorf und Tennmatt Quartier
- A9 Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Arth See und Tafelstatt
- A10 Beschrieb der verwendeten Geoverarbeitungswerkzeugen

Anhang 1 Iterativer Prozess






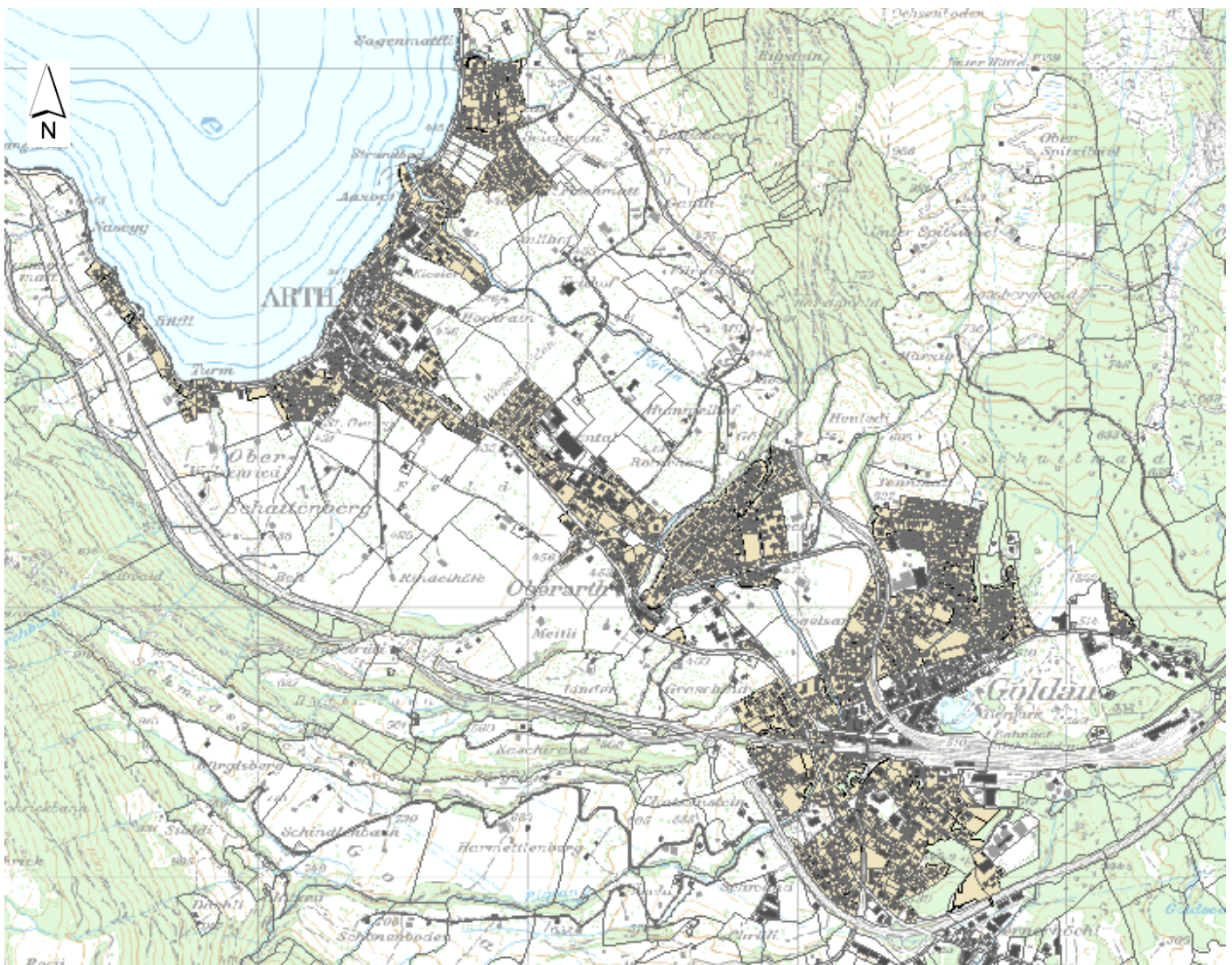


Anhang 3

Kartenausschnitt Wohn- und Mischzone (ohne Kernzone) Gemeinde Arth

Legende:

-  **wohngebaeude**
-  **parzellen_arth**
-  **wmz_arth**



Anhang 4

Kartenausschnitt Wohn- und Nichtwohngebäude

Legende:

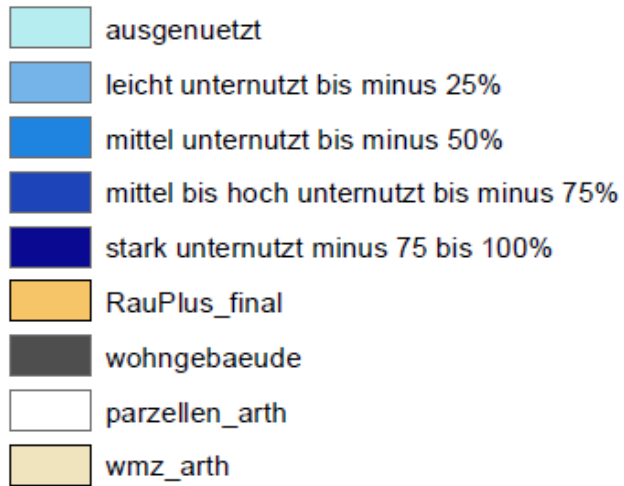
-  wohngebaeude
-  Nichtwohnbauten
-  wmz_arth



Anhang 5

Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Oberarth

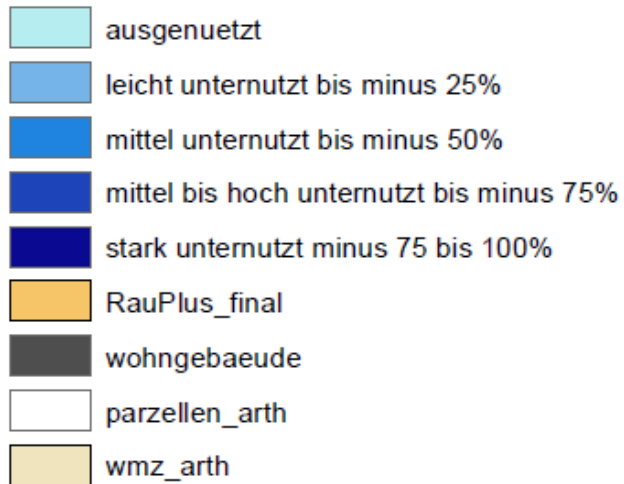
Legende:



Anhang 6

Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Arth-Dorf und Quartier Feld










Legende:

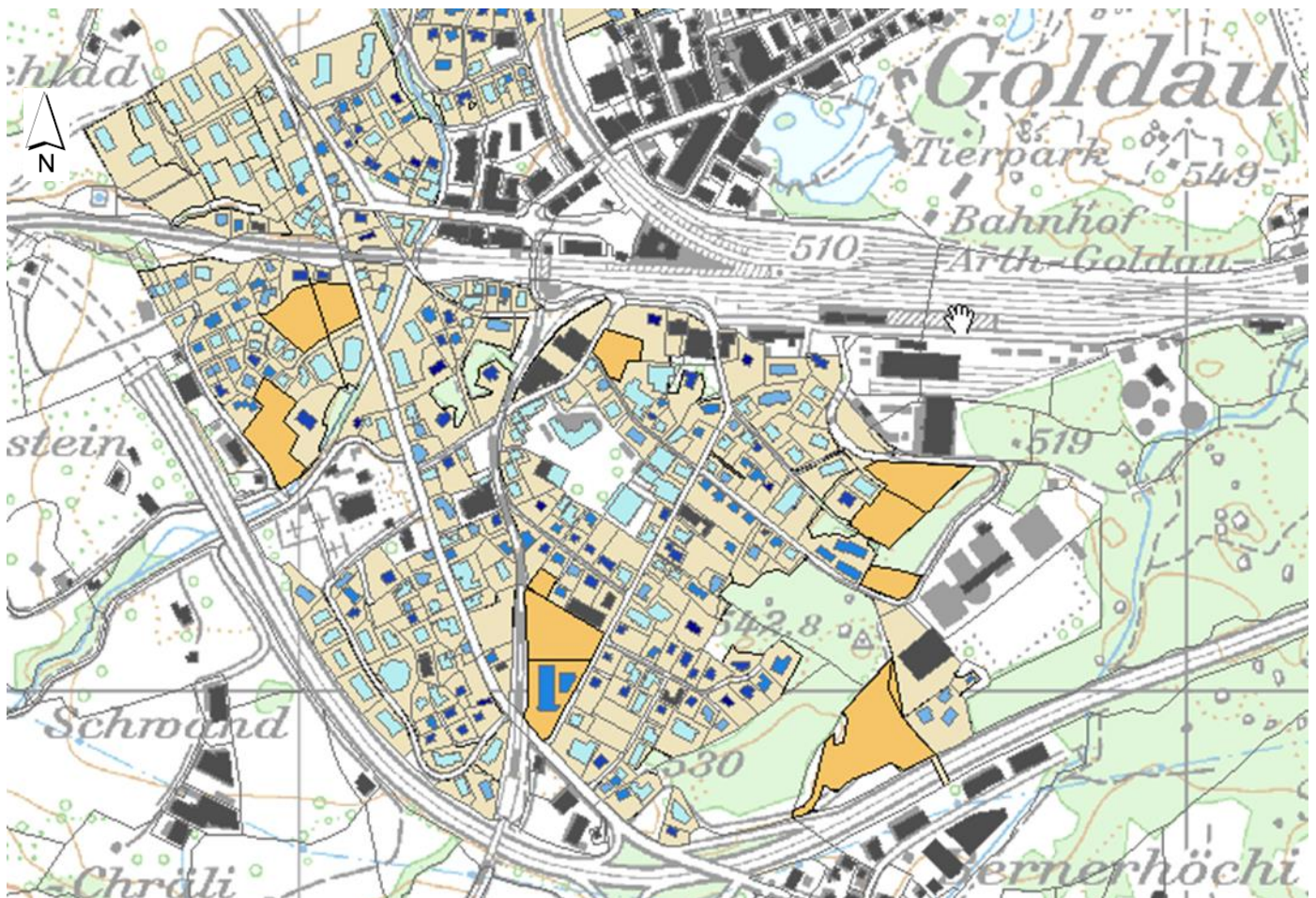


Anhang 7

Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Goldau Oberdorf

Legende:










-  ausgenutzt
-  leicht unternutzt bis minus 25%
-  mittel unternutzt bis minus 50%
-  mittel bis hoch unternutzt bis minus 75%
-  stark unternutzt minus 75 bis 100%
-  RauPlus_final
-  wohngebaeude
-  parzellen_arth
-  wmz_arth

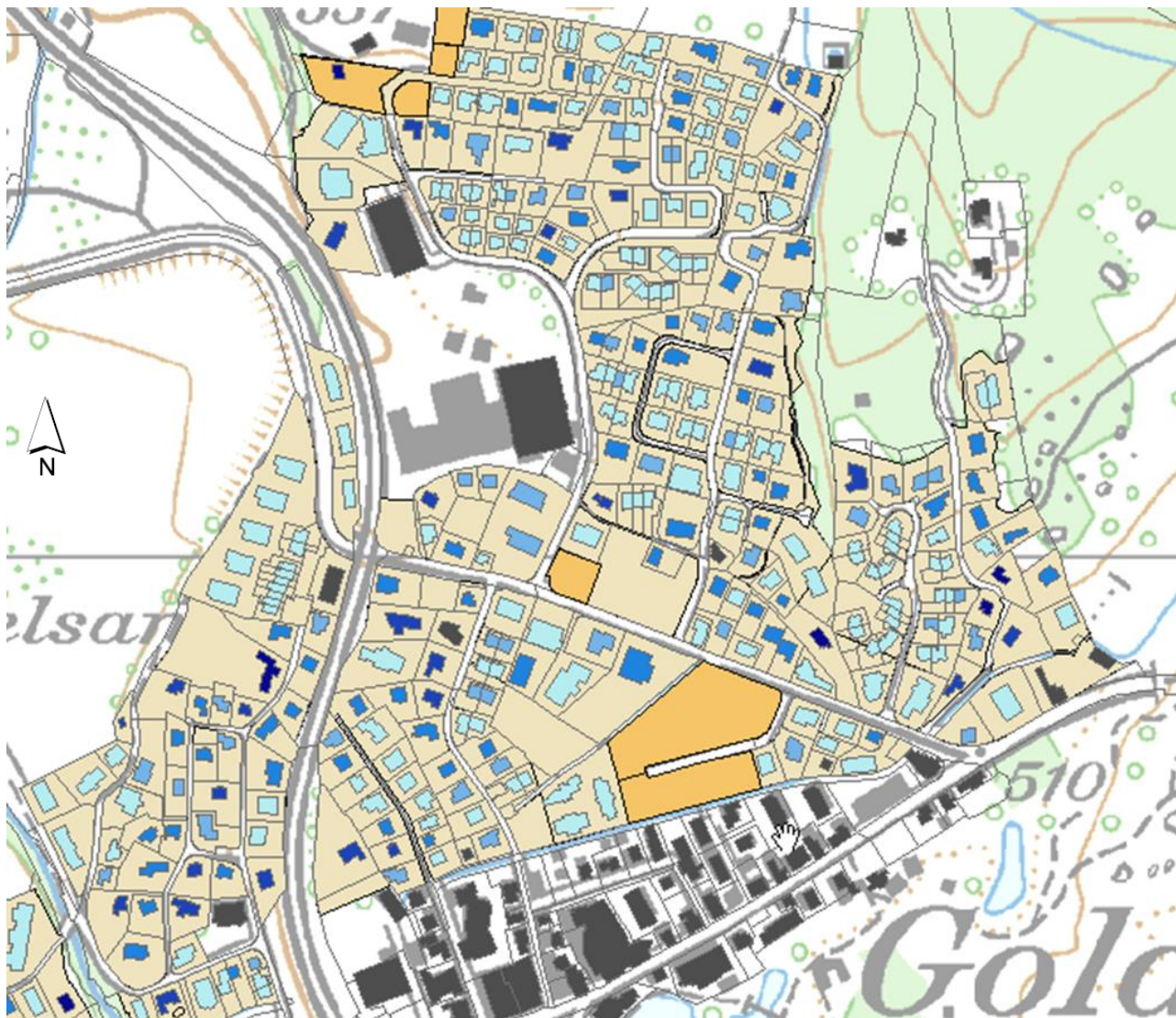


Anhang 8

Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Goldau Hinterdorf und Tennmatt-Quartier

Legende:










-  ausgenutzt
-  leicht unternutzt bis minus 25%
-  mittel unternutzt bis minus 50%
-  mittel bis hoch unternutzt bis minus 75%
-  stark unternutzt minus 75 bis 100%
-  RauPlus_final
-  wohngebaeude
-  parzellen_arth
-  wmz_arth



Anhang 9

Kartenausschnitt Nachverdichtungspotenzial Arth See und Tafelstatt

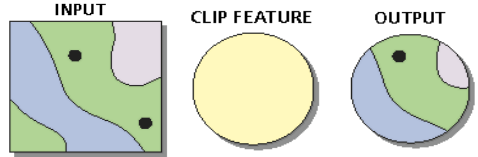
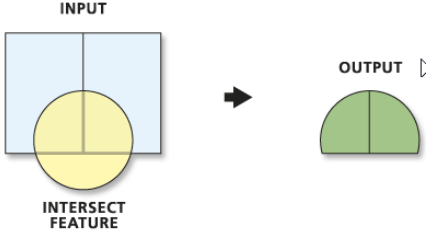
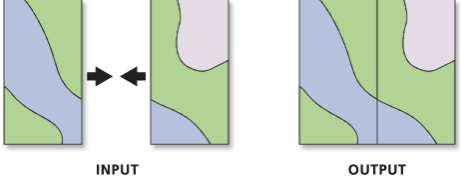


Legende:

-  ausgenuetzt
-  leicht unternutzt bis minus 25%
-  mittel unternutzt bis minus 50%
-  mittel bis hoch unternutzt bis minus 75%
-  stark unternutzt minus 75 bis 100%
-  RauPlus_final
-  wohngebaeude
-  parzellen_arth
-  wmz_arth



Anhang 10

Beschrieb der verwendeten Geoverarbeitungswerkzeuge

Geoverarbeitungswerkzeug		
Originalname	Deutscher Begriff	Erläuterung
Add Field	Spalte hinzufügen	fügt der Attributtabelle eine Spalte hinzu
Alter Field	Umbenennen	Benennt eine Spalte in der Attributtabelle um
Calculate Field	Berechnen	berechnet den Inhalt einer Spalte gemäss einer Formel
Clip	Ausschneiden	
Delete Field	Spalte löschen	Blendet eine Spalte aus der Attributtabelle aus
Intersect	Verschneiden	
Merge	Zusammenführen	
Select	Auswahl	
Union	Vereinigung	
Spatial Join	Räumliche Vereinigung	Vereint die Attribute von einem Datensatz mit den Attributen eines Zieldatensatz
Join Field	Zufügen Spalte	Fügt einer Hauptattributtabelle ausgewählte Spalten einer anderen Tabelle zu
Table to Table	Tabelle zu Tabelle	Konvertiert eine Tabelle in ein anderes Dateiformat