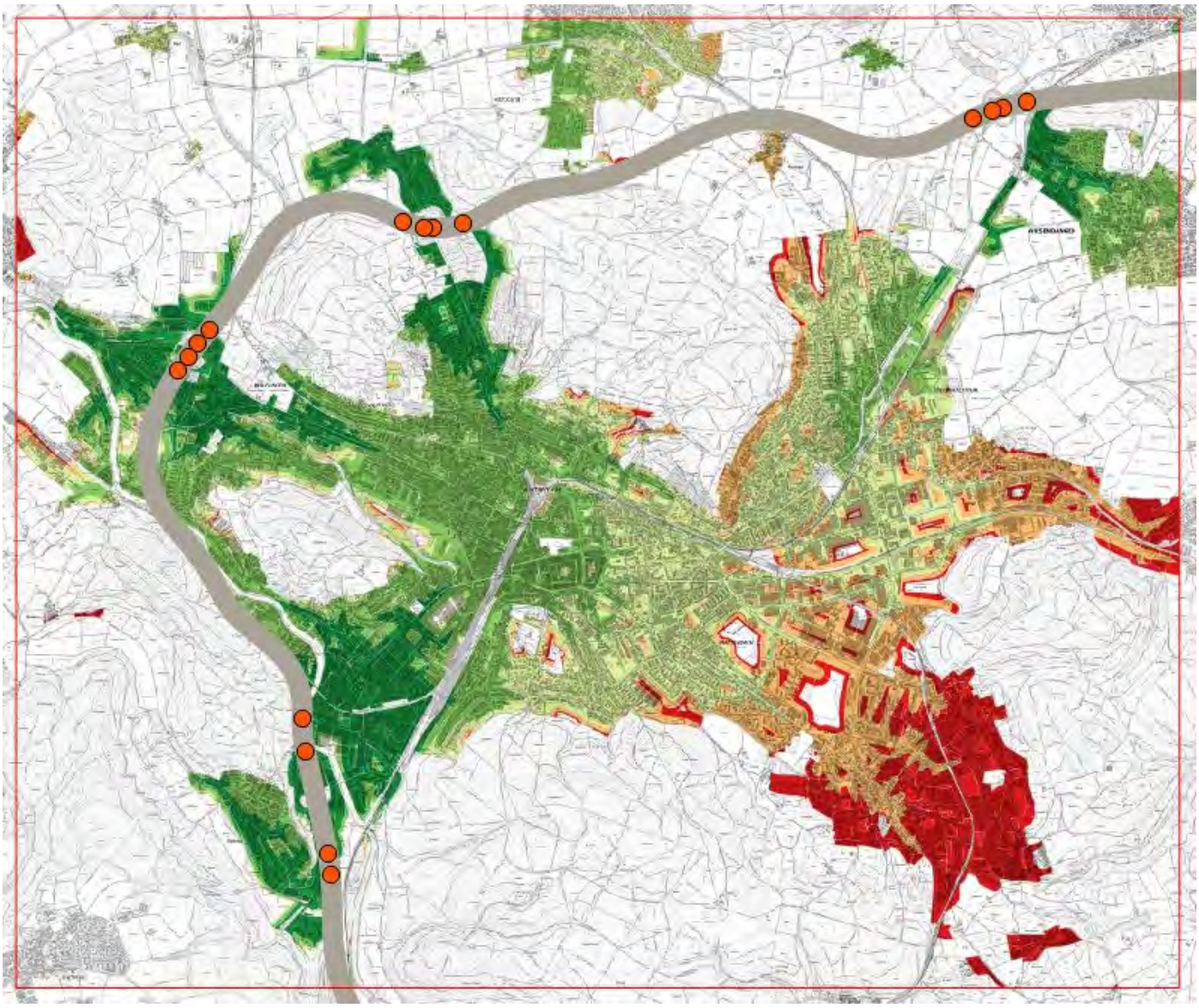
Fachhochschule Ostschweiz
Hochschule für Technik Rapperswil
CAS GIS in der Planung 2014/15

Rasteranalyse mit QGIS

MIV-Erreichbarkeit der Autobahnanschlüsse in Winterthur



Projektarbeit, 9. März 2015

betreut durch Roger Bräm

Autor:

Sandro Fornallaz
Sägeweg 1
8405 Winterthur
s.fornallaz@gmx.ch

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 3
Ziele dieser Projektarbeit 3
Motivation für die Wahl des Themas 3
Übersicht Projektperimeter 3
Aufbau der Projektarbeit 4
1. QGIS Grundlagen 4
Sextante Modeler oder GRASS 4
GeoJSON oder shapefile 4
Übersichtsplan als WMS einbinden 4
Erstellen der GRASS Region 5
2. Aufbereitung der Grundlagendaten 6
Selektion der Objekte des SwissTLM 6
Selektieren in der Attributtabelle von Vektordaten 7
Diskussion Vektor Grundlagendaten 8
GRASS Import 10
Umwandlung der Vektor in Raster 11
3. Datenbearbeitungsprozess 11
Schritt 1: Raster reklassieren 11
Visualisierung der Raster 12
Übersicht Raster Grundlagen 12
Schritt 2: Raster Puffer bilden und Reklassieren 13
Schritt 3: Raster kombinieren und Kostenpfad ermitteln 14
Schritt 4: Reklassieren der Kostendaten 14
4. Datenausgabe 15
Export als Vektordatei 15
MIV-Erreichbarkeitesklasse den Bauzonen zuweisen 15
Einen Stil laden 15
5. Diskussion der Resultate 16
Fazit 17
Quellenverzeichnis 18
Anhang 19
Prozessmodell 19
Codes der Datenbearbeitungs-Prozessschritte 20
Daten-CD 20
Karte zur MIV-Erreichbarkeit 20

Einleitung

Mit der vorliegenden Arbeit werden die Arbeitsschritte und Resultate der selbständigen Projektarbeit im Rahmen des CAS GIS 2014/2015 dokumentiert.

Ziele dieser Projektarbeit

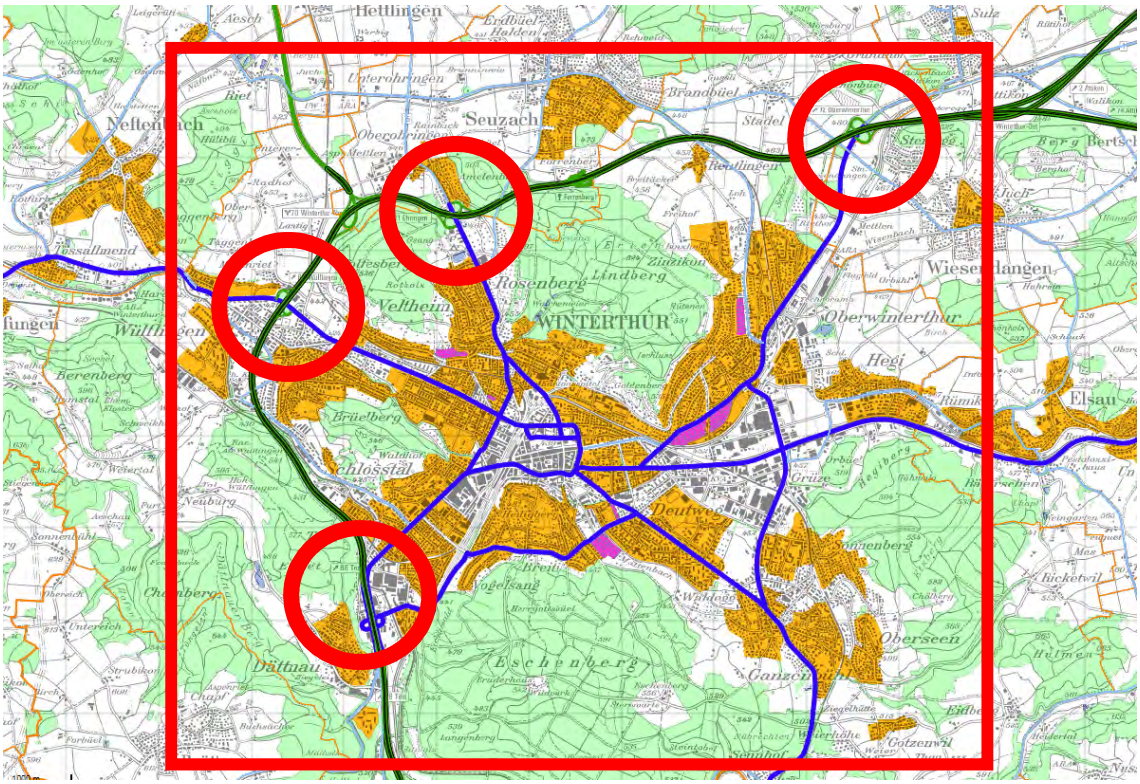
Das Ziel dieser Projektarbeit besteht darin, das Programm QGIS kennenzulernen und damit eine vertiefte Rasteranalyse durchzuführen. Die Datensätze und Tools welche in dieser Projektarbeit verwendet werden, sollten möglichst frei zur Verfügung stehen. Mit der vorliegenden Dokumentation soll die Analyse durch interessierte Personen selbstständig durchgeführt und nachvollzogen werden können.
Als Aufgabenstellung für die Analyse wurde die Erstellung einer Erreichbarkeitskarte für den motorisierten Individualverkehr (MIV) für Winterthur gewählt. Die Karte, die als Resultat aus der Analyse hervorgeht, soll mittels WebMapService (WMS) über das Internet verfügbar gemacht werden.

Motivation für die Wahl des Themas

Im Rahmen des CAS GIS Zertifikatkurses wurde insbesondere das Programm ArcGIS vertieft. Im Unternehmen, in dem ich arbeite, steht diese Software jedoch nicht zur Verfügung. Der Kauf des Programms ist nicht geplant. Aus diesem Grund soll das frei verfügbare QGIS verwendet werden.
Des Weiteren erachte ich die Philosophie von Open Source Software als sehr interessant und positiv. Durch eine Spende an QGIS kann jeder Nutzer auf freiwilliger Basis etwas zum Betrieb und zur Weiterentwicklung der Software beitragen. Zudem gehe ich davon aus, dass sich QGIS auch künftig weiter verbessern wird und sich als gute Software für den Einsatz im professionellen Bürobetrieb vermehrt etablieren wird. Gerade für Firmen mit seltener Anwendung von GIS-Systemen wird QGIS als vorteilhafte Alternative erachtet.

Übersicht Projektperimeter

Mittels einer Raster-Kostenpfadanalyse in QGIS wird eine MIV-Erreichbarkeitsanalyse zu den vier Autobahnanschlüssen um Winterthur erstellt.



Aufbau der Projektarbeit

Die Projektarbeit ist in fünf Teile gegliedert und entspricht im Ablauf dem Vorgehen bei der Erstellung der MIV-Erreichbarkeitskarte. Im ersten Kapitel werden die QGIS Grundlagen behandelt. Anschliessend erfolgt die Aufbereitung der Grundlagendaten, und die methodischen Vereinfachungen der Analyse werden erläutert. In Kapitel drei wird der eigentliche Datenbearbeitungsprozess beschrieben. Dabei wird für jeden Prozessschritt aufgezeigt, welches Tool angewendet wird, sowie welche Funktion das jeweilige Tool übernimmt. Die getätigten Einstellungen werden erklärt und begründet und die Resultate des jeweiligen Vorgangs beschrieben. Die QGIS-Codes für diese Prozessschritte sowie eine Abbildung des Prozessmodells sind im Anhang dieser Arbeit verfügbar. Im vierten Kapitel wird die Ausgabe der Daten kurz beschrieben und in Kapitel fünf werden die Resultate der Projektarbeit reflektiert. Am Schluss ziehe ich ein kurzes Fazit.

1. QGIS Grundlagen

Für diese Projektarbeit wurde die QGIS Version 2.3 sowie 2.6 auf Windows sowie auf Mac verwendet. Seit März 2015 ist zudem die neue Version 2.8 verfügbar. Die Bearbeitung des Projekts auf mehreren Computern sowie Versionen und Systemen hat teilweise zu Problemen geführt. Insgesamt funktioniert die Interoperabilität jedoch sehr gut. Wichtig ist, dass insbesondere im QGIS Projekt die „relativen Pfade“ aktiviert sind. Des Weiteren ist zu Beginn eines neuen QGIS Projekts das genaue Koordinatensystem – in diesem Projekt CH1903/LV03, EPSG: 21781 – und die Masseinheit – in dieser Arbeit Meter – einzustellen.

Sextante Modeler oder GRASS

Zu Beginn wurde versucht die Analysen mithilfe des Model Builder von QGIS, dem Sextante Modeler durchzuführen. Seit der Version 2.0 von QGIS ist der Sextante Modeler standardmässig als Komponente im QGIS eingebaut. Bei der Anwendung treten jedoch bereits mit den ersten und einfacheren Befehlen grössere Probleme auf. Beispielsweise konnten die gewünschten Abfragen von mehreren Kriterien in der Attributtabelle mittels „select by attribute“ selbst nach längerer Recherche nicht erfolgreich durchgeführt werden. Da in dieser Projektarbeit mehrheitlich mit Rasterdaten gearbeitet wird, bietet sich GRASS dafür an. Somit wurden die Bearbeitungsschritte einzeln durchgeführt und auf die Erstellung eines Models verzichtet wird. Für die Übersicht wird ein Prozessmodell erstellt und dem Angang dieser Projektarbeit beigefügt.

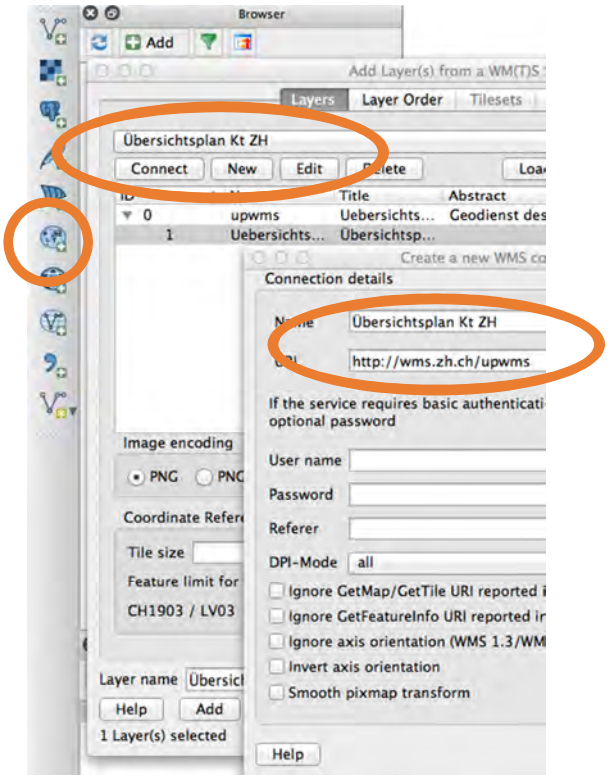
GeoJSON oder shapefile

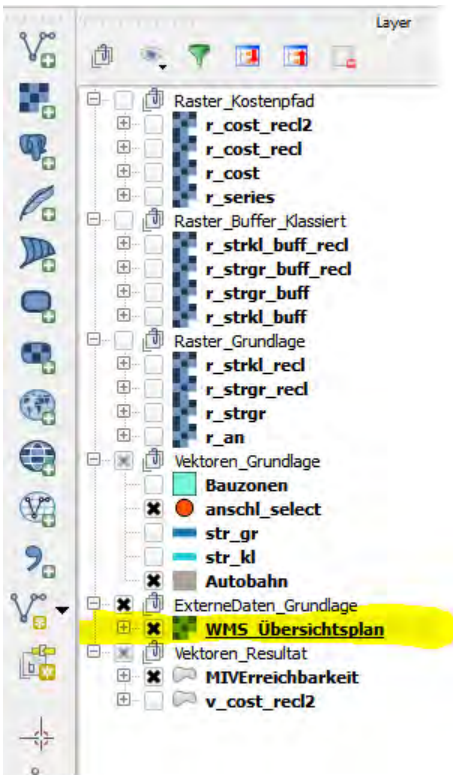
Zu Beginn wurden die Vektor-Layer mit GeoJSON erstellt und bearbeitet. Teilweise sind einige Informationen darin jedoch nicht korrekt übernommen worden. Beim Import von GeoJSON-Layers ins QGIS mussten beispielsweise die Layer-Namen jeweils manuell eingegeben werden. Dies kann bei nicht konsequenter Nachführung der Bezeichnungen rasch zu Verwirrungen führen. Aus diesem Grund wird im vorliegenden Projekt mit shapefile gearbeitet.

Übersichtsplan als WMS einbinden

Um rasch einen Überblick zur Region und der gewählten Location zu erhalten, soll ein WMS-Server eingebunden werden. Dadurch werden die Daten nicht lokal gespeichert, sondern über das Internet bezogen. Der Kanton Zürich bietet einige Karten gratis an. Auf der Website GeoLion, kann der Link zum Raster-Übersichtsplan (UPWMS) bezogen werden.
(GeoLion: http://www.geolion.zh.ch/geodatenservice/show?nbid=850; UPWMS: http://wms.zh.ch/upwms)

Das Einbinden der WMS-Karte erfolgt über den auf der linken Seite gekennzeichneten Button. Anschliessend wird eine neue WMS Verbindung hinzugefügt, dabei kann der Web-Link eingetragen werden. Nun muss die Verbindung nur noch hergestellt werden und der Layer dem Projekt hinzugefügt werden.

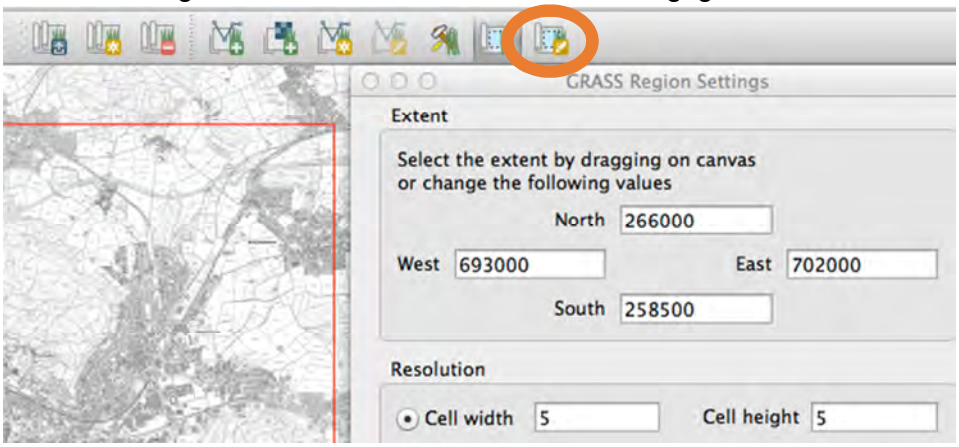




Erstellen der GRASS Region

GRASS Plugin → Grass Datenbank → Location → Mapset → GRASS-Region → Rasterzellenauflösung

Um mit GRASS arbeiten zu können, muss im ersten Schritt das GRASS-Plugin aktiviert werden. Anschliessen wird GRASS in der Funktionsleiste aufgeführt. Bevor nun mit GRASS gearbeitet werden kann, muss eine neue Datenbank für GRASS erstellt werden. Darin wird im ersten Schritt immer das Projektgebiet, die „Location“, definiert. Die Location enthält die Koordinationsdaten sowie weitere Informationen zum geografischen Untersuchungsgebiet.
Die GRASS-Region, auch Untersuchungsperimeter genannt, wird in dieser Projektarbeit durch folgende Funktionen erstellt: Als erstes wird die Nord-Süd- bzw. West-Ost-Ausdehnung bestimmt. Diese beträgt im vorliegenden Fall 7.5 km bzw. 9 km. Die Regionseinstellungen lassen sich bei Bedarf jederzeit über den Orange markierten Button editieren. Als zweiter Schritt wird ein neues Mapset eröffnet, in dem direkt gearbeitet wird und die Daten hinterlegt werden können. Wenn mit Rasterdaten gearbeitet wird, sollte die Auflösung der Rasterzellen gleich zu Beginn eingestellt werden. Dazu werden unter „GRASS-Region editieren“ die gewünschten Werte in Metern eingetragen. In dieser Projektarbeit wird mit einer Rasterauflösung von 5 auf 5 Metern gearbeitet. Somit ist das Untersuchungsgebiet in 2.7 Mio. Rasterzellen unterteilt.



2. Aufbereitung der Grundlagendaten

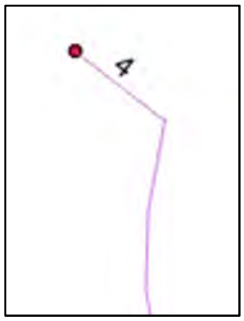
Bevor mit der Analyse begonnen werden kann, müssen die dafür benötigten Daten beschafft und aufbereitet werden.

Selektion der Objekte des SwissTLM

Im Folgenden wird beschreiben, welche Daten des SwissTLM für die Analysen von Interesse sind und worauf bei der Auswahl zu achten ist.
In dieser Projektarbeit wird einerseits mit dem Datensatze Feature Class TLM_AUS_EINFAHRT gearbeitet, der alle Ein- und Ausfahrten von Autobahnen und Autostrassen enthält. Bei TLM_AUS_EINFAHRT handelt es sich um einen Punkte-Datensatz, wobei die Punkte jeweils bestimmte Knoten im Strassennetz darstellen. Aus der untenstehenden Attributtabelle wird ersichtlich, welcher Datentypt mit welchem Attribut beschrieben wird.

TLM_AUS_EINFAHRT

OBJEKTART	Datentyp	Beschreibung der Relevanz des jeweiligen Datentyps
0	Verzweigung	Dieser Datentyp ist für die vorliegende Analyse nicht relevant, da keine Verbindung zum untergeordneten Strassennetz besteht.
1	Ausfahrt	Dieser Netzknoten befindet sich am Anfang der Ausfahrt
2	Einfahrt	Dieser Netzknoten befindet sich am Ende der Einfahrt
3	Ein- und Ausfahrt	Es befindet sich kein kombinierter Knoten im Untersuchungsperimeter



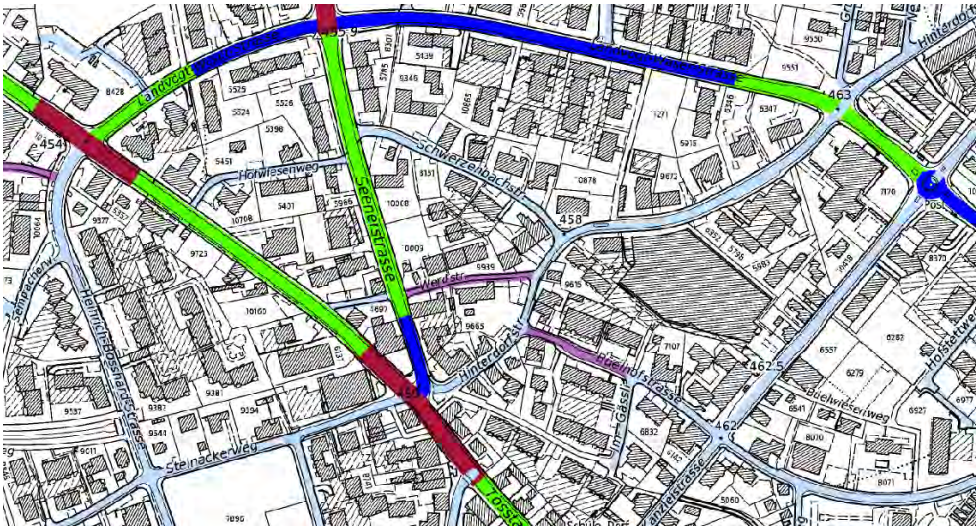
Für die weiteren Untersuchungen sind die beiden Kategorien OBJEKTART 1 und 2 relevant. Die Punktdatensätze sind jeweils mit einer Verbindung, der OBJEKTART 4 des TLM_STRASSE, an das Strassennetz angebunden (siehe Abbildung rechts). Die exakte Verknüpfung der Vektoren ist in diesem Fall jedoch nicht notwendig, da die Berechnungen aufgrund von Rasterdaten mit einer Auflösung von 5x5 Metern durchgeführt werden und das Verbindungsstück (OBJEKTART 4) nur eine Länge von durchschnittlich ca. 20 Metern hat. In diesem Fall genügt es, wenn um die Strassen jeweils ein Puffer von 100m miteinberechnet wird. Wäre dies nicht der Fall, müsste dieser Datentyp des TLM_STRASSE jedoch zwingend miteinbezogen werden, z.B. für eine Kostenpfadanalyse.

Um zu definieren, welche Strassen für die Analyse verwendet werden, wurden die Daten im ersten Schritt im Detail betrachtet. Dabei hat sich herausgestellt, dass eine Einteilung in zwei Kategorien am sinnvollsten erscheint. Nachfolgend sind die verschiedenen relevanten Strassentypen farblich gekennzeichnet.

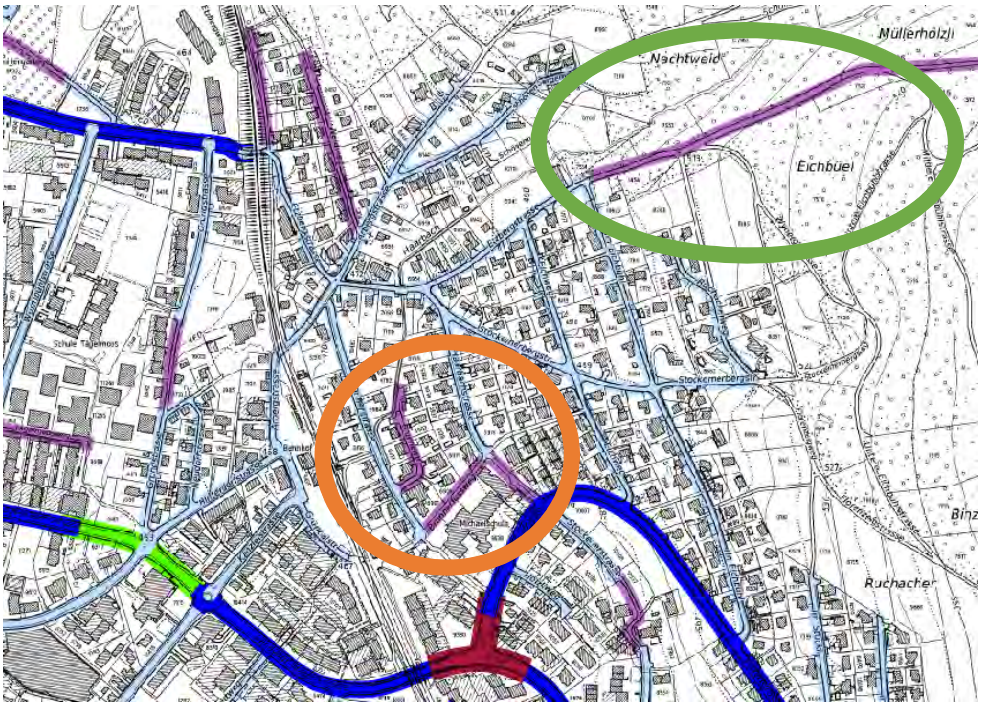
TLM_STRASSE

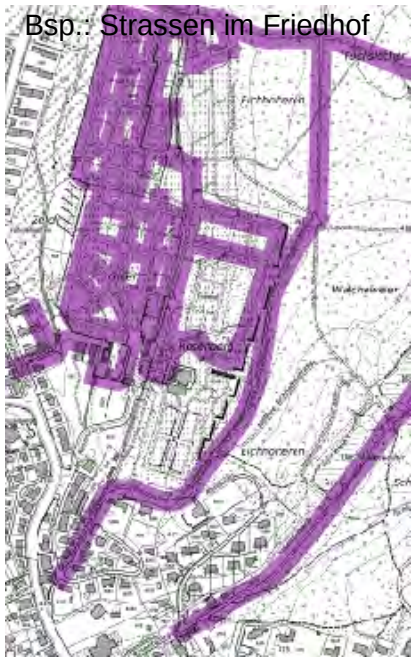
NR	Name	Farbe
0	Ausfahrt	Keine
1	Einfahrt	Keine
4	Verbindung	Keine
5	Zufahrt	Keine
10	4m Strasse	Hellblau
9	6m Strasse	Dunkelblau
20	8m Strasse	Grün
8	10m Strasse	Rot
11	3m Strasse	Violett *

* Die 3m Strassen werden für die Untersuchung nicht verwendet.



Es wird davon ausgegangen, dass auf grösseren Strassen ein schnelleres Vorankommen des MIV möglich ist. Daher werden zwei Strassen-Datensätze erstellt: „Strassen gross“ (6m, 8m und 10m Strassen) und „Strassen klein“ (4m Strassen). Eine feinere Abstufung der Kategorien ist nicht möglich, da sich die Strassentypen 6m, 8m und 10m oft verändern – d.h. die Breite der Strassen variiert immer ein wenig – und sich deshalb kein durchgängiges Netz dieser einzelnen Typen erstellen lässt. Aus diesem Grund werden diese Strassen zu einem Netz (Strassen gross) zusammengefasst. Ebenso werden die Aus- und Einfahrtsstrassen sowie die Verbindung- und Zufahrtsstrassen der Kategorie „Strassen gross“ zugeordnet. Die 4m-Strassen bilden ein gutes durchgängiges Netz und können daher als separate Kategorie „Strassen klein“ verwendet werden. Der Strassentyp 3m wird ausgeschlossen da dieser überwiegend nicht befahrbare Strassen enthält. In der Attributtabelle wird zwar neben der Strassenbreite auch die Belagsart oder die Befahrbarkeit angegeben, es sind jedoch keine Informationen dazu enthalten, ob eine Strasse effektiv durch den MIV erlaubt befahrbar ist.
Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, wurde durch den Ausschluss der 3m Strassen die Datenqualität leicht reduziert (orange). Insgesamt wird das Resultat jedoch verbessert, da die meisten unbefahrbaren Strassen, wie z.B. Waldwege oder Wege im Friedhof, von der Analyse ausgeschlossen werden (grün).





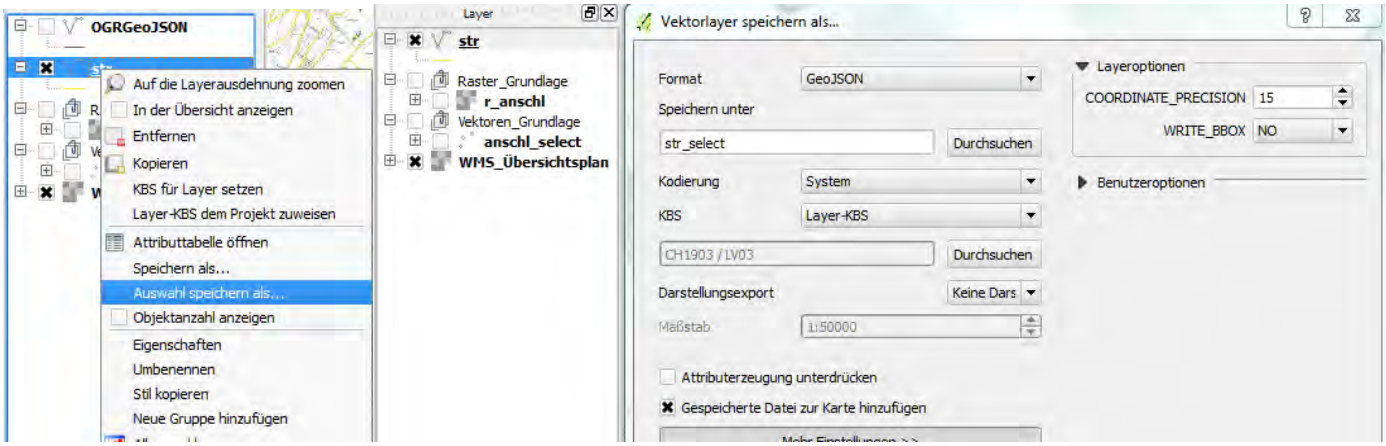
Selektieren in der Attributtabelle von Vektordaten

Um die gewünschten Objekte aus dem gesamten Datensatz zu extrahieren, wird die Attributtabelle des Vektors geöffnet. Anschliessen können die Objekte mittels eines Ausdrucks ausgewählt werden.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, wurden aus den beiden Datensätzen nun drei Selektionen durchgeführt um die drei verschiedenen Kategorien zu generieren und damit die für die weiteren Analysen benötigten Datensätze zu erhalten.

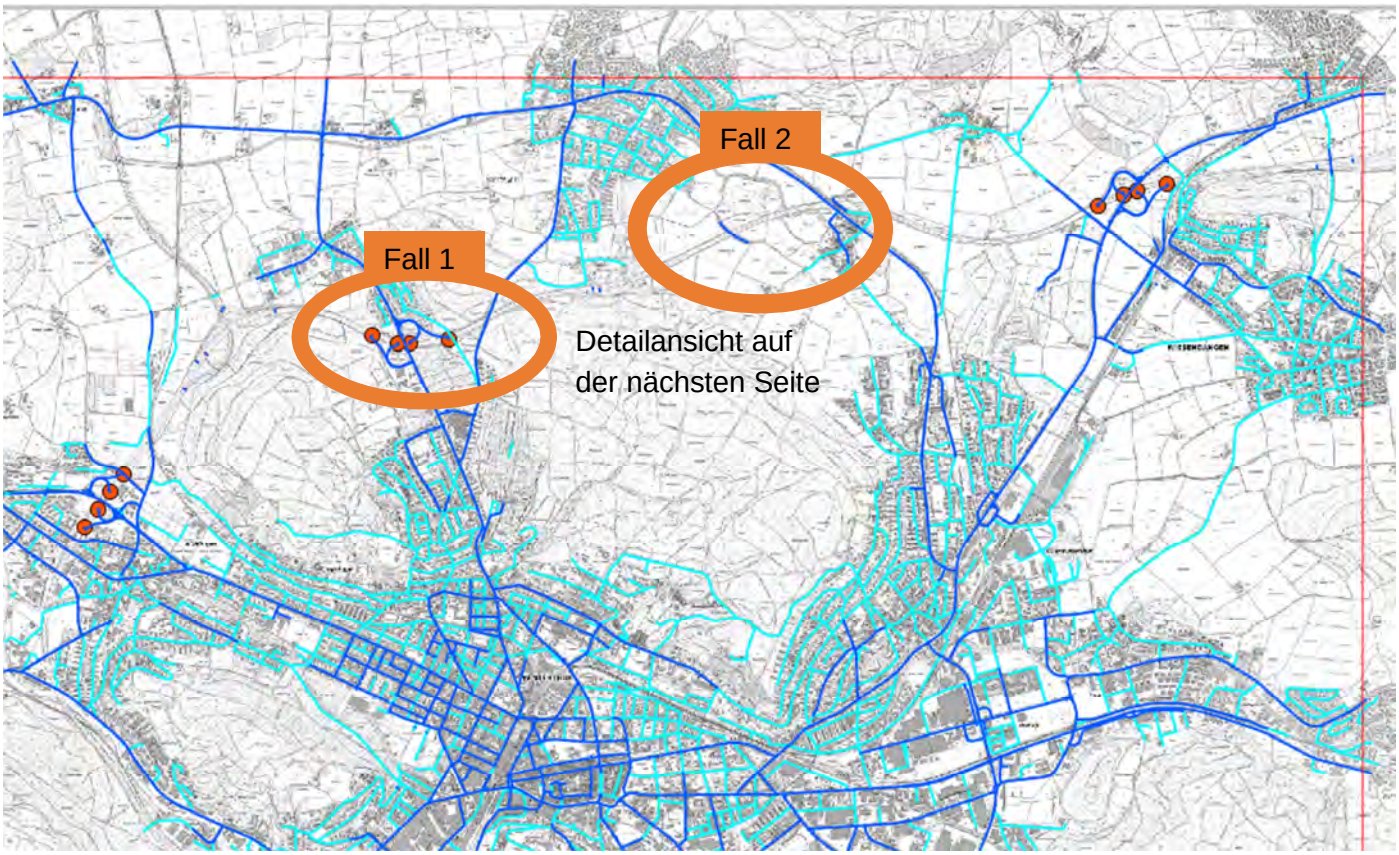
Datensatz Original	Datensatz Neu	Ausdruck	Anzahl Objekte
TLM_AUS_EINFAHRT	Anschlüsse	“OBJEKTART“ IN (1, 2)	16
TLM_STRASSE	Strassen gross	“OBJEKTART“ IN (0, 1, 4, 5, 8, 9, 20)	1903
TLM_STRASSE	Strassen klein	“OBJEKTART“ IN (10)	2743

Nach der erfolgten Selektion der Kategorien soll daraus ein neues Layer erstellt werden. Dazu wird der Layer mit der rechten Maustaste angewählt und „Auswahl speichern als...“ ausgeführt.



Diskussion Vektor Grundlagendaten

Die neu erstellten Vektoren können nun ins QGIS geladen werden. Der nachfolgende Kartenausschnitt zeigt die Grundlagedaten als Vektoren. Die auf diese Weise erstellten Datengrundlagen haben sich für die weiteren Analysen als überwiegend zielführend erwiesen. Im Folgenden werden jedoch zwei Fälle kurz diskutiert, bei denen die Resultate nicht optimal sind.

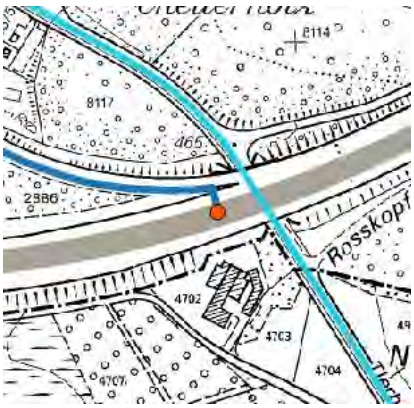


Fall 1: Hierbei handelt es sich um eine Unterführung, die nahe (ca. 25m) von einem Anschlussknotens vorbeiführt. Sobald später mit einem Einzugspuffer von 100m auf jeder Seite der Strasse gerechnet wird, wird diese Unterführung mit dem Anschlussknoten direkt verbunden sein. Dadurch wird diese Strasse eine höhere Erreichbarkeit aufweisen, als dies in Realität der Fall ist.

Fall 2: Diese Überführung hat eine Strassenbreite von 6m und zählt daher zur Kategorie „Strassen gross“. Die Strassen, die an diese Überführung anschliessen sind jedoch sehr klein und daher nicht in der Kategorie „Strassen klein“ enthalten. Hinzu kommt, dass die nächst gelegenen Strassen weiter als 100m entfernt und somit schafft es auch die einberechnete Pufferzone nicht, diese Überführung zu erreichen. Aus diesen

Gründen wird diese Strassenverbindung bei den weiteren Analysen nicht berücksichtigt, obwohl sie in der Realität befahrbar ist.

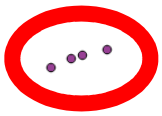
Fall 1: Unterführung in der Nähe des Anschlusses



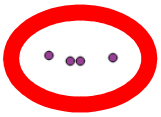
Fall 2: Strassenabschnitt, nicht mit dem Netz verbunden

Diskussion Datensatz TLM_AUS_EINFAHRTEN

Wie die nachfolgende Übersicht zeigt, befinden sich bei jedem Anschluss vier Knotenpunkte. Pro Anschluss ist jeweils eine Aus- und Einfahrt pro Fahrtrichtung vorhanden.



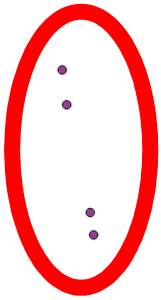
Oberwinterthur



Winterthur Ohringen

Winterthur Wülflingen

Methodik im Umgang mit Ein- und Ausfahrten:
Für die Analysen in dieser Projektarbeit wird jeder einzelne Anschlusspunkt aus Ausgangspunkt für die Erreichbarkeitsanalyse verwendet. Es wird somit vernachlässigt, in welche Richtung ein Fahrzeug unterwegs ist. Insbesondere bei Winterthur Töss kann dies je nach Zielort des Automobilisten einen grösseren Unterschied bei der Erreichbarkeit des nächstgelegenen Anschlusses ausmachen. Diese Vereinfachung wird jedoch akzeptiert, da mit der Analyse keine Aussagen zur Erreichbarkeit während einer einzelnen Fahrt gemacht werden sollen. Anstelle wird davon ausgegangen, dass die berücksichtigen Autofahrten mit unterschiedlichen Zielorten sich im Endeffekt ausgleichen und jeder der Anschlussknoten in etwa gleich oft angefahren wird.

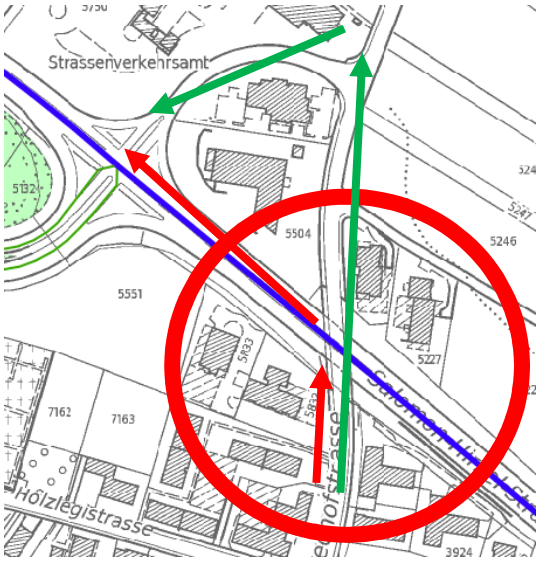


Winterthur Töss

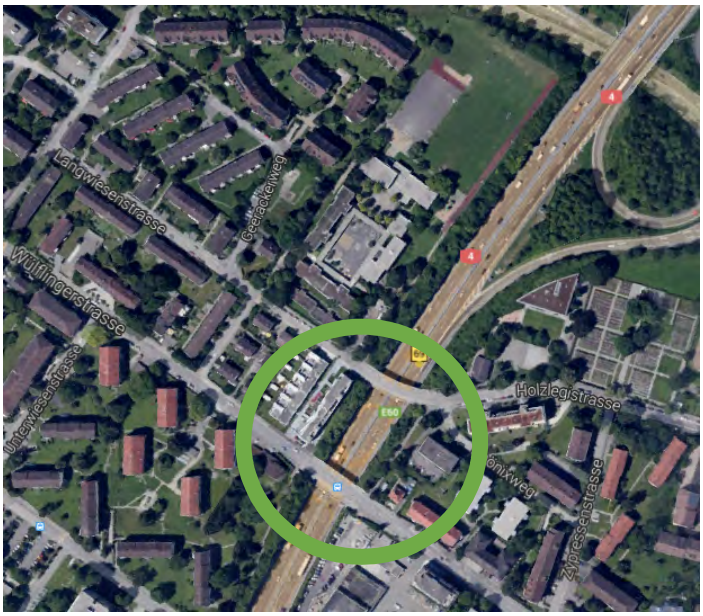
Diskussion Datensatz TLM_STRASSE

Bei der Erstellung des Datensatzes Strassen werden die Abbiegebeziehungen sowie die Über- oder Unterführungen nicht berücksichtigt. Dadurch werden alle Überlagerungen innerhalb der Kategorien „Strassen gross“ und „Strassen klein“ zu möglichen Verbindungen. Diese Vereinfachung wird akzeptiert, da davon ausgegangen wird, dass diese Fehler im ganzen Netz etwa gleich häufig auftreten. Insgesamt werden die Anschlüsse somit in diesem Modell leichter erreichbar sein, als dies in der Realität der Fall ist. Zudem wird

die zu erstellende Erreichbarkeitskarte keine absoluten Aussagen (z.B. Fahrzeiten) zur Erreichbarkeit generieren. Auf den untenstehenden Abbildungen ist ein Beispiel ersichtlich, bei dem im Modell die Abkürzung entlang der roten Pfeile akzeptiert wird. In der Realität müsste der Automobilist jedoch den Umweg über die grün markierte Route wählen. Durch eine stärkere Gewichtung der Primärachsen für die Kostengünstigkeit wird diese Ungenauigkeit teilweise ausgeglichen. Durch diese Gewichtung wird somit ein Fahrzeug auf der Stammachse schneller vorankommt als eines bei der Fahrt auf einer Nebenstrasse.



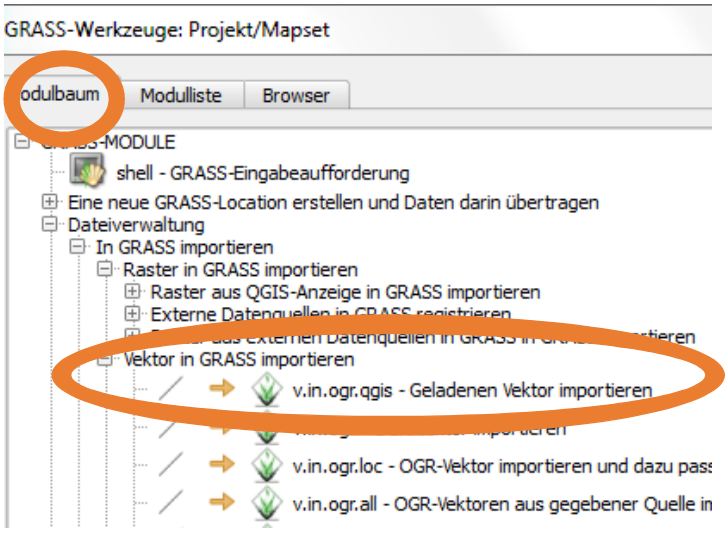
Im Gegensatz zum untergeordneten Netz wird auf dem HLS-Netz diese Vereinfachung ausgeschlossen. Dies wird gewährleistet, indem die Autobahn aus dem Datensatz TLM_STRASSE ausgeschlossen wird. Wie die Abbildung rechts zeigt, sind diese Überführungen nicht direkt mit der Autobahn verbunden. Wäre die Autobahn weiterhin Bestandteil des Vektors, so könnten sich die Fahrzeugte an dieser Stelle direkt auf die Autobahn begeben und die Distanz zum nächsten Anschlussknoten wäre sehr gering.

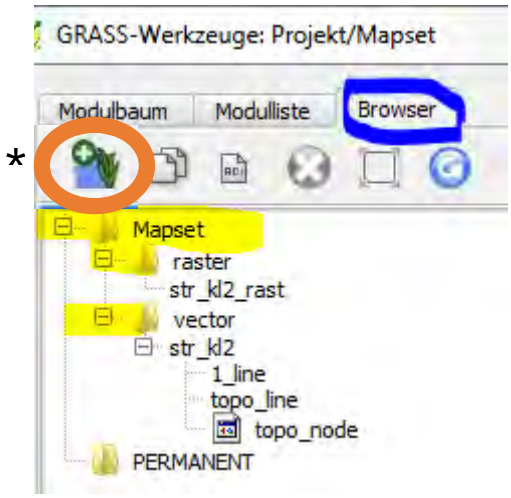


GRASS Import

Um nun die drei aufbereiteten Grundlagenvektoren weiter zu bearbeiten, werden diese ins GRASS importiert. Wenn das Mapset offen ist, können die GRASS-Werkzeuge über die Werkzeugleiste aufgerufen werden.

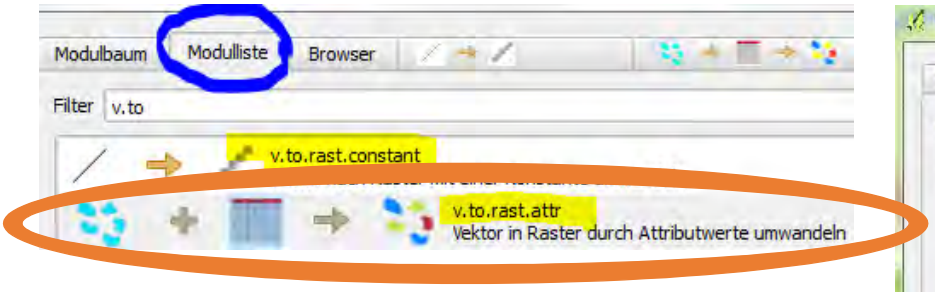
Wenn sich die GRASS-Umgebung, befinden sich vorerst noch keine Daten im Mapset. Über den Befehl „geladener Vektor importieren“ werden die Daten zum Mapset hinzugefügt. Die in GRASS vorhandenen Datensätze lassen sich über den Browser anzeigen. Die in GRASS erstellten Datensätze werden ebenfalls nicht automatisch im QGIS angezeigt. Falls dies gewünscht wird und die Daten mit QGIS weiterbearbeitet werden sollen, müssen die Daten manuell über den Befehl „dem Kartenfenster hinzufügen“ (*) ins QGIS übernommen werden.

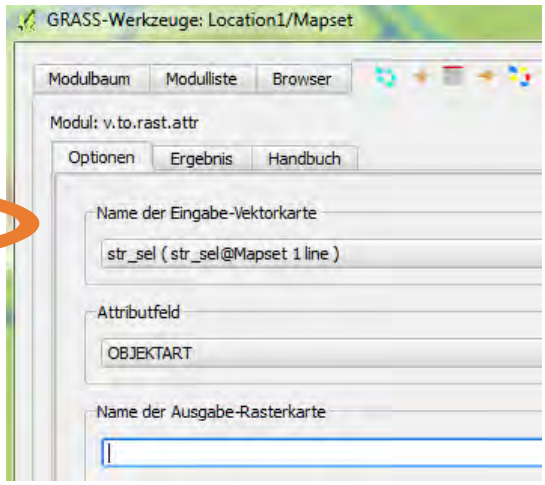




Umwandlung der Vektor in Raster

Nach dem Import der Vektoren ins GRASS sollen diese nun in Raster umgewandelt werden. Dazu wird das Tool „v.to.rast.attr“ ausgeführt, wodurch die Rasterzellen jeweils den Wert erhalten, der im ausgewählten Attributfeld enthalten ist. Im vorliegenden Fall wird die Objektart als Rasterzellenwert übernommen.





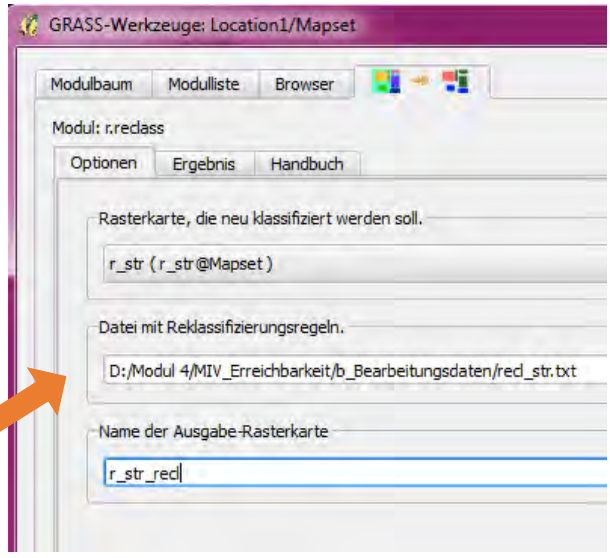
Zu beachten ist hierbei, dass bei der Erstellung von Raster-Datensätzen in QGIS die verschiedenen Rasterzellenwerte nicht automatisch durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet werden. Anstelle werden alle Raster-Zellen in derselben Farbe dargestellt.

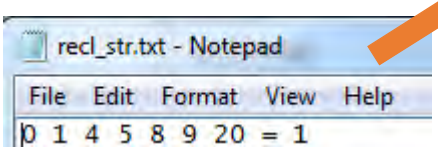
3. Datenbearbeitungsprozess

Im vorliegenden Kapitel werden die vier Datenbearbeitungsschritte aufgezeigt.

Schritt 1: Raster reklassieren

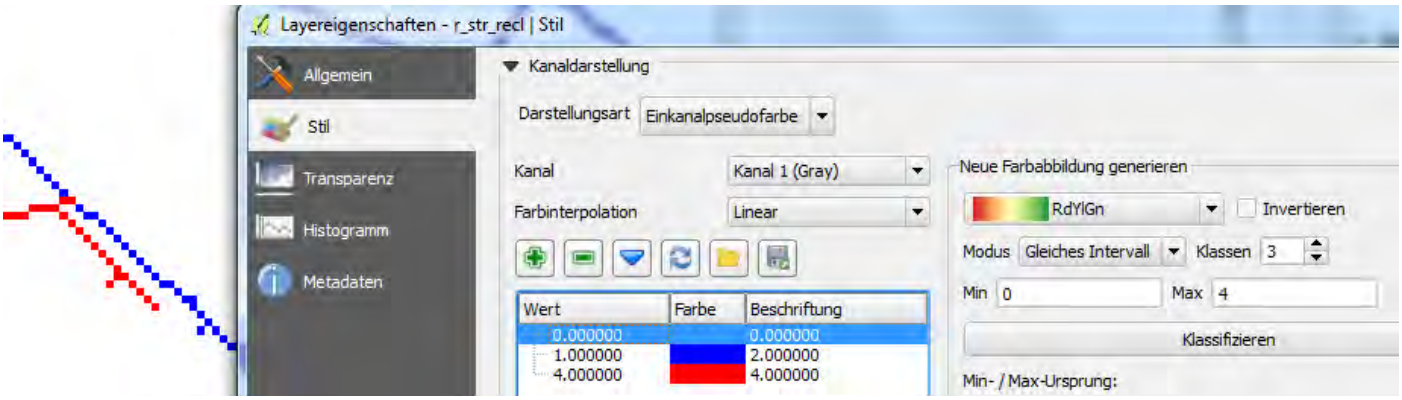
Die Rasterzellen enthalten nun jeweils noch den Wert ihrer Objektart. Dieser Wert ist für die weiteren Analysen nicht zweckmässig und muss daher geändert werden. Dazu wird eine Reklassierung der Werte mittels dem Tool „r.reclass“ vorgenommen. Die Anschlüsse sowie die „Strassen gross“ werden mit dem Wert 1 versehen und die „Strassen klein“ mit dem Wert 2. Für die Reklassierung muss zuerst ein Text-File erstellt werden (siehe Abbildung unten). Alle vorhandenen Werte werden jeweils mit einem Abstand dazwischen aufgelistet. Anschliessen wird ein „=“ eingetragen gefolgt vom neu zuzuweisenden Wert (hier „1“). Das Text-File wird für die Ausführung des GRASS-Befehls ausgewählt.





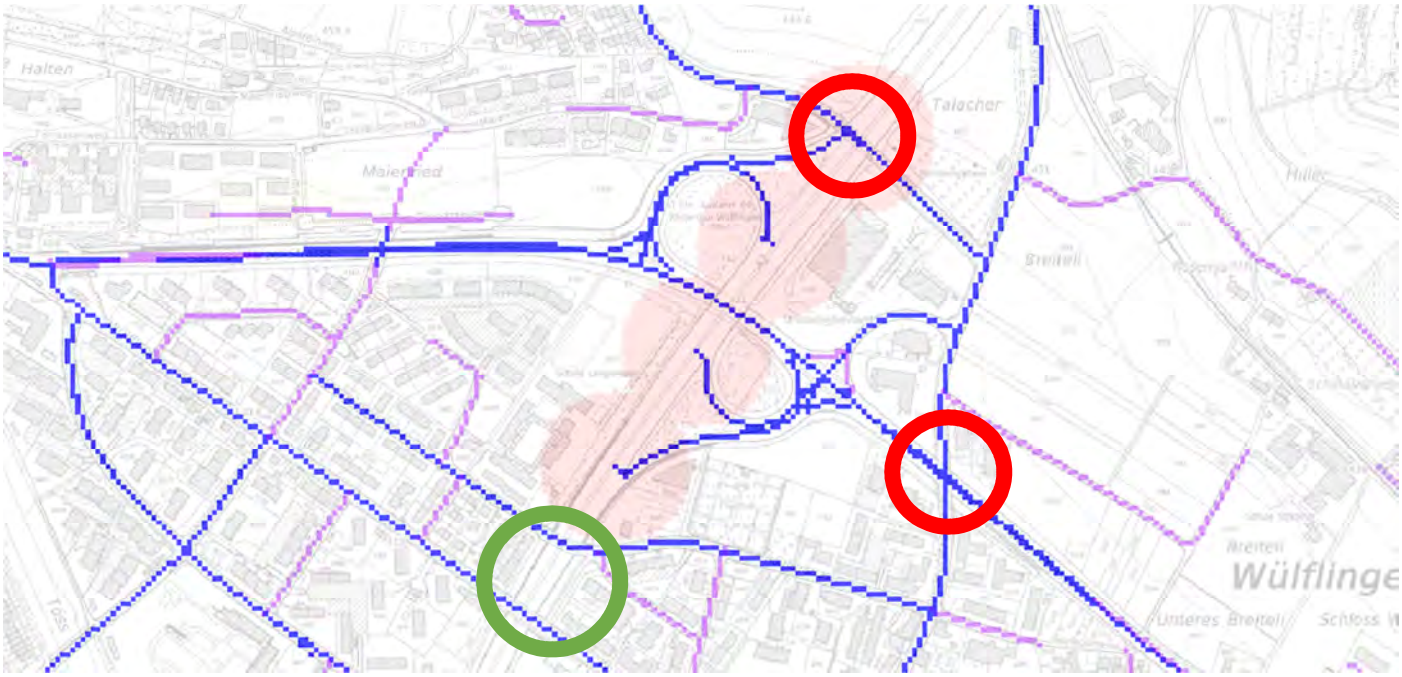
Visualisierung der Raster

Der Raster wird nun über das Feld „Layereigenschaften“ eingefärbt. Dazu müssen die Anzahl Klassen und deren Werte manuell eingetragen und einer Farbe zugeordnet werden (siehe Abbildung unten).



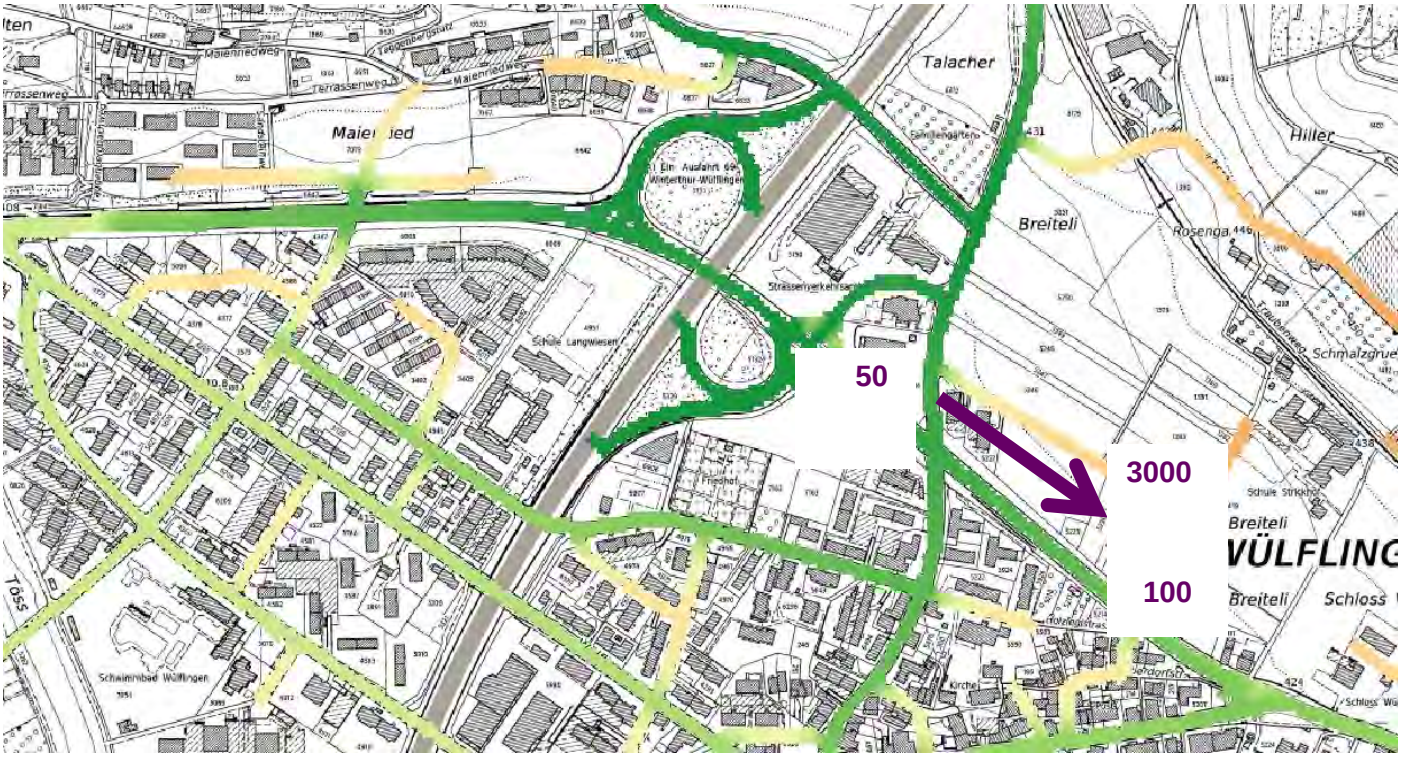
Übersicht Raster Grundlagen

Die Rasterzellen von 5x5m sind nun erstellt und weisen ein gut funktionierendes Netz für die weiteren Prozessschritte auf. Die zuvor erläuterten Vereinfachungen sind auf dieser Übersicht nochmals zusammenfassend hervorgehoben. Die Anschlusspunkte wurden zur Veranschaulichung als blassrosarote Kreise hervorgehoben, effektiv handelt es sich jedoch um einen einzigen Rasterpunkt.
Im Unterschiede zu ArcGIS, sind die Rasterzellen in QGIS diagonal angeordnet. Zudem sind bei den Rasterzellen in QGIS Berechnungen übers Eck möglich und es braucht keine Verbindung über die Seiten der Zellen.



Das reine Strassennetz wurde in einem ersten Schritt verwendet, um die Resultate der Kostendistanzanalyse zu verifizieren. Die drei genannten Vereinfachungen haben sich bei der Berechnung bestätigt und die Aussage der Karte kann unter diesen Vorbehalten als aussagekräftig eingestuft werden. Für die angestrebte Version der Karte soll jedoch das gesamte Einzugsgebiet und nicht nur die jeweilige Strasse auf ihre Erreichbarkeit untersucht werden. Dieser erste Testlauf eignet sich trotzdem gut, um Aussagen zu den Kostenwiderstandswerten zu ermöglichen.
In diesem Beispiel wurden die Hauptachsen der grossen Strassen mit einem Widerstandswert von 1 und die kleinen Strassen mit 100 versehen. Damit der daraus resultierende Kostenwiderstand verglichen werden kann, wird die Distanz von 100m auf einer grossen und kleinen Strasse verglichen (Pfeil violett). Der

Ausgangspunkt weist in beiden Fällen einen Wert von ca. 50 auf. Nach 100m beträgt der Wert auf der grossen Strasse ca. 100, bei der kleinen Strasse hingegen bereits 3000. Bei einem wie in diesem Fall extrem gewählten Widerstandswert würde der Automobilist somit für die Strecke auf der kleinen Strasse 60 Mal weniger rasch vorwärtskommen. Dieses Verhältnis macht offensichtlich keinen Sinn.



Schritt 2: Raster Puffer bilden und Reklassieren

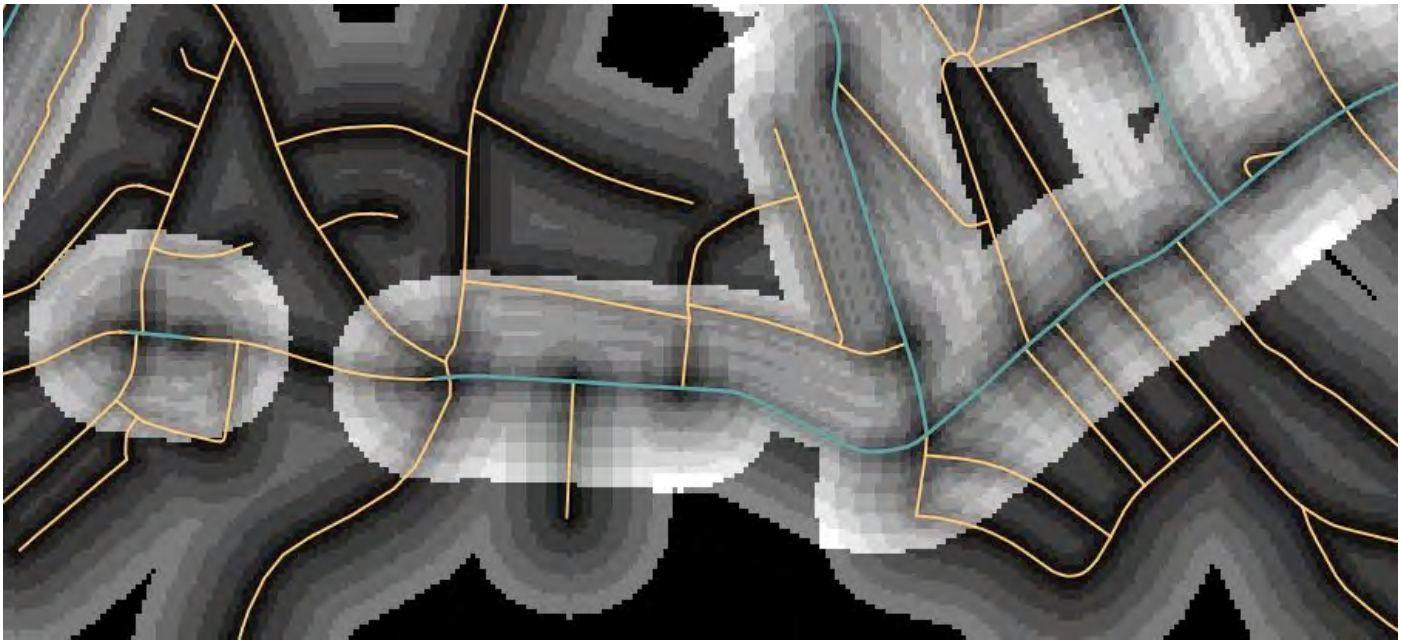
Um nun das Einzugsgebiet der Strassen ebenfalls zu berücksichtigen, wird ein Puffer um die Strasse gerechnet. Da es sich bei den Ausgangsdaten um Vektorlinien handelt, weisen diese alle dieselbe Grösse auf, unabhängig von der Breite der Strasse. Bei der Umwandlung in Raster wird jede Strasse mit einer Breite von mindestens 5 Metern generiert. Mit der ersten Distanzzone werden nun links und rechts der Strasse jeweils 5 Meter hinzugefügt. Anschliessend werden weitere fünf Distanzzonen angefügt, wodurch nun total auf jeder Seite der Strasse ein 100m breiter Puffer besteht. Bei der Erstellung des gepufferten Rasters werden die Rasterzellen jeweils durchnummeriert: Die ursprüngliche Strasse wird mit dem Wert 1 versehen, die erste Distanzzone mit dem Wert 2 usw. bis zur äussersten Distanzzone mit dem Wert 7. Diese Werte müssen nun mit einem Kostenwiderstandsfaktor versehen werden. Dazu wird eine Reklassierung der Werte 1 bis 7 durchgeführt.

Bei den grossen Strassen beträgt die Summe der Distanzzonen 1 und 2 zusammengerechnet 15 Meter, was in etwa einer Strassenbreite inklusive Trottoir entspricht. Diese Werte werden somit zusammengefasst und bilden die Zone, die mit dem Auto am schnellsten erreichbar ist (Wert 1). Den nachfolgenden Zonen werden die Werte gemäss Tabelle zugewiesen. Da die kleinen Strassen oftmals Quartierstrassen sind und nicht so schnell befahren werden können, erhalten diese 3 als tiefsten Wert. Ansonsten wird die nicht direkt an die Strasse angrenzende Zone mit einem hohen Widerstandswert versehen, da sich in diesen Gebieten Autos nur sehr langsam fortbewegen können.

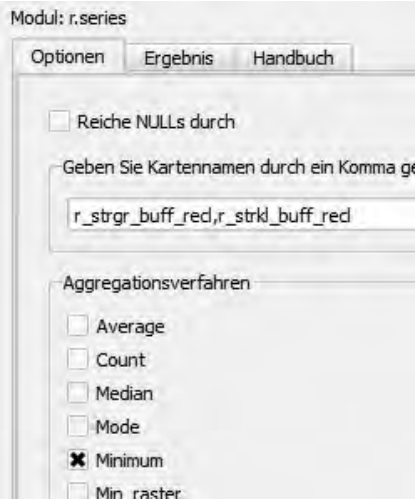
Distanzzone	1	2	3	4	5	6	7
Strassen gross	1	1	5	10	20	40	80
Strassen klein	3	3	5	10	20	40	80

Schritt 3: Raster kombinieren und Kostenpfad ermitteln

Um den Kostenpfad berechnen zu können, wird ein einzelner Datensatz benötigt. Dazu werden die Raster „Strassen gross“ und „Strassen klein“ übereinandergelegt und zusammengefasst. Da sich die Puffer an einigen Stellen überschneiden, wird jeweils bei Überschneidungen der tiefere Wert übernommen. Die folgende Abbildung zeigt die Problematik der sich überlagernden Datensätze aufgrund der beiden unterschiedlichen Strassenkategorien gross und klein.



Nach der erfolgreichen Kombination kann der neue Datensatz nun für die Berechnung des Kostenpfads verwendet werden. Die Raster der Anschlüsse werden als Startpunkte definiert. Somit kann das gewünschte Resultat fast vollständig erzielt werden. Einzig die Gemeinde Brütten wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt, obwohl sie sich im Perimetergebiet befindet (unten links). Der Grund dafür ist, dass die Strassenverbindung zu dieser Gemeinde ausserhalb des Perimeters verläuft und der Kostenpfad bei der Berechnung dieses Gebiet daher nicht miterfasst wird.



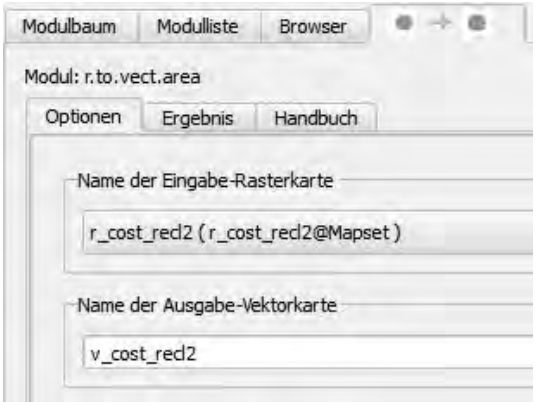
Schritt 4: Reklassieren der Kostendaten

Bei der generierten Karte sind nun fliessende Übergänge zwischen allen Rasterzellen vorhanden. Um die Interpretation der Karte zu vereinfachen, werden nun fünf Klassen gebildet. Die Einteilung der Klassen hat ebenso wie die Definition der Kostenwiderstandswerte einen grossen Einfluss auf das Resultat der Karte. Die Diskussion darüber wird im fünften Kapitel geführt. Für die vorliegende Karte wurde folgende Einteilung gewählt: Werte von 0.1 bis 350 = 1; 350.1 bis 650 = 2; 650.1 bis 950 = 3; 950.1 bis 1250 = 4; 1250.1 bis 2500 = 5.

4. Datenausgabe

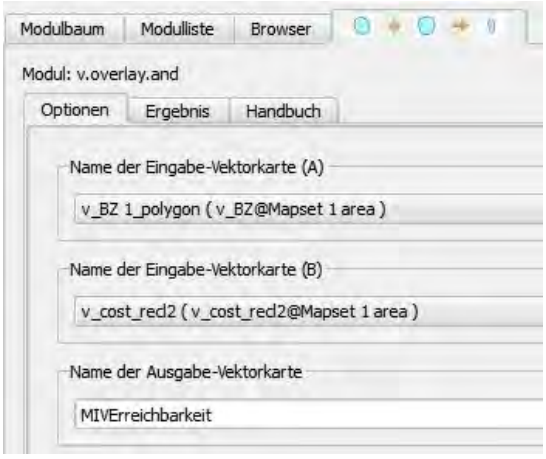
Export als Vektordatei

Die Rasterdatei wird mit dem Tool „v.to.rast.area“ in eine Vektordatei umgewandelt.



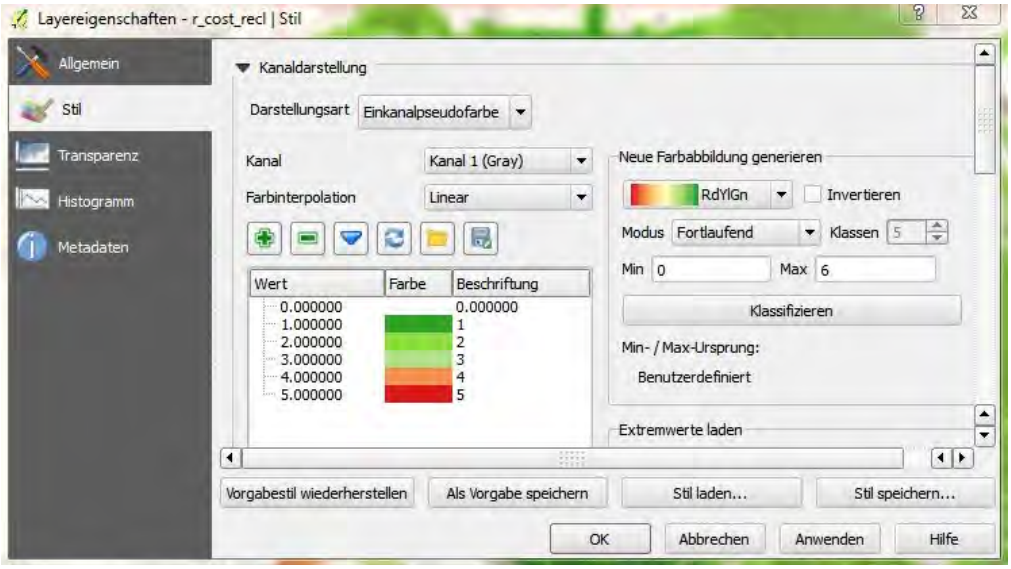
MIV-Erreichbarkeitesklasse den Bauzonen zuweisen

Die nun erstellte Karte enthält an vielen Stellen Einzugsgebiete, welche ausserhalb der Bauzonen liegen. Da in diesem Fall davon ausgegangen wird, dass die MIV-Erreichbarkeit insbesondere für bebaubare Zonen interessant ist, wird dem Vektor der Bauzonen die Information zur MIV-Erreichbarkeit zugewiesen.



Einen Stil laden

Zur Erleichterung der Arbeit können Stil-Vorlagen erstellt und damit der Datensatz gemäss bestimmten Kriterien eingefärbt werden.

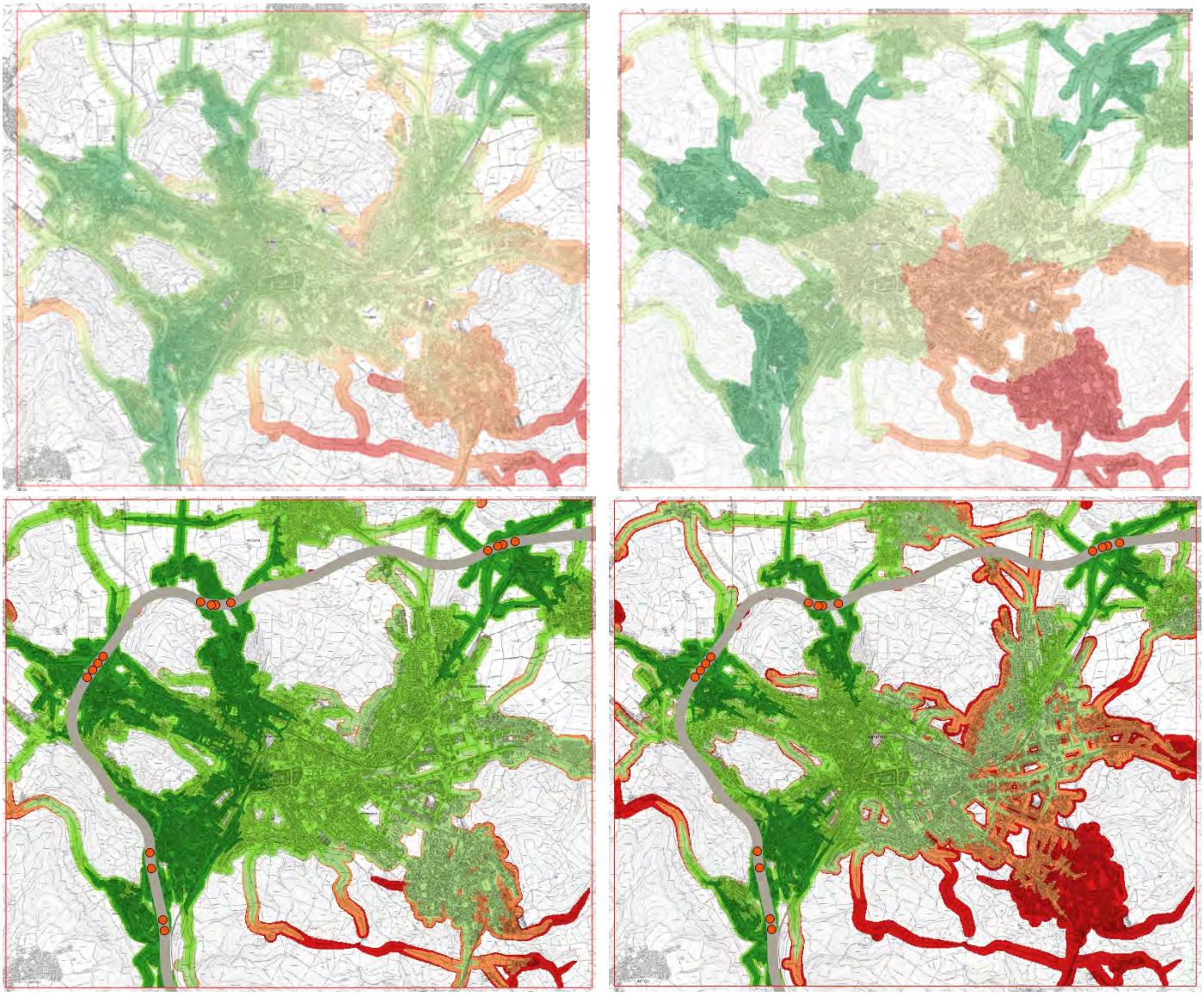


5. Diskussion der Resultate

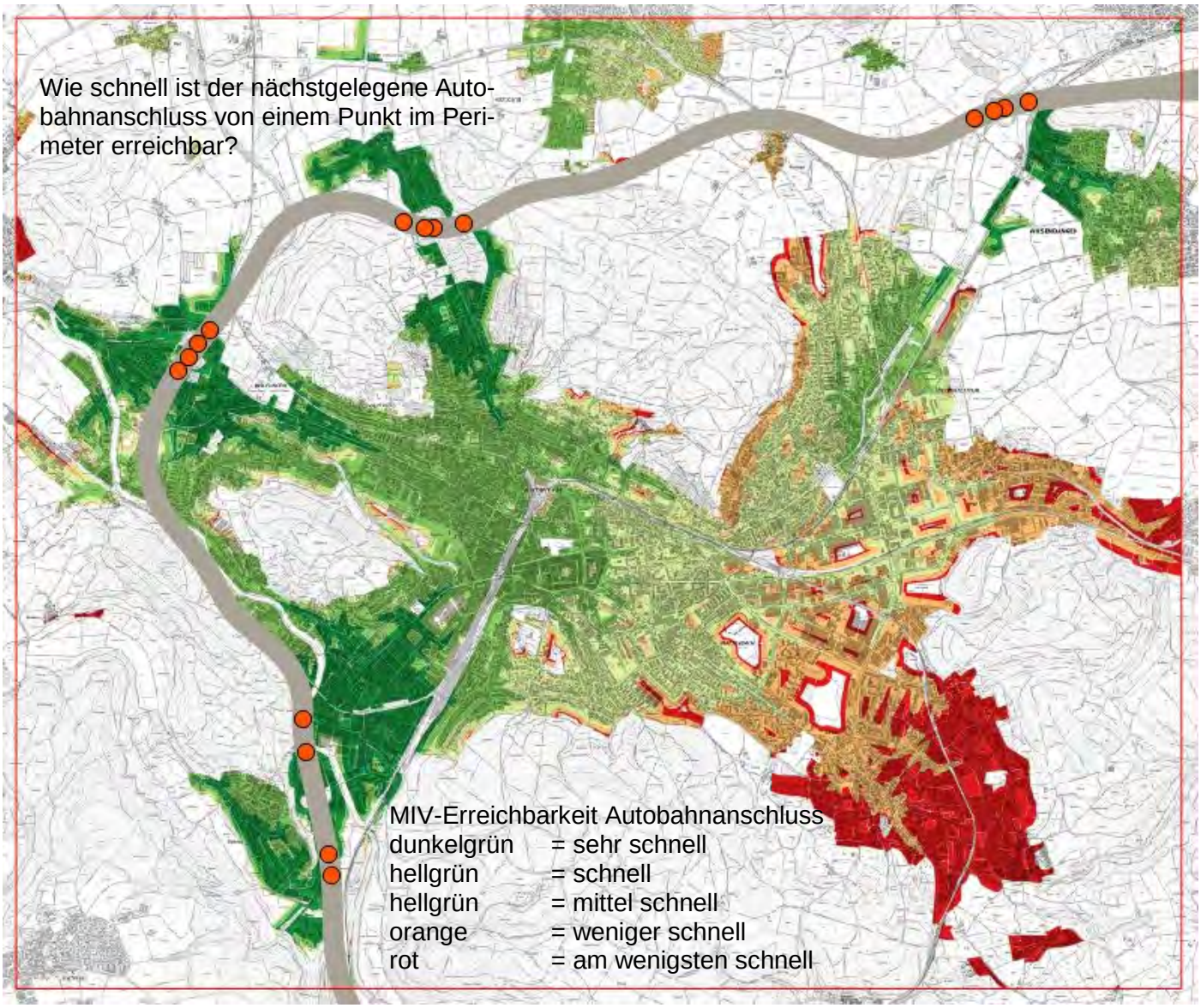
Mit dieser Projektarbeit wird eine Karte hergestellt, welche zeigt, wie schnell der nächstgelegene Autobahnanschluss von einem bestimmten Punkt innerhalb des Projektperimeters erreichbar ist. Die Einteilung erfolgt in fünf qualitative Kategorien und reicht von „sehr schnell“ bis „am wenigsten schnell“. Im Verlauf der Projektarbeit wurden verschiedene Szenarien aufgezeigt, die verdeutlichen, dass die gewonnen Resultate je nach Einstellung der Parameter erheblich variieren. Ausserdem wurden Vereinfachungen vorgenommen, wodurch gewisse Kriterien, wie beispielsweise die Belastungen auf den Hauptachsen oder auch die Abbiegebeziehungen, vernachlässigt werden.

Nachfolgend werden vier Karten betrachtet, welche mit dem gleichen Vorgehen, jedoch mit unterschiedlichen Parametern erstellt wurden. Die beiden Karten oben wurden mit schwach differenzierten Kostenwiderständen berechnet. Links wird das Resultat vor der Klassierung in die fünf Kategorien gezeigt. Dies macht die Interpretation der Karte schwierig, dafür fallen die Verzerrungen weg, die durch die Kategorienbildung entstehen. Oben rechts wird dasselbe Resultat, jedoch aufgeteilt in fünf Kategorien, aufgezeigt. Bei der Aufteilung wurde versucht, die Grössen der Flächen möglichst gleichmässig auf die Kategorien aufzuteilen. Da in diesem Fall die Kostenwiderstände schwach sind, ist die Karte stark von der Distanz zum nächsten Anschluss geprägt und weist einen tieferen Detaillierungsgrad bezüglich der Strassenart auf.

Um für diese Arbeit grössere Aussagen über die Kostendistanz machen zu können, wurde der Widerstandswert bei den beiden unteren Grafiken erhöht. Links unten sind die Kostenwiderstände anhand von fünf gleich grossen Klassen eingeteilt, rechts unten sind die Klassen so gewählt, dass die Flächen etwa ähnlich gross sind.



Für die vorliegende Arbeit erscheint die Karte ist unten rechts am aussagekräftigsten. Sie zeigt auf, dass der Weg von der Garage bis zur nächsten Hauptstrasse einen grossen Einfluss auf die gesamte Reisedistanz hat. Wenn sich das Fahrzeug dann auf einer grossen Strasse befindet, wird davon ausgegangen, dass es sich dort rasch fortbewegen kann. Um die Aussagekraft der Karte noch zu verstärken, wurde zudem ein Verschnitt mit den Bauzonen vorgenommen.



Fazit

Mit dieser Projektarbeit konnten die Kenntnisse des QGIS-Programms vertieft werden. Der Fokus lag dabei bei der Anwendung der Tools. Die Erstellung einer methodisch präzise fundierten Karte stand nicht im Vordergrund und die Parameter wurden so gewählt, dass die Kostenanalyse eine möglichst hohe Aussagekraft aufweist. Es wurde klar, dass dabei ein erheblicher Manipulationsspielraum besteht, je nach Aussage die mit einer Karte erzielt werden möchte. Gerade die aus dieser Arbeit resultierende Karte macht mit ihrer Farbgebung in den Kategorien grün bis rot eine Aussage bezüglich positiv oder negativ. Es kann jedoch nicht allgemein gesagt werden, dass die MIV-Erreichbarkeit möglichst überall möglichst schnell sein soll. Das mit dieser Arbeit erzielte Resultat ist aus Sicht des GIS-technischen Lerneffekts positiv zu werten. Zu Beginn war eine längere Einarbeitungsphase in die Grundlagen von QGIS und GRASS nötig. Die mit dem erzielten Wissen nun in kurzer Zeit reproduzierbaren Karten zeigen diesen Lerneffekt deutlich auf. Bezüglich der methodischen Stichhaltigkeit der Untersuchung besteht für eine Weiterentwicklung des vorliegenden Produkts noch ein grosser Abklärungsbedarf. Bei dieser Arbeit wurde der Fokus bewusst anders gelegt. Aus persönlicher Sicht werte ich das Ergebnis und die gewonnene Erfahrung mit QGIS als sehr zufriedenstellend.

Quellenverzeichnis

Raster-Übersichtsplan (UPWMS) Kanton Zürich: http://www.geolion.zh.ch/geodatenservice/show?nbid=850

Bundesamt für Landestopografie, SwissTLM3D:
http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/landscape/swissTLM3D.html

Harmonisierte Bauzonen des ARE: http://www.geolion.zh.ch/geodatensatz/show?nbid=2096

QGIS-Handbuch: http://docs.qgis.org/2.6/en/docs/user_manual/

GRASS-Handbuch: Open Source GIS a GRASS GIS Approach, Markus Neteler and Helena Mitasova

GISWIKI zu GRASS: http://giswiki.org/wiki/GRASS

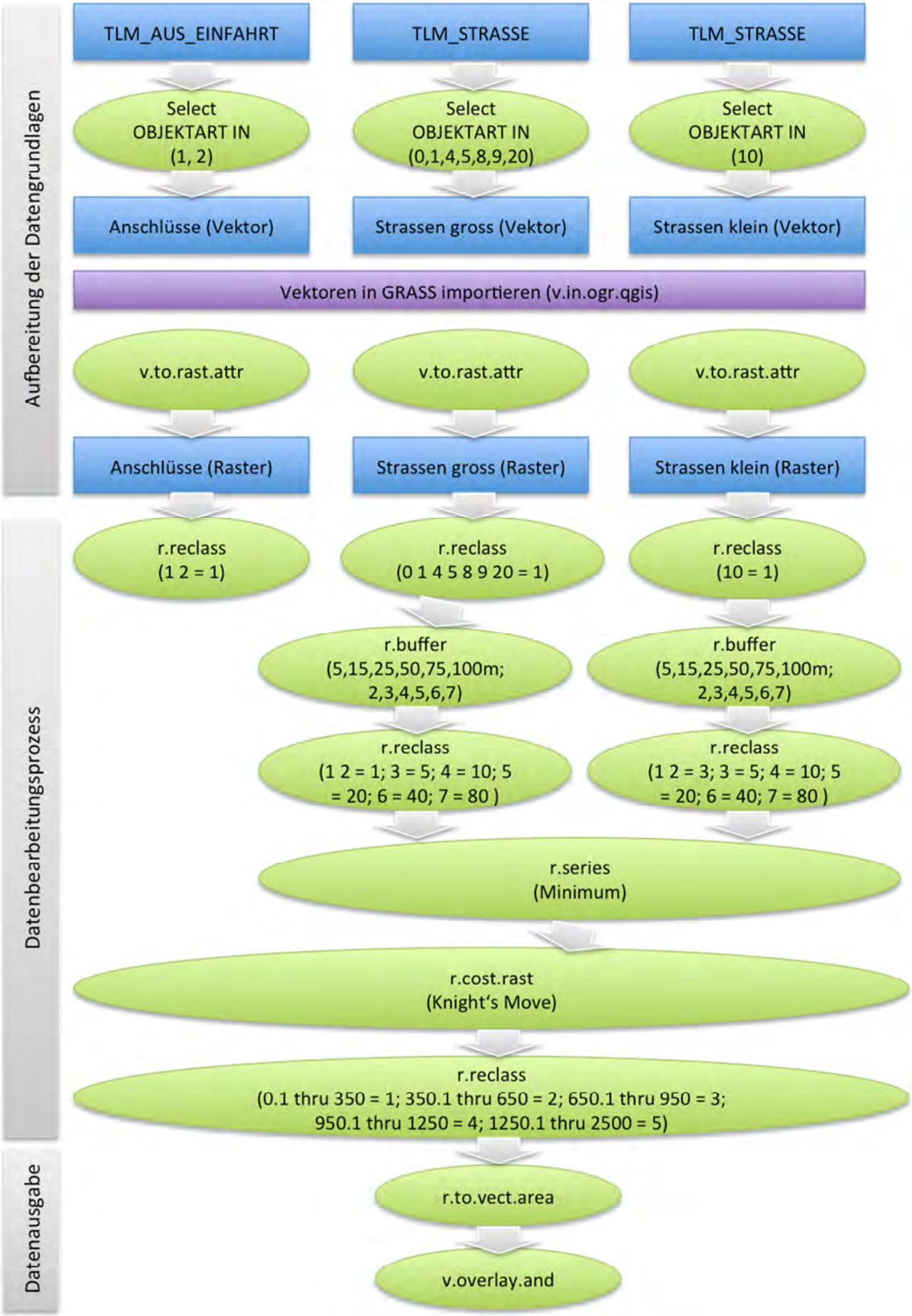
Publikation der Daten in der QGISCloud: https://qgiscloud.com/de/account/sign_up

WMS-Karte für Web-Ansicht mit Metadaten: http://s.geo.admin.ch/62437ae631

GISpunkt HSR Wiki: http://giswiki.hsr.ch/QGIS

Anhang

Prozessmodell



Codes der Datenbearbeitungs-Prozessschritte

r.reclass – Reklassierung der Raster-Grundlagen am Beispiel Strassen gross

```
r.reclass input="r_strgr@Mapset" output="r_strgr_recl" rules="C:/Use\
rs/sf/Desktop/CAS GIS_MIV_Erreichbarkeit/b_Bearbeitungsdaten/recl_st\
rgr.txt"
```

r.buffer – Erstellen eines Puffers um die Strassen gross

Buffer distances:
10,20,40,60,80,100 meters

```
r.buffer input="r_strkl@Mapset" output="r_strkl_buff" distances=10,2\
0,40,60,80,100 units="meters"
```

r.buffer – Erstellen eines Puffers um die Strassen klein

Buffer distances:
10,20,40,60,80,100 meters

```
r.buffer input="r_strkl@Mapset" output="r_strkl_buff" distances=10,2\
0,40,60,80,100 units="meters"
```

r.reclass – Reklassierung von Buffer Strassen gross

```
r.reclass input="r_strgr_buff@Mapset" output="r_strgr_buff_recl" rul\
es="C:/Users/sf/Desktop/CAS GIS_MIV_Erreichbarkeit/b_Bearbeitungsdat\
en/recl_strgr_buff.txt"
```

r.reclass – Reklassierung von Buffer Strassen klein

```
r.reclass input="r_strkl_buff@Mapset" output="r_strkl_buff_recl" rul\
es="C:/Users/sf/Desktop/CAS GIS_MIV_Erreichbarkeit/b_Bearbeitungsdat\
en/recl_strkl_buff.txt"
```

r.series – Zusammenführen von Rasterdatensätzen (Strassen gross und klein)

```
r.series input="r_strgr_buff_recl,r_strkl_buff_recl" output="r_serie\
s" method="minimum"
```

r.cost – Berechnung des Kostenpfads

```
r.cost -k input="r_series@Mapset" output="r_cost" start_rast="r_an@M\
apset" max_cost=0 percent_memory=100
```

r.reclass – Reklassierung der Kostenpfad-Datensatzes

```
r.reclass input="r_cost@Mapset" output="r_cost_recl2" rules="C:/User\
s/sf/Desktop/CAS GIS_MIV_Erreichbarkeit/b_Bearbeitungsdaten/recl_r_c\
ost_flaeche.txt"
```

Daten-CD

Karte zur MIV-Erreichbarkeit