

Studienarbeit

Geologische Karte des Schweizer Nationalparks

Homogenisierung und Generalisierung spezieller Kartierungen im Schweizer Nationalpark

Janett Hanitzsch

Betreuer Technische Universität Dresden

Prof. Dipl.-Phys. Dr.-Ing. habil. Dirk Burghardt

Prof. Eur.-Ing. Dipl.-Geol. Dr.phil.habil. Manfred F. Buchroithner

Betreuer Schweizer Nationalpark

Antonia Eisenhut

Ruedi Haller

Juli 2012

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	3
Ziel der Arbeit	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis	6
Der Schweizer Nationalpark	7
Die geologische Karte des Schweizer Nationalparks 1:50.000	9
Datenbeschaffung	10
Organisation der Daten	12
Laden aller Daten in ein ArcMap-Dokument	12
Homogenisieren der Koordinatensysteme	13
Homogenisieren der Daten auf Grundlage der Doessegger-Karte	16
Gruppen	20
Generalisierung	24
Verwendbare Werkzeuge zum Generalisieren in ArcGIS	26
Außerdem hilfreiche Werkzeuge in ArcGIS um zu Generalisieren	26
Die verwendeten Wertigkeiten für jede Lithologie	28
Variante I	30
Variante II bzw. weitere Möglichkeiten	34
Vorschläge für die Perimeter	36
Ergebnis	37
Beispielkarte	38
Auffälligkeiten	39
Fazit	40
Anhang	43

Aufgabenstellung

Es besteht ein Grundlagendatensatz (Geologische Karte des SNP 1:50'000, Dössegger), welcher die Referenz hinsichtlich Genauigkeit und Informationsgehalt bildet. Er deckt aber leider nicht den benötigten Perimeter ab.

Es existieren verschiedene geologische Kartenblätter der Region in unterschiedlichen Maßstäben und Altern. Diese sind bezüglich der Lithologie einwandfrei, müssen aber hinsichtlich der Stratigraphie neu beurteilt werden (anhand Nomenklatur Dössegger). Derzeit wird abgeklärt, welche dieser Datensätze bereits digital vorliegt, und was noch digitalisiert werden muss.

Der SNP besitzt zudem mehrere Geodatensätze, welche aus einzelnen geologischen, tektonischen, hydrogeologischen, paläontologischen und quartärgeologischen Untersuchungen stammen.

Für einen festgelegten Perimeter sollen diese Datensätze homogenisiert und, wo nötig, weitere hinzugezogen werden. In einem zweiten Schritt würde dann die Symbolisierung anhand geologischer Standards erfolgen.

Ziel der Arbeit

Die Homogenisierung steht bei dieser Arbeit im Vordergrund. Es sollen Stärken und Schwächen, sowie mögliche Arbeitsschritte herausgearbeitet und beurteilt werden.

Die Daten vom Schweizer Nationalpark unterscheiden sich inhaltlich bzgl. Lithologie und Stratigraphie. Je nach Bearbeiter wurden andere Bezeichnungen, welche es zu homogenisieren galt. Das Ergebnis der Homogenisierung sollte eine Datenbank (File-Geodatabase) sein. Mit diesen Daten wäre es möglich, weiterzuarbeiten. Es wäre ratsam, eine Generalisierung durchzuführen, wodurch eine, im Vergleich zur Dössegger-Karte von 1987, aktualisierte geologische Karte erzeugt wird.

Da anfangs der Umfang der Arbeit an den Datensätzen nicht genau abschätzbar war und sich nach und nach Probleme, wie die sehr unterschiedliche Datenstruktur, ergeben haben, konnte nicht genau gesagt werden, inwieweit es zeitlich möglich sein wird, eine Generalisierung durchzuführen. Allerdings wäre eine Weiterverarbeitung der Daten, um letztendlich eine vollständige Karte zu erhalten, sinnvoll.

Eine Probegeneralisierung wurde durchgeführt, um eine Empfehlung zu geben. Diese soll als Beispiel und Versuch angesehen werden und dem Aufzeigen von sinnvollen Vorgehensweisen und Problemen dienen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Schweizer Nationalpark liegt im Kanton Graubünden, im Engadin, im Osten an der Grenze zu Italien (Wikipedia, 2012).....	7
Abbildung 2: Der Schweizer Nationalpark (orange = Grenze) (Schweizerische Nationalparkverwaltung, 2012)	7
Abbildung 3: Differenz zwischen den Bezugsrahmen LV03 und LV95 (Bundesamt für Landestopografie, 2006)	13
Abbildung 4: Workflow, um zu den einzelnen entstandenen Gruppen zu kommen	17
Abbildung 5: Beispiel eines Metadatenatzes, wie er in ArcCatalog erscheint (hier: Hauptdolomit)	18
Abbildung 6: Inhalt der Attributtabelle einer Gruppe (hier: Hauptdolomit)	18
Abbildung 7: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Oberostalpins in Südbünden, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (blau = nicht im Profil, aber in den Kartierungen erfasste Gesteine) (Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, 2008)	20
Abbildung 8: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Unterostalpins in Mittelbünden, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (grau = im Profil aber nicht in den Kartierungen erfasste Formationen, blau = nicht im Profil, aber in den Kartierungen erfasste Formationen) (Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, 2008)	21
Abbildung 9: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Mittelpenninikums in der Ostschweiz, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (grau = im Profil aber nicht in den Kartierungen erfasste Formationen, blau = nicht im Profil, aber in der Kartierung erfasste Formationen).....	22
Abbildung 10: grundsätzliches Vorgehen bei.....	24
Abbildung 11: Übersicht über die Kartierungen und den ungefähren Perimeter der Probegeneralisierung	25
Abbildung 12: kleine, weisse Blitzer zwischen den Kartierungen, welche nicht direkt zugeordnet werden können, auch bei der Generalisierung bleiben diese Flecken erhalten	25
Abbildung 13: viele kleine Flächen, welche unter der Mindestgrösse liegen, dürfen nicht wegfallen, sondern müssen zusammengefasst werden.....	25
Abbildung 14: Zustand vor der Generalisierung (Trockenschuttkegel = grün, Sackungen = pink)....	28
Abbildung 15: Zustand nach der Generalisierung, es sind nur noch Überreste vom Trockenschuttkegel (= grün) übrig, der meiste Teil wird von Sackungen überlagert, auch Alluvionen (= blau) rücken stark in den Vordergrund	28
Abbildung 16: Funktionsweise des Tools 'Nibble' (Esri, ArcGIS Resource Center Desktop 10, 2012), InRas1 ist das Rasterfile, welches aus dem Vektorfile erstellt wurde, Mask_Ras ist das Rasterfile, in welchem die ‚nodata‘-Pixel zu ‚echten‘ NODATA-Pixeln umgewandelt wurden	29
Abbildung 17: 'Polygon-to-Raster'-Funktion im ArcGIS - hier wird nach dem Wertefeld 'formation' gruppiert, dies geschieht mittels der Maximum-Combined-Area-Methode und mit dem Prioritätsfeld 'priori2', nach welchem die Polygone chronologisch nach Wichtigkeit geordnet werden, die Rasterweite beträgt 20 Einheiten	31

Abbildung 18: 'Set Null'-Funktion im ArcGIS mit Zuweisung des NODATA-Status zu den bereits detektierten Flächen, welche zu klein sind und mit ‚nodata‘ in der Spalte ‚formation‘ versehen wurden	31
Abbildung 19: 'Nibble'-Funktion im ArcGIS - "geo-grid" ist das Rasterfile mit allen Formationen, auch mit der NoData-Formation, "geo-grid_0" ist das Rasterfile mit den zu echten NoData-Werten gesetzten Pixeln.....	31
Abbildung 20: Erscheinungsbild nach der Rasterung mittels 'Polygon to Raster'	31
Abbildung 21: Vorher: schwarz = Flächen, die die Mindestgröße unterschreiten und somit generalisiert werden müssen.....	31
Abbildung 22: Nachher: die kleinen schwarzen Flächen wurden zu NODATA gesetzt und mit den vorhandenen mittels Nearest-Neighbor vereint.....	31
Abbildung 23: 'Feature to Point'-Funktion, die optionale Angabe 'Inside' sollte angehakt werden, da nicht der Mittelpunkt, sondern der Schwerpunkt wichtig ist	32
Abbildung 24: 'Smooth Polygon' via Polynomapproximation mit Exponential-Kernel	32
Abbildung 25: 'Smooth Polygon' via Bezier-Interpolation	32
Abbildung 26: vor der Generalisierung, roter Bereich enthält sich überlappende Polygone	33
Abbildung 27: nach einem ungewichteten Generalisierungsschritt mit Mindestgröße von 5000m ²	33
Abbildung 28: nach einem gewichteten Generalisierungsschritt mit Staffelung der Mindestgröße in 1500m ² -Schritten	33
Abbildung 29: kleine Flächen (grün), welche grösstenteils wegfallen würden, wenn Mindestgrösse von 5000m ² angewendet werden würde	34
Abbildung 30: Flächen nach Anwendung von 'Aggregate' (grün).....	34
Abbildung 31: die verschiedenen Perimeter, welche ausgefüllt werden sollten. Je nach Datengrundlage sollte man für jeden Perimeter andere Methoden der Generalisierung anwenden	36
Abbildung 32: geologische/quartäre Polygone vor der Generalisierung.....	37
Abbildung 33: geologische/quartäre Polygone nach der Generalisierung ohne Gewichtung und einer Mindestgröße von 5000m ²	37
Abbildung 34: geologische/quartäre Polygone (ohne Erosion und Karst) nach der Generalisierung mit Gewichtung und Staffelung der Mindestgrösse in 1500m ² -Schritten.....	37
Abbildung 35: Beispielkarte zur Probe und Beurteilung des Aussehens	38
Abbildung 36: fehlerhafte Berechnungen im ArcGIS bei der Rasterkonvertierung der kleinen Flächen	39
Abbildung 37: Nibble berechnet auch für die fehlerhaften Berechnungen neue Pixelwerte mittels Nearest Neighbor, es entstehen teilweise sogar Verschiebungen	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: wissenschaftliche Arbeiten zum Thema 'Geologie', welche für die weitere Bearbeitung verwendet wurden	14
Tabelle 2: Mindestdarstellungsdimensionen sowie Empfehlung für die evtl. zukünftige Karte im Masstab 1:50.000 (Lechthaler & Stadler)	15
Tabelle 3: Auszug aus der nicht beurteilten Bestandsliste aller zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Arbeiten mit möglichen Zuordnungen (gesamte Liste: siehe Anhang)	16
Tabelle 4: Inhalte eines jeden Shapefiles nach der Homogenisierung nach Doessegger.....	19
Tabelle 5: chronostratigraphische Zuordnung aller Polygone	43
Tabelle 6: Übersicht über die Zuordnungen der einzelnen Polygone und Linien (nach Furrer und Schlüchter).....	50

Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis

Lithologie	-	hier als adäquate Bezeichnung zu Petrographie (Unterscheidung der Gesteine aufgrund ihrer Zusammensetzung)
Stratigraphie	-	hier: Bezeichnung des Zeitalters in welchem das betreffende Gestein entstanden sein wird, Einordnung in die Geochronologie
Deckensystem	-	tektonische Decke
Formation	-	kartografisch und lithografisch generalisierte Gesteinseinheit, wie sie in der Karte gut darstellbar ist

SNP	-	Schweizer Nationalpark
GIS	-	Geoinformationssystem
GDI	-	Geodateninfrastruktur
ETH	-	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Der Schweizer Nationalpark

Im östlichen Teil des Kantons Graubünden, im Engadin, liegt der Schweizer Nationalpark (im folgenden SNP genannt). Er ist schweizweit der einzige Nationalpark und mit einer Fläche von etwa 170 km² das grösste Wildnisgebiet. Dabei handelt es sich laut internationaler Naturschutzunion (IUCN) um ein Reservat der Kategorie 1a (höchste Schutzklasse, Wildnisgebiet). Der Park wurde am 1. August 1914 gegründet und ist somit auch der älteste Nationalpark der Alpen und Mitteleuropas.

Das Nationalparkgesetz, welches 1980 erlassen wurde, beschreibt die Aufgabe des Nationalparks wie folgt:

«Der Nationalpark ist ein Reservat, in dem die Natur vor allen menschlichen Eingriffen geschützt und namentlich die gesamte Tier- und Pflanzenwelt ihrer natürlichen Entwicklung überlassen wird.»

Dementsprechend groß ist die Vielfalt an Pflanzen und Tieren im Nationalpark. Darunter zählen Alpentiere wie Gämsen, Hirsche, Murmeltiere sowie unzählige Pflanzen- und Blumenarten. Wer den Nationalpark besucht und bewandert, bekommt so einen guten Eindruck von fast 100 Jahren unberührter Natur.

Zu den Zielen des Nationalparks zählt nicht nur der Schutz der Natur und das Informieren und Sensibilisieren der Bevölkerung für Natur und Nachhaltigkeit, sondern ebenso die Forschung. Die in der Natur ablaufenden Prozesse können dokumentiert und so besser verstanden werden. Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Forschungsbereichen nutzen die unberührte Natur und beobachten die Entwicklung von Arten und die Veränderungen des Lebensraums. Da die ersten Aufzeichnungen bestimmter Gebiete bereits um die 1920er Jahre gemacht wurden, ist der SNP ein attraktiver Forschungsstandort.

(Schweizerische Nationalparkverwaltung, 2012)



Abbildung 1: Der Schweizer Nationalpark liegt im Kanton Graubünden, im Engadin, im Osten an der Grenze zu Italien (2012)



Abbildung 2: Der Schweizer Nationalpark (orange = Grenze) (Schweizerische Nationalparkverwaltung, 2012)

Unter www.parc.ch (PARCS = Protected Areas Research Center for Spatial Information) findet sich ein GIS (Geographisches Informationssystem) und eine GDI (Geodateninfrastruktur) für die beiden Schutzgebiete ‚Schweizer Nationalpark‘ und ‚Wildnispark Zürich‘, zwei der grössten und am besten untersuchten Schutzgebiete der Schweiz (Haller, et al., 2011). Ausserdem ist die GDI die Grundlage für das ‚Netzwerk Schweizer Pärke‘, welches dem Erfahrungsaustausch und der Unterstützung einer gemeinsamen Öffentlichkeitsarbeit zwischen Nationalpark, Naturpärken und Erlebnispärken dient (Netzwerk Schweizer Pärke, 2011).

Innerhalb dieses GIS sind unter dem Menüpunkt ‚Data Centers‘ die jeweiligen GIS der Pärke zu finden. Hier ist auch das ‚SNP Data Center‘ zu finden, über welches man sich über alle wissenschaftlichen Arbeiten am Nationalpark informieren kann. Dabei werden auch zu jeder Arbeit Verweise angezeigt, d.h. ‚Ancestors‘ (= Vorfahren) und ‚Offsprings‘ (=Nachfolger).

Laut der Datenbank des SNP wurde eine der ersten geologischen wissenschaftliche Arbeit im Jahr 1937 von H. Bösch über die Geologie im Nationalpark mit dem Titel „Geologie der zentralen Unterengadiner Dolomiten zwischen Ofenpasshöhe und Val Laschudrua Graubünden“ erstellt.

Aber auch schon vom anfang des 19. Jahrhunderts gibt es geologische Daten. So bspw. die Spezialkarte 72 von Spitz & Dyhrenfurth aus dem Jahre 1915, welche das gesamte Gebiet des SNP abdeckt (Trümpy, et al., 1997).

In den Jahren vor der Jahrhundertwende wurden in der Datenbank des SNP lediglich sieben Arbeiten registriert. In den letzten 12 Jahren sind jedoch einige neue, auch umfänglichere Arbeiten hinzugekommen. Bestand eine Arbeit vor der Jahrhundertwende lediglich aus einer Karte und einer wissenschaftlichen Abhandlung, welches die dazu passenden Erklärungen bereit hält, kommen heute ausserdem noch digitale Daten hinzu, welche mit Programmen wie bspw. ArcGIS noch Jahre später einsehbar und verarbeitbar sind. Die Anzahl der Registrierungen pro Arbeit hat sich ebenso vervielfältigt, nach der Jahrhundertwende gibt es kaum noch Einträge, welche von nur einem Autor stammen. Die meisten neueren Arbeiten bestehen aus einem Paperwork, digitalen Files und evtl. auch einer fertigen Karte.

Man kann sich über dieses Portal über die Arbeiten lediglich informieren, die Unterlagen einer jeden Arbeit sind nicht öffentlich zugänglich. Es ist aber teilweise möglich, sich über die Arbeit durch ein bereitgestelltes Abstract oder gar ein komplettes PDF-File zu informieren. Die Daten selbst (bspw. Shapefiles, digitale Karten,...) sind nur Nationalpark-intern verfügbar.

Die geologische Karte des Schweizer Nationalparks 1:50.000

„**Geologische Karten**, E geological map, ↗thematische Karten, in denen Verbreitung, Lagerung, Altersbeziehungen und andere Merkmale von Gesteinskomplexen wiedergegeben werden, wobei die Darstellung der altersmässigen Verhältnisse im Vordergrund steht. Eine petrographische Charakterisierung der geologischen Bildungen erfolgt in der Regel nur in geologischen Karten grosser ↗Massstäbe. In der Regel zeigen geologische Karten die unter dem Boden (vgl. ↗Bodenkarten) anstehenden Gesteinskomplexe. Manchmal werden die jüngsten Bedeckungen (oft das Quartär, seltener Quartär und Tertiär, gelegentlich auch noch ältere Bedeckungen) nicht mit erfasst. Solche Darstellungen werden als abgedeckte Karten bezeichnet.“ (Bollmann, et al., 2002)

Unter Rudolf Dössegger entstand in den Jahren von 1974 bis 1978 (Revisionen 1983 bis 1986) diese wissenschaftliche Arbeit im Rahmen des Nationalfonds-Projektes (2.019-0.73). Herausgegeben wurde die Karte schliesslich 1987 gemeinsam von der Schweizerischen Geologischen Kommission, der Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparks (WNPK) und der Landeshydrologie und –geologie. Die „Geologische Spezialkarte Nr. 122“ ist heute unter dieser Bezeichnung auch im geologischen Kartenverzeichnis der swisstopo zu finden. Die verfügbaren geologischen Unterlagen waren während der Bearbeitung je nach Alter und Qualität sehr verschieden. Darunter zählen unter anderem drei Karten des geologischen Atlas 1:25.000 (aus den Jahren 1940 (Blatt Nr. 14 *Ardez*), 1948 (Blatt Nr. 20 *Zernez*) sowie 1963 (Blatt Nr. 44 *Scuol/Schuls-Tarasp*)), sowie Karten des Geologischen Instituts der ETH und der Universität Zürich (Trümpy, et al., 1997).

Die Karte von Rudolf Dössegger umfasst nahezu das gesamte Gebiet des SNP (445.545.020m²). Die Kartierungen, welche mir ausserdem zur Verfügung standen, umfassen meist nur ein Gebiet von 7.607.346m² (D. Locher – Val Nuna) sowie von 6.580.260m² (L. Inderbitzin – Macun).

Datenbeschaffung

Die verwendeten Daten sind direkt vom Schweizer Nationalpark in Zernez bezogen worden, da sie über ein Netzwerk nicht zugänglich sind. Für die Datenbeschaffung hatte ich einen dreitägigen Aufenthalt in Zernez, um persönlich mit den Mitarbeitern des Schweizer Nationalparks in Kontakt zu treten. Eine Vorauswahl der zu verwendeten Daten wurde bereits getätigt und die Daten daraufhin übergeben. Es standen mir schliesslich Daten von folgenden Bearbeitern zur Verfügung:

Geologische Kartierung: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2146

Geomorphologische Kartierung: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2147;
http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=253

MA Schvienbacher: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2719

MA Margareth: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=196

MA Inderbitzin: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2059

DA Strasky: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=331

DA Trachsel: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=1127

DA Locher: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=1160

Projekt Vetter: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2056

DA Burki: http://www.parc.ch/mmds/mmds_data_by.php?searchval=30000

DA Clausen: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=1093

DA Pointner: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=1100

DA Stolz: http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=1142

BA Coldebella (Daten noch ausstehend):

http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=2743

BA Werthmüller (Daten noch ausstehend):

http://www.parc.ch/mmds/mmds_fullentry.php?docu_id=3094

Ältere geologische Karten/Geologischer Atlas der Schweiz:

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25:000:

<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/apps/geology/mapindex.html>

Grubenmann, U., Tarnuzzer, C., 1900-1908: Geologische Karte des Unterengadins. 1:50'000

Spitz, A., Dyhrenfurth, G., 1907-1912: Geologische Karte der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanfs und dem Stilfserjoch. 1:50'000

Es wurden nicht nur die geologischen Daten für ein GIS (Shapefiles für Software ArcGIS) überspielt, sondern ein gesamter Ordner einer Arbeit bzw. Kartierung. Dies war notwendig, damit die Dokumentation jedes Projektes vorhanden ist und zusätzliche Daten, wie Tabellen, Fotos und bspw. AML-Dateien, einsehbar und jederzeit für mich verfügbar sind.

Zusätzlich zu den spezifischen Kartierungen, welche bspw. Studenten verschiedener Universitäten in bestimmten kleineren Gebieten Schweizer durchgeführt haben, wurden geologische Karten von swisstopo herangezogen. Dazu gehören folgende Karten:

- Vektordatensätze von Karten im Massstab 1:500.000 (schweizweit):
Geologische Karte der Schweiz:
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/maps/geology/geomaps/gm500.html>
Tektonische Karte der Schweiz:
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/maps/geology/geomaps/tm500.html>

- Pixeldatensätze der geologischen Karte der Schweiz 1:200.000
 - o Blattnr. 4 (St. Gallen – Chur) – Jahr: 1957
 - o Blattnr. 8 (Engadin) – Jahr: 1964

Die Pixelkarten der geologischen Karte der Schweiz 1:200.000 wurden manuell vektorisiert, da die Karten durch die Thematik zu komplex waren, um sie farbseparieren und automatisch vektorisieren zu können. Diese Daten wurden in Betracht gezogen, da ursprünglich ein quadratischer Kartenrahmen, bzw. mehrere kleinere quadratische Kartenrahmen, angedacht waren (siehe Abbildung 31), welche jedoch mit den vorhandenen Daten des SNP nicht über den ganzen Bereich ausgefüllt werden können. Die ‚freien‘ weissen Flächen sollten demnach auch einen geologischen Inhalt bekommen. Da diese Bereiche nicht im Nationalpark liegen, haben sie eine geringere Priorität, als die geologischen Daten im Nationalpark, welche auch in wissenschaftlichen Arbeiten ausführlich und sehr detailreich bearbeitet wurden. Der Bereich um den Nationalpark kann deshalb auch durch eine generalisiertere Darstellung wiedergegeben werden, was aus kartographischer Sicht nicht abwegig ist. In diesem Fall wird das Augenmerk auf einen bestimmten Bereich gesetzt, dieser wird dem Massstab entsprechend detailliert dargestellt, hier das Nationalparkgebiet. Der Bereich um die eigentliche Karte wird durch eine gröbere Darstellung repräsentiert, so dass der gesamte Perimeter ausgefüllt wird und der Benutzer einen ungefähren Eindruck von der Geologie des Gebietes um den Nationalpark herum bekommt.

Des Weiteren stellte der SNP eine gescannte Karte des geologischen Atlas zur Verfügung: das Blatt 424, Zernez. Diese in der geologischen Kommission bei Kümmerly & Frey A.G., Bern, herausgegebene Karte stammt aus dem Jahr 1948, enthält eine Vielzahl an Abbildungen, vor allem Profile, und kleinen Nebenkarten, welche den geologischen Eindruck über das Gebiet verbessern sollen. Diese Karte wurde zwar georeferenziert, um sie im Kartenverband mit darzustellen, eignet sich allerdings nur bedingt für die weitere Arbeit, da es sich um eine Papierkarte mit Stoffrücken handelt und dadurch zwischen den Kartenteilen so grosse Zwischenräume zu finden sind, dass die Genauigkeit leiden würde. Die Vektorisierung dieser Karte wäre nicht notwendig, da durch die spätere Generalisierung eine Menge Details verloren gehen würden. Somit ist es sinnvoller die Geologische Karte 1:200.000 der swisstopo zu vektorisieren und für die weissen Flecken im Perimeter zu verwenden, als mit unverhältnismässigem Aufwand eine detailreiche Karte im

Massstab 1:25.000 zu vektorisieren, um sie aber später wieder zu vergrößern. Ausserdem wird nur ein recht geringer Bereich nordwestlich von Zernez abgedeckt, welcher nicht den gesamten freien Bereich des Perimeters umfasst. Auf die Vektorisierung wird später noch detaillierter eingegangen.

Organisation der Daten

Die Daten wiesen grösstenteils eine ähnliche Organisationsstruktur auf, so dass es recht unkompliziert war, die richtigen Daten und evtl. auch Tabellen und Erklärungen zu finden. Zu Beginn mussten die Daten auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht werden, später wurde dann nach anderen Kriterien gefiltert und die Daten wurden weiter bearbeitet.

Laden aller Daten in ein ArcMap-Dokument

Sämtliche Daten wurden zunächst in ArcMap geladen und daraufhin untersucht, ob sie im Perimeter der zukünftigen Karte liegen, und ob sie Daten enthalten, welche für die geologische Karte verwendet werden können. Falls dies nicht der Fall war, wurden diese Daten ausgeschlossen. Für die weitere Bearbeitung nicht verwendbare Daten sind die folgenden:

- H. Staffelbach – Der Schweizer Nationalpark und das Val Müstair
 - Fehlerhafte Feature-Datasets (konnten nicht geöffnet werden)
- B. Steiner – Hydrogeologie und –geochemie von ausgewählten Quellen im Schweizerischen Nationalpark
 - Keine Shapefiles vorhanden
- R. Trachsel – Quartärgeologische Kartierung der Val dal Spöl
 - ID-Tabellen fehlten, um die Features im Shapefile zu klassifizieren
- V. Bürki (Prof. Chr. Schlüchter) – Quartärgeologische Untersuchungen im SNP
 - Coverages nicht vorhanden
- H. Vetter – Quartär-, Aktuo- und Hydrogeologie im Val dal Spöl
 - Thematisch ungeeignete Daten, da primär Hydrogeologie
- A. Stolz – Murgänge

Für die geologische Karte wurden demnach folgende Datensätze verwendet:

- L. Inderbitzin - Geologie von Macun
- St. Strasky, Chr. Haemmig - Quartär- und Hydrogeologie in der Val Chaschauna
- M. Clausen - Quartär- und Hydrogeologie in der Val Laschadura
- A. Margreth - Quartärgeologische Untersuchungen im Unterengadin
- GMK25 – Geomorphologische Kartierung
- C. Kaegi – Geologische Generalisierung
- D. Gaar - Geologische Kartierung Val Schais
- S. Schwienbacher - Ingenieur- und Quartärgeologische Untersuchung nördlich von Scuol Jonvrai
- D. Locher - Geologie und Petrographie des Val Nuna
- R. Doessegger - Geologische Karte des Schweizerischen Nationalparks 1:50.000
- Swisstopo
- Perimeter der Karten (SNP-intern)

Homogenisieren der Koordinatensysteme

Für die Daten wurde das in der Schweiz aktuelle Koordinatensystem CH1903+LV95 verwendet. Das bisher verwendete Koordinatensystem LV03 wird bis 2016 abgelöst sein. Die Daten aus der Landesvermessung von 1903 (LV03) weisen zwischen Genf und dem Unterengadin systematische Verformungen von maximal 2 – 3m auf (swisstopo, 2009). Der damals entstandene Bezugsrahmen entspricht nun nicht mehr den technischen Möglichkeiten und Messverfahren von heute. Es gibt so bspw. Abweichungen zwischen den Koordinaten des alten Bezugsrahmens und den

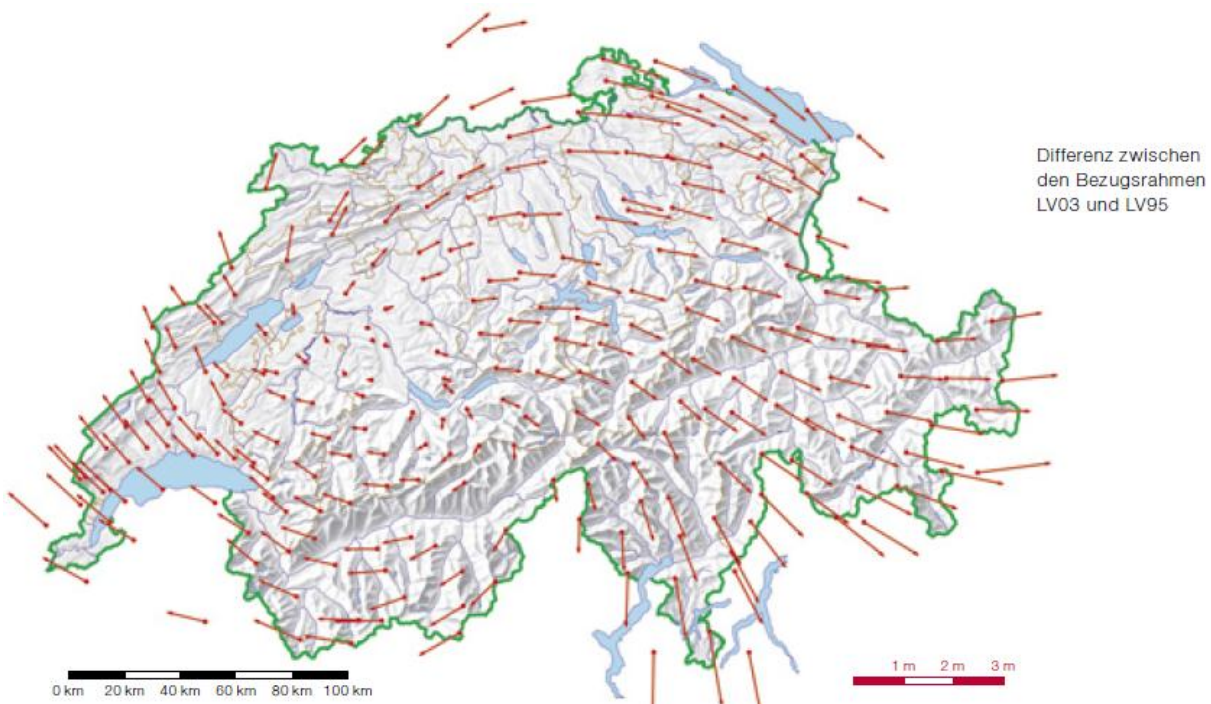


Abbildung 3: Differenz zwischen den Bezugsrahmen LV03 und LV95 (Bundesamt für Landestopografie, 2006)

Koordinaten, welche mit satellitengestützten Verfahren bestimmt wurden. Die genaueren Koordinaten müssen so in den ungenauen Bezugsrahmen LV03 eingepasst werden (Bundesamt für Landestopografie, 2006). Mit dem neuen Bezugsrahmen entsteht ein satellitengestütztes hochgenaues und widerspruchsfreies Grundlagentnetz. Das Bezugssystem und die Kartenprojektion wurden aber beibehalten. Zur besseren Unterscheidung zum alten Bezugsrahmen LV03 wurde der Nullpunkt im LV95 gegenüber den bisherigen Werten um 1 bzw. 2 Million Meter verschoben: E = 2.600.000m und N = 1.200.000m (Vergleich - alter Nullpunkt: y = 600.000 und x = 200.000) (Bundesamt für Landestopografie, 2006).

Weitere Informationen dazu in der Broschüre der swisstopo unter: <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/survey/lv03-lv95/info.parsysrelated1.95203.downloadList.37788.DownloadFile.tmp/broschl95de.pdf>

Die Daten, welche vom Nationalpark bezogen wurden, weisen nicht immer das neue Koordinatensystem LV95 auf, so dass es nun erst zugewiesen werden musste.

Um das Koordinatensystem den Daten zuzuweisen, wurden dazu in ArcGIS folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Laden aller Datensätze in ArcGIS (Layerset hat das Koordinatensystem LV95)
- Klick auf den entsprechenden Layer - Exportieren (mit Auswahl: „Koordinatensystem wie Layerset“)

Nach der Neuzuweisung des Koordinatensystems konnten alle Daten in ein neues ArcMap-Dokument geladen werden, damit ein erster Eindruck der Daten entsteht. Auf den ersten Blick war festzustellen, dass die Kartierungen von Clausen, Locher, Gaar, Inderbitzin, Margreth, Schwienbacher und Strasky/Haemmig einen viel grösseren Detailliertheitsgrad aufwiesen, als die schon vorhandene Karte von Dössegger.

Die Karte von Dössegger (Massstab 1:50.000) gilt nicht nur hinsichtlich der lithologischen Bezeichnungen als Nomenklatur, sondern auch vom Generalisierungsgrad.

Projektbearbeiter	Gebiet	Masstab
A. Margreth	Val Travü / Champatsch	1:5.000
Clausen	Val Laschadura	?
Kägi, Diplomarbeit	Geologische Generalisierung der Doessegger Karte	1:50.000
D. Gaar	Val Schais	?
D. Locher	Val Nuna	1:10.000
R. Dössegger	Gebiet des SNP	1:50.000
GMK25 (geomorphologische Kartierung)	Gebiet des SNP	1:50.000
Inderbitzin	Macun	?
Schwiebacher	Scoul Jonvrai	?
Strasky, Haemmig	Val Chaschauna	1:17.000

Tabelle 1: wissenschaftliche Arbeiten zum Thema 'Geologie', welche für die weitere Bearbeitung verwendet wurden

Im nächsten Sommer (August 2014) feiert der Nationalpark 100-jähriges Bestehen. Zu diesem Anlass werden einige Publikationen erstellt, welche den Nationalpark umfänglich beschreiben. Dazu könnte auch eine geologische Karte zählen. Sollte diese Karte in einem (grossformatigen) Buch erscheinen, würden sich folgende Massstäbe ergeben (zu beachten: die Massstäbe wurden so berechnet, dass die Karte das komplette Papierformat ausfüllt):

A3 (420mm x 297mm): ~ Massstab 1:60.000

A4 (297mm x 210mm): ~ Massstab 1:85.000

Bei einer derartigen Massstabsreduktion würden jedoch die filigran herausgearbeiteten und teilweise wichtigen Details (auch kleinste geologische Flächen von 40m² im Gebiet Macun) der grossmassstäbigen Kartierungen im Vergleich zur Dössegger-Karte, verloren gehen. Jedoch soll gerade diese Detailliertheit erhalten bleiben, wobei diese gleichzeitig zum Generalisierungsgrad der Dössegger-Karte passen sollte.

Um im Kartenverband ein abgerundetes Bild zu erhalten, sollten alle Kartierungen auf der Grundlage der Dössegger-Karte nicht nur inhaltlich, sondern auch äusserlich, d.h. bzgl. der Generalisierung, bearbeitet werden. Insofern ist ein Zielmassstab mit 1:50.000 angesetzt. So entsteht ein sinnvolles Gesamtbild aller Kartierungen.

Es ergeben sich folgende Empfehlungen für die Generalisierung auf 1:50.000:

	Mindestdimension Papier		Mindestdimension Bildschirm	
	Empfehlung	1:50.000	Empfehlung	1:50.000
Strichstärke	0,1 mm	5 m	0,4 mm	20 m
Linienabstand	0,2 mm	10 m	0,8 mm	40 m
Quadrat, voll	0,3 mm	15 m	1,1 mm	55 m
Kreisscheibe, voll	0,4 mm	20 m	1,5 mm	75 m
Rechteck, voll	0,3 mm x 0,6 mm	450 m ²	1,1 mm x 2,3 mm	6325 m ²
Schrift horizontal	1,9 mm	95 m	3,8 mm	190 m
Schrift gebogen	2,6 mm	130 m	5,3 mm	265 m

Tabelle 2: Mindestdarstellungsdimensionen sowie Empfehlung für die evtl. zukünftige Karte im Massstab 1:50.000 (Lechthaler, et al.)

Homogenisieren der Daten auf Grundlage der Doessegger-Karte

Auf Grundlage der geologischen Karte von R. Dössegger aus dem Jahr 1987 wurde versucht, die Daten der Kartierungen zu Gesteins-/Formationsgruppen der Dössegger-Karte zuzuordnen. Dies war nicht immer eindeutig bzw. verlangte auch nach einer Beurteilung durch Experten.

Bearbeiter	Layer	File-Art	lithologische Zuordnung Doessegger	Stratigraphische Zuordnung Doessegger	Bemerkungen
D. Gaar	Blockschutt	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	
	Dolomit	Polygon	Hauptdolomit	Oberostalpin	
	Gehängeschutt	Polygon	Gehängeschutt	Quartär	
	Gips	Polygon	<i>Gips – Zuordnung?</i>	Oberostalpin	Stratigraphie?
	Gips vermutet	Polygon	<i>Gips – Zuordnung?</i>	Oberostalpin	Stratigraphie?
	Kristalline Quetschzonen	Polygon	<i>Kristalline Quetschzone – Zuordnung?</i>	Oberostalpin	Stratigraphie?
	Mu-Kfsp-Alb-Gneis	Polygon	Orthogneis	Oberostalpin	
	Rauhwanke	Polygon	Raibler Rauhwanke	Oberostalpin	
	Schuttkegel	Polygon	Schuttkegel	Quartär	
	Verruccano	Polygon	Chazforà-Formation	Oberostalpin	
	Verruccano vermutet	Polygon	Chazforà-Formation	Oberostalpin	
	Zweiglimmer-Plag-Gneis	Polygon	<i>Paragneise, Mischgneise?</i>	Oberostalpin	
	Zweiglimmer-Plag-Gneis vermutet	Polygon	<i>Paragneise, Mischgneise?</i>	Oberostalpin	
	Dunkelgrüne Chloritschiefer	Polygon	<i>Zuordnung?</i>	Oberostalpin	Stratigraphie?
	Grüne Sericit-Chlorit-Schiefer	Polygon	<i>Zuordnung?</i>	Oberostalpin	Stratigraphie?
	Grüner Biotitgneis	Polygon	Orthogneis	Oberostalpin	
	human impact – Akkumulation	Polygon	Akkumulation	Quartär	
	Human impact – Erosion	Polygon	Erosion	Quartär	
	Gehängeschutt	Polygon	Gehängeschutt		
	Nasser Gehängeschutt	Polygon	Gehängeschutt		

Tabelle 3: Auszug aus der nicht beurteilten Bestandsliste aller zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Arbeiten mit möglichen Zuordnungen (gesamte Liste: siehe Anhang)

Diese hier erwähnte Liste wurde von Herrn Dr. Heinz Furrer (Paläontologisches Institut und Museum, Universität Zürich), sowie von Prof. Christian Schlüchter (Universität Bern, Institute of Geological Sciences) begutachtet, korrigiert und ergänzt. Somit war es nun möglich, die unterschiedlichen Gesteine homogenen Gruppen zuzuweisen. Daraufhin können nun die verschiedenen Ursprungsdatensätze aufgespalten und neu geordnet werden, so dass sich ein Layerset ergibt, welchem eine homogene Datenbank hinterlegt ist.

Bevor mit den Datensätzen, welche sich für die geologische Karte eignen, weitergearbeitet wurde, bekamen alle Datensätze ihre speziellen Metadaten zugeordnet. Nach den Informationen des ‚SNP Data Centers‘ (<http://www.parc.ch/mmds/search.php>) konnten diese meist vorhandenen Metadatenlücken gefüllt werden. Nun konnte mit den Daten weitergearbeitet werden, denn auch wenn diese aufgesplittert werden, behalten sie die Metadaten des Ursprungsdatensatzes.

Anschliessend wurden die Attributtabelle jedes Datensatzes mit fünf neuen Spalten ergänzt: ‚Lithologie‘ (falls nicht schon vorhanden bzw. Abkürzungen oder ID’s verwendet wurden), ‚Formation‘ (Bezeichnung nach Doessegger/Furrer/Schlüchter), ‚Deckensystem‘ (Oberostalpin, Penninikum, ...), ‚Bearbeiter‘ sowie ‚Jahr‘. Danach konnten alle Daten aufgeführt und eindeutig zugeordnet werden.

Nach der erfolgreichen Zuordnung und Zugabe der Metadaten konnten die zukünftigen Gruppen erstellt werden und die Datensätze, welche den Gruppen zukünftig zugehörig sein sollten, selektiert werden.

Ein Grossteil der Ursprungsdatasets bestanden aus nur einem Shapefile, welchem eine Attributtabelle mit allen Lithologien hinterlegt war. Dieses Shapefile musste zunächst in die verschiedenen Lithologien bzw. Gruppen aufgesplittet werden, welche später entstehen sollten. Dazu wurden die entsprechenden Features selektiert und exportiert (zu Shapefiles wie in Abbildung 4 in der Mitte zu sehen ist). So konnten dann mittels der Funktion ‚Merge‘ (Data Management – General) im ArcGIS gleiche Shapefiles (bspw. alle Shapefiles, welche Features Hauptdolomit repräsentieren) zusammengefasst werden zu einem einzigen Shapefile, welches eine Lithologie beinhaltet. So sind im Shapefile ‚hauptdolomit‘ alle Features eines jeden Bearbeiters zu finden, welche Gesteine enthalten, die zum Hauptdolomit gezählt werden können.

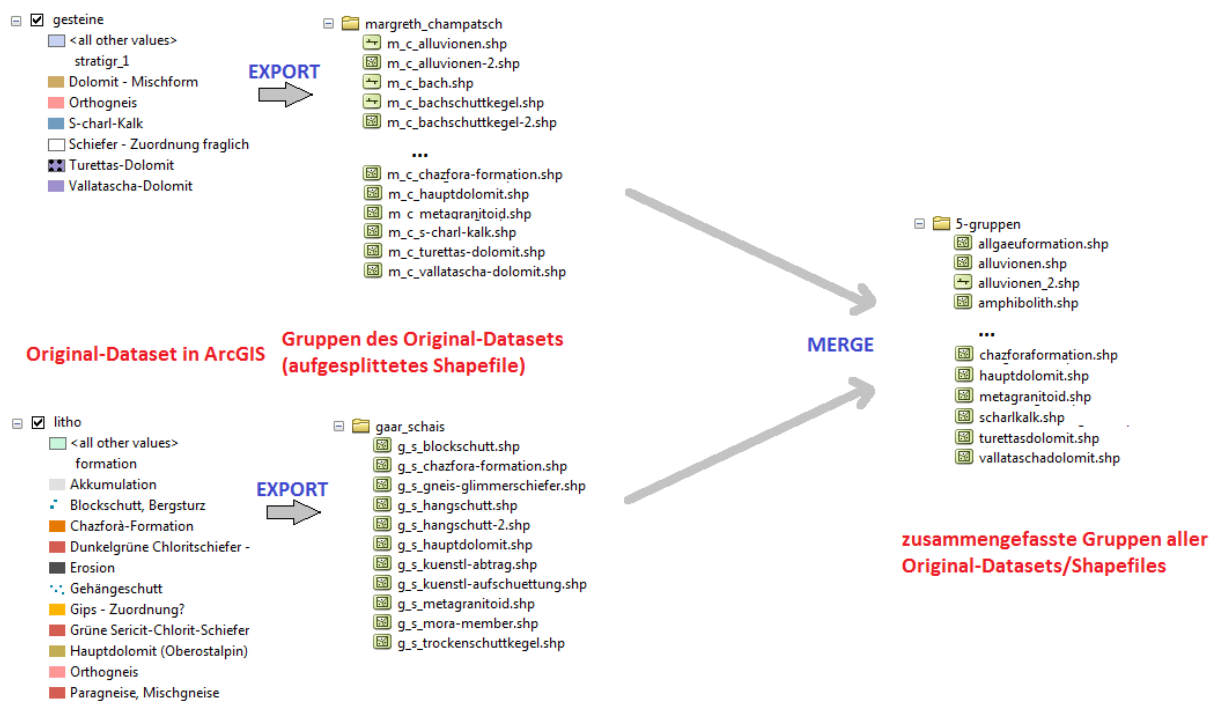


Abbildung 4: Workflow, um zu den einzelnen entstandenen Gruppen zu kommen

Die Metadaten der ‚getrennten‘ Datensätze gehen beim ‚Merging‘ verloren. Bei diesem Vorgang werden Daten unterschiedlicher Quellen zusammengefasst, so dass ein völlig neuer Datensatz entsteht, welcher separate Metadaten erhalten muss. Die Shapes haben jeweils einen Hinweis auf die Autoren erhalten, so dass es gerade auch für interne Zwecke im SNP nachvollziehbar bleibt, von welchen Autoren die Inhalte stammen.

hauptdolomit
Shapefile

Thumbnail Not Available

Tags
Geomorphologie, Gesteine, Hydrogeologie, Quartär, Geologie

Summary
There is no summary for this item.

Description
Hauptdolomit-Formation

Credits
Stefan Strasky, Christian Haemmig, 2003; Marcel Clausen, 2004; R. Doessegger, 1987; Dorian Gaar, 2008; Annina Margreth, 2004

Access and use limitations
There are no access and use limitations for this item.

Abbildung 5: Beispiel eines Metadatenatzes, wie er in ArcCatalog erscheint (hier: Hauptdolomit)

In ArcMap/ArcInfo kann noch direkt nachvollzogen werden, welches Feature von welchem Bearbeiter stammt, da in der Attributtabelle die Spalten ‚Bearbeiter‘ und ‚Jahr‘ darüber genau Auskunft geben.

rap	lithologie	BESCHREIBU	bearbeiter	jahr
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Diavel-FORMATION	Wechsel von duennplattigen und grobgeb	R. Doessegger	1987
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
	Dolomit		Stefan Strasky, Christian Haem	2003
ite Trias	Dolomit		Dorian Gaar	2008
ite Trias	Dolomit		Dorian Gaar	2008
ite Trias	Dolomit		Dorian Gaar	2008
ite Trias	Dolomit		Dorian Gaar	2008
ite Trias	Dolomit		Dorian Gaar	2008
en)	Dolomit		Annina Margreth	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004
(Norien)	Hauptdolomit		Marcel Clausen	2004

Abbildung 6: Inhalt der Attributtabelle einer Gruppe (hier: Hauptdolomit)

Die Angaben der einzelnen Datensätze wurden aufeinander angepasst und bereits dadurch semantisch stark generalisiert und homogenisiert. Um alle Datensätze auf einen Nenner zu bringen, so dass alle Features eine sinnvolle Beschreibung haben, beschränken sich die Angaben lediglich auf folgende:

Tabelle 4: Inhalte eines jeden Shapefiles nach der Homogenisierung nach Doessegger

OBJECTID	eindeutige Kennung der Datensätze in Tabellen/Attributtabelle von Layern (i.d.R. OID, ObjectID oder FID (Feature-ID) genannt)
Shape	Geometrie des Features (Punkt, Linie oder Polygon)
Formation	kleinstes lithostratigraphisches Element
Deckensystem	tektonische Einheiten der Alpen
Stratigraphie	chronostratigraphische Einordnung
Lithologie	Petrographie i.e.S., Unterscheidung der einzelnen Gesteine bzgl. deren Zusammensetzung
Beschreibung	eventuell vorhandene nähere lithologische Bezeichnungen
Bearbeiter	Bearbeiter, Urheber bzw. Herausgeber der Features
Jahr	Alter der Daten, Entstehungs-/Herausgabedatum

Wie bereits erwähnt, wurde die geologische Karte der swisstopo im Maßstab 1:200.000 herangezogen, um die weissen Flächen im Perimeter zu füllen. Da es diese Karten nur als Pixeldaten zu erwerben gibt, habe ich die Karten in ArcGIS hineingeladen. Sie mussten nicht mehr georeferenziert werden, ein World-File lag der TIFF-Datei bei, jedoch musste jede Form vektorisiert werden. Mithilfe der beiliegenden Legende und der geologischen Karte im Maßstab 1:500.000, ebenfalls von swisstopo, jedoch als Vektorkarte vorhanden, konnte ich die Lithologien der verschiedenen Gesteine herausfinden und diese den richtigen Gruppen zuordnen.

Wie in Tabelle 4 beschrieben, bekamen auch die vektorisierten Features der geologischen Karte 1:200.000 diese Form der Metadaten zugewiesen. Das daraus entstandene Shapefile kann den eigentlichen Kartierungen und geologischen Daten im ArcGIS hinterlegt und bspw. transparent geschaltet werden. So erhält die geologische Karte ein ganz anderes Erscheinungsbild, wenn die ganze Fläche des Perimeters ausgefüllt ist, als wenn die geologischen Daten als Inselkarte dargestellt werden.

Gruppen

Zur Homogenisierung wurde zusätzlich eine Übersicht über Stratigraphie und den jeweiligen Gesteinen herangezogen. Diese stammt von der Webseite der NAGRA, ein Unternehmen, welches sich mit der sicheren Entsorgung von radioaktiven Abfällen beschäftigt. Diese sehr detaillierte Übersicht gibt für jedes Deckensystem und nahezu jeder Region in der Schweiz Auskunft über die Stratigraphie und die jeweilige Lithologie und ihren Variationen.

Folgende Gruppen haben sich aus der Datenhomogenisierung ergeben (Auszüge aus dem Bericht der NAGRA – weitere Informationen und das Dokument: http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/83220/s_name/shopproductdetail1/s_element/142590/s_vel/10190/s_product/20804/searchkey/ntb%2008-04):

25: Sammelprofil Oberostalpin in Südbünden

Ortler-Decke im Nationalpark (mit Hinweisen auf S-charl- und Quattervals-Decken).

Aus Jordan (2007a), verkleinert und leicht modifiziert. Quellennachweis in Jordan (2007a).

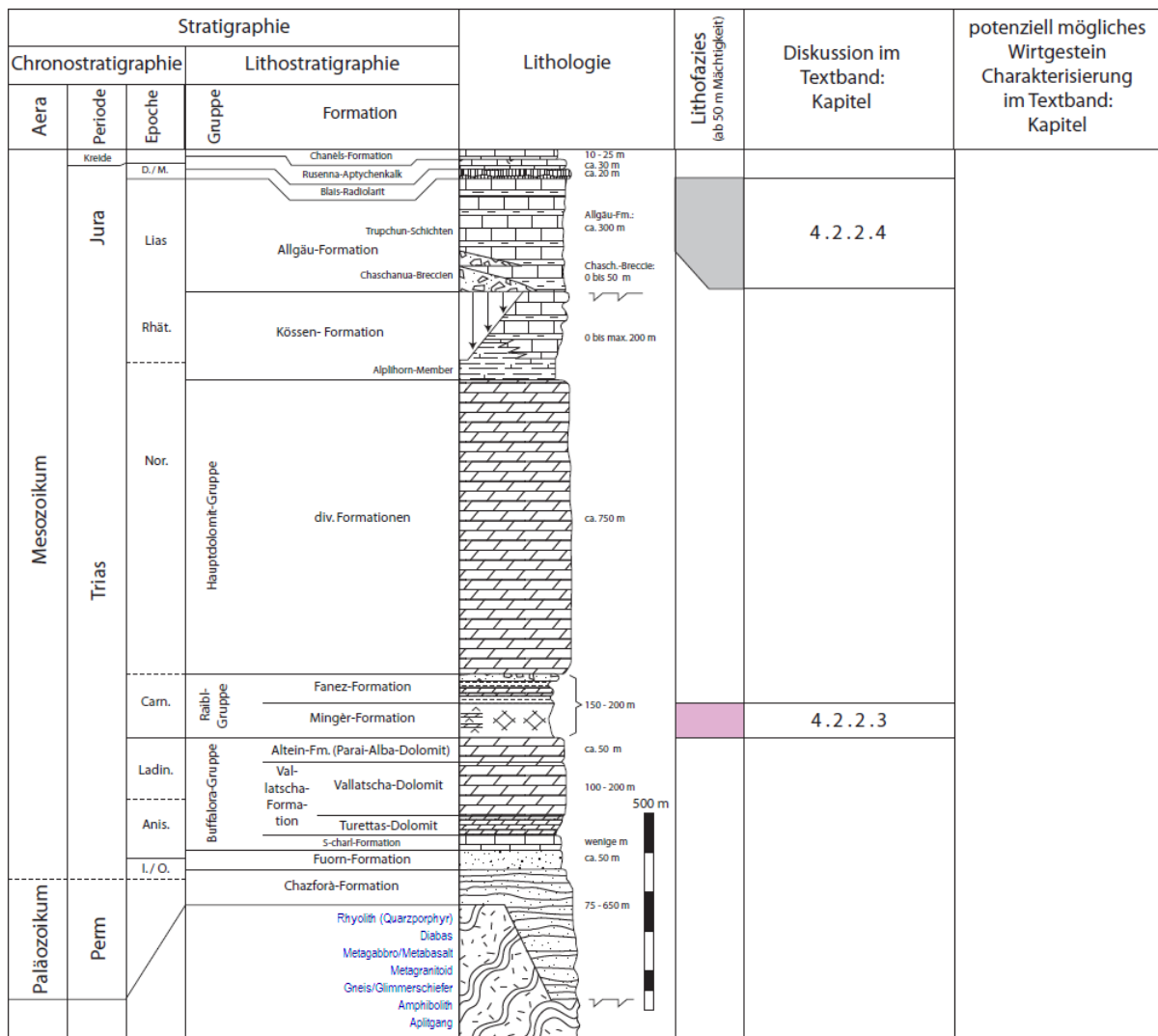


Abbildung 7: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Oberostalpins in Südbünden, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (blau = nicht im Profil, aber in den Kartierungen erfasste Gesteine) (Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, 2008)

23: Sammelprofil Unterostalpin in Mittelbünden Err-, Bernina- und Ela-Decken.

Aus Jordan (2007a), verkleinert und leicht modifiziert. Quellennachweis in Jordan (2007a).

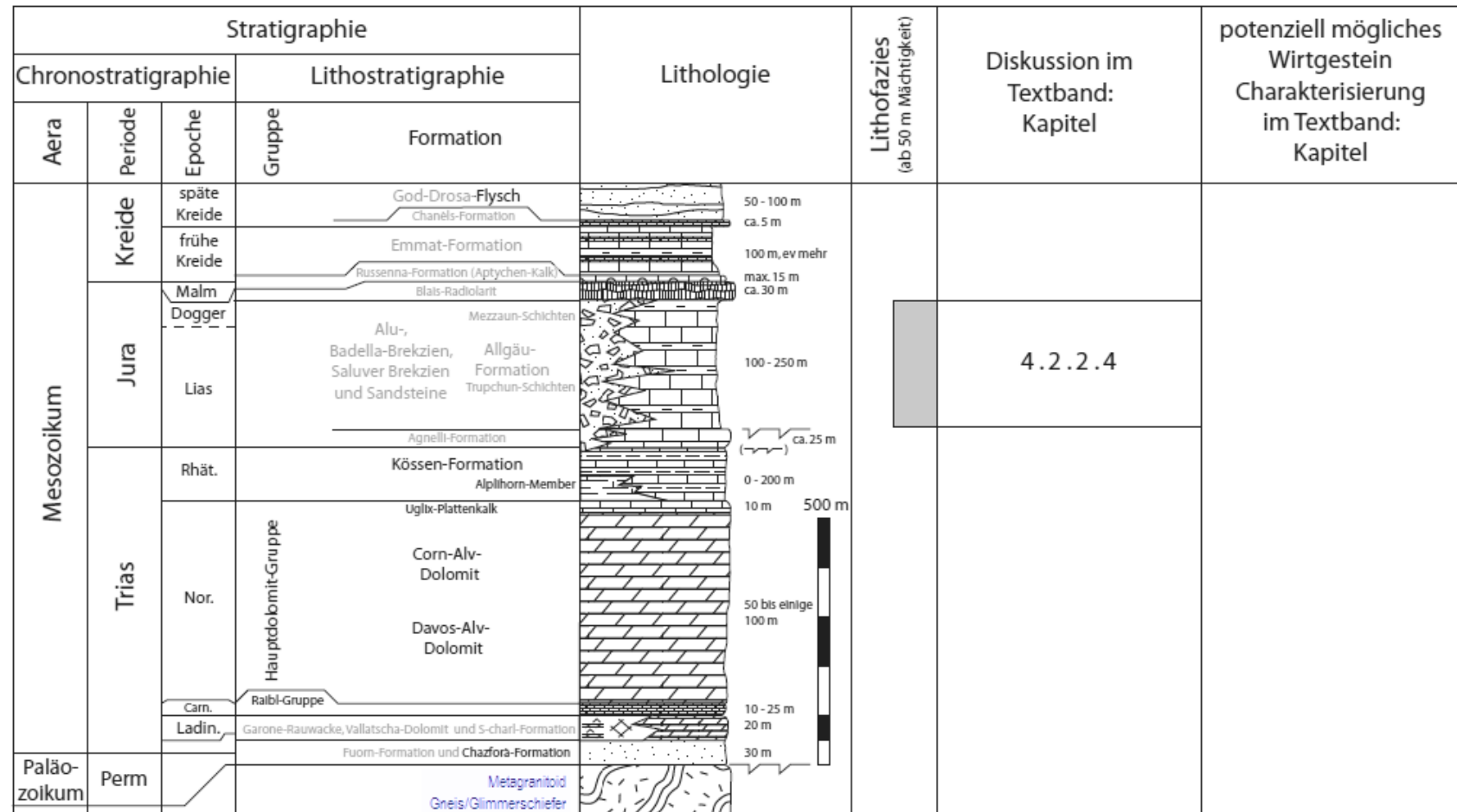


Abbildung 8: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Unterostalpins in Mittelbünden, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (grau = im Profil aber nicht in den Kartierungen erfasste Formationen, blau = nicht im Profil, aber in den Kartierungen erfasste Formationen) (Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, 2008)

21: Sammelprofil Mittelpenninikum der Ostschweiz Falknis-Decke.

Aus Jordan (2007a), verkleinert und leicht modifiziert. Quellennachweis in Jordan (2007a).

Stratigraphie					Lithologie	Lithofazies (ab 50 m Mächtigkeit)	Diskussion im Textband: Kapitel	potenziell mögliches Wirtgestein Charakterisierung im Textband: Kapitel	
Chronostratigraphie			Lithostratigraphie						
Aera	Periode	Epoche	Gruppe	Formation					
Känozoikum	Tertiär (Paleogen)	Eozän		Wildflysch Flysch	100 - 150 m				
		Paläozän		Globorotalien-Schichten					
Mesozoikum	Kreide	späte Kreide		Couches rouges (Chanel-Formation)	ca. 100 m		4.2.2.15		
				'Gault Flysch'	ca. 100 m				
		frühe Kreide		Tristel-Formation	ca. 50 m				
				'Neocom-Flysch' (Frühe Kreide)	ca. 200 m				
				Jes-Formation	ca. 125 m				
	Jura	Malm		Falknisbrekzien-Formation	ca. 200 m	500 m			
				Salanda-Formation	ca. 100 m				
				Panier-Formation	ca. 100 m				
		Uias/Dogger							
		?	?		?				
	Trias			(Raib-Gruppe) Dolomit, dolomittischer Mergel					
				Metagranitoid					

Abbildung 9: Übersicht über die stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse des Mittelpenninikums in der Ostschweiz, sowie den Formationen, welche mit erfasst wurden (grau = im Profil aber nicht in den Kartierungen erfasste Formationen, blau = nicht im Profil, aber in der Kartierung erfasste Formationen)

Die Darstellung des Sammelprofils ist im Bericht der NAGRA für die Region Ostschweiz leider nicht verfügbar, jedoch ist jenes für die Region Westschweiz vorhanden. Daraus kann man schliessen, dass zu den höheren penninischen Schichten vor allem verschiedene Flysche zählen. In den älteren Schichten des höheren Penninikums finden sich kristalline Gesteine. Im Falle der Ostschweiz bzw. in unseren Kartierungen sind diesbezüglich metaultrabasische Gesteine aus dem Jura und der Kreide, sowie Gneise und Glimmerschiefer aus dem Präperm aufgeführt.

Gerade in den höheren penninischen Schichten ist in unserem Beispiel zu sehen, dass es einige Lücken in der geologischen Erdgeschichte gibt. Speziell im höheren Penninikum gab es kaum Informationen über Profile, oder in diesem Deckensystem ausserdem vorkommende Gesteine. Die geologische Karte im Massstab 1:50.000 von R. Dössegger beschreibt im höheren penninischen Deckensystem ebenso lediglich Flysch, sowie kristalline und metamorphe Gesteine (hier: Serpentin und Ophicalcit, Glimmergneis).

Generalisierung

Um zu demonstrieren wie eine derartige Generalisierung aussehen könnte, bzw. um zu zeigen, mit welchen Schritten man zu einem zufriedenstellenden Ergebnis kommen könnte, wurde eine Beispielregion ausgewählt, in welcher drei Kartierungen unmittelbar aneinander liegen. Gerade an so einem Beispiel kann man Handlungsschritte gut beschreiben und möglicherweise auftretende Probleme gut darstellen.

„ Die **kartographische Generalisierung**, E cartographic generalization, umfasst Theorien, Methoden und Verfahren zur Reduzierung und Verallgemeinerung von kartographischen Informationen. Im Prozess der Generalisierung werden dabei aus einer Informationsmenge, die aus der Realität abgeleitet wird oder die in Form von Geodaten bzw. als Kartenzeichen vorliegt, bestimmte Teilmengen ausgewählt, zur Bildung von übergeordneten Einheiten zusammengefasst oder durch allgemeinere bzw. abstraktere Informationen ersetzt. Die Generalisierung verfolgt dabei das Ziel, die transformierten Informationen maßstabsbedingt einer größenreduzierten Kartenfläche anzupassen oder sie vereinfacht bzw. fragestellungsorientiert in digitaler oder graphischer Form z. B. im Rahmen von Geoinformationssystemen zur Verfügung zu stellen.

Elementarer Vorgang	Darstellung in der		
	Ausgangskarte	neuen Karte	
	Maßstab der		
	Ausgangskarte	neuen Karte	
Rein geometrische Generalisierung			
1 Vereinfachen			-
2 Vergrößern (vor allem Verbreitern)			=
3 Verdrängen (Folge von 2)			≠
Geometrisch-begriffliche Generalisierung			
4 Zusammenfassen			+
5 Auswählen (bzw. Fortlassen)			⊖
6 Klassifizieren bzw. Typisieren (einschließlich Umwandeln in Signaturen)			↔
7 Bewerten (z. B. Betonen)			+

Quelle: Günter Hake: Kartographie I, 5. Auflage, de Gruyter, Berlin 1975

Die kartographische Generalisierung ist vor allem im Zusammenhang mit den Maßstabsreihen der topographischen Landeskartenwerke systematisch untersucht und entwickelt worden. Dabei wurden aus Karten mit relativ großem Maßstab (Ausgangsmaßstab) Abbildungsstrukturen für Karten mit kleinerem Maßstab (Folgemmaßstab) abgeleitet. Zur Zeit wird die kartographische Generalisierung vor allem im Zusammenhang mit der Verarbeitung von digitalen Karten und graphischen Karten in Informationssystemen bzw. am Bildschirm untersucht und weiterentwickelt (rechnergestützte Generalisierung, Modell-generalisierung).“

(Bollmann, et al., 2002)

kartographischer Generalisierung

Abbildung 10: grundsätzliches Vorgehen bei

Wie schon beschrieben sind bei einer Generalisierung u.a. auch Mindestgrößen entscheidend. Das menschliche Auge ist nur bis zu einem bestimmten Mass in der Lage, zwei direkt nebeneinanderliegende Punkte getrennt voneinander wahrzunehmen. Sind die dargestellten Flächen also zu klein gewählt, werden sie als undefinierbarer Punkt wahrgenommen und sie können nicht mehr zugeordnet werden. Daraufhin müssen die Flächen vergrößert, miteinander verschmolzen oder entfernt werden. Die Karte sollte also die Inhalte so darstellen, dass sie richtig wahrnehmbar und eindeutig erkennbar sind.

In unserem Beispiel werden die Inhalte der geologisch-geomorphologischen Kartierung von L. Inderbitzin im Bereich Macun, der geologisch-petrographischen Kartierung von D. Locher des Val Nuna, sowie die geologische Karte von Dössegger des gesamten Nationalparkgebietes herangezogen. Hier gibt es auch kleine Bereiche, welche von zwei Kartierungen abgedeckt werden, es überlagern sich also mehrere Polygone. Zur geologischen Karte von Dössegger gehören geologische und quartäre Elemente, genauso wie bei den Shapes von D. Locher des Val Nuna und den Shapes von L. Inderbitzin des Macun es der Fall ist.

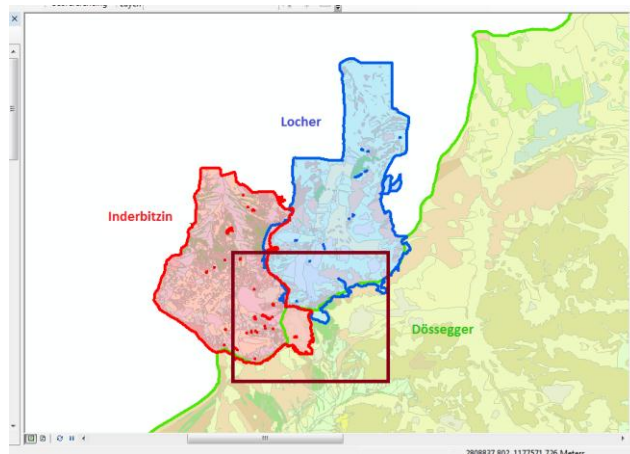


Abbildung 11: Übersicht über die Kartierungen und den ungefähren Perimeter der Probegeneralisierung

Folgender Zustand ist vor der Generalisierung festzustellen:

- Unterschiedliche Masstäbe:
 - R. Doessegger 1:50.000
 - D. Locher 1:10.000
 - L. Inderbitzin keine Angaben, etwa 1:5000 oder grösser
- Wegen der unterschiedlichen Masstäbe unterschiedlicher Detailreichtum
- Überlagerung von zwei gleichen Lithologien → Verschnitt der Shapes
- Kleine Bereiche, welche von keiner der Kartierungen erfasst wurden (Abbildung 12)
- Überlagerung von zwei Kartierungen, wobei sich jedoch unterschiedliche Gesteine überlagern → Gewichtete Rasterung bzw. manuelle Bearbeitung nötig

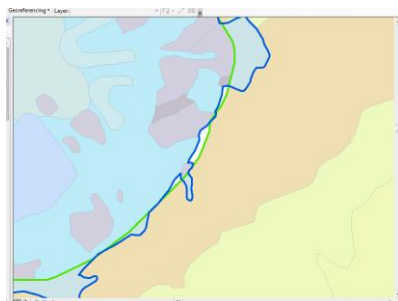


Abbildung 12: kleine, weiße Blitzer zwischen den Kartierungen, welche nicht direkt zugeordnet werden können, auch bei der Generalisierung bleiben diese Flecken erhalten

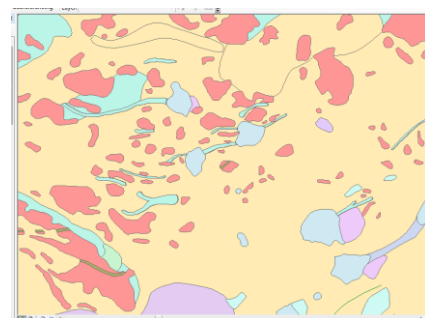


Abbildung 13: viele kleine Flächen, welche unter der Mindestgröße liegen, dürfen nicht wegfallen, sondern müssen zusammengefasst werden

Der homogenisierte Datensatz beinhaltet geologische als auch quartäre Elemente. Da es sich bei der Karte aber primär um eine geologische und nicht um eine geologisch-geomorphologische Kartierung handelt, werden die quartären Elemente eher in den Hintergrund gerückt.

Für die schnelle und flächendeckende Generalisierung bietet ArcGIS einige Werkzeuge an, welche nun näher betrachtet werden sollen. Es bietet sich an, sich vorher die bereitgestellten Werkzeuge näher anzuschauen und danach zu entscheiden, in welcher Reihenfolge man diese auf die Datensätze anwendet.

Verwendbare Werkzeuge zum Generalisieren in ArcGIS

Smooth Polygon (Cartography Tools – Generalization)	→ Vereinfachung
Aggregate (Cartography Tools – Generalization)	Aggregation zu neuen Features, wenn sie in einer bestimmten Entfernung liegen
Polygon to Line/Point (Data Management – Features)	Reduktion eines Polygons zu einer Linie oder einem Punkt
Eliminate (Data Management – Generalization)	entfernt Splitterpolygone und Blitzer
Eliminate Polygon Part (Data Management – Generalization)	entfernt Polygon-Teile, welche unter einer Mindestgröße liegen
Simplify Polygon (Cartography Tools – Generalization)	Hier BEND-SIMPLIFY einsetzen, die Form bleibt erhalten, sonst werden kleine Flächen durch Punkte ersetzt bzw. eliminiert
Dissolve (Data Management – Generalization)	fasst gleiche sich überlagernde Teile zusammen
Set Null (Spatial Analyst – Conditional)	setzt bestimmte Zellen eines Rasterdatensatzes zu NoData-Zellen
Nibble (Spatial Analyst – Generalization)	ersetzt Zellen des Rasters nach einer Maske mit den Werten der nächsten Nachbarn

Außerdem hilfreiche Werkzeuge in ArcGIS um zu Generalisieren

Polygon to Raster (Conversion – To Raster) –	Konvertiert ein Vektor-/Shape-File zu einem Rasterfile
Feature to Polygon (Data Management – Features)	Konvertiert ein Rasterfile in ein Vektor-/Shape-File
Feature to Point (Data Management – Features)	Reduziert Polygone auf einen Punkt
Smooth Polygon (Cartography – Generalization)	Glättet Polygone mittels Polynomapproximation bzw. Bezier-Interpolation
Simplify Polygon (Cartography – Generalization)	Vereinfacht Polygone, indem überflüssige Formen entfernt werden, aber die ursprüngliche Form erhalten bleibt
Repair Geometry (Data Management – Features)	Repariert fehlerhafte Stellen in der Geometrie von Features, damit Fehler wie in Abbildung 36 nicht entstehen

Alex Smirnoff, Serge J. Paradis und Ruth Boivin haben in ihrer wissenschaftlichen Arbeit (Smirnoff, et al., 2007) das Generalisieren von Bodenkarten untersucht. Sie gehen auch genau auf die Möglichkeiten in ArcGIS ein und haben einen Workflow erarbeitet, welchen ich mir nachfolgend zunutze mache: Das Generalisierungsprinzip besteht darin, dass zu kleine Flächen eliminiert werden sollen und anschliessend durch einen Wechsel von Rasterung und Vektorisierung die Polygone generalisiert. Es werden also die Vektoren auf zu kleine Flächen hin untersucht.

Polygon to Raster: Die Reihenfolge während der Verarbeitung der sich überlagernden Polygone ändert sich: jenes Polygon, welches im Vektormodus ganz unten liegt, wird im Rastermodus ganz oben gezeichnet. Die Reihenfolge wird durch die automatisch vergebene FID bestimmt. Man kann die Reihenfolge jedoch auch beeinflussen. In der Funktion ‚**Polygon to Raster**‘ gibt es die Möglichkeit, einen Prioritätenwert mit verrechnen zu lassen. Dieser muss vorher in einer zusätzlichen Spalte in der Attributtabelle angegeben werden. Je kleiner der Wert, desto weniger wichtig ist eine Fläche. Wenn sich mehrere Polygone mit dem gleichen Wert überlagern, gibt es drei Möglichkeiten der Wertzuweisung:

CELL_CENTER – der Pixelwert, welcher in der Mitte liegt wird gewählt

MAXIMUM_AREA – der Pixelwert, welcher den größten Flächenanteil am Zielpixel hat, wird gewählt

MAXIMUM_COMBINED_AREA – der Pixelwert, welcher den größten Gesamtflächenanteil am Zielpixel hat, wird gewählt

Überlagern sich jedoch Flächen mit der gleichen Wertigkeit, wird jenes bevorzugt behandelt, welches im Alphabet weiter vorn steht, so geschehen bei den quartären Elementen, welche alle eine Wertigkeit von 0.001002 (=1/998) erhalten haben (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15: Alluvionen (blau) liegen plötzlich ganz oben, ‚erscheinen‘ quasi aus dem Nichts, Trockenschuttkegel (grün) liegen unter Sackungen (blau)). . Eine weitere Überlegung wäre deswegen, auch die quartären Elemente nach Wichtigkeit zu sortieren und danach die Generalisierung durchzuführen. Jedoch muss dies nachträglich noch mit einem Quartärgeologen abgeklärt werden.

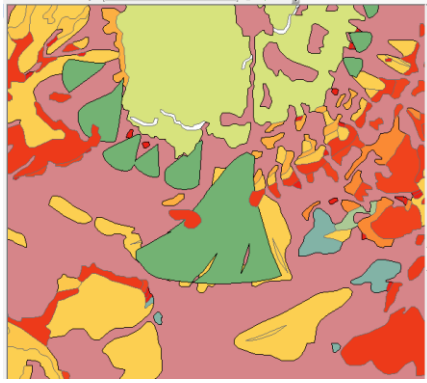


Abbildung 14: Zustand vor der Generalisierung (Trockenschuttkegel = grün, Sackungen = pink)

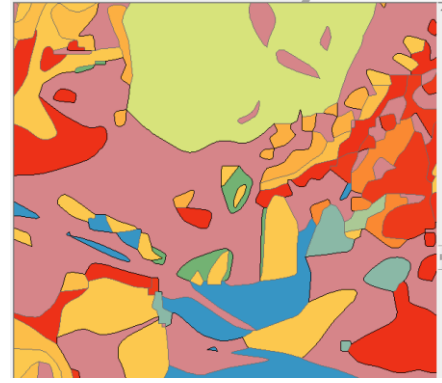


Abbildung 15: Zustand nach der Generalisierung, es sind nur noch Überreste vom Trockenschuttkegel (= grün) übrig, der meiste Teil wird von Sackungen überlagert, auch Alluvionen (= blau) rücken stark in den Vordergrund

Die zu kleinen Flächen werden in der Attributtabelle ‚markiert‘, d.h. ihnen wird ein spezieller Wert zugewiesen, so dass sie nach der Umwandlung ins Raster immer noch auffindbar sind. Beispielsweise kann noch im Vektorfile eine Spalte zu der Attributtabelle hinzugefügt werden, in welcher die kleinen Flächen den Wert ‚999‘ erhalten. In meinem Beispiel haben die kleinen Flächen in der Spalte ‚formation‘ statt der genauen Bezeichnung wie bspw. ‚hauptdolomit‘ die Bezeichnung ‚nodata‘ erhalten und im Feld ‚prioritaet‘, welches die Wertigkeit eines Features beschreibt, haben diese Daten die geringste Wertigkeit erhalten (1/999). Man kann für ein Rasterfile keine Flächen-Geometrie berechnen und somit kann man im Rastermodus nicht mehr feststellen, welches Feature, oder in dem Fall Pixel, zu einer zu kleinen Fläche gehörte. Somit ist dies der einfachste Weg um festzustellen, welche Größe eine Fläche besitzt, bzw. welche Pixel zu einem zu kleinen Polygon gehörten, wenn man ein File vom Vektor- ins Rasterformat konvertiert.

Die verwendeten Wertigkeiten für jede Lithologie

Im Anhang

Tabelle 5 sind die einzelnen verwendeten Wertigkeiten der einzelnen Lithologien nach Dössegger mit aufgeführt.

Set Null, Nibble: Nach der Konvertierung vom Vektor- ins Rasterfile müssen die bereits detektierten, d.h. markierten Flächen, welche in meinem Beispiel in der Spalte Formation ‚nodata‘ stehen haben, zu ‚echten‘ NODATA-Werten umgewandelt werden. Dies geschieht mittels dem ‚Set-Null‘-Tool. Das ist notwendig, um die darauffolgende Funktion ‚Nibble‘ anwenden zu können. Mittels ‚Set Null‘ wird die Maske erstellt, welche notwendig ist, damit die zu kleinen Flächen mittels ‚Nearest-Neighbor‘-Prinzip an die vorhanden Features angepasst werden.

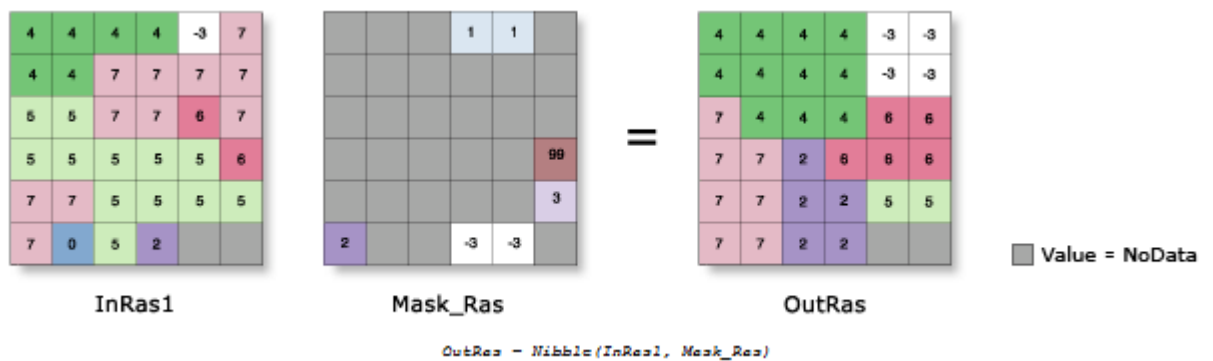


Abbildung 16: Funktionsweise des Tools 'Nibble' (Esri, 2012), InRas1 ist das Rasterfile, welches aus dem Vektorfile erstellt wurde, Mask_Ras ist das Rasterfile, in welchem die ‚nodata‘-Pixel zu ‚echten‘ NODATA-Pixeln umgewandelt wurden

In der ausführliche Anleitung über das Generalisieren von geologischen Karten (Smirnoff, et al., 2007) werden die Möglichkeiten von ArcGIS bzgl. Generalisierung direkt auf geologische Polygone abgestimmt und beurteilt, sowie ein detaillierter Vorschlag für die Durchführung beschrieben.

Für die Standard-Version von ArcGIS ist diese Methode jedoch nur eine Hilfestellung, da in der Prozedur ArcInfo Workstation verwendet wird. Diese Erweiterung ist jedoch nicht in meiner Version verfügbar und hätte kostenpflichtig erworben werden müssen. Das Prinzip, welches in der Arbeit ersichtlich wird, kann aber dennoch analysiert, abgewandelt und weiterverwendet werden.

Variante I

Nach (Smirnof, et al., 2007) wird von Anfang an mit einer konstanten Mindestgrösse gerechnet. Für die Generalisierung der geologischen Daten des Nationalparks habe ich es vorgezogen, die Mindestgrösse nach und nach zu erhöhen. Ich habe mit einer Mindestgrösse von 1500m² begonnen und steigere diese mit jedem Generalisierungsschritt¹ um 1500m². Die Stufen sollten so gewählt werden, das so viel wie nötig generalisiert wird, jedoch so wenig wie möglich wegfällt, da, wie gesagt, einige kleine Formen auch wieder zu größeren zusammenwachsen können.

Folgende Schritte sind notwendig:

- I. Zu Anfang wird allen Formationen in einer Spalte ‚Prioritaet‘ ein Zahlenwert zugewiesen, welcher die Chronostratigraphie widerspiegelt (in diesem Fall wird die Wertigkeit nach der Karte von Dössegger vergeben), in ArcGIS ist ein Feature umso wertvoller, je grösser der Wert wird.

Da die Chabels-Formation stratigraphisch gesehen am jüngsten ist, und somit in der Karte auch ganz oben stehen sollte, bekommt sie die höchste Wertigkeit, je weiter wir in der Stratigraphie zurückgehen, desto geringer werden die Werte. Nicht zu vergessen ist die genaue Bezeichnung der ‚formation‘. Die Priorität ist zwar gesetzt, aber zur späteren Unterscheidung der Formationen ist es auch wichtig, bspw. Flysch in ‚Flysch oberostalpin‘ und ‚Flysch unterostalpin‘ usw. zu trennen. Diese Informationen gehen sonst verloren.

Da ich anstrebe, eine abgedeckte geologische Karte zu erstellen, bekommen die quartären Elemente die geringste Wertigkeit, damit an den Stellen, an denen keine geologische Information vorhanden ist, der Platz mit quartären Inhalten gefüllt wird.

- II. Detektion zu kleiner Flächen (direkte Auswahl über die Attributtabelle). Über den *FieldCalculator* wird in der Spalte ‚formation‘ für alle zu kleinen Flächen ‚NODATA‘ eingetragen. Die Detektion der kleinen Flächen sollte gestaffelt erfolgen, damit die Flächen erst nach und nach generalisiert werden, und Teile, welche evtl. noch zusammenwachsen, nicht von Anfang an rausfallen.

- III. Konvertieren der Features in ein GRID (Raster) mittels dem Tool ‚**Polygon to Raster**‘ (siehe Abbildung 17) und gleichzeitige Gewichtung nach den Zahlenwerten, welche in I. zugewiesen wurden und einer der Zellzuweisungsmethoden (siehe Seite 27).

Die *Zellgrösse* darf nicht zu klein gewählt werden. Durch die Auswahl der Flächen unter 1500m² bleiben immernoch viele kleine Flächen übrig. Durch ein zu grobes Raster würden diese tlw. Wegfallen. Deshalb habe ich hier 10m verwendet, wobei

¹ Generalisierungsschritt: hier Abfolge von Funktionen im ArcGIS: Vektor in Raster umwandeln („Polygon to Raster“), Raster bearbeiten („Set Null“, „Nibble“) und wieder in Vektoren umwandeln („Raster to Polygon“)

dieser Wert nicht überschritten werden sollte, da die Ergebnisse sonst zu sehr vom Ausgangsdatensatz abweichen, da das Raster zu grob wird.

- IV. Die Pixel mit denen in II. zugewiesenen Werten werden zu NODATA-Pixel gerechnet (Tool: **Set Null**, siehe Abbildung 18) und mittels Nearest Neighbor resamplert. Somit werden die Lücken geschlossen (Tool: **'Nibble'**; inraster = ,normales' Raster, maske = Raster mit NODATA-Pixeln, Haken bei ,Use NoData-Value' **nicht** setzen). Nach jedem Schritt muss der neue Datensatz über den Wert/die Spalte ,VALUE' gejoint werden, damit die Formationsbezeichnungen übergeben werden.

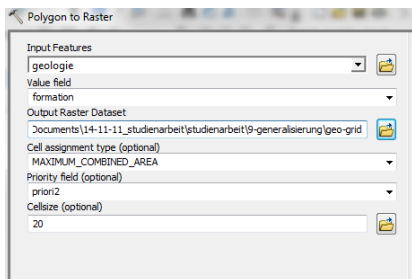


Abbildung 17: 'Polygon-to-Raster'-Funktion im ArcGIS - hier wird nach dem Wertefeld 'formation' gruppiert, dies geschieht mittels der Maximum-Combined-Area-Methode und mit dem Prioritätsfeld 'priori2', nach welchem die Polygone chronologisch nach Wichtigkeit geordnet werden, die Rasterweite beträgt 20 Einheiten

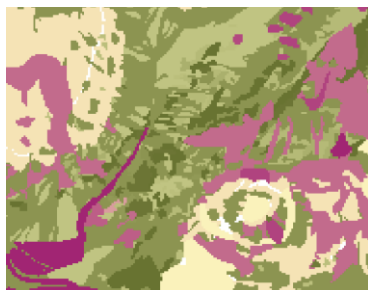


Abbildung 20: Erscheinungsbild nach der Rasterung mittels 'Polygon to Raster'

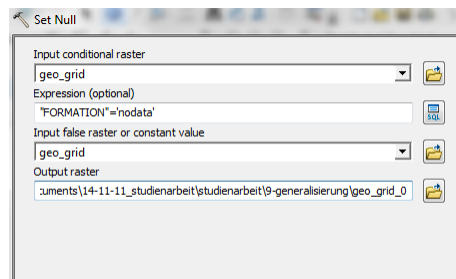


Abbildung 18: 'Set Null'-Funktion im ArcGIS mit Zuweisung des NODATA-Status zu den bereits detektierten Flächen, welche zu klein sind und mit ,nodata' in der Spalte ,formation' versehen wurden

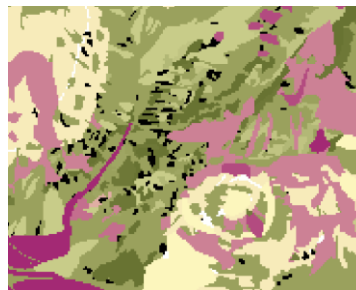


Abbildung 21: Vorher: schwarz = Flächen, die die Mindestgröße unterschreiten und somit generalisiert werden müssen

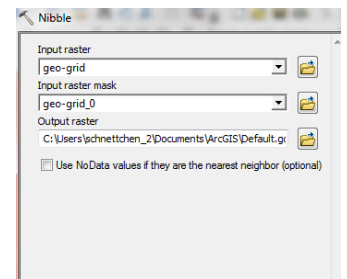


Abbildung 19: 'Nibble'-Funktion im ArcGIS - "geo-grid" ist das Rasterfile mit allen Formationen, auch mit der NoData-Formation, "geo-grid_0" ist das Rasterfile mit den zu echten NoData-Werten gesetzten Pixeln

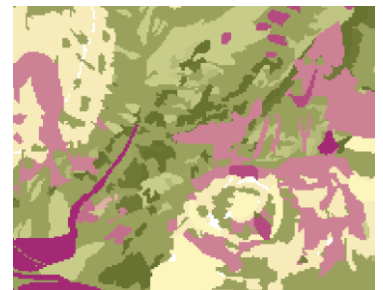


Abbildung 22: Nachher: die kleinen schwarzen Flächen wurden zu NODATA gesetzt und mit den vorhandenen mittels Nearest-Neighbor vereint

Bemerkung:

Da die Ursprungsdatensätze von D. Locher (Val Nuna) und L. Inderbitzin (Macun) großmaßstäbig sind (ca. 1:5.000 bis 1:10.000), enthalten diese auch sehr viele kleine Flächen, welche unterhalb der Mindestgröße von anfangs 1500m² liegen. Dadurch sind bei Schritt I. bereits **3784 Features** von **10648 als NoData** deklariert worden.

Während der Vorgänge kann es immer mal dazu, dass sich die Gridcodes (werden bei der Konvertierung ins Raster von ArcGIS automatisch erstellt) ändern. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass nicht zwanghaft versucht wird, die Gridcodes der ersten Schritte via

unzähligen Tabellen-Joins zu erhalten. Dies führt nur zu Folgefehlern, falschen Darstellungen und Abfragefehlern seitens ArcGIS. Es sollte lediglich überprüft werden, ob die Darstellung und die Abfragen (Info-Button) der Polygone stimmen und die Bezeichnungen richtig übergeben wurden, da diese natürlich zwingen an der richtigen Stelle sein müssen.

NÄCHSTE SCHRITTFOLGE:

- V. Rückkonvertieren in Vektor-/Shape-File (Tool: **„Raster to Polygon“**) über das Feld ‚formation‘, damit die Bezeichnungen erhalten bleiben. Es wird damit ein Vektordatensatz erstellt, welcher nahtlos zusammenpasst, d.h. es überlagern sich keine Features und es gibt auch keine ‚Blitzer‘.
- VI. Nachdem eine neue Spalte ‚area‘ erstellt wurde und die Fläche eines jeden Polygons berechnet wurde (Rechtsklick auf die Spalte ‚area‘ und Funktion *Calculate Geometry*), werden alle Flächen unter nun 3000m² detektiert (1500m² vom ersten Generalisierungsschritt und 1500m² vom zweiten Generalisierungsschritt = 3000m²).
- VII. Die Features, welche zu den Gesteinen (also nicht Quartär) gehören, und unter der Mindestgröße liegen werden durch Punkte ersetzt (Tool: **„Feature to Point“**, betroffene Features müssen markiert sein, unbedingt vor dem Umbenennen der ‚formation‘ in nodata durchführen). Die Flächen, welche durch Punkte ersetzt wurden, werden anschliessend in der Spalte ‚formation‘ wieder mit ‚nodata‘ markiert.
- VIII. Das Shapefile wird wieder in ein Rasterfile konvertiert, diesmal ohne Gewichtung. Diese muss nur im ersten Schritt durchgeführt werden, da sich da noch Features überlagern (ist hier durch Schritt V. nicht mehr der Fall)
- IX. Das entstandene Raster wieder mit **„Set Null“** und **„Nibble“** bearbeiten.
- X. Re-konvertieren des Rasters zum Shapefile und Bearbeitung mit Glättungswerkzeugen (bspw. **„Smooth Polygon“**, **„Simplify Polygon“**). Ich habe im Beispiel eine ‚Smoothing Tolerance‘

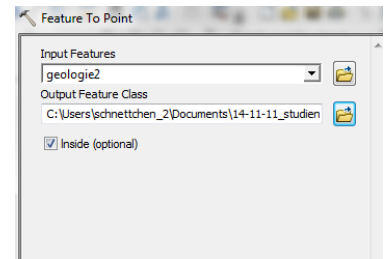


Abbildung 23: 'Feature to Point'-Funktion, die optionale Angabe 'Inside' sollte angehakt werden, da nicht der Mittelpunkt, sondern der Schwerpunkt wichtig ist

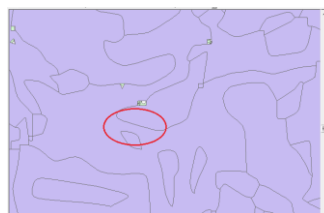


Abbildung 24: 'Smooth Polygon' via Polynomapproximation mit Exponential-Kernel

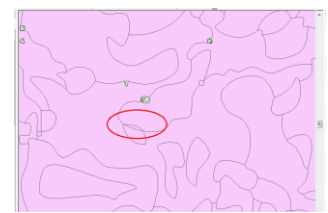


Abbildung 25: 'Smooth Polygon' via Bezier-Interpolation

von 100m verwendet. Beachten: in der Funktion ‚Smooth Polygon‘ unbedingt bei ‚Handling Topological Errors‘ ‚FLAG_ERRORS‘ angeben. Es wird sonst jedes Polygon unabhängig von den benachbarten betrachtet und so entstehen sehr viele Lücken, die Polygone liegen also nicht mehr direkt aneinander.

- XI. Nun kann dieser Vorgang so lang wiederholt werden, bis man ein für sich zufriedenstellendes Ergebnis erzielt hat. Ich habe diesen Vorgang noch zwei weitere Male bis zur Mindestgröße von 6000m^2 durchgeführt. Wenn man darauffolgend noch einmal eine Generalisierung durchführt, wäre es eventuell empfehlenswert, die Mindestgröße nicht weiter zu steigern, sondern eine Grenze festzulegen (in diesem Fall evtl. sogar 6000m^2).

Es ist in Abbildung 27 und Abbildung 28 zu sehen, dass die Generalisierung ohne Gewichtung gerade in den Überlappungsbereichen kontroversen Ergebnissen ausbildt. Dies liegt am alphabetgesteuertem Algorithmus, welcher jedoch mit der bei uns angewendeten, gewichteten Generalisierung (siehe Abbildung 34) umgangen werden kann.



Abbildung 26: vor der Generalisierung, roter Bereich enthält sich überlappende Polygone

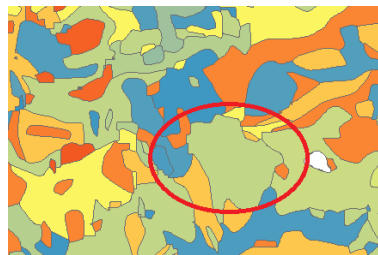


Abbildung 27: nach einem ungewichteten Generalisierungsschritt mit Mindestgröße von 5000m^2

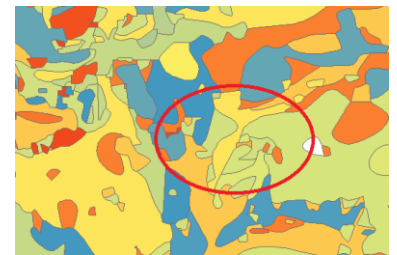


Abbildung 28: nach einem gewichteten Generalisierungsschritt mit Staffelung der Mindestgröße in 1500m^2 -Schritten

Variante II bzw. weitere Möglichkeiten

In Variante I wurde von Anfang an mit einer Mindestgrösse von anfangs 1500m² und später bis zu 6000m² gerechnet. Dadurch gehen jedoch kleine nahe beieinanderliegende Flächen verloren. Gerade bei solchen Flächen wäre es aber sinnvoll diese zusammenzufassen und mit in die Generalisierung einzubeziehen, da nicht alle Flächen durch die stufenweise Generalisierung wie in Variante I. verschmelzen. Es wäre nicht sinnvoll diese einfach wegfallen zu lassen, weil sie unterhalb der Mindestgröße liegen. Es sollte versucht werden, solche speziellen Bereiche in der Karte zu behalten und sinnvoll einzuarbeiten. Eine Möglichkeit ist die Funktion ‚Aggregate‘ im ArcGIS.

Nachteil: Für diese Variante muss die Funktion auf jede Lithologie einzeln angewendet werden, es verschmelzen sonst verschiedenste Lithologien miteinander. Dies ist aber recht zeitintensiv. Empfehlenswert wäre es, vorher die zu bearbeitenden Datensätze zu untersuchen und zu entscheiden, für welche Features es sich lohnen würde, ‚Aggregate‘ anzuwenden. Über die Funktion ‚Merge‘ kann der aggregierte Datensatz dann zum Hauptdatensatz hinzugefügt werden.

Bei der Funktion ‚Aggregate‘ entsteht ein Ausgabedatensatz mit den aggregierten Features und einer Tabelle mit den Informationen über den Ursprungsdatensatz (bspw. ‚formation‘, ‚bearbeiter‘, usw.). Mittels ‚Join‘ können über diese Tabelle der Ursprungsdatensatz mit dem Ausgabedatensatz verbunden werden und somit die Informationen übertragen werden.

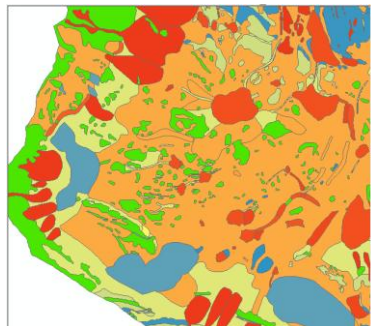


Abbildung 29: kleine Flächen (grün), welche grösstenteils wegfallen würden, wenn Mindestgrösse von 5000m² angewendet werden würde

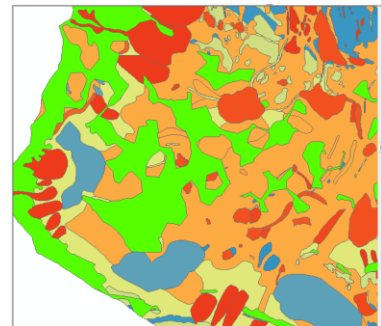


Abbildung 30: Flächen nach Anwendung von ‚Aggregate‘ (grün)

Als nächstes müssen die Features des Ursprungsdatensatzes (hier sollte eine Kopie verwendet werden!), welche vorher durch die Funktion ‚Aggregate‘ verändert wurden, gelöscht werden. Dieser Schritt wird durchgeführt, damit die ‚alten‘ Features rausfallen und durch die ‚neuen‘ Features ersetzt werden. Das heisst, dass mittels ‚Merge‘ die neuen aggregierten Features und der Ursprungsdatensatz ohne die ‚alten‘ Features vereint werden.

Spezielle Formen, wie beispielsweise Schuttkegel, sollten ihre ursprüngliche Form behalten. Deshalb sollten diese isoliert betrachtet werden und müssten manuell wieder eingefügt werden. Da die Bach- und Trockenschuttkegel jedoch quartäre Elemente sind, ist zu

überlegen ob sich dieser Aufwand lohnt, wenn es sich um eine abgedeckte geologische Karte handeln soll.

Mittels der *ArcMacroLanguage* (AML) kann die Flexibilität erheblich gesteigert und Automatismen besser gesteuert werden. Man kann sich den Workflow aber auch in einem Modell im *ModelBuilder* in ArcGIS zurechtlegen, umsetzen und abspielen. Allerdings bevorzuge ich es, jeden Schritt mittels der Tools durchzuführen, um zwischendurch die Richtigkeit der Daten überprüfen zu können.

Damit Informationen wie ‚Beschreibung‘, ‚Ort‘, ‚Korngrösse‘ oder ‚Mineralien‘ erhalten bleiben, müssten diese bei einer automatischen Generalisierung in einer einzigen Spalte, über welche die Generalisierung stattfindet (wie in Variante I beschrieben), verwiesen sein. So müsste ein Feature eine Bezeichnung ‚Hauptdolomit UOA Norien graugebankte Dolomite...‘ heissen. Dies kann allerdings sehr schnell viel zu kompliziert werden. Wenn man die Generalisierung händisch durchführt, können diese Informationen auch ohne Probleme übertragen werden. Eine manuelle Generalisierung nimmt aber natürlich auch mehr Zeit in Anspruch.

Vorschläge für die Perimeter

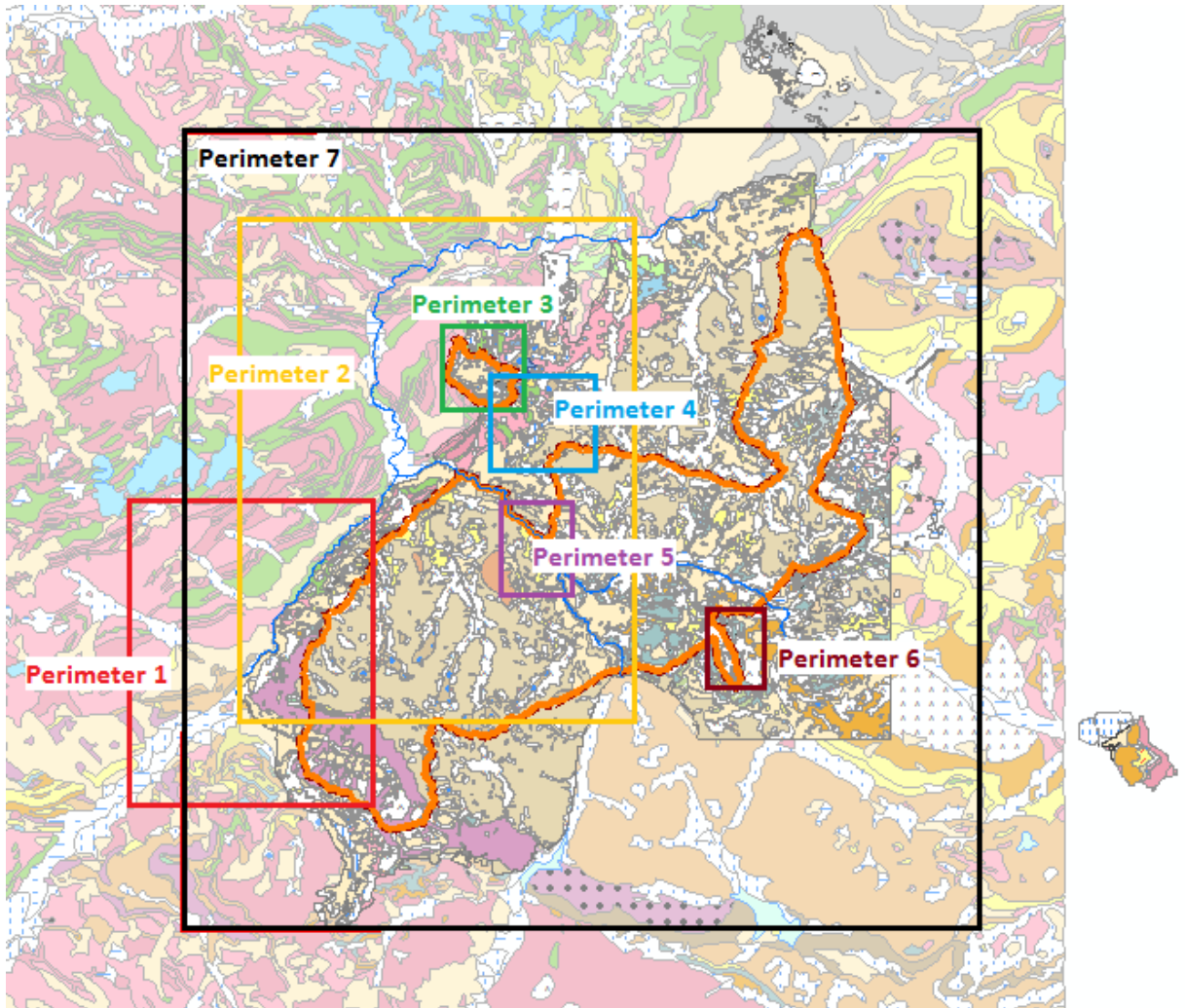


Abbildung 31: die verschiedenen Perimeter, welche ausgefüllt werden sollten. Je nach Datengrundlage sollte man für jeden Perimeter andere Methoden der Generalisierung anwenden

Die verschiedenen Perimeter, welche spezielle Bereiche des SNP darstellen, benötigen unterschiedliche Vorgehensweisen. Je nach Ausschnitt ist eine spezifische Generalisierung notwendig, das Grundprinzip bleibt aber immer gleich.

Für die kleineren Ausschnitte Perimeter 3, 4, 5 und 6 ist eine nicht so starke Generalisierung erforderlich. Je nach Maßstab variiert die Minstdimension und somit die Notwendigkeit einer Vergrößerung. Allerdings ist in Bereichen, in denen mehrere Kartierungen aufeinandertreffen (wie bspw. in Perimeter 3 und 4), ein Angleichen an die unterschiedlichen Detailgrade zwingend erforderlich, damit die Karte homogen wird und somit ein angenehmes und abgerundetes Erscheinungsbild erhält.

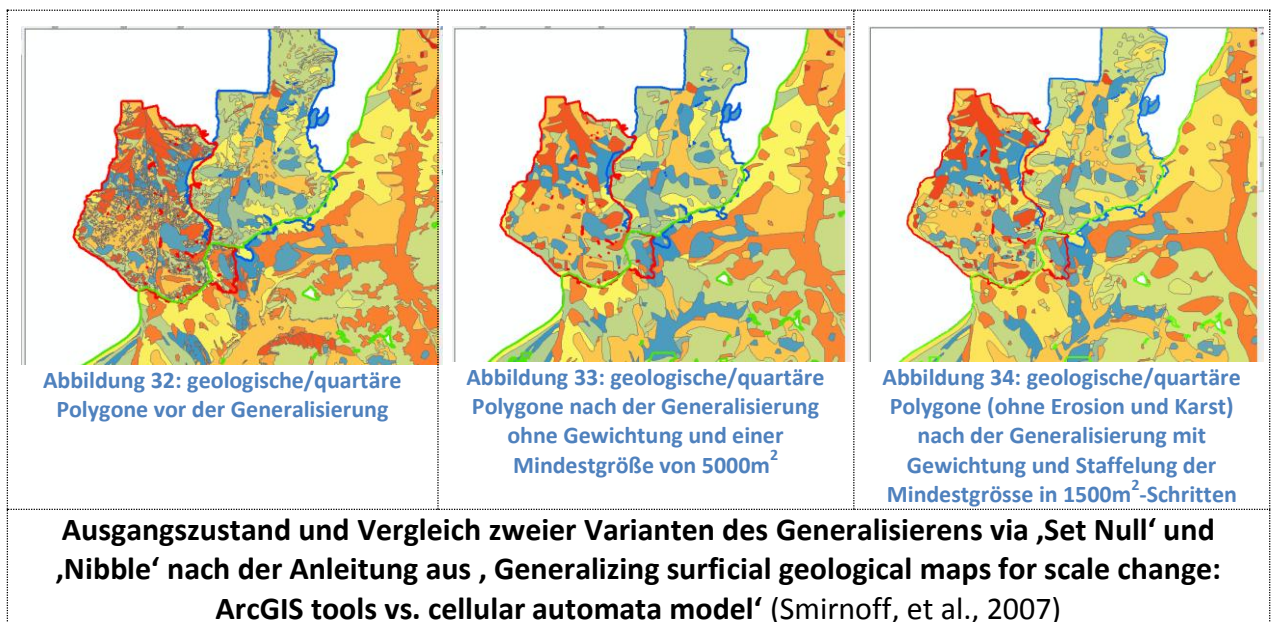
Für die grösseren Ausschnitte Perimeter 1, 2 und 7 ist eine stärkere Generalisierung notwendig. In diesen Ausschnitten treffen detaillierte Kartierungen des SNP auf eine recht grobe Darstellung der GK 200. Da, wie gesagt, die Erscheinung der Polygone ausserhalb des SNP nicht exakt auf die feineren, im SNP liegenden Polygone abgestimmt werden. Deshalb

lassen wir diese außer Acht und gehen nach Variante I der Generalisierung vor, welche bis 6000m² Mindestgröße generalisiert.

Es muss auch auf den zukünftigen Masstab geachtet werden, welchen die Karten der grösseren Perimeter 1,2 und 7 haben werden. Darauf basierend kann die Generalisierung überdacht und durchgeführt werden.

Für die kleineren Perimeter 3, 4, 5 und 6 wäre es ratsam eine großmaßstäbigere topographische Hintergrundkarte zu verwenden. Für die Perimeter 1, 2 und 7 reicht die TK100 aber aus.

Ergebnis



Die Beispielkarte (siehe Abbildung 35) visualisiert den Perimeter 4 (siehe Abbildung 31). Zu sehen sind die geologischen Polygone der generalisierten geologischen Karte, darunter liegt die topografische Karte 1:100.000 der swisstopo. Diese Karte wurde nur zur Probe erstellt, um die Darstellung zu überprüfen.

Beispielkarte

geologische Karte des Bereichs Piz Nuna im Schweizer Nationalpark, Perimeter '4'

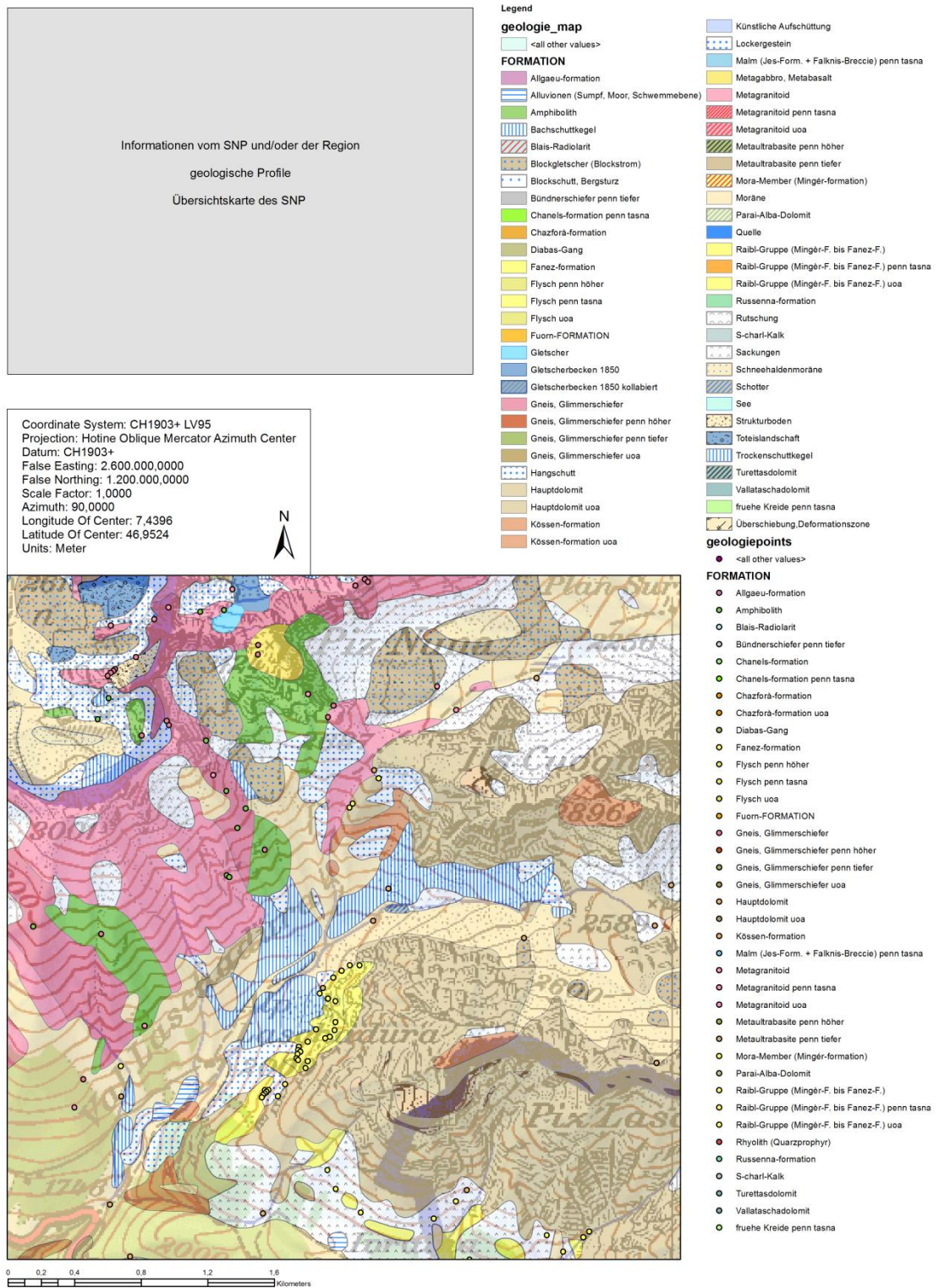


Abbildung 35: Beispielkarte zur Probe und Beurteilung des Aussehens

Auffälligkeiten

Einige Datensätze wiesen eine fehlerhafte Geometrie auf. Dadurch entstanden bei der Umrechnung ins Raster horizontale Streifen:

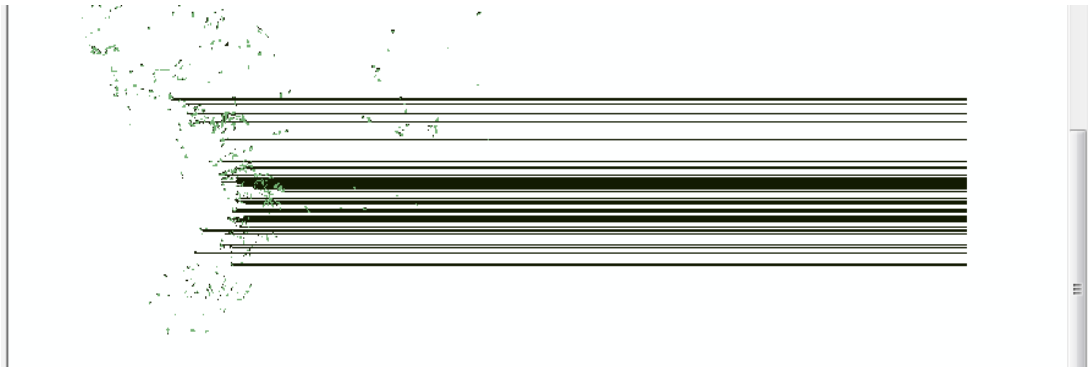


Abbildung 36: fehlerhafte Berechnungen im ArcGIS bei der Rasterkonvertierung der kleinen Flächen



Abbildung 37: Nibble berechnet auch für die fehlerhaften Berechnungen neue Pixelwerte mittels Nearest Neighbor, es entstehen teilweise sogar Verschiebungen

Diese fehlerhaften Berechnungen müssen sofort eliminiert werden, da sie sonst in die Berechnung mit ‚Nibble‘ mit einbezogen werden (siehe Abbildung 37). Man kann diese Fehler mit der Funktion ‚Repair Geometry‘ entfernen.

Beim Generalisieren nach dieser Methode ist es insgesamt wichtig, vorsichtig mit den Daten umzugehen. Gerade Modifikationen in der Attributtabelle eines Shapefiles sind tlw. nur reversibel, wenn man im Editor-Modus arbeitet. Deswegen ist es evtl. sinnvoll vor jedem Modifikationsschritt eine Kopie des zu bearbeitenden Shapefiles zu erstellen.

Fazit

Die Homogenisierung der Attributtabelle der Daten ist im ArcGIS leider grösstenteils nur manuell möglich. Es können einige Tabellenverschnitte und Automatismen verwendet werden, leider nehmen diese nur einen minimalen Teil der Arbeit ab. Dabei ist nicht ausschlaggebend, wie komplex ein einzelner Datensatz ist, sondern wie stark sich die Datensätze untereinander verhalten. Welche Informationen werden übernommen, wie hoch ist die Komplexität (d.h. der Umfang der Informationen) der Zielattributtabelle, welche Komplexität ist überhaupt möglich (es sollten, meiner Meinung nach, hauptsächlich nur Informationen verwendet werden, welche in allen Datensätzen vorhanden sind).

Die Generalisierung ist an sich ein schnelles Verfahren, um mit einfachen Mitteln zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu kommen. Die Variante II, welche die Funktion ‚Aggregate‘ zu Hilfe nimmt, um kleine Flächen zu grösseren zusammenzufassen, ist an sich eine sinnvolle Idee, welche auch zu besseren Ergebnissen führen würde. Viele kleine nahe beieinanderliegende Flächen werden nicht vernachlässigt. Leider nimmt diese Variante mehr Zeit in Anspruch.

So sollte der Bearbeiter abwägen, ob ein schnelles, gutes Ergebnis ausreichend ist, oder lieber die Variante, welche mehr Zeit in Anspruch nimmt, dafür aber etwas bessere Ergebnisse erzielt.

Literaturverzeichnis

Bollmann J. und Koch W.G. Lexikon der Kartographie und Geomatik [Buch]. - Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2002.

Bollmann J. und Koch W.G. Lexikon der Kartographie und Geomatik [Buch]. - Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2002. - S. 306-307.

Bundesamt für Landestopografie Eidgenössische Vermessungsdirektion Neue Koordinaten für die Schweiz: Der Bezugsrahmen LV95 [Bericht]. - Wabern : Bundesamt für Landestopografie, Eidgenössische Vermessungsdirektion, 2006.

Esri ArcGIS Resource Center [Online]. - 6. März 2012. - 29. Mai 2012. - <http://help.arcgis.com/de/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/003n0000007m000000/> .

Esri ArcGIS Resource Center Desktop 10 [Online]. - 6. März 2012. - 20. Juni 2012. - <http://help.arcgis.com/de/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z00000038000000>.

Hake G., Grünreich D. und Meng L. Kartographie - Visualisierung raum-zeitlicher Informationen [Buch]. - Berlin : Walter de Gruyter & Co. , 2002.

Haller Ruedi [et al.] Protected Areas Research Center for Spatial Information [Online]. - 2011. - <http://www.parks.ch/main.html>.

Harrower Mark und Bloch Matt MapShaper.org: A Map Generalization Web Service [Bericht]. - 2006.

Lechthaler Mirjanka und Stadler Alexandra // Ausgabemediengerechte kartographische Visualisierung von Geobasisdaten in einem MI-KIS.

Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle Technischer Bericht NTB 08-04 - 27 Stratigraphische Sammelprofile [Bericht]. - Wettingen : Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, 2008.

Netzwerk Schweizer Pärke Netzwerk Schweizer Pärke [Online]. - 2011. - 24. Mai 2012. - <http://www.paerke.ch/>.

Schweizerische Nationalparkverwaltung Der Schweizer Nationalpark [Online]. - 2012. - 24. Mai 2012. - <http://www.nationalpark.ch/>.

Smirnoff Alex, Paradis Serge J. und Boivin Ruth Generalizing surficial geological maps for scale change: ArcGIS tools vs. cellular automata model [Bericht]. - Québec, Canada : ELSEVIER, 2007.

swisstopo swisstopo [Online]. - 09. Januar 2009. - 18. März 2012. -
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/survey/lv03-lv95/info.html>.

Trümpy R. [et al.] Erläuterungen zu Geologischen Karte 1:50.000 des Schweizerischen Nationalparks (Geologische Spezialkarte Nr. 122) [Bericht]. - Zerneux : Schweizerische Geologische Kommission, Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparks, Landeshydrologie und -geologie, 1997.

Wikipedia [Online]. - 2012. - 24. Mai 2012. -
http://de.wikipedia.org/wiki/Schweizerischer_Nationalpark.

Anhang

Tabelle 5: chronostratigraphische Zuordnung aller Polygone

Bezeichnung Layer /	Aktuelle/neue Lithostratigraphie	alte Lithostratigraphie			Wertigkeit für Rasterung	Stratigraphie
R. Doessegger	Chanel-Formation	Chanel-Formation			1	OBEROSTALPIN
R. Doessegger	Russenna-Formation	Russenna-Aptychenkalk			0,5	
R. Doessegger	Blais-Radiolarit	Blais-Radiolarit			0,33333333	
R. Doessegger	Allgäu-Formation	Allgäu-Formation			0,25	
M. Clausen	Kössen-Formation	Späte Trias			0,2	
R. Doessegger		Kössen-Formation				
Strasky, Haemmig	Hauptdolomit	Dolomit	verwitterter Dolomit		0,16666667	
M. Clausen		Hauptdolomit				
R. Doessegger		Hauptdolomit	Crappa-Mala-Mergel, Diavel-Formation, Murterer-Plattenkalk, Müschauns-Dolomit	Quatervals-Formation		
D. Gaar		Dolomit				
A. Margeth		Dolomit				

M. Clausen	Fanez-Formation	Raibler Schichten	Raibler Topbrekzie		0,14285714
M. Clausen	Minger-Formation	Raibler Rauhwanke			0,125
Strasky, Haemmig		Anhydrit	Rauhwanke	Rauhwanke verwittert	
D. Gaar		Rauhwanke	Gips		
R. Doessegger	Raiblgruppe	Raibler Formation	Raibler Rauhwanke	Dolomit	0,11111111
R. Doessegger	Parai-Alba-Formation	Parai-Alba-Formation			0,1
A. Margeth	Vallatascha-Dolomit	Vallatascha-Dolomit			0,09090909
R. Doessegger		Vallatascha-Dolomit			
Strasky, Haemmig		Vallatascha-Dolomit			
A. Margeth	Turettas-Dolomit	Turettas-Dolomit			0,08333333
R. Doessegger		Turettas-Dolomit			
Strasky, Haemmig		Turettas-Dolomit			
R. Doessegger	S-charl-Kalk	S-charl-Kalk			0,07692308
A. Margeth		S-charl-Kalk			
R. Doessegger	Fuorn-Formation	Fuorn-Formation			0,07142857
Strasky, Haemmig		Dolomit			

R. Doessegger	Chazfora-Formation	Chazfora-Formation	Chaschauna-Brekzie		0,06666667
D. Gaar		Verrucano			
A. Margeth		Schiefer			
Strasky, Haemmig		Verwitterter Verrucano	Verrucano		
Strasky, Haemmig	Rhyolith (Quarzporphyr)	Rhyolith (Quarzporphyr)			0,0625
R. Doessegger		Rhyolith (Quarzporphyr)			
D. Locher	Diabas	Diabas			0,05882353
R. Doessegger		Diabas-Gang			
L. Inderbitzin		Diabas			
Strasky, Haemmig		metabasaltischer Gang			
D. Locher	Metagabbro, Metabasalt	Metagabbro	Eklogit		0,05555556
L. Inderbitzin		Eklogit			

M. Clausen	Metagranitoid	Orthogneis			0,05263158	
D. Locher		Augengneis	Metadiorit			
R. Doessegger		Metagranitoid				
D. Gaar		Augengneis				
L. Inderbitzin		Orthogneis	Heller Gneiss	Flüela-Gneis		
A. Margeth		Metagranitoid				
Strasky, Haemmig		Orthogneis	Metagranitoid	verwitterter Orthogneis		
M. Clausen	Gneis, Glimmerschiefer	Paragneis			0,05	
D. Locher		Biotit-Plagioklas				
R. Doessegger		Gneis, Glimmerschiefer				
D. Gaar		Grüner Biotitgneis	Grüne Sericit-Chlorit-Schiefer Dunkelgrüne Chloritschiefer	Zweiglimmer-Plagioklas		
L. Inderbitzin		Paragneis	Alumno-Granat-Disthen- Schiefer			
Strasky, Haemmig		Paragneis	verwitterter Paragneis			

M. Clausen	Amphibolith	Amphibolith			0,04761905	
D. Locher		Amphibolith				
R. Doessegger		Amphibolith				
L. Inderbitzin		Amphibolith				
D. Locher	Aplit-Gang	Aplit			0,04545455	
R. Doessegger	Flysch	sandige und kalkige Schiefer			0,04347826	
R. Doessegger	Kössenformation	dunkle Kalke			0,04166667	
R. Doessegger	Hauptdolomit	Hauptdolomit			0,04	
Strasky, Haemmig	Minger-Formation	Rauhacke			0,03846154	
R. Doessegger	Raiblgruppe	Raibler Formation	Raibler Rauhacke und Gips		0,03703704	
R. Doessegger	Chazfora-Formation	rote und violette Konglomerate			0,03571429	
R. Doessegger	Metagranitoid	Granodiorit von Vaueglia			0,03448276	
R. Doessegger	Gneis, Glimmerschiefer	dunkle Sericitschiefer und Quarzite			0,03333333	

UNTEROSTALPIN

R. Doessegger	Metaultrabasite	Serpentinit, Opicalcit			0,03225806	HÖHERES PENNINIKUM
R. Doessegger	Gneis, Glimmerschiefer	meist massiger Granitgneis			0,03125	
R. Doessegger	Flysch	Kalkschiefer, Sandsteine	kieselige Brekzie		0,03030303	TASNA-DECKE (MITTLERES PENNINIKUM)
R. Doessegger	Chanel-Formation	Couches Rouges			0,02941176	
R. Doessegger	Frühe Kreide	Neokom			0,02857143	
R. Doessegger	Malm	dichte Kalke mit Brekzienlagen			0,02777778	
R. Doessegger	Raiblgruppe	Rauhacke und gips, Dolomit			0,02702703	
R. Doessegger	Metagranitoid	granitoides bis gabbroides Kristallin			0,02631579	
R. Doessegger	Bündnerschiefer	Bündnerschiefer i.A.			0,02564103	TIEFERES PENNINIKUM UM
S. Schwienbacher		Bündnerschiefer				

R. Doessegger	Flysch	Kiesel-, Mergel- und Kalkschiefer			0,025
R. Doessegger	Gneis, Glimmerschiefer	Glimmer-/Gneisquarzite, Konglomeratgneise			0,02380952
R. Doessegger	Metaultrabasite	Serpentinit, Ophicalcit			0,02325581
S. Schwienbacher		Grünschiefer			

Tabelle 6: Übersicht über die Zuordnungen der einzelnen Polygone und Linien (nach Furrer und Schlüchter)

Bearbeiter / Arbeitsgebiet	Bezeichnung / Layer	File-Art	Aktuelle/neue Lithostratigraphie	Aktuelle/neue Chronostratigraphie	Aktuelle/neue tektonische Einheit
Claussen	Sumpf	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
Laschadura	Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Schuttfächer nass	Polygon	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher aktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher inaktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Bergsturz	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Oberostalpin
	Tektonischer Bruch	Linie	Bruch	Quartär (?)	Oberostalpin
	Tektonischer Bruch vermutet	Linie	Bruch	Quartär (?)	Oberostalpin
	Eisrandterrasse	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Erosionsrand aktiv	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Erosionsrand passiv	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Raibler Schichten (Karnien)	Polygon	Fanez-Formation	Späte Trias	Oberostalpin
	Raibler Topbrekzie	Polygon	Fanez-Formation	Späte Trias	Oberostalpin
	Paragneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin

Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Verwitterungsdecke	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Hauptdolomit (Norien)	Polygon	Hauptdolomit	Mittlere bis späte Trias	Oberostalpin
Kössen Formation (Rhaetien)	Polygon	Kössen-Formation	Obere Trias	Oberostalpin
Künstlicher Auftrag	Polygon	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
Künstliche Terrasse	Linie	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
Künstlicher Wall	Linie	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
Künstlicher Abtrag	Polygon	Künstlicher Abtrag	Quartär	Oberostalpin
Orthogneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
Raibler Rauhwacke	Polygon	Mora-Member (Mingèr-Formation)	Mittlere Trias	Oberostalpin
Grundmoräne	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
Moränenbastion	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
Moränenbedeckung	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
Moränenwall	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
Moränenbedeckung	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
Quellnässe	Polygon	Quelle	Quartär	Oberostalpin
Schneehaldenmoräne	Polygon	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin

	Schotterflur aktiv	Polygon	Schotter	Quartär	Oberostalpin
	Schotterflur inaktiv	Polygon	Schotter	Quartär	Oberostalpin
	See	Polygon	See	Quartär	Oberostalpin
	Trockenschuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Tektonische Überschiebung	Linie	Überschiebung, Deformationszone	Quartär (?)	Oberostalpin
	Einlagerung von Kalken	Polygon			
	Strasse	Polygon			
	Starkstromleitung	Linie			
A. Margreth, Val Tavrü	Verwitterungsmulden	Linie	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
	Alluvialebene	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
	Bach pennerierend	Linie	Bach	Quartär	Oberostalpin
	Bach zeitweise	Linie	Bach	Quartär	Oberostalpin
	Murgangkegel	Linie	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Schwemmfächer	Linie	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Murgangkegel	Polygon	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Schuttkegel nass	Polygon	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Bruch vermutet	Linie	Bruch	Quartär (?)	Oberostalpin

	Schiefer	Polygon	Chazforà-Formation	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Eisrandterrasse	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Terrassenrand	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Terrassenrand aktiv	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
	Erosionsrinne aktiv	Linie	Erosionsrinne	Quartär	Oberostalpin
	Murgangrinne	Linie	Erosionsrinne	Quartär	Oberostalpin
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Hangschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Künstliche Auffüllung	Polygon	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
	Gneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Moräne	Linie	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Moränendecke	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Schlupf/Rutschung	Linie	Rutschung	Quartär	Oberostalpin
	Kalk	Polygon	S-charl-Kalk	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Schneehaldenmoräne	Linie	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin
	Erdzunge	Linie	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
	Toteislöcher	Linie	Toteisloch	Quartär	Oberostalpin
	Trockenschuttkegel	Linie	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin

	Schuttkegel trocken	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Dolomit	Polygon	Verschiedene	Trias	Oberostalpin
	Hakenwurf Orthogneis	Polygon			
	Hakenwurf Verrucano	Polygon			
	Anstehend	Polygon			
	Stark verwittert	Polygon			
D.Locher	Sumpf	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
Val Nuna	Bänder-Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Granat-Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Plagioklas-Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Aplit	Polygon	Aplit-Gang	Präperm	Oberostalpin
	Schuttkegel aktiv	Polygon	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher aktiv/inaktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Diabas	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin
	Gletscher	Polygon	Gletscher, Firn	Quartär	Oberostalpin
	Gletscherbecken 1850	Polygon	Gletscherbecken 1850	Quartär	Oberostalpin
	Gletscherbecken kollabiert 1850	Polygon	Gletscherbecken kollabiert 1850	Quartär	Oberostalpin

	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Verwitterungsdecke	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Eklogit	Polygon	Metagabbro, Metabasalt	Präperm	Oberostalpin
	Metagabbro	Polygon	Metagabbro, Metabasalt	Präperm	Oberostalpin
	Augengneis Typ Flüela	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Augengneis Typ Günstzia	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Augengneis Typ Mönchalp	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Augengneis Typ Tschuggen	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Biotit-Plagioklas-Gneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Metadiorit	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Lawinenmoräne	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Moränenbedeckung	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Schneehaldenmoräne	Polygon	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin
	Schotterflur	Polygon	Schotter	Quartär	Oberostalpin
	See	Polygon	See	Quartär	Oberostalpin
	inaktiv		Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin

1:200.000					Oberostalpin
	Moräne	Polygon	Moräne	Quartär	Unterostalpin
					Oberpenninikum
					Unterpenninikum
	Flysch	Polygon	Flysch	Kreide	Unterostalpin
					Oberpenninikum
					Mittelpenninikum
	Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
					Unterostalpin
	Anisien, Ladinien	Polygon	Mingèr-Formation	Mitteltrias	Oberostalpin
			Ladinium, Anisium	Mitteltrias	Unterostalpin
	Bergstürze	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	
	Bündnerschiefer	Polygon	Bündnerschiefer	Kreide	Unterpenninikum
	Carbon	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Couches Rouges	Polygon	Channels-Formation	Aptien, Untereozän	Oberpenninikum
					Mittelpenninikum
	Diorit, Gabbro	Polygon	Metaultrabasite	Präperm	Unterostalpin

	Eggberg-Serie	Polygon	Flysch	Späte Kreide	Unterpenninikum
	Firn, Gletscher, Seen, Alluvialboden	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	
			Gletscher, Firn		
			See		
	Gault	Polygon	Chanel-Formation	Aptien, Untereozän	Mittelpenninikum
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	
	Granite	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
					Unterostalpin
					Mittelpenninikum
	Hauptdolomit	Polygon	Hauptdolomit	Obertrias	Oberostalpin
					Unterostalpin
					Mittelpenninikum
	Jura	Polygon	Allgäu-Formation	Jura	Unterostalpin
	Kössen, Rhätium	Polygon	Kössen-Formation	Rhaetium	Oberostalpin
					Unterostalpin
	Lias	Polygon	Allgäu-Formation	Lias	Oberostalpin
					Unterostalpin
					Oberpenninikum

					Mittelpenninikum
					Unterpenninikum
	Malm	Polygon	Jes-Formation		Mittelpenninikum
			Malm	Malm	Oberpenninikum
			Russenna-Formation		Unterostalpin
	Ophiolithe	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
					Unterostalpin
					Oberpenninikum
					Unterpenninikum
	Para-, Mischgneise	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
					Unterostalpin
					Oberpenninikum
					Mittelpenninikum
	Perm, Verrucano	Polygon	Chazfora-Formation	Trias, Perm	Oberostalpin
					Unterostalpin
			?		Oberpenninikum
	Quarzporphyr	Polygon	Rhyolith (Quarzporphyr)	Perm	Oberostalpin
					Unterostalpin

	Radiolarit, Aptychenkalk	Polygon	Malm	Malm, Dogger	Oberostalpin
	Raibler Schichten	Polygon	Fanez-Formation	Obertrias	Oberostalpin
			Raibler Formation		Unterostalpin
	Ruchberg Serie	Polygon	Flysch	Frühes Eozän	Flysch
	Rutschungen	Polygon	Rutschung	Quartär	
	Sackungen	Polygon	Sackung	Quartär	
	Schotter	Polygon	Schotter	Quartär	
	Schuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	
	Tertiär, Villafranchien – Eozän – Paleozän	Polygon	Mergel-Formation	Tertiär, Eozän	Unterostalpin
					Oberostalpin
	Tonalit	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Urgo-Aptien	Polygon	Neokom	Kreide	Mittelpenninikum
	Gips	Polygon	Dolomit	Trias	Mittelpenninikum
	Orthogneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
Dössegger	künstliche Aufschüttung	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Schutt- und Blockströme	Polygon	künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin

	verkitteter Schotter	Polygon	Schotter	Quartär	Oberostalpin
	Allgäu-Formation	Polygon	Allgäu-Formation	Dogger, Lias	Oberostalpin
	Amphibolith	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Blais-Radiolarit	Polygon	Blais-Radiolarit	Malm, Dogger	Oberostalpin
	Bündnerschiefer im allg.	Polygon	Bündnerschiefer	Jura - Kreide	Unterpenninikum
	Channels- Formation	Polygon	Channels- Formation	Kreide	Oberostalpin
	Chaschauna-Breccie	Polygon	Chazforà-Formation	Lias	Oberostalpin
	Chazfora-Formation	Polygon	Chazforà-Formation	Skythien. Perm	Oberostalpin Unterostalpin
	Couches Rouges	Polygon	Channels-Formation	Kreide	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Crappa-Mala-Mergel	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Diabas-Gänge	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin
	Diabas, Spilit, Grünschiefer	Polygon	Meta-Ultrabasite	Jura - Kreide	Unterpenninikum
	Diavel-Formation	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Flysch	Polygon	Flysch	Tertiär	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Flyschartige Schiefer	Polygon	Flysch	Jura - Kreide	Oberpenninikum

	Fuorn-Formation	Polygon	Fuorn-Formation	Skythien	Oberostalpin
	Gault	Polygon	Flysch	Kreide	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Gesteine vom Orthogneis-Typus	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Glimmergneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	granitoides bis gabbroides Kristallin	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Granodiorit von Vaueglia	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Unterstalpin
	Hauptdolomit- Formation	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Unterstalpin
	Kalk-Einlagerungen	Polygon		Norien	Oberostalpin
	Kössen-Formation	Polygon	Kössen-Formation	Rhätien	Oberostalpin Unterstalpin
	Malm (Jes-Form. + Falknis-Breccie)	Polygon	Malm	Malm	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Metamorphite	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Unterpenninikum
	Metamorphite (Casanna-Schiefer)	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Unterstalpin

	Moräne	Polygon	Moräne	Quartär	verschiedene
	Murter-Plattenkalk	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Murteret-Dolomit/Müschauns-Dolomit	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Neokom	Polygon	frühe Kreide	frühe Kreide	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)
	Paragneise und Mischgneise	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Parai-Alba-Dolomit	Polygon	Parai-Alba-Dolomit	Ladinien	Oberostalpin
	Pra-Grata-Formation	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Quarzporphyr	Polygon	Rhyolith	Präperm	Oberostalpin
	Quatervals-Formation	Polygon	Hauptdolomit	Norien	Oberostalpin
	Raibler-Formation	Polygon	Raibl-Gruppe (Mingèr-Formation und Fanze-Formation)	Carnien	Oberostalpin Unterstalpin
	Raibler Rauhwanke	Polygon	Raibl-Gruppe (Mingèr-Formation und Fanze-Formation)	Carnien	Oberostalpin
	Raibler Rauhwanke und Gips	Polygon	Raibl-Gruppe (Mingèr-Formation und Fanze-Formation)	Carnien	Unterstalpin
	Rauhwanke und Gips, Dolomit	Polygon	Raibl-Gruppe (Mingèr-Formation und Fanze-Formation)	Trias	Tasna-Decke (Mittelpenninikum)

	Russenna-Aptychenkalk	Polygon	Russenna-Formation	Malm - Kreide	Oberostalpin
	S-charl-Kalk	Polygon	S-charl-Kalk	Anisien	Oberostalpin
	See	Polygon	See	Quartär	verschiedene
	Serpentinit, Opicalcit	Polygon	Meta-Ultrabasite	Jura - Kreide	Unterpenninikum Oberpenninikum
	Sumpf, Moor, Schwemmebene	Polygon	Alluvionen	Quartär	verschiedene
	Terassen, Schutt ... Sackungen	Polygon	Sackungen	Quartär	verschiedene
	Turettas-Dolomit	Polygon	Turettas-Dolomit	Ladinien	Oberostalpin
	Vallatascha-Dolomit	Polygon	Vallatascha-Dolomit	Ladinien	Oberostalpin
Strasky Haemmig	Alluvialboden	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
Val Chaschauna	Sumpf	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
	Schwemmfächer	Polygon	Bachschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Einzelblock_kristallin	Punkte	Block, Erratiker aus Kristallingestein	Quartär	Oberostalpin
	Einzelblock_sedimentär	Punkte	Block, Erratiker aus Sedimentgestein	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher aktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher fossil	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin

Blockstrom	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
Verrucano	Polygon	Chazforà-Formation	Perm-Trias	Oberostalpin
Verrucano_verwittert	Polygon	Chazforà-Formation	Perm-Trias	Oberostalpin
Diabas	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin
Diabas_verwittert	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin
Abrisrand	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Erdzunge	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Erosionsrand aktiv	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Erosionsrand passiv	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Eisrandterasse	Polygon	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Sandstein	Polygon	Fuorn-Formation	Mittlere Trias (Skythien)	Oberostalpin
Paragneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
Paragneis_verwittert	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Periglazialer Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Künstliche Aufschüttung	Polygon	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
Künstlicher Abtrag	Polygon	Künstlicher Abtrag	Quartär	Oberostalpin

	Orthogneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Orthogneis_verwittert	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Rauhwanke	Polygon	Mora-Member	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Rauhwanke_verwittert	Polygon	Mora-Member	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Anhydrit	Polygon	Mora-Member (Mingèr-Formation)	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Moränenbedeckung	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Rhyolith	Polygon	Rhyolith (Quarzporphyr)	Perm	Oberostalpin
	Rutschung rand	Linie	Rutschung	Quartär	Oberostalpin
	Rutschung Wulst	Linie	Rutschung	Quartär	Oberostalpin
	Schneehaldenmoräne	Linie	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin
	Gehängeschuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Periglazialer Gehängeschuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Dolomit	Polygon	Verschiedene	Mittlere bis späte Trias	Oberostalpin
	Dolomit_verwittert	Polygon	Verschiedene	Mittlere bis späte Trias	Oberostalpin
					Unterstalpin
					Unterstalpin

D. Gaar	Blockschutt	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Oberostalpin
Val Schais	Verruccano	Polygon	Chazforà-Formation	Perm-Trias	Oberostalpin
	Verruccano vermutet	Polygon	Chazforà-Formation	Perm-Trias	Oberostalpin
	Mu-Kfsp-Alb-Gneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Zweiglimmer-Plag-Gneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Zweiglimmer-Plag-Gneis vermutet	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Dunkelgrüne Chloritschiefer	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Grüne Sericit-Chlorit-Schiefer	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Grüner Biotitgneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Nasser Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Dolomit	Polygon	Hauptdolomit	Mittlere bis späte Trias	Oberostalpin
	human impact – Akkumulation	Polygon	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
	Human impact –	Polygon	Künstlicher Abtrag	Quartär	Oberostalpin

	Erosion				
	Gips	Polygon	Mora-Member (Mingér-Formation)	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Gips vermutet	Polygon	Mora-Member (Mingér-Formation)	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Rauhwanke	Polygon	Mora-Member (Mingèr-Formation)	Mittlere Trias	Oberostalpin
	Schuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
	Kristalline Quetschzone	Polygon	Überschiebung, Deformationszone		Oberostalpin
Interbitzin	Alumo-Granat-Disthen-Schiefer	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
Macun	Amphibolit	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Amphibolit und geringer Vegetationsbedeckung	Polygon	Amphibolith	Präperm	Oberostalpin
	Bergsturz	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher aktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Blockgletscher inaktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Blockmeer	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Oberostalpin
	Buckelwiese	Polygon	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
	Diabas	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin
	Diabas und geringer Vegetationsbedeckung	Polygon	Diabas-Gang	Präperm	Oberostalpin

	Eklogit	Polygon	Metagabbro, Metabasalt	Präperm	Oberostalpin
	Flüela Typ Güstizia	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Flüela Typ Sco Alp	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Flüela und geringer Vegetationsbedeckung	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Flüela sensu stricto	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Gehängeschutt mit Moränenmaterial	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Heller Gneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Heller Gneis und geringer Vegetationsbedeckung	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Moräne 1850	Polygon	Moräne 1850	Quartär	Oberostalpin
	Moränenbedeckung	Polygon	Moräne	Quartär	Oberostalpin
	Mönchalpgneiss	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Netzboden	Polygon	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
	Nivationsfläche	Polygon	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
	Orthogneis	Polygon	Metagranitoid	Präperm	Oberostalpin
	Paragneis	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin

Paragneis und geringer Vegetationsbedeckung	Polygon	Gneis, Glimmerschiefer	Präperm	Oberostalpin
Quellnässe	Polygon	Quelle	Quartär	Oberostalpin
Schneehaldenmoräne	Polygon	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin
Schotterflur aktiv	Polygon	Schotter	Quartär	Oberostalpin
See	Polygon	See	Quartär	Oberostalpin
Steinstreifen	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Strukturboden	Polygon	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
Sumpf	Polygon	Alluvionen (Sumpf, Moor, Schwemmebene)	Quartär	Oberostalpin
Trockenschuttkegel	Polygon	Trockenschuttkegel	Quartär	Oberostalpin
Verwitterungsdecke	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
Ice-cored morain	Polygon	Schneehaldenmoräne	Quartär	Oberostalpin
Kollabiertes Gletscherbecken	Polygon	Toteislandschaft	Quartär	Oberostalpin
Künstlicher Abtrag	Polygon	Künstlicher Abtrag	Quartär	Oberostalpin
Künstlicher Auftrag	Polygon	Künstliche Aufschüttung	Quartär	Oberostalpin
Terassenrand	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Murgangwallrand	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin
Erosionsrand	Linie	Erosionsrand, Terrassenkante	Quartär	Oberostalpin

	Blockgletscher aktiv	Polygon	Blockgletscher (Blockstrom)	Quartär	Oberostalpin
	Blockmeer	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Oberostalpin
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Steinstreifen	Polygon	Hangschutt	Quartär	Oberostalpin
	Strukturboden	Polygon	Strukturboden	Quartär	Oberostalpin
Schwienbacher	Felssturzgebiet	Polygon	Blockschutt, Bergsturz	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
Scuol	Bs-tonig	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Bs_allgem_anst.	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Bs_allgem_nicht_anst.	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Bs_allgem_verm_anst.	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Bs_allgemein	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Bs_sandig	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Härtlinge (BS)	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)

	Kalk-brekzie	Polygon	Bündnerschiefer	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Gehängeschutt	Polygon	Hangschutt	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Lockergestein (gemischt)	Polygon	Lockergestein	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Lockergestein (mit Serpentinit)	Polygon	Lockergestein	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Lockergestein (ohne Serpentinit)	Polygon	Lockergestein	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Grünschiefer	Polygon	Meta-Ultrabasite	Jura-Kreide	Penninikum (unterpenninisch)
	Quelltuff	Polygon	Quelltuff	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Hautrutschung aktiv	Polygon	Rutschung	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Hautrutschung verwachsen	Polygon	Rutschung	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Rutschung	Polygon	Rutschung	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Rutschung verm/stark kopiertes Gelände	Polygon	Rutschung	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)

	Strukturboden	Polygon	Strukturboden	Quartär	Penninikum (unterpenninisch)
	Anstehend	Polygon			
	Aufschluss allgemein	Polygon			
	Diabas	Polygon			
	Konglomerat und Arkosen	Polygon			
	Quarzite	Polygon			
	Serpentin	Polygon			