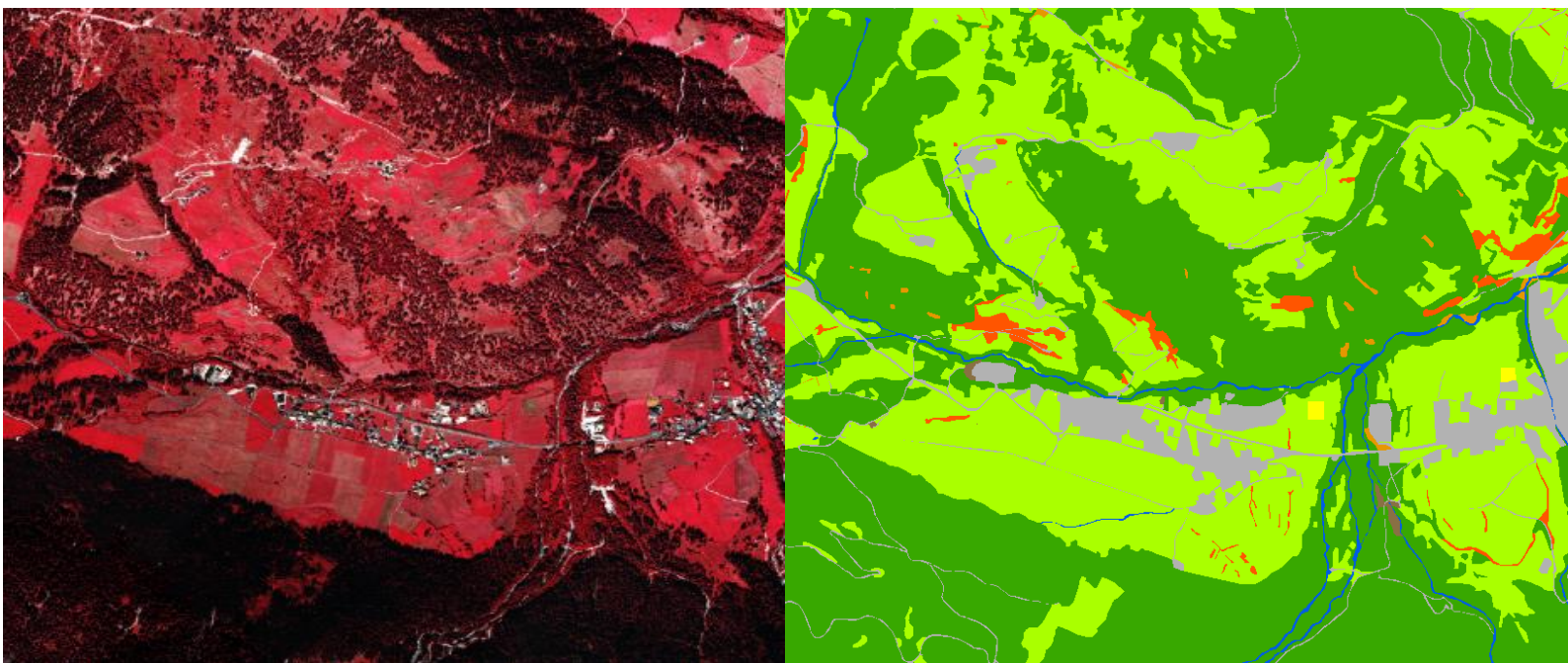


# Landschaftsanalyse Biosfera Val Müstair

## Analyse des Habitatp-Datensatzes mit GIS



Bachelorarbeit  
BSc Umweltnaturwissenschaften  
Im Bereich Naturwissenschaften

Verfasserin: Luzia Meier, ETH Zürich  
Betreuerin: Monika Niederhuber, GIS-Team, ETH Zürich

In Zusammenarbeit mit  
Ruedi Haller  
Schweizerischer Nationalpark

FS/HS 2013

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**DUSYS**

Departement  
Umwelt-systemwissenschaften



# Inhaltsverzeichnis

Kartenverzeichnis .....	iv
Tabellenverzeichnis .....	iv
Abbildungsverzeichnis .....	v
Diagrammverzeichnis .....	vi
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Biosfera Val Müstair – Parc Naziunal .....	1
1.2 Fragestellung und Zielsetzung .....	2
1.3 Geodaten und Analysenprogramme .....	4
<b>2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN FERNERKUNUNG .....</b>	<b>6</b>
2.1 Geschichtlicher Hintergrund .....	6
2.2 Fernerkundung mit Infrarotluftbildern .....	6
2.2.1 Reflexionseigenschaften von Objekten .....	6
2.2.2 Infrarotphotographie .....	7
2.3 Digitale Bildauswertung und visuelle Bildinterpretation .....	8
2.3.1 Visuelle Bildinterpretation .....	8
2.3.2 Digitale Bildauswertung .....	10
2.3.3 Visuelle und automatische Klassifizierung im Vergleich .....	15
2.4 Der Bezug zum Habitallp .....	16
<b>3. HABITALP .....</b>	<b>17</b>
3.1 Historischer Hintergrund .....	17
3.2 Natura 2000 und Netzwerk Schweizer Pärke .....	17
3.2.1 Natura 2000 .....	17
3.2.2 Netzwerk Schweizer Pärke .....	18
3.3 Der Datensatz und seine Entstehung .....	19
3.3.1 Entstehung der Daten, die Interpretation und die Analyse .....	20
3.4 Aufbau des Habitallp Datensatzes .....	21
3.4.1 Hauptklassen (HC) .....	21
3.4.2 Habitattypen (HT) .....	22
3.4.3 Deckungsgrad („Degree of Cover“) .....	23
3.4.4 Weitere Attribute .....	23
3.4.5 Interpretationsschlüssel des Habitallp-Datensatzes .....	23
3.5 Validierung des Habitallp-Datensatzes .....	24
3.5.1 Vorgehen .....	24

3.5.2	Auswertung .....	25
3.5.3	Diskussion .....	25
3.5.4	Datenqualitätsangaben (Data Quality) aus dem Habitalp-Datensatz.....	27

#### **4. METHODE, ANALYSE & INTERPRETATION DES HABITALP..... 28**

4.1	Charakterisierung des Gebiets Val Müstair .....	29
4.1.1	Gebietsgrenzen des Val Müstair.....	29
4.1.2	Gebietsbeschreibung .....	29
4.1.3	Vergleich mit der ganzen Schweiz.....	30
4.1.4	Zonierung des Val Müstair.....	31
4.1.5	Räumliche Verteilung der Hauptklassen .....	31
4.2	Charakterisierung der Hauptklassen .....	33
4.2.1	Methode zur Charakterisierung der Hauptklassen .....	33
4.2.2	Gewässer (2000) .....	33
4.2.3	Moore (3000).....	37
4.2.4	Landwirtschaft, Rasen (4000).....	38
4.2.5	Extremstandorte (5000) .....	42
4.2.6	Gehölze (6000) .....	45
4.2.7	Wald (7000) .....	46
4.2.8	Veränderte Standorte (8000) .....	50
4.2.9	Siedlung, Verkehr (9000) .....	51
4.3	Analyse der Deckungsgrade .....	53
4.3.1	Methode.....	53
4.3.2	Resultate .....	53
4.4	Hangexposition .....	55
4.4.1	Methode.....	55
4.4.2	Resultate .....	56
4.4.3	Interpretation der Resultate.....	60
4.4.4	Gliederung der Hauptklassen in die verschiedenen Hangexpositionen .....	62
4.5	Orographie im Val Müstair.....	66
4.5.1	Methode.....	66
4.5.2	Resultate .....	68
4.5.3	Interpretation der Resultate.....	72
4.5.4	Zusammensetzung der Orographie jeder Hauptklasse.....	73
4.6	Zonierung des Val Müstair .....	75
4.6.1	Methode.....	76
4.6.2	Resultate .....	76

4.6.3	Interpretation der Resultate .....	77
4.7	Landschaftsstrukturmasse .....	79
4.7.1	Flächenanalyse (Area Analysis) .....	79
4.7.2	Randliniendichte (Edge Analysis) .....	81
4.7.3	Kernflächenanalyse (Core Area Analysis) .....	83
4.8	Nachbarschaftsanalyse .....	95
4.8.1	Distanz zum nächsten Nachbar (Nearest Neighbour) .....	95
4.8.2	Nachbarschaft einer HC .....	99
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>106</b>
<b>6.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>108</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>109</b>
<b>8.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>I</b>
8.1	Zusammenfassung der Resultate .....	I
8.1.1	Hangexposition .....	I
8.1.2	Orographie .....	II
8.1.3	Zonierung .....	II
8.1.4	Landschaftsstrukturmasse .....	III
8.1.5	Nachbarschaftsanalyse .....	IV
8.2	Model Builder und Resultate .....	VII
8.2.1	Validierung .....	VII
8.2.2	Hangexposition .....	VII
8.2.3	Orographie .....	VII
8.2.4	Zonierung: Daten der HT .....	XII
8.2.5	Kernflächenanalyse: Daten der HT .....	XII
8.2.6	Landschaftsstrukturmasse .....	XVIII
8.3	Eigenständigkeitserklärung .....	XIX

## Kartenverzeichnis

Karte 1: Schweizerische Landeskarte und Habitatp-Datensatz mit jeweils dem Gewässernetz der Schweiz .....	26
Karte 2: Untersuchungsperimeter .....	29
Karte 3: Zusammensetzung der Fläche des Val Müstair eingeteilt in die neun HC.....	32
Karte 4: Gewässernetz (oberirdisch) der Schweiz und HC Gewässer (2000) .....	36
Karte 5: Verteilung der HT der Moore (3000) im Val Müstair .....	37
Karte 6: Zusammensetzung der HT der HC Landwirtschaft (4000) .....	39
Karte 7: Räumliche Verteilung von Schutt/Geröll und Felsflächen.....	44
Karte 8: Räumliche Verteilung der HT Gehölze (6000) .....	45
Karte 9: HT des Waldes .....	47
Karte 10: Räumliche Verteilung des Laubholzes und der verschiedenen Nadelhölzer.....	49
Karte 11: Flussabschnitte von Strassen unterbrochen .....	52
Karte 12: Hangexpositionen im Val Müstair.....	56
Karte 13: Orographische Gliederung .....	68
Karte 14: Zonierung des Val Müstair.....	75
Karte 15: Polygone der Kernflächendistanzen der HC Landwirtschaft, Rasen (4000) .....	86

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datenquelle Swisstopo (@Swisstopo, 2013, JA100120) .....	4
Tabelle 2: Datenquelle Schweizerischer Nationalpark (@SNP, 2013) .....	4
Tabelle 3: Datenquelle Bundesamt für Umwelt, BAFU, CH 3003 Bern (@GIUB, 2013) .....	4
Tabelle 4: Die neun Hauptklassen des Habitatp-Datensatzes (Demel et al., 2006a) .....	22
Tabelle 5: Codierung des Deckungsgrades (Demel et al., 2006a).....	23
Tabelle 6: Daten für die Validierung .....	24
Tabelle 7: HT der Gewässer (2000) .....	34
Tabelle 8: Deckungsgrade von Gras und Krautschicht der HC Moore .....	38
Tabelle 9: Habitattypen der HC Landwirtschaft (4000) .....	40
Tabelle 10: Add Charact 1 der HT 4240.....	41
Tabelle 11: Zusammensetzung der HT der HC Extremstandorte (5000) .....	43
Tabelle 12: Aufteilung von Schutt/Geröll Fläche .....	43
Tabelle 13: Habitattypen des Waldes.....	46
Tabelle 14: Baumarten.....	48
Tabelle 15: Verschiedene Deckungsgrade der HC Wald (7000) .....	50
Tabelle 16: Zusammensetzung der HT der HC veränderte Standorte (8000).....	51
Tabelle 17: Bodenbedeckungsschichten des ganzen Val Müstair .....	54
Tabelle 18: Reklassifizierung der Werte für die vier Hangexpositionen.....	55
Tabelle 19: Zusammensetzung der HC an den Nordhängen .....	57
Tabelle 20: Zusammensetzung der HC an Osthängen.....	57
Tabelle 21: Zusammensetzung der HC an Südhängen.....	58
Tabelle 22: Zusammensetzung der HC an Westhängen.....	58
Tabelle 23: Flüsse mit den entsprechenden Teileinzugsgebieten .....	66
Tabelle 24: Orographische Gliederung.....	68
Tabelle 25: Orographisch linke Seite: Zusammensetzung der HC.....	69
Tabelle 26: Orographisch rechte Seite: Zusammensetzung der HC .....	70
Tabelle 27: Orographisch nicht definierter Bereich: Zusammensetzung der HC .....	70
Tabelle 28: Zonierung .....	75
Tabelle 29: Entwicklungszone .....	76
Tabelle 30: Pflegezone.....	77
Tabelle 31: Kernzone .....	77
Tabelle 32: Area Analysis der HC .....	80
Tabelle 33: Edge Analysis der HC .....	81
Tabelle 34: Gewässer .....	87
Tabelle 35: Moore .....	88
Tabelle 36: Landwirtschaft, Rasen .....	89
Tabelle 37: Extremstandorte .....	90

Tabelle 38: Gehölze .....	91
Tabelle 39: Wald.....	92
Tabelle 40: veränderte Standorte.....	93
Tabelle 41: Siedlung, Verkehr .....	94
Tabelle 42: Klassierung der NNDIST .....	96
Tabelle 43: NNDIST der HC .....	96
Tabelle 44: Anzahl der Nachbarpolygone pro HC .....	100
Tabelle 45: Nachbarn der Gewässer (2000) .....	101
Tabelle 46: Nachbarn der Moore (3000) .....	101
Tabelle 47: Nachbarn der Landwirtschaft, Rasen (4000) .....	102
Tabelle 48: Nachbarn der Rohbodenstandorte, Extremstandorte (5000) .....	103
Tabelle 49: Nachbarn der Gehölze (6000) .....	103
Tabelle 50: Nachbarn des Waldes (7000) .....	104
Tabelle 51: Nachbarn der veränderten Standorte (8000) .....	104
Tabelle 52: Nachbarn der Siedlung, Verkehr (9000) .....	105

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Biosfera Val Müstair – Parc Naziunal.....	2
Abbildung 2: Ortho-Foto des Val Müstair .....	7
Abbildung 3: Reflexionsgrad von Boden, Wasser und Vegetation (Albertz, 2009, S.156) .....	11
Abbildung 4: Merkmalsräume von Boden, Wasser und Vegetation als mehrdimensionale Punktverteilung (Albertz, 2009, S.156) .....	11
Abbildung 5: Maximum-Likelihood-Verfahren: Die Linien zeigen gleiche Wahrscheinlichkeiten für die Zuordnung eines Bildpunktes zu einer Klasse. Beispielsweise wird der Punkt 1 der Klasse D, der Punkt 2 der Klasse B und der Punkt 3 als unklassifiziert zugeordnet. (Albertz, 2009, S.159) .....	13
Abbildung 6: Minimum-Distance-Verfahren: Die Bildelemente werden jener Klasse zugeordnet, bei welcher der Mittelpunkt (+) am nächsten liegt. Punkt 1 gehört zur Klasse D. Punkt 2 ist der Klasse C zugeordnet, dies jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit der falschen Klasse. (Albertz, 2009, S.160) .....	13
Abbildung 7: Quaderverfahren: Durch die obere und die untere Grenze entstehen für die gültigen Messwerte einer Klasse Rechtecke (links). Um Überschneidungen zu vermeiden, werden die Abgrenzungen verfeinert (rechts). (Albertz, 2009, S.160) ....	14
Abbildung 8: Hierarchische Klassifizierung: Durch den Merkmalsraum werden Grenzlinien zur Bestimmung der Klasse gezogen. Diese können wieder unterteilt werden, bis der gewünschte Detaillierungsgrad erreicht wird. (Albertz, 2009, S.161) .....	15
Abbildung 9: Methode der Abfragen .....	33
Abbildung 10: Orographische Gliederung (Luzia Meier, 2014) .....	66
Abbildung 11: Kernflächendarstellung (Luzia Meier, 2014) .....	83
Abbildung 12: Reklassifizierung erfolgte gemäss 4.4 Hangexposition .....	VII
Abbildung 13: ModelBuilder Clemgia .....	VIII
Abbildung 14: ModelBuilder Acqua del Gallo.....	VIII
Abbildung 15: ModelBuilder des Il Rom unterster Teil .....	IX
Abbildung 16: Zusammenfügen .....	X
Abbildung 17: Berechnung der orographischen Aufteilung.....	XI

## Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Zusammensetzung der HC .....	30
Diagramm 2: Zusammensetzung der HC an Nordhängen .....	59
Diagramm 3: Zusammensetzung der HC an Osthängen .....	59
Diagramm 4: Zusammensetzung der HC an Südhängen.....	60
Diagramm 5: Zusammensetzung der HC an Westhängen.....	60
Diagramm 6: Gliederung der .....	62
Diagramm 7: Gewässer (2000).....	62
Diagramm 8: Moore (3000).....	63
Diagramm 9: Landwirtschaft (4000) ohne HT 4200.....	63
Diagramm 10: Rasen, Staudenfluren (4200).....	63
Diagramm 11: Rohböden, Extremstandorte (5000) .....	63
Diagramm 12: Feldgehölze (6000) .....	64
Diagramm 13: Wald (7000) .....	64
Diagramm 14: Veränderte Standorte (8000) .....	64
Diagramm 15: Siedlung, Verkehr (9000).....	64
Diagramm 16: Zusammensetzung der orographisch linken Seite.....	71
Diagramm 17: Zusammensetzung der orographisch rechten Seite.....	71
Diagramm 18: Zusammensetzung des nicht definierten Bereichs .....	71
Diagramm 19: Zusammensetzung der Orographie jeder HC .....	73
Diagramm 20: NNDIST der acht HC .....	98



# 1. EINLEITUNG

Die Landschaft ist das tägliche Umfeld des Menschen. Sie wird von ihm beeinflusst, gebraucht, verändert und umgestaltet. Im Wandel der Zeit verändern sich die Strukturen und Muster, welche eine Landschaft aufweist. Die Landschaft ist durch das Relief, das sich in Form von Bergen und Tälern zeigt, geprägt. Die vom Menschen als Landschaft wahrgenommenen Flächen sind Wälder, Gewässer, Bodennutzungsflächen, Siedlungen und offene Rasenflächen sowie weitere Elemente und Strukturen. Diese werden in verschiedene Muster und Einheiten gegliedert. Zu einer Landschaft gehören ebenso die Lebewesen, die sie als Habitat nutzen und verändern.

In der folgenden Arbeit wird eine Landschaftsanalyse in der Biosfera Val Müstair durchgeführt. Es interessiert, welche Arten von Landschaftsformen, wie Gewässer, Wald oder Siedlungsflächen, vorhanden sind und wie diese miteinander in Beziehung stehen.

Die Zusammensetzung der Landschaft ist sehr vielfältig und kann genauer betrachtet werden. In der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Landschaftsanalyse, bei der es um die Betrachtung der Landschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt geht. Es werden keine zeitlichen Veränderungen in der Landschaft angeschaut, sondern der jetzige Zustand der Landschaft analysiert.

Die Tiere, die die Landschaft als ihr Lebensraum oder Habitat sehen und nutzen, werden in dieser Landschaftsanalyse nicht miteinbezogen.

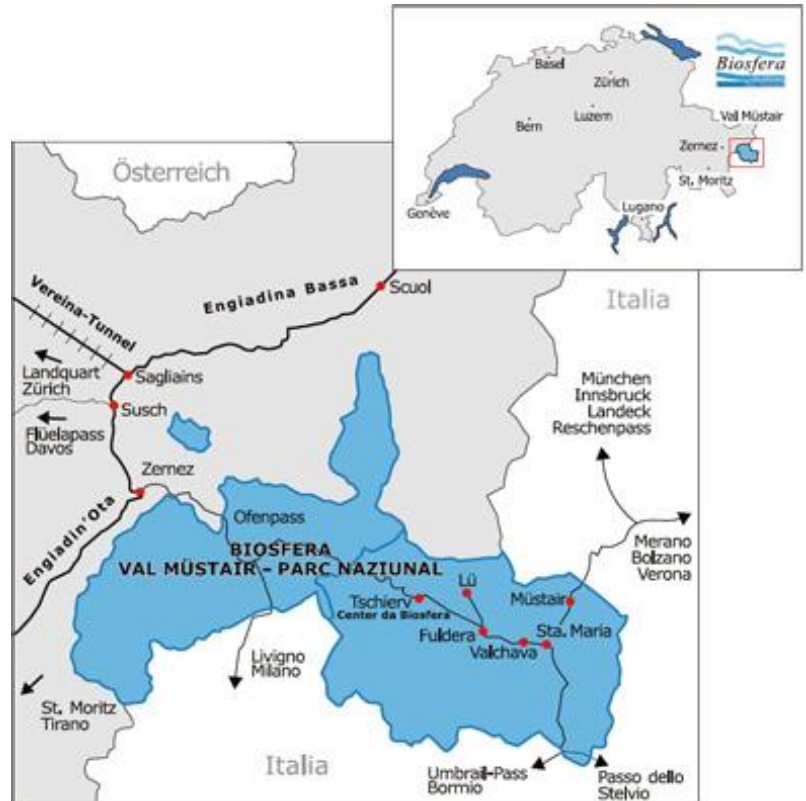
## 1.1 Biosfera Val Müstair – Parc Naziunal

Das Gebiet Biosfera Val Müstair - Parc Naziunal besteht aus zwei Teilgebieten, einerseits aus dem Schweizerischen Nationalpark und andererseits aus der Biosfera Val Müstair.

Im Leitbild der Biosfera Val Müstair – Parc Naziunal (2013a) sind Grundsätze und angestrebte Ziele zu Wirtschaft, Gesellschaft, Kulturwerten und Naturwerten festgehalten. Die Naturwerte umfassen Landwirtschaft, Jagd und Fischerei, Wald, Forschung und Natur und Landschaft. Das Ziel ist die Aufrechterhaltung von Pflege und Schutz der Natur wie auch der verschiedenen Landschaftsformen. Die Region ist durch eine Vielfalt von Naturwerten ausgezeichnet, welche sowohl landschaftlichen als auch ökologischen Ursprungs sind. Im Konzept der Biosfera Val Müstair ist verankert, dass die Region den Anforderungen eines regionalen Naturparks entspricht, jene an ein Biosphärenreservat erfüllt und ebenfalls den Richtlinien der UNESCO standhält (Biosfera, 2013a). Das Projekt Biosfera Val Müstair wird als eine Chance für die zukünftige, nachhaltige Entwicklung des Lebensraumes und der gesellschaftlichen Strukturen betrachtet (Biosfera, 2013b). Die Charta, welche als Managementplan und Grundlagendokument für Regionale Naturpärke dient, beinhaltet Teile der Machbarkeitsstudie, Parkreglement und Jahresplanung für das Biosphärenreservat (Charta, 2010).

Der Schweizerische Nationalpark (SNP) ist seit 1979 ein Biosphärenreservat der UNESCO. Seit 2010 wird das Val Müstair auch zum Biosphärenreservat gezählt und bildet zusammen mit dem SNP die Biosfers Val Müstair – Parc Nazional.

Die Biosfera Val Müstair liegt im Kanton Graubünden im Unterengadin. Sie besteht aus den sechs fusionierten Gemeinden Tschier, Fuldera, Lü, Valchava, Sta. Maria und Müstair (Biosfera, 2013a). Das Gebiet der Biosfera Val Müstair nimmt eine Fläche von 198.64 km<sup>2</sup> ein. Der Schweizerische Nationalpark hat eine Fläche von 170.30 km<sup>2</sup> und gehört grösstenteils zur Gemeinde Zernez.



**Abbildung 1:** Biosfera Val Müstair – Parc Nazional (Biosfera, 2013a)

Der nordwestliche Teil des Val Müstair wird durch den Ofenpass mit dem Schweizerischen Nationalpark verbunden. In Richtung Süden und Osten grenzt die Biosfera an Italien.

## 1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Diese Arbeit befasst sich mit der Landschaftsanalyse des Gebietes Val Müstair. Es wird zum Ziel gesetzt, die Landschaft im Val Müstair mittels des Habitatp-Datensatzes zu beschreiben. Anhand des Habitatp-Datensatzes wird ermittelt, welche Landschaftsformen und Strukturen sich in diesem Gebiet befinden. Das betrachtete Gebiet wird auf Grund verschiedener Kriterien, die zu Beginn definiert wurden, wie Hangexposition, Orographie und Zonierung, in einzelne Teilgebiete aufgeteilt und bezüglich der Zusammensetzung der Landschaftsstrukturen analysiert.

Für die Analyse wurden zu Beginn verschiedene Fragen zusammengestellt, welche bei der Bearbeitung der Daten als Leitfaden dienten. Diese Fragen setzen sich aus grundsätzlichen, allgemeinen Fragen, spezifischen Fragen und räumlichen Fragen zusammen. Während der Arbeit entwickelten sich die Fragen weiter, wenn sich neue Bearbeitungsgebiete auftaten, welche für die Beschreibung der Landschaft interessant waren. Für die Charakterisierung des Gebietes wurden Fragen, die sowohl quantitativen als auch qualitativen Hintergrund besitzen, gesammelt und analysiert. Ziel der Arbeit ist es, den Inhalt des Datensatzes aufzuzeigen und das Potential, das in diesem Datensatz liegt, zu ergründen und zu nutzen, denn bis anhin wurde mit dem Habitatp-Datensatz noch keine Analyse in diesem Stil durchgeführt.

Im Folgenden sind einige Fragen zusammengestellt, welche bei der Analyse der Landschaft als Leitfaden dienen.

Allgemeine Fragen:

- Aus welchen Flächen setzt sich das Val Müstair zusammen?
- Wie gross sind die Flächen der einzelnen Hauptklassen (HC)?
- Welches ist die dominierende HC?
- Welche Habitattypen (HT) sind in diesem Gebiet vertreten?
- Wie gross ist der Flächenanteil jedes HT?

Spezifischere Fragen:

- Welche Baumarten kommen im Val Müstair vor?
- Wie gross ist der Anteil an versiegelter Fläche?

Räumliche Fragen:

- Welches sind die unmittelbaren Nachbarn einer HC?
- Wie gross ist die Distanz zum nächsten Nachbarn der gleichen HC?
- Wie sind die Flächen auf die verschiedenen Zonen des Val Müstair aufgeteilt?
- Wie setzen sich nach Norden, Süden, Osten und Westen orientierte Flächen zusammen?
- Inwiefern spielt die Orographie eine Rolle bei der Zusammensetzung der landschaftlichen Elemente?

Im SNP, der bereits seit 1909 besteht (Schweizerischer Nationalpark, 2013b), wurde in den letzten Jahren intensive Forschung betrieben und es wurden dabei unzählige Daten und Informationen gesammelt. Die GIS Verwaltung des Val Müstair arbeitet mit der Verwaltung des SNP zusammen. Für das Gebiet des SNP wurde zu einem früheren Zeitpunkt bereits eine Landschaftsanalyse in einem ähnlichen Stil auf Grund des Habitatp-Datensatzes gemacht. Der Datensatz wird in der Praxis rege genutzt und hat in vielen Bereichen Anwendung gefunden. Für das Gebiet der Biosfera Val Müstair wurde bis anhin keine Landschaftsanalyse durchgeführt. Aus diesem Grund eignet sich der Rahmen dieser Arbeit um dieses Gebiet zu analysieren und die Resultate zu dokumentieren.

### 1.3 Geodaten und Analysenprogramme

Die in der Arbeit verwendeten Daten stammen von der Geoinformationsabteilung des Schweizerischen Nationalparks, der Swisstopo und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU).

Name	Format	Beschreibung	Jahr
PK25_Q3_2010 - komb1219.tif - komb1239.tif - komb2220.tif - komb2240.tif - komb2260.tif	.tif	Schweizerische Landes- karte im Massstab 1:25'000	2010
TLM_FLISSGEWAESSER	Feature Class (Polyline)	Fliessgewässer im Val Müstair	Quelle: 2013
swissALTI3D_ValM500m	Raster Catalog	Digitales Höhenmodell des Gebietes Val Müstair	Quelle: 2013
Swissimage	.tif	Normale Luftbilder für das Gebiet Val Müstair	2009

**Tabelle 1:** Datenquelle Swisstopo (@Swisstopo, 2013, JA100120)

Name	Format	Beschreibung	Jahr
Habitalp_vm_121213	Feature Class(Polygon)	Datensatz Habitalp	2006
PerimeterValM	Feature Class(Polygon)	Perimeter des Val Müstair	Quelle: 2013
UNESCO_zoning	Feature Class(Polygon)	Zonierung der UNESCO in Kern-, Pflege- und Ent- wicklungszone	Quelle: 2013
VM_IR2006	.tif	Ortho-Foto des Val Müstair	2006

**Tabelle 2:** Datenquelle Schweizerischer Nationalpark (@SNP, 2013)

Name	Format	Beschreibung	Jahr
basis_04	Feature Class(Polygon)	Hydrographische Gliede- rung der Schweiz – Basis- gebiete.	Metadaten: 21.08.2009

**Tabelle 3:** Datenquelle Bundesamt für Umwelt, BAFU, CH 3003 Bern (@GIUB, 2013)

Die Datenbearbeitung erfolgt in ArcGIS 10.1, mit der Extension \*Late in ArcGIS, Microsoft Access und Excel Programmen.

Die Extension vLATE 2.0 beta (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension)<sup>1</sup> ist ein vektorbasiertes Tool für ArcGIS 10 zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. Es werden Berechnungen auf Polygon-Datensätzen durchgeführt und die Landschaftsstruktur beschrieben (Lang et al., 2003). Die Extension vLATE, wie auch die Indikatorendatenbank IDEFIX (Indicator Database for Scientific Exchange), wurden im Rahmen des EU Projektes SPIN von 2001-2004 entwickelt und enthält Informationen zur Extension vLATE. Die erwähnte Datenbank IDEFIX wurde wegen fehlenden finanziellen Mitteln nicht dem nötigen Update unterzogen und kann daher nicht in ArcGIS 10.1, sondern nur bis zur Version ArcGIS 8.x verwendet werden. Da in dieser Arbeit jedoch das ArcGIS Version 10.1 genutzt wird, konnte die Datenbank IDEFIX nicht verwendet werden. Die IDEFIX Datenbank beinhaltet die detaillierte Katalogisierung von Masszahlen. Es sind sowohl die mathematischen Formeln als auch der Anwendungskontext, die Datenspezifizierung und die vorhandenen Evaluierungsergebnisse Bestandteil der Datenbank. (Klug et al., 2003)

Um die Daten in Extension vLATE einlesen zu können, müssen sie jeweils in ein shp-File konvertiert und abgespeichert werden. Die Berechnung der Fläche und des Perimeters der Polygone sind die Grundlage für die Berechnung von Landschaftsstrukturmassen in vLATE. Daher müssen nach dem Einlesen des Datensatzes zuerst die Flächen und Perimeter mit dem Button Area/Perimeter errechnet werden. Für die Flächenberechnung wird das Polygon in Dreiecke eingeteilt, welche anschliessend aufsummiert werden. (Lang et al., 2007)

---

<sup>1</sup> Die Extension vLATE kann unter dem Link „<https://sites.google.com/site/largvlate/gis-tools/v-late>“ heruntergeladen werden. Zugriff: 22.12.2013

## 2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN FERNERKUNDUNG

### 2.1 Geschichtlicher Hintergrund der Fernerkundung

Die Beobachtung der Erdoberfläche aus der Luft faszinierte Ballonfahrer. Erstmals gelang es 1858 dem Ballonfahrer G. Tournachon, ein photographisches Bild über Paris aufzunehmen. Es wurden viele Versuche gestartet, Luftbilder aufzunehmen, bei denen es jedoch an praktischer Anwendung fehlte. Dies änderte sich anfangs des 20. Jahrhunderts, als sich die Aufnahmegерäte während des 1. Weltkrieges wesentlich verbesserten und systematisch Reihenaufnahmen eingeführt wurden. Diese Erfahrungen verbreiteten sich rasch in forstwirtschaftlichen, archäologischen und geographischen Anwendungen. In der geographischen Forschung wurde die Verwendung der Luftbilder systematisch untersucht. Für die Herstellung von Luftbildplanwerken wurden im 2. Weltkrieg, wie bereits im 1. Weltkrieg, aus militärischen Gründen vermehrt Luftbilder eingesetzt. Ebenfalls wurden Luftbildaufnahmen mit Farb- und Infrarotfilmen erprobt. (Albertz, 2009, S. 3f)

Durch die intensive Nutzung entwickelte sich die Luftbildinterpretation zu einer eigenen Disziplin. Erstmals wurden im Jahr 1956 Farbinfrarotfilme in der vegetationskundlichen Forschung verwendet. Die Techniken konnten auf andere Geodisziplinen, wie Bodenkunde, Geologie oder Kartographie angewendet werden. Daraus entstand die Fernerkundung (engl. Remote Sensing) als übergeordnete Wissenschaft in der Geofernerkundung, die alle bisherigen Luftbildinterpretationen einschliesst. (Albertz, 2009, S.6 & Prinz, 2007)

### 2.2 Fernerkundung mit Infrarotluftbildern

Unter dem Begriff der Fernerkundung wird ein indirektes Beobachtungsverfahren verstanden, bei dem sich das Messgerät vom Ort des Messobjektes entfernt befindet. Diese berührungsfreie Methode basiert auf der Datenaufnahme durch Empfänger auf Flugzeugen oder Satelliten. Bei der Datenaufnahme misst der Empfänger, ein Sensor, die vom Messobjekt ausgehende elektromagnetische Strahlung. Diese wird anschliessend in Bilddaten umgewandelt. Das Verfahren setzt voraus, dass die abgestrahlte elektromagnetische Strahlung charakteristisch für ein Objekt ist, da ansonsten keine Objektinformationen vorhanden sind. Sobald eine bildhafte Darstellung der Erdoberfläche vorhanden ist, werden die Bilddaten Luftbilder der Erde genannt. Für die Interpretation der Luftbilder ist Fachwissen über den betrachteten Gegenstand sowie Kenntnisse über die Entstehung, Verarbeitung und Eigenschaften der Bilder notwendig. Dadurch kann eine optimale Interpretation mit möglichst wenigen Fehlinterpretationen erzielt werden. (Albertz, 2009)

#### 2.2.1 Reflexionseigenschaften von Objekten

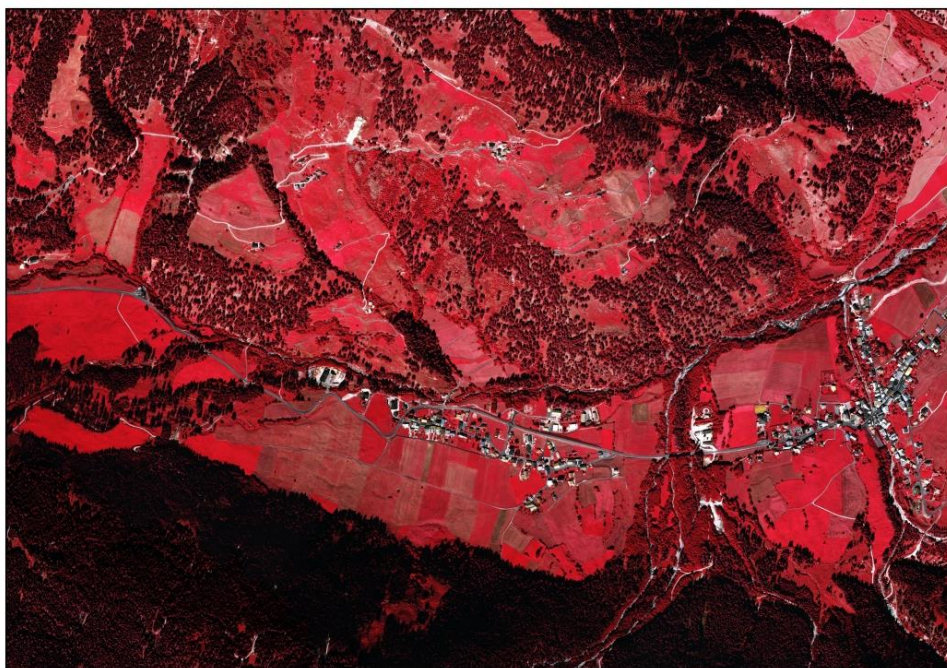
Erst dadurch, dass Gegenstände unterschiedliche Materialien, physikalische Zustände, Oberflächenrauigkeiten und geometrische Verhältnisse besitzen, ist es möglich, die verschiedenen Gegenstände zu sehen und voneinander unterscheiden zu können. Beispielsweise hat Laub von Bäumen je nach Vegetationsperiode ein anderes Reflexionsverhalten. Ein weiterer Faktor, wel-

cher das Reflexionsverhalten beeinflusst, ist die Feuchtigkeit des Materials. Böden mit einer hohen Feuchte sind in Luftbildern beispielsweise viel dunkler als trockene Böden. (Albertz, 2009)

### 2.2.2 Infrarotphotographie

Unter einem Farbfilm wird eine Farbphotographie aus drei Schichten verstanden. Diese Schichten beinhalten die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot. Bei den Farbinfrarotfilmen wird im Gegensatz zu den Farbfilmen die blauempfindliche Schicht durch eine infrarotempfindliche Schicht, die für den Mensch unsichtbar ist, ersetzt. Diejenigen Objekte, welche die Infrarotstrahlen stark reflektieren, werden stark rot eingefärbt. Da die Farbe Rot für den Infrarotbereich steht, wird alles, was in der Wirklichkeit rot erscheint, grün dargestellt und die grünen Bereiche durch Blau ersetzt. Das entstandene Bild wirkt in seinen Farben unnatürlich auf den Menschen. (Abbildung 2). Daher kommt auch die frühere Bezeichnung Falschfarbenbild. Diese Art von Bildern spielt in der Luftbildinterpretation eine sehr wichtige Rolle, da spezifische Reflexionseigenschaften der Vegetation im Infrarotbereich einen Zusammenhang mit dem Vitalitätszustand der Pflanzen haben. Das Reflexionsverhalten ist abhängig von der Absorption durch Blattpigmente, Wassergehalt und dem Anteil am nahen ( $0.7\text{-}3\mu\text{m}$ ) Infrarot, welcher von der Zellstruktur abhängig ist. (Albertz, 2009 & Löffler et al., 2005)

Im Bereich der Interpretation der Vegetation ist bereits umfangreiches Arbeitsmaterial vorhanden. Für die Kronendichteabschätzung können Diagramme verwendet werden und für die Bestimmung der Baumarten in Mitteleuropa bestehen Interpretationsschlüssel. (Albertz, 2009)



**Abbildung 2:** Ortho-Foto des Val Müstair

## 2.3 Digitale Bildauswertung und visuelle Bildinterpretation

Durch die Auswertung und Interpretation der Luftbilddaten werden die in den Luftbildern gespeicherten Informationen nutzbar gemacht. Es wird zwischen der visuellen Bildinterpretation, bei welcher durch den Menschen wahrgenommene Bildinhalte bewusst gemacht und Schlüsse gezogen werden, und der digitalen Bildauswertung, bei der rechnerische Verarbeitungen benutzt werden, um die gewünschten Informationen aus einer Bilddatei zu extrahieren, unterschieden. (Albertz, 2009, S.121)

In der Praxis werden sowohl die visuelle Bildinterpretation als auch die digitale Bildauswertung parallel angewendet.

### 2.3.1 Visuelle Bildinterpretation

Die Informationen über die Umwelt erhält der Mensch durch die visuelle Wahrnehmung, das Sehen. Bei der visuellen Bildinterpretation werden aus den Luftbildern Aussagen über den Bildinhalt gemacht und gedeutet. Die Bildinterpretation wird aus Sicht der Fernerkundung in zwei Prozesse eingeteilt. Diese Prozesse sind einerseits die Erfassung, Erkennung und Identifizierung von verschiedenen Elementen, wie Siedlung, Flüsse, Böden, Vegetationstypen oder Wald und andererseits die eigentliche Interpretation, bei der Schlussfolgerungen aus den erkannten Objekten gezogen werden. Dafür sind fachspezifische Vorkenntnisse und Erfahrung notwendig. (Albertz, 2009, S.121f)

#### 2.3.1.1 Visuelle Wahrnehmung

Die Wahrnehmung ist sowohl von physikalisch beschreibbaren Signalen, welche von einem dargebotenen Reiz ausgehen, als auch der Verarbeitung des Reizes im Gehirn jedes Menschen abhängig. Die betrachteten Bilder werden durch ihre flächenhafte Gliederung in abgegrenzte ähnliche Einzelflächen unterteilt, wobei für die Einteilung Interpretationsfaktoren (Kapitel 2.3.1.2) eingeführt werden. Für den Zusammenschluss von gleichartigen Flächen ist eine gewisse Toleranz notwendig. Die Gesamtheit der Reize wird auf besondere Merkmale reduziert, wobei sich unser Wahrnehmungssystem meist auf informationstragende Signale konzentriert. Die Wahrnehmung muss als ein sehr subjektiv geprägter Prozess betrachtet werden. (Albertz, 2009, S.122f)

#### 2.3.1.2 Interpretationsfaktoren

Nach Albertz (2009) und Löffel et al. (2005) werden in einer systematischen Betrachtung eines Luftbildes als erstes die Interpretationsfaktoren, nämlich die Helligkeit der Grau- oder Farbtöne, Bildmuster, Form und Gestalt, Grösse, Textur, Schatten, die relative Lage von Objekten und der stereoskopische Effekt betrachtet.

Durch die unterschiedlichen *Helligkeiten der Grau- oder Farbtöne* können Informationen über die abgebildeten Gegenstände erfasst werden. Die Helligkeit ist bei Schwarzweissbildern von der Schwärzung und in Farbbildern von der Sättigung der Farbe abhängig. Die Reflektionseigen-



schaften von Objektflächen und zahlreiche weitere Faktoren, wie Beleuchtung, Atmosphäre oder Betrachtungsrichtung, bestimmen die Helligkeit einer Fläche. Daher sind grundsätzlich die Helligkeitsunterschiede zwischen verschiedenen Flächen massgebend. Es muss berücksichtigt werden, dass der Unterschied in der Schwärzung auch von der spektralen Empfindlichkeit der Sensoren abhängig ist. Bei der Sättigung von Farben ist zu beachten, dass vor allem der Unterschied zwischen den Farben die stärkere Aussagekraft hat als der Unterschied innerhalb der einzelnen Farben. Mit Hilfe der Helligkeitsunterschiede von Grau- und Farbtönen können beispielsweise feuchte von trockenen Standorten oder Nadel- von Laubbäumen unterschieden werden. Unter dem *Bildmuster* wird die Regelmässigkeit der räumlichen Anordnung von verschiedenen Objekten verstanden. Diese Muster dienen zur Abgrenzung von Raumeinheiten, wobei ähnliche Muster einen Hinweis auf einen gemeinsamen Ursprung darstellen. Unterschiede im Bildmuster weisen, beispielsweise bereits Sonderkulturen von Agrarflächen im Vergleich zu Getreidelandschaften auf.

*Formen* von Objekten werden durch unterschiedliche Helligkeiten von Grenzlinien zwischen Flächen ersichtlich. Die Grundrissformen sind bei den Luftaufnahmen die wichtigste geometrische Form. Die einfachste Differenzierung besteht zwischen natürlichen, welche keine klare Form besitzen, und den künstlichen Objekten, welche auffällige Geometrien, wie Geraden oder rechte Winkel aufweisen.

Die Grösse von Objekten geben Auskunft über deren Entstehung und Funktion. Daher ist es wichtig, den Bildmassstab zu berücksichtigen, um dann die Grössenordnungen abschätzen zu können.

Unter der *Textur* einer Oberfläche wird auf dem Luftbild der Grad der Grauwertänderung im Detail verstanden. Diese entsteht durch unterschiedliche Strukturierungen aufgrund von Material- und Oberflächeneigenschaften, welche den Objekten ein typisches Aussehen verleihen. Künstliche Oberflächen weisen eher regelmässige Texturen auf, wobei natürliche Oberflächen von ihrer Unregelmässigkeit geprägt sind. Die Textur kann beispielsweise Informationen über unterschiedliche landwirtschaftliche Kulturen geben.

*Schatten* dienen zur Erhöhung des Kontrastes eines Bildes und erleichtern die Interpretation in einem Gebiet mit nur schwachem Relief. Die Schattierung kommt dadurch zustande, dass die Luftbilder meist bei schräg einfallendem Licht aufgenommen werden. Dies führt bei unebenen Flächen zu unterschiedlichen Beleuchtungsstärken oder Helligkeitsgradienten. Deshalb können nicht nur Flächen sondern auch Oberflächenformen wahrgenommen werden. Ein Phänomen in Luftbildern mit grossen Massstäben ist der Schlagschatten, der durch das schräg einfallende Licht entsteht. Dieser unterstützt die räumliche Wahrnehmung, ist jedoch immer von der Fläche, auf die er projiziert wird, abhängig.

Weitere Hinweise zur Interpretation gibt die *relative Lage eines Objektes*. Das Objekt wird in den räumlichen Kontext gesetzt, wobei das Umfeld des Objektes vom Interpreten sowohl bewusst als auch unbewusst wahrgenommen wird. Dies ist vor allem der Fall bei der Interpretation von Funk-

tionen von Gebäuden, die durch die nebenstehenden Gebäude oder Zufahrtstrassen bestimmt werden können. Ebenfalls sind die relativen Lagen bei der Interpretation von Entwässerungsnetzen anzutreffen, wobei sich diese in Objektmustern widerspiegeln. Aufgrund dieser können auf Gesteinstypen, Erosionsverhalten oder den tektonischen Bau des Untergrundes geschlossen werden. Dies ist auch bei Vegetationsmustern der Fall, bei welchen mit genügend Fachwissen auf Standortbedingungen geschlossen werden kann.

Alle diese Merkmale werden in sinnvoller Kombination bei der Interpretation angewendet. Zudem können aus den erkannten Informationen Rückschlüsse auf nicht direkt Erkennbares gezogen werden. Hier ist, wie schon oft, Vorwissen und Erfahrung für eine fachgerechte Interpretation notwendig. Ebenso wichtig ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Experten. (Albertz, 2009, S.124f & Löffel et al., 2005, S. 127f)

### **2.3.1.3 Interpretationsschlüssel**

Ein Interpretationsschlüssel dient dazu, über ein Einzelobjekt genauere Angaben zu machen und diese systematisch zusammenzustellen. Wichtig und von Vorteil ist, dass das Vorgehen bei der Interpretation mit einem Interpretationsschlüssel systematisch und konsequent einem festgelegten Schema folgt. (Albertz, 2009, S.142 & Löffel et al., 2005, S.133)

### **2.3.1.4 Methode der Bildinterpretation**

Das Vorgehen der eigentlichen Bildinterpretation ist sehr variabel. Die Schritte des Arbeitsverlaufes setzen sich aus der Beschaffung der Unterlagen, der Vorinterpretation, die sich aus einer grossräumige Gliederung und dem Vertraut machen mit dem Bildmaterial zusammensetzt, der Gelände-Vorerkundung, die auch weglassen werden kann, der Detailinterpretation, welche den Kern der Arbeit darstellt, dem Feldvergleich und der Darstellung der erhaltenen Ergebnissen zusammen.

Bei der Interpretation der Bildinhalte wird meist stufenweise vorgegangen. Als erstes werden grossräumig Flächen mit den gleichen Bildinhalten abgegrenzt. Dies können bebaute Flächen, bewaldete Flächen oder Wasserflächen sein. In der zweiten Stufe werden diese in gleich genutzte Flächen unterteilt. Bei Wasserflächen können dies Seen, Flüsse oder sonstige Gewässer sein. Als letzte Stufe werden genauere Angaben zu den Flächen gegeben, wobei es sich dabei um direkt erkennbare Objekteinheiten oder Interpretationsergebnisse handeln kann. Dies wird in einer tabellarischen Form wiedergegeben. (Albertz, 2009, S.139f)

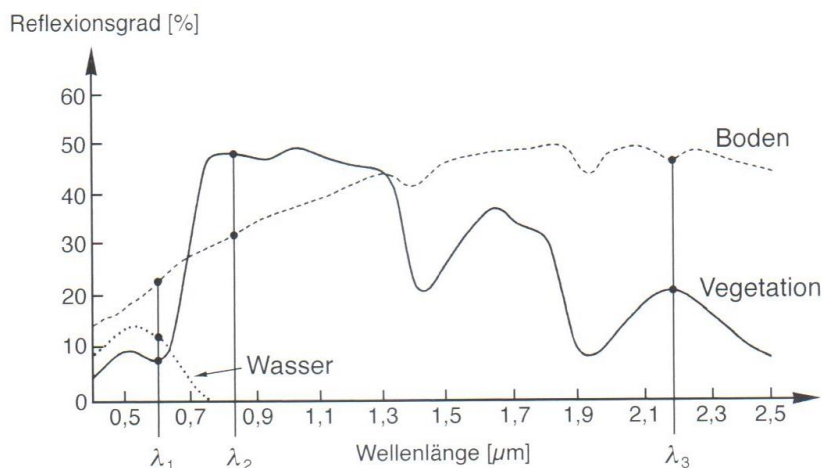
### **2.3.2 Digitale Bildauswertung**

Bei der digitalen Bildauswertung handelt es sich im Gegensatz zur visuellen Bildinterpretation um ein Computerverfahren. Dieses automatische Feststellen der Bildinhalte kann auch als maschinelles Sehen oder Computer-Vision bezeichnet werden. Computer verfügen über eine präzise Auswertung von Grauwerten und Berechnung von Flächen, können jedoch im Vergleich zum Menschen nur mit grossem rechnerischem Aufwand dreidimensionale Strukturen rekonstruieren.

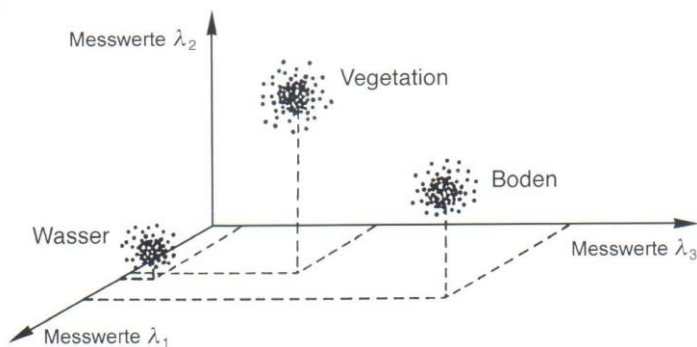
Der Durchbruch gelang jedoch bei der Analyse von multispektralen Daten, auch bekannt in der Fernerkundung als Multispektral-Klassifizierung. Es geht dabei um das Unterscheiden von Objektklassen aufgrund von Messdaten, die mittels eines Multispektralscanners aus den digitalen Bild-daten gewonnen werden. (Albertz, 2009 & Löffel et al, 2005)

### 2.3.2.1 Multispektral-Klassifizierung

Erscheinungen im Gelände besitzen unterschiedliche und für sie charakteristische Messwerte in einem bestimmten Spektralbereich. Die typische Kombination von digitalen Werten wird auch „spektraler Fingerabdruck“ (Löffel et al., 2005, S. 193) genannt. Die spektralen Unterschiede können sowohl gross als auch klein sein und sind vom Wellenlängenbereich abhängig. So können bei den sichtbaren Wellenlängen, wie beispielsweise Pflanzen absorbieren, kaum Unterschiede festgestellt werden. Im Bereich des Infrarots sind die Objekte, wie Gesteine, jedoch besser zu differenzieren. Ziel der Klassifizierung ist die Identifizierung und Kategorisierung dieses spektralen Fingerabdrucks von Objekten. Das Grundprinzip wird im Folgenden anhand von einem Beispiel näher gebracht. (Albertz, 2009, S.155f & Löffel et al., 2005, S.193f)



**Abbildung 3:** Reflexionsgrad von Boden, Wasser und Vegetation (Albertz, 2009, S.156)



**Abbildung 4:** Merkmalsräume von Boden, Wasser und Vegetation als mehrdimensionale Punktverteilung (Albertz, 2009, S.156)

In der Abbildung 3 handelt es sich um den Reflexionsgrad von den Objektklassen Wasser, Boden und Vegetation abhängig von ihrer Wellenlänge. Es werden Merkmalsräume (Abbildung 4) festgelegt, welche zu einer mehrdimensionalen Punktverteilung oder auch Punkthaufen führen. Wenn zwischen den Punkthaufen eindeutige Grenzen gezogen werden können, sind die Objektklassen eindeutig definierbar. Dadurch können automatisch weitere Elemente, deren Messwerte in einem definierten Merkmalsraum liegen, der entsprechenden Objektklasse zugeordnet werden. In der Praxis ist es wichtig diejenigen Spektralbereiche auszuwerten, in denen sich die Reflexionsgrade der Objektklassen besonders unterscheiden. Für die Auswertung mit der Multispektral-Klassifizierung ist es notwendig, den Auswertungsprozess anhand von Trainingsgebieten, bei welchen die Objektklassen bekannt sind, zu testen. Dieses Verfahren ist als überwachte Klassifizierung (Kapitel 2.3.2.2) bekannt. Bei der unüberwachten Klassifizierung (Kapitel 2.3.2.2) oder der Cluster-Analyse handelt es sich um ein Verfahren, bei dem keine Referenzdaten mit einem Trainingsgebiet angewendet werden. (Albertz, 2009, S.155f & Löffel et al., 2005, S.193f)

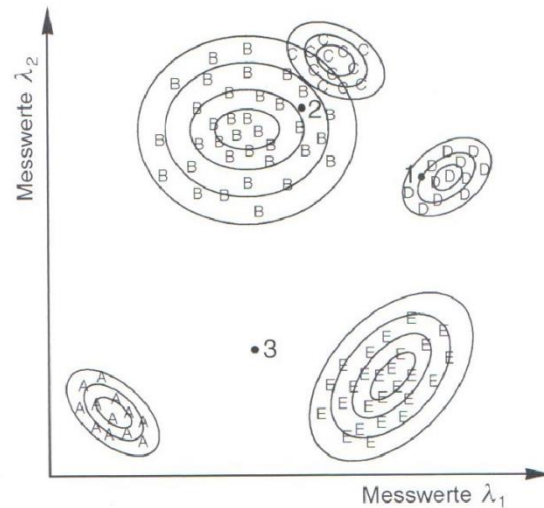
### 2.3.2.2 Klassifizierungsverfahren

Die Klassifizierung der Messwerte des Spektralbereichs kann durch die unüberwachte oder überwachte Klassifizierung erfolgen. Bei der überwachten Klassifizierung werden verschiedene Verfahren angewendet.

In der *unüberwachten Klassifizierung* oder auch Cluster-Analyse werden ohne Referenzdaten die Bildelemente in verschiedenen Klassen mit einem ähnlichen Spektralbereich unterteilt. Die Klassen werden als nicht überlappende, sinnvolle und homogene Teilgebiete verstanden. Es wird beim Clusterprozess ein Distanzmass verwendet, wobei jedem Pixel eine Distanz zugeordnet wird und so die Clusterzugehörigkeit bestimmt werden kann. Diese Methode dient meist als Vorbereitung für eine überwachte Klassifizierung, wodurch dessen Analyse vereinfacht wird.

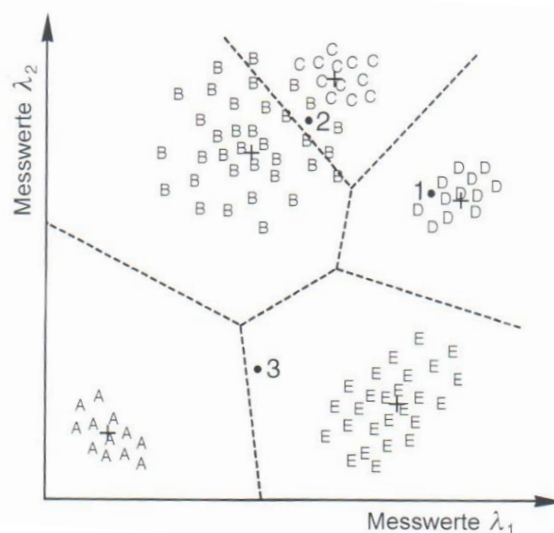
Die *überwachte Klassifizierung* beruht auf unterschiedlichen Ansätzen, wie dem Maximum-Likelihood-Verfahren, dem Minimum-Distance-Verfahren, dem Quaderverfahren oder der Hierarchischen Klassifizierung. Im Folgenden werden diese Verfahren näher beschrieben.

Beim *Maximum-Likelihood-Verfahren* (Verfahren der grössten Wahrscheinlichkeit) wird angenommen, dass die Reflexionswerte eines bestimmten Objektes einer Gauss'schen Normalverteilung um den Mittelpunkt folgen. Anhand von statistischen Grössen wird die Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Klassen ausgerechnet, so dass ein Bildvektor dem Mittelwertvektor einer Klasse zugeordnet werden kann. Anschliessend wird der Bildvektor jener Klasse mit der grössten errechneten Wahrscheinlichkeit zugewiesen. Die Linien gleicher Wahrscheinlichkeit einer Klasse haben elliptische Formen (Abbildung 5). Die Berechnungen dieses Verfahrens sind sehr aufwändig, führen jedoch zu einem guten Ergebnis.



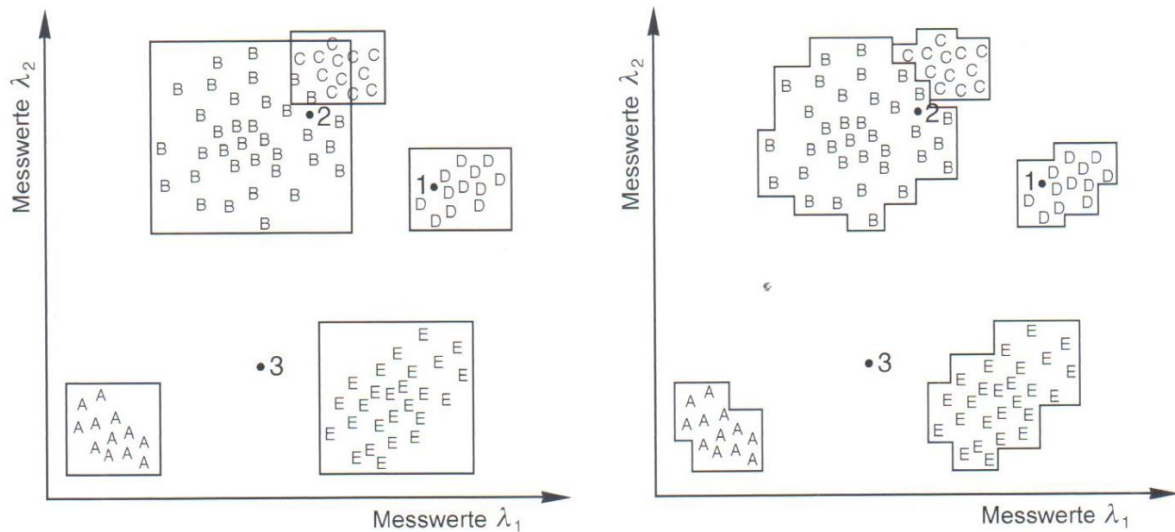
**Abbildung 5:** Maximum-Likelihood-Verfahren: Die Linien zeigen gleiche Wahrscheinlichkeiten für die Zuordnung eines Bildpunktes zu einer Klasse. Beispielsweise wird der Punkt 1 der Klasse D, der Punkt 2 der Klasse B und der Punkt 3 als unklassifiziert zugeordnet. (Albertz, 2009, S.159)

Im *Minimum-Distance-Verfahren* (Verfahren der nächsten Nachbarschaft) werden die euklidischen Distanzen berechnet. Zuerst werden die Mittel der Messwerte jeder Klasse in den verschiedenen Spektralkanälen ermittelt. Anschliessend wird für ein Bildelement der Abstand zu jeder Klasse bestimmt und schliesslich jener Klasse zugeordnet, zu welcher der Abstand am kürzesten ist. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass nicht berücksichtigt wird, dass die Streubereiche der Messwerte der Klassen unterschiedlich sind. Daher können Bildelemente Klassen zugeordnet werden, welchen sie mit einer grossen Wahrscheinlichkeit nicht angehören (Abbildung 6, Punkt 2).



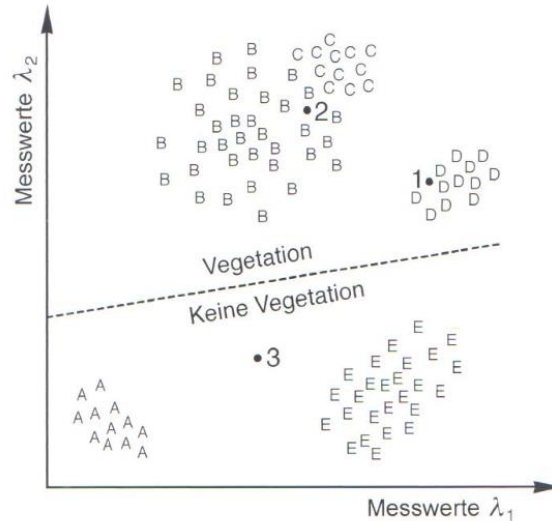
**Abbildung 6:** Minimum-Distance-Verfahren: Die Bildelemente werden jener Klasse zugeordnet, bei welcher der Mittelpunkt (+) am nächsten liegt. Punkt 1 gehört zur Klasse D. Punkt 2 ist der Klasse C zugeordnet, dies jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit der falschen Klasse. (Albertz, 2009, S.160)

Beim *Quaderverfahren* werden bei einzelnen Spektralbereichen für die Messwerte einer Klasse eine obere und untere Grenze definiert. Dadurch entsteht um jede Klasse ein Rechteck im zwei-dimensionalen oder ein Quader im dreidimensionalen Raum, welche die Grenze der Klasse bestimmen (Abbildung 7, links). Für die Zuteilung der Bildelemente wird abgefragt, ob sich die Messwerte innerhalb des Rechtecks, bzw. Quader befinden. Falls sie keinem Bereich angehören, werden sie als unklassifiziert bezeichnet. Wenn sich die Grenzen von Klassen überschneiden, sind, um dies zu vermeiden Verfeinerungen der Abgrenzungen erforderlich (Abbildung 7, rechts).



**Abbildung 7:** Quaderverfahren: Durch die obere und die untere Grenze entstehen für die gültigen Messwerte einer Klasse Rechtecke (links). Um Überschneidungen zu vermeiden, werden die Abgrenzungen verfeinert (rechts). (Albertz, 2009, S.160)

Bei der *Hierarchischen oder Baumförmigen Klassifizierung* erfolgt die Zuordnung, im Gegensatz zu den anderen Verfahren, in mehreren Schritten. Dabei wird in jedem Schritt zwischen wenigen, meist zwei, unterschiedlichen Klassen ausgewählt, wobei vom Bearbeiter Grenzlinien zwischen Klassen im Merkmalsraum gezogen werden (Abbildung 8). Die Ergebnisse können wiederum in Unterklassen eingeteilt werden, bis das gewünschte Ergebnis erreicht wird. Das Verfahren ist sehr flexibel und es kann für jede Unterteilung die beste Kanalkombination des Spektralbereichs gewählt werden. Dieses Verfahren ist jedoch sehr aufwändig und ist auf die Erfahrung des Bearbeiters angewiesen.



**Abbildung 8:** Hierarchische Klassifizierung: Durch den Merkmalsraum werden Grenzlinien zur Bestimmung der Klasse gezogen. Diese können wieder unterteilt werden, bis der gewünschte Detaillierungsgrad erreicht wird. (Albertz, 2009, S.161)

(Albertz, 2009, S.154f & Löffel et al., 2005, S.193f)

### 2.3.2.3 Praktische Anwendungen und Probleme

Die Anwendung der Multispektral-Klassifizierung mit den beschriebenen Verfahren ist sehr schwierig und wird von sogenannten Störfaktoren eingeschränkt.

In den meisten Fällen ist die spektrale Signatur oder der spektrale Fingerabdruck der vorkommenden Klasse nicht deutlich voneinander zu unterscheiden. Es gibt häufig erhebliche Überlappungen, beispielsweise bei der Unterscheidung von Vegetationen. Die Klassen besitzen keine homogene Ausprägungsform im Spektralbereich. Es treten Mischsignaturen auf, die sich an Grenzen zwischen unterschiedlichen Klassen auftretten. Diese enthalten in den Messwerten Reflexionsanteile von unterschiedlichen Klassen. Ein weiteres Problem stellt der Effekt der Richtungsabhängigkeit von Messwerten dar. Dieser entsteht bei den Aufnahmen durch das Flugzeug, welches unterschiedliche Beobachtungsrichtungen aufweist und dadurch verschiedene Beobachtungswege mit ungleichen Atmosphäreneinflüssen entstehen. Dieser Effekt kann bis zu einem gewissen Grad korrigiert werden. Des Weiteren gibt es durch das Relief des Geländes eine unterschiedliche Beleuchtung. Dies führt zu inhomogenen Multispektraldaten. Es bestehen Verfahren, die diesem Effekt entgegenwirken.

Es ist wichtig, dass bei der Interpretation der Ergebnisse stets die methodischen Grenzen des Verfahrens miteinbezogen werden. (Albertz, 2009, S.162f)

### 2.3.3 Visuelle und automatische Klassifizierung im Vergleich

Unter einem interaktiven Klassifizierungsverfahren werden jene Verfahren verstanden, welche sich aus einer Kombination zwischen der visuellen Interpretation und der automatisch rechnergestützten Klassifizierung zusammensetzen.

Off besteht die Frage, ob die automatische Klassifizierungsmethode ebenso zuverlässig und genau ist wie jene des visuellen Verfahrens. Die Frage ist wenig untersucht und nicht pauschal zu beantworten. Beide Methoden besitzen ihre Stärken und Schwächen. Die automatische Bildinterpretation eignet sich besonders für reliefarme Agrarlandschaften mit einer einheitlichen Feldflur sowie einfach strukturierte und artenarme Vegetationsformen. Weniger geeignet und schwieriger zu bearbeiten sind komplexe Natur- und Kulturlandschaften mit einem deutlichen Relief und einem kleinräumigen Wechsel der Artenzusammensetzung. Zur Gegenüberstellung der beiden Methoden wurden Studien von Howard und Latieri (1987), Saxena et al. (1992), Mas und Ramirez (1996) und Hoensch (1993) gemacht. Dabei entstanden widersprüchliche Ergebnisse, bei welchen sowohl die automatische als auch die visuelle Methode gut abschneidet. In der Fernerkundung werden weiterhin beide Methoden ihren Platz finden. Die visuelle Interpretation wird sowohl in Geologie und Geomorphologie als auch in komplexen Systemen eingesetzt. Die Erfassung von zeitlichen Änderungen in der Landnutzung und Landbedeckung sind auf die visuelle Interpretation angewiesen. Die rechnergestützten Verfahren der Klassifizierung werden in Zukunft beispielsweise durch bessere Auflösungen im räumlichen und spektralen Bereich Verbesserungen erzielen. Ebenfalls werden die visuellen rechnergestützten Verfahren durch die Forschung und Erfahrungen verbessert. (Löffel et al., 2005, S. 220f)

## **2.4 Der Bezug zum Habitatp**

Bei der Interpretation des Ortho-Fotos des Gebietes Val Müstair handelt es sich um eine visuelle Interpretation der Luftbilddaten. Als Interpretationsschlüssel dient der Habitatp-Interpretationsschlüssel (Demel et al., 2006b), welcher im Rahmen vom Netzwerk Alpiner Schutzgebiete erstellt wurde. Das Vorgehen und die einzelnen Arbeitsschritte werden im Kapitel 3.4 präziser erläutert.



## 3. HABITALP

### 3.1 Historischer Hintergrund

Ursprünglich wurden die GIS-Daten des SNP vom Departement Geographie der Universität Zürich verwaltet. Über die Jahre sammelte sich eine grosse Datenmenge an und die Nachfrage stieg, daher wurden im Jahr 2000 die betrieblichen Aufgaben nach Zernez verlegt. Das Netzwerk Schweizer Pärke gründete im Jahr 2011 die Geodata Infrastruktur (GDI), der der SNP und andere Pärke von nationaler Bedeutung in der Schweiz angehören. Die Daten des SNP, des Biosphärenreservats Val Müstair und weiterer Pärke der Schweiz werden auf [parcs.ch](http://parcs.ch) (Protected Areas Research Center for Spatial Information) verwaltet. (Parcs, 2013)

### 3.2 Natura 2000 und Netzwerk Schweizer Pärke

In diesem Kapitel werden zwei Projekte betrachtet, die von der Fernerkundung und der Luftbildinterpretation Gebrauch machen und im Zusammenhang mit dem Habitalp Projekt stehen. Dies sind einerseits Natura 2000 und andererseits das Netzwerk Schweizer Naturpärke.

#### 3.2.1 Natura 2000

Natura 2000 ist ein Netz von Schutzgebieten innerhalb der EU, welches nach den Massgaben der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, abgekürzt als FFH-Richtlinie) für den Lebensraum- und Artenschutz und der Richtlinie 79/409/EWG (Vogelschutzrichtlinie) errichtet wurde. Im Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG sind 218 Lebensraumtypen aufgelistet und im Anhang II 900 Tier- und Pflanzenarten. Der Anhang I der Richtlinie 79/409/EWG umfasst 182 Vogelarten. Erstmals wird dadurch der Naturschutz grenzüberschreitend verbindlich. Es kann als grösstes ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete der Welt bezeichnet werden. Das Ziel ist die biologische Vielfalt, sowohl diejenige der Lebensräume als auch jene der Arten, in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union aufrechtzuerhalten. Für die Erhaltung von Lebensräume und Arten müssen besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden. Die Kriterien für die Lebensräume und Arten sind in den Richtlinien festgehalten. Die Ausweisung der Schutzgebiete umfasst verschiedene Phasen. Die Mitgliedsstaaten stellen eine Liste von Gebieten mit Lebensräumen und Arten zusammen, welche mit den festgelegten Kriterien in den Richtlinien übereinstimmen. Anhand dieser Listen werden Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung erstellt. Diese Gebiete werden anschliessend von den betreffenden Staaten innerhalb von sechs Jahren als besondere Schutzgebiete ausgewiesen. In diesen werden alle nötigen Massnahmen für die Erhaltung der Lebensräume und das Vermeiden einer Verschlechterung oder Störung der Arten getroffen. Die Fläche der Natura 2000 beträgt 18% der Landfläche der EU. (Lang et al, 2007 & Natura 2000, 2011)

Das Projekt SPIN (Spatial Indicators for European Nature Conservation) der Europäischen Union (EU) ist auf die Entwicklung und das Testen von Klassifizierungsmethode und räumlichen Indikatoren ausgelegt und basiert auf Satelliten- und GIS-Daten in Zusammenarbeit mit dem Projekt Na-

tura 2000 und dem Naturschutz. Die Ziele von SPIN sind die Entwicklung und Anwendung von innovativen Klassifizierungstechniken, um Habitat und Vegetationskarten zu generieren. Weiter wird eine Liste von räumlichen Indikatoren zusammengestellt, um den Zustand des Naturschutzes zu klassifizieren. Es wird darauf geachtet, dass die Indikatoren auf verschiedene Herangehensweisen, wie beispielsweise bezüglich der Biodiversität, der Struktur oder der Entwicklung, berücksichtigt werden. Um das Projekt testen zu können, sind in Europa acht verschiedene Testgebiete auf einem Transekt ausgewählt, bei welchen Wissen über ökologische und praktische Werte gesammelt werden konnten. Die Testgebiete umfassen unterschiedliche biogeographische Regionen und Habitate, damit ein möglichst breites Spektrum an Habitaten abgedeckt werden kann. (Bock et al, 2005)

### 3.2.2 Netzwerk Schweizer Pärke

Das Netzwerk Schweizer Pärke wurde im Jahr 2007 gegründet und hat sich zur Aufgabe gemacht neue Pärke zu errichten und zu betreiben sowie deren Qualität für längere Zeit zu sichern. Die Ziele sind die Erhaltung und Aufwertung der Natur-, Landschafts- und Kulturwerte, die Förderung der Umweltbildung und die Unterstützung einer nachhaltig betriebenen Wirtschaft. (Schweizer Pärke, 2013b)

Momentan besitzt die Schweiz einen Park aufgrund des Nationalparkgesetzes, den SNP, sowie 16 Pärke mit dem Label „Park von nationaler Bedeutung“. Dazu gehören unter anderen die UNESCO Biosphäre Entlebuch, der Wildnispark Zürich Sihlwald und die Biosfera Val Müstair. Es gibt vier weitere Kandidaten, welche sich in der Errichtungsphase befinden, nämlich die Nationalpärke Locarnese und Adula und die Regionalen Naturpärke Neckertal und Schaffhausen. oder Gesuchsteller, sind. (Schweizer Pärke, 2013a)

Die Voraussetzungen für einen Park sind einerseits der Besitz hoher natürlicher und landschaftlicher Werte und andererseits die Mitwirkung der Bevölkerung bei der Projektierung, der Entstehung und dem Betrieb in Form von Interessengruppen. Ein Park hat die Aufgaben Besuchern Naturerlebnisse zu vermitteln, Kontakt zur Bevölkerung zu bieten und regionale Produkte zu vermarkten, wodurch eine nachhaltige Wirtschaft entstehen soll. Die Pärke dienen zur langfristigen Erhaltung und Aufwertung einer vielfältigen Natur und Landschaft. Die Einteilung erfolgt in drei Kategorien. Die „Nationalpärke“ verfügen über eine unberührte, sich selbst entwickelnde Kernzone. Die „Regional Pärke“, die teilweise besiedelt sind, wollen die Qualität von Natur und Landschaft erhalten sowie die nachhaltige Wirtschaft fördern. Die „Naturerlebnis Pärke“ verfügen über eine unberührte Kernzone und eine Übergangzone, die als Puffer wirkt, und befinden sich in der Nähe von dicht besiedelten Räumen. (Schweizer Pärke, 2013a)

In den Regionalen Naturparks sind spezifische thematische Schwerpunkte in einer traditionellen Kulturlandschaft eingebettet. Die Fläche muss eine Mindestgrösse von 100 km<sup>2</sup> aufweisen, um das Zusammenspiel der thematischen Schwerpunkte zu gewährleisten, das gesamte Gemein-

degebiet soll eingeschlossen sein und die Naturpärke sollen sich ausserhalb des Agglomerationsraums befinden. Es ist keine Zonierung vorausgesetzt, ausser wenn es sich um den Spezialfall Biosphärenreservat handelt. Die thematischen Schwerpunkte, welche Besonderheiten der Region beinhalten, wollen geschützt und aufgewertet werden. Die Biosfera Val Müstair ist ein Regionaler Naturpark und gilt als Spezialfall Biosphärenreservat für welche spezifische Regeln gelten. Gemäss den Anforderungen von UNESCO sind für die Biosphärenreservate die folgenden drei Kriterien für die Anerkennung obligatorisch: die Zonierung (Kapitel 4.6), die biogeografische Repräsentativität und die Forschung. Unter der biogeografischen Repräsentativität wird verstanden, dass nur an Orten mit einer typischen Gesamtheit von Ökosystemen und Landnutzungsmustern, welche noch nicht durch vorhandene Biosphärenreservate in der Schweiz repräsentiert werden, ein neues Biosphärenreservat eingerichtet werden kann. Es wird vorausgesetzt, dass Forschung betrieben wird, deren Resultate in die Praxis umgesetzt werden können. (BAFU, 2009 & Biosphäre, 2013)

### 3.3 Der Datensatz und seine Entstehung

Der Habitatp-Datensatz kann als Erfolgsgeschichte alpenweiter Zusammenarbeit gesehen werden. Entstanden ist der Habitatp im Rahmen vom Netzwerk Alpiner Schutzgebiete (ALPARC) im August 2002. Das alpenweite Forschungsprojekt lief insgesamt vier Jahre von November 2002 bis im Oktober 2006. Das Projekt nahm sich zum Ziel, Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, international vergleichbare Ergebnisse zu liefern und dadurch neue Massstäbe im Bereich des Monitorings und Management von alpinen Lebensräumen zu schaffen. Die Überwachung der Umweltveränderungen in den Lebensräumen erfolgt mit Hilfe von Farbinfrarot-Luftbildern. Die abgegrenzten Landnutzungstypen aus den Luftbildern werden den Natura 2000 Lebensraumtypen zugeordnet und gemeinsame Regeln zur Überwachung dieser Gebiete entwickelt. Besonders die Flächen von Natura 2000 werden identifiziert und langfristig überwacht. Insgesamt sind elf Schutzgebiete von fünf Nationen (Deutschland, Österreich, Italien, Frankreich und Schweiz) am Projekt Habitatp beteiligt. (Habitatp, 2006, Habitatp, 2007 & Lotz, 2006, S.15)

Von der Projektkoordination wird verlangt mehrere Sprachen und eine grosse Zahl an Projektpartnern zusammenzubringen. Die Projektplanung ist in zwölf Arbeitspakete unterteilt, welche unter den Partnern aufgeteilt werden und von jenen geplant werden. Die Arbeitspakete sind beispielsweise die Aufnahme von den Infrarotluftbildern, die Ausarbeitung des Interpretationsschlüssels, die transnationale Datenbank oder das transnationale Projekt Management. (Habitatp, 2007)

Rund 23% der Gesamtfläche des Alpenbogens werden als Nationalparks, Naturparks und andere Schutzgebiete ausgeschieden, darunter auch der SNP und die Biosfera Val Müstair. Um diese Gebiete nachhaltig nutzen und schützen zu können, sind grundlegendes Wissen über die Zustände und die Veränderungen in den Gebieten nötig. Zum Forschungsprojekt Habitatp gehören

elf Schutzgebiete, welches dem INTERREG III B Alpenraumprogramm angehört. Dies ist ein europäisches Förderprogramm, das die Zusammenarbeit der EU-Mitgliedsstaaten im Alpenbereich unterstützt. Inhaltlich fokussiert sich der Habitatalp auf die Vielfalt von Lebensräumen, welche sich von mediterranen Wäldern, intensiv genutzten Flächen bis zu unberührten Gletschern erstrecken.

Die Landschaftsdaten müssen für fünf Nationen (A, CH, D, F, I) zur Verfügung stehen, was einen grossen Fortschritt in der Verfügbarkeit von Daten mit sich bringt. (Habitatalp, 2006 & Lotz, 2006)

### **3.3.1 Entstehung der Daten, die Interpretation und die Analyse**

#### **3.3.1.1 Befliegen der Gebiete**

Als Grundlage für die Interpretation der Gebiete dienen Farbinfrarot-Luftbilder. Da die Vegetationszeit in den alpinen Gebieten nur einige Wochen dauert und für die Aufnahmen Tage mit klarer Sicht und einem Sonnenhochstand nötig sind, ist die verfügbare Zeit sehr beschränkt. Die Vegetationstypen lassen sich durch den Falschfarbfilm in Rot für vitale und in Blau für weniger vitale Vegetation unterscheiden. Wenn diese Vegetationstypen in einem normalen Farbbild aufgenommen würden, wären alle Flächen in Grün und nicht voneinander zu unterscheidbar. Durch das überlappte Fotografieren können die Bilder dreidimensional aufbereitet werden, womit bei der Interpretation Kuppen und Mulden unterschieden werden können. Die Daten müssen bereinigt und entzerrt werden, da beispielsweise ein Berg einige Hundert Meter näher ist als eine Tallage. Dadurch entstehen die georeferenzierten, einem Koordinatensystem zugeordneten Ortho-Fotos. Für das Val Müstair waren keine neuen Befliegungen nötig, da im August 2000 durch das Bundesamt für Landestopographie (Swisstopo) qualitativ hochwertige Daten aufgenommen wurden, die noch nicht ausgewertet wurden. Der damalige Auftrag erfolgte durch den SNP. (Haller et al., 2013, Habitatalp, 2006 & Lotz, 2006, S.39f)

#### **3.3.1.2 Erstellen des Interpretationsschlüssels**

Damit das Projekt Habitatalp auf verschiedene Länder und Regionen angewendet werden kann, soll eine einheitliche „Sprache“ in Form eines Interpretationsschlüssels verfasst werden. Es muss jeder Habitattyp klar definiert sein und sich von ähnlichen differenzieren können. Erst dadurch ist es möglich, die erfassten Habitate zu vergleichen und zu bearbeiten. Als erstes werden in den Luftbildern homogene Flächen ausgeschieden und einer Hauptklasse (Kapitel 3.4.1) zugeordnet. Anschliessend werden sie in die Habitattypen mit einer präziseren Beschreibung und zusätzlichen Attributen gegliedert. Um einen geeigneten Interpretationsschlüssel zu erhalten, sind Diskussionen, der Einbezug von externen Experten, der Gebrauch vor Ort und Überarbeitungen notwendig. (Habitatalp, 2006 & Lotz, 2006, S.51f)

#### **3.3.1.3 Interpretation der Daten**

Eine Interpretation ist immer subjektiv und dadurch vom Betrachter abhängig. Dies ist auch bei der Betrachtung von Luftbildern der Fall. Es wird eine hohe Konzentration gefordert, exaktes Wis-

sen über den Interpretationsschlüssel und Kenntnisse sowohl über die Region als auch das ökologische Verständnis verlangt. Daher werden die Interpreten an Schulungen im Projekt Habit alp ausgebildet um qualitativ hochwertige, homogene und effektive Arbeiten zu erhalten. Nebst der Interpretation ist auch eine lokale Eichung der Daten nötig. Die Ergebnisse sollen im Feld idealerweise an Zufallsstichproben verifiziert werden. (Demel und Hauenstein, 2006a, Habit alp, 2006 & Lotz, 2006, S.66f)

#### **3.3.1.4 Vergleichen**

Im Idealfall verfügen alle Mitgliedsstaaten über vergleichbare Daten in einer einheitlichen Form verfügen. Das Netzwerk Natura 2000 (Kapitel 3.2.1) erfasst Schutzgebiete und überwacht deren Veränderungen und dokumentiert diese. Um diese Überwachung der Veränderungen der Schutzgebiete von Natura 2000 sicherstellen zu können, kann der Habit alp seinen Beitrag leisten. Es werden die Habit alp Einheiten mit Hilfe der Palearctic classification of Habitats (PalHab) System in jene der Natura 2000 übersetzt und im Gelände verifiziert. Mit den Habit alp-Datensätzen, welche auf Luftbildern basieren, können potentielle Habitat-Flächen der Natura 2000 durch ein standardisiertes Verfahren erkannt und eingegrenzt werden.

#### **3.3.1.5 Analysieren und Dokumentieren**

Die aufgenommenen Daten werden bezüglich ihrer landschaftlichen Diversität untersucht, wobei die Daten der Luftbildinterpretation als Grundlage dienen. Die Ergebnisse des Habit alp Projektes werden in einer Datenbank festgehalten und stehen somit Projektpartner und der Öffentlichkeit zur Nutzung zur Verfügung. (Habit alp, 2006)

### **3.4 Aufbau des Habit alp Datensatzes**

Der Habit alp Datensatz ist ganz klar strukturiert. Zuerst wird die Hauptklasse (HC) bestimmt und anschliessend erfolgt die Unterteilung in die Habit altypen (HT). Innerhalb der HT gibt es weitere Unterteilungen in Gruppen von ähnlichen Eigenschaften. Zu jedem erfassten Polygon sind Informationen über den Deckungsgrad, die dominierenden Arten, zusätzliche Merkmale und dominierende Baumarten gegeben, die in der Attributtabelle des Datensatzes festgehalten sind. Ebenfalls erhält der Polygondatensatz Angaben über den Umfang (Shape\_length) und die Fläche (Shape\_area) der verschiedenen Polygone.

#### **3.4.1 Hauptklassen (HC)**

Der Habit alp Schlüssel unterscheidet neun unterschiedliche Hauptklassen (HC), welche eine vierstellige, hierarchische Nummer besitzen. Dieser lehnt sich dem Bundesamt für Naturschutz (BfN)-Schlüssel an, der zur Interpretation der Landschaft dient. Die Zuweisung der Fläche entsteht durch die dominierende Bedeckung. Die erste Ziffer des vierstelligen Codes zeigt die HC an. (Demel et al, 2006a)

Kartiereinheit	Beschreibung	Verwendete Namen im Fliesstext
1000	Küstenbereich	<i>Im Habitalp nicht verwendet</i>
2000	Gewässer	Gewässer
3000	Moore	Moore
4000	Landwirtschaft, Staudenfluren	Landwirtschaft, Rasen
4000 (ohne 4200)		Landwirtschaft
4200	Rasen, Staudenfluren	Rasen, Staudenfluren
5000	Rohbodenstandorte, Zwergstrauchheiden, Extremstandorte	Extremstandorte
6000	Bäume, Feldgehölze, Gebüsche	Gehölze
7000	Wald	Wald
8000	Stark veränderte, gestörte Standorte, Ver- und Entsorgungsflächen	Veränderte Standorte
9000	Siedlung, Verkehr, Freizeit	Siedlung, Verkehr

**Tabelle 4:** Die neun Hauptklassen des Habitalp-Datensatzes (Demel et al., 2006a)

In den weiteren Betrachtungen wird die Kartiereinheit Landwirtschaft, Rasen (4000) in zwei HC unterteilt: Landwirtschaft (4000) und Rasen, Staudenfluren (4200). Der Anteil der Kartiereinheit Rasen, Staudenfluren (4200) macht in der HC Landwirtschaft, Rasen (4000) den grössten Teil aus und daher wird es als sinnvoll erachtet, diese voneinander zu trennen. Aus diesem Grund sind im Habitalp neun HC zu unterscheiden.

Im Fliesstext wurden die Beschreibungen der HC verkürzt, um eine bessere Lesbarkeit zu erreichen. Die verwendeten Namen sind in der Tabelle 4 aufgelistet. Es wird zwischen den drei HC Landwirtschaft, Rasen (4000), die alle Polygone der 4000er beinhaltet, der Landwirtschaft (4000), welche den HT Rasen, Staudenfluren (4200) nicht beinhaltet und dem Rasen, Staudenfluren (4200), welche die HT Rasen, Staudenfluren (4200) und Hochstauden (4700) betrachtet, unterschieden. Bei der HC Rohbodenstandorte, Zwergstrauchheiden, Extremstandorte (5000) wird die HC Extremstandorte genannt, da dies der HT mit der grössten Fläche in dieser HC ist. Für die HC 6000 und 8000 wurden geeignete Überbegriffe gesucht, welche die HC am besten beschreiben. Daher werden die Bäume, Feldgehölze, Gebüsche als Gehölze zusammengefasst und die stark veränderte, gestörte Standorte, Ver- und Entsorgungsflächen als veränderte Standorte bezeichnet. Die HC Siedlung, Verkehr, Freizeit (9000) wurde auf Siedlung, Verkehr (9000) reduziert.

### 3.4.2 Habitattypen (HT)

Die neun HC werden weiter in verschiedene Habitattypen (HT) unterteilt. Die zweite Ziffer des Codes dient zur Unterscheidung von ähnlichen HT innerhalb einer HC. Jede HC besitzt unterschiedlich viele HT zur genaueren Beschreibung der Polygone. Beispielsweise besitzt die Moore

(3000) nur drei verschiedene HT, wobei die Gewässer (2000) zwischen 21 verschiedenen HT unterscheidet. Die letzten zwei Ziffern dienen zur Erhöhung des Detaillierungsgrades bei der Beschreibung eines HT. Daher können in Analysen HT mit der gleichen Ziffer an der zweiten Stelle teilweise zusammengefasst werden, da sie Ähnlichkeiten aufweisen.

### 3.4.3 Deckungsgrad („Degree of Cover“)

Des Weiteren werden die verschiedenen Bodenbedeckungsschichten der definierten Flächen bestimmt. Dabei wird der Deckungsgrad der Bodenschicht erhoben. Insgesamt sind es neun Bodenbedeckungsschichten. Im Kapitel 4.3 in der Tabelle 17 sind die Bodenbedeckungsschichten mit ihrer Bedeutung und Fläche aufgelistet und analysiert. Die Summe aller Deckungsgrade eines Polygons der verschiedenen Bodenbedeckungsschichten kann mehr als 100% betragen, da es möglich ist, dass untere Schichten, wie Fels oder Schutt, von den oberen überschirmt werden. (Demel et al., 2006a)

Die Deckungsgrade werden in sechs Stufen eingeteilt und mit einer entsprechenden Codierung versehen (Tabelle 5).

Codierung	Deckungsgrad
0	0%
1	1-10%
2	10-40%
3	40-60%
4	60-90%
5	90-100%

**Tabelle 5:** Codierung des Deckungsgrades (Demel et al., 2006a)

### 3.4.4 Weitere Attribute

Der Datensatz enthält weitere Angaben zu den dominierenden Arten („Dominant Species“), zusätzliche Merkmale („Additional Character 1-3“) und die Baumartenanteile („Tree Species“). Diese Attribute werden im Laufe der vorliegenden Arbeit verwendet.

### 3.4.5 Interpretationsschlüssel des Habitatp-Datensatzes

Der Interpretationsschlüssel des Habitatp-Datensatzes dient dazu, die verwendeten Begriffe im Datensatz auszuformulieren und zu definieren. Der Schlüssel ist aus verschiedenen „Table“ aufgebaut. Diese beinhalten Informationen zur Bestimmung der HT, den verschiedenen Arten, den Additional Characteristics, der Struktur, den Prozentangaben und den acht HC.

### 3.5 Validierung des Habitatp-Datensatzes

Der Habitatp-Datensatz des Val Müstair beinhaltet insgesamt 25'735 Polygone. Für die Validierung dieses Datensatzes wird mit dem Tool *Random Selection 1%* (Arcscripts, 2013) der Polygone ausgewählt. Diese werden genauer betrachtet und analysiert. Dadurch kann der Datensatz validiert werden. Es werden somit 257 Polygone zur Validierung mit dem Tool *Random Selection* zufällig ausgewählt.

#### 3.5.1 Vorgehen

Für die Validierung werden folgende Daten verwendet:

Daten	Quelle	Jahr
Ortho-Foto VM_IR2006 im Koordinatensystem LV03	SNP, 2013	2006
Habitatp-Datensatz	SNP, 2013	2006
Swissimage	Swisstopo, 2013, JA100120	2009
Schweizerlandeskarte PK25 im Massstab 1:25'000	Swisstopo, 2013, JA100120	2010

**Tabelle 6:** Daten für die Validierung

Anhand von fünf unterschiedlichen Validierungskriterien und einem Zusatz für Bemerkungen wird jedes der 257 Polygone kritisch betrachtet und bewertet.

Die Kriterien sind als Fragen dargestellt und zeigen den Zusammenhang mit dem Ortho-Foto, den Inhalt der Polygone, die Aufteilung der Flächen und den Vergleich mit einem normalen Luftbild und der Schweizerischen Landeskarte auf.

1. Stimmen die Grenzen des Ortho-Fotos mit denjenigen des Habitatp-Polygons überein?
2. Stimmt der Inhalt des Habitatp-Polygons mit jenem des Ortho-Fotos überein?
3. Ist es nötig oder möglich, die Polygone in klar ersichtlich kleinere Flächen einzuteilen?
4. Stimmen die Grenzen des Polygons mit jenen des Swissimage überein?
5. Falls nötig: Vergleich der Landeskarte PK25 2010 mit dem Swissimage/Habitatp-Datensatz

Bei den Kriterien 1, 2, 4 und 5 hat die Ziffer 1 die Bedeutung „erfüllt“ und die Ziffer 0 die Bedeutung „nicht erfüllt“. Beim Kriterium 3 steht die Ziffer 1 für „Nein“ und die Ziffer 0 für „Ja“. Somit sind Polygone mit einer Summe von 5 ohne Verbesserungsvorschläge und erfüllen alle Kriterien. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Kriterien 1 und 2 bei der Validierung kein grösseres Gewicht haben, jedoch entscheidende Punkte für die Weiterarbeit mit dem Datensatz sind.

Beim Kriterium 2 wurden auch die Deckungsgrade in die Bewertung miteinbezogen. Wenn in einem Polygon der Deckungsgrad als zu niedrig oder zu hoch erachtet wird, ist das Kriterium nicht erfüllt. Die Abschätzung des Deckungsgrades ist eine subjektive Interpretation.



Das Kriterium 6 dient zur Ergänzung und Erklärung der Interpretationen. Dieses Kriterium wird jedoch in der Validierung nicht weiter betrachtet.

### 3.5.2 Auswertung

Vier der betrachteten Polygone haben in den fünf Kriterien 0 Punkte. Das sind auf den ganzen Datensatz hochgerechnet 1.56% der Polygone. Dies bedeutet, dass bei der subjektiven Betrachtung 1.56% der Polygone des Datensatzes mit Unstimmigkeiten behaftet sind und keines der Kriterien erfüllen. Bei insgesamt 49 Polygonen stimmt die Grenze des Ortho-Fotos (Kriterium 1) oder der Inhalt des Polygons (Kriterium 2) aus Sicht des Interpreten nicht mit den Angaben im Datensatz überein. Dies sind 19.07% der validierten Daten. Die Kriterien 3, 4 und 5 werden weniger gewichtet, da diese Angaben zur Ergänzung dienen sollen. Rund 77% der Daten haben in allen fünf Kriterien den Wert 1 erhalten und beinhalten keine Veränderungsvorschläge.

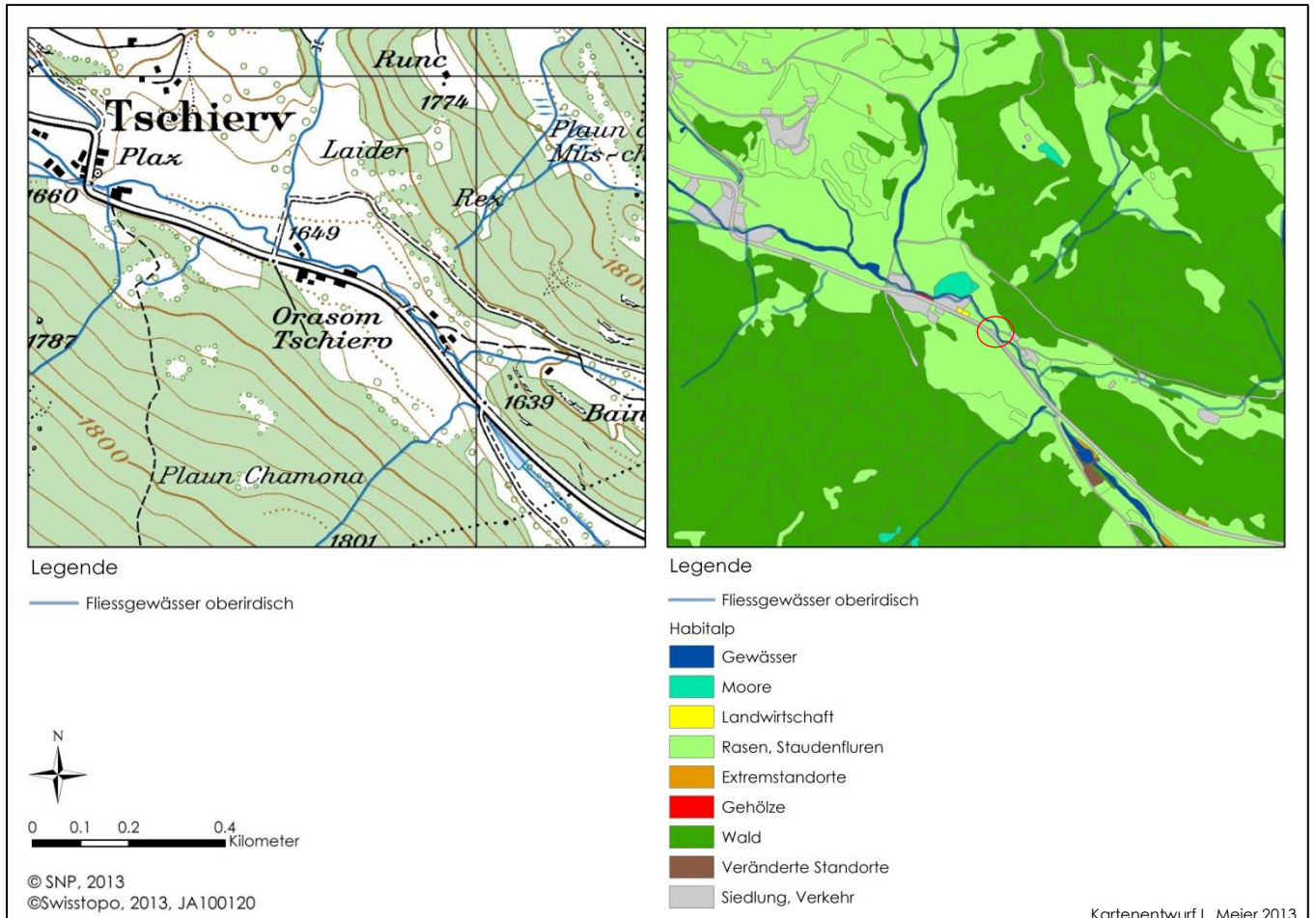
### 3.5.3 Diskussion

Die Grösse der Polygone spielt für die Genauigkeit des Inhaltes der Polygone eine wichtige Rolle. Grundsätzlich sind die Polygone in sinnvolle Grössen gegliedert. Der gesamte Datensatz zeigt einen hohen Detaillierungsgrad. Er besteht aus neun Hauptklassen mit einer unterschiedlichen Anzahl von HT.

Bei der manuellen Analyse des Datensatzes spielt immer die subjektive Beurteilung des Betrachters eine Rolle. Für eine gute Analyse muss das Auge geschult werden und es sollte eine gewisse Erfahrung mit der Interpretation von Luftbildern mitgebracht werden. Bei dieser Validierung war kein Hintergrundwissen vorhanden und die Interpretation basierte auf der subjektiven Betrachtung. Bei der Aufnahme der Daten wurden die Infrarotluftbilder als 3D-Bilder betrachtet, in diesem Fall als 2D-Bilder (Habitatp, 2007). Es ist daher anzunehmen, dass der Datensatz von besserer Qualität ist, als bei der Validierung herausgekommen ist, da keine Schulung vorhanden war.

Bei der Analyse und genaueren Betrachtung des Gewässersystems fällt auf, dass das im Flusslauf System viele Lücken aufweist. Es ist nicht möglich, einen kontinuierlichen Wasserlauf mit den Habitatp Polygonen der Gewässer (2000) darzustellen. Ein Beispiel, bei dem das Problem gut sichtbar ist, ist in Tschier (Karte 1). Der Fluss fliesst unter einer Brücke durch (Brücke als Polygon 8299). Laut dem Interpretationsschlüssel haben Brücken vor Gewässer Vorrang (Demel et al., 2006b, S.13), weshalb der Flusslauf durch das Polygon Brücke unterbrochen wird. Es ist jedoch nicht möglich, alle Brücken-Polygone zu Flussstücken zu machen, da einige dieser Polygone eine grössere Fläche als nur die Brücke selbst aufweisen (Karte 1: roter Kreis: Polygon 8316, Siedlung, Verkehr (9000)). Ein weiteres Problem stellen ausgetrocknete Flussabschnitte dar, die den Flusslauf unterbrechen und nicht den Gewässern (2000) zu geordnet werden können. Dies ist beispielsweise der Fall beim Polygon 7269. Dieses Polygon wird im schweizerischen Gewässersystem und der Schweizer Landeskarte als Gewässer (2000) gekennzeichnet, jedoch nicht als Gewässer

markiert. Andererseits gibt es im schweizerischen Gewässer Flussläufe (im Bild westlicher Flussarm), die im Habitalp nicht aufgenommen wurden, jedoch vorhanden sein können.



**Karte 1:** Schweizerische Landeskarte und Habitalp-Datensatz mit jeweils dem Gewässernetz der Schweiz

Es ist daher bei der Analyse zu beachten, dass der Gewässerfluss unterbrochen wird und dadurch bei der Berechnung der Gewässerfläche Fehler entstehen können. Teilweise wird der Flusslauf von den Waldkronen überdeckt und kann daher nicht als Gewässer deklariert werden. Und dies obwohl der Interpretationsschlüssel (Habitalp, 2006) besagt, dass immer eine Durchgängigkeit von Fließgewässern Priorität besitzt und trotz Bäumen, die das Erkennen verhindern, der kontinuierliche Flusslauf gewährleistet sein muss. Dadurch wird der Anteil an Waldfläche überschätzt und jener von Gewässern unterschätzt (Kapitel 4.2.2). Wenn mit dem Habitalp gearbeitet wird, ist daher zu empfehlen, immer noch das Schweizerische Gewässernetz zu verwenden.

Zur HC Extremstandorte (5000) zählen alle vegetationslosen oder vegetationsarmen Flächen. Dies bedeutet, dass der Deckungsgrad der Vegetation gemäss Interpretationsschlüssel (Demel et al., 2006b) unter 40% sein muss. Der Deckungsgrad von Gebüsch, Sträucher (Shrubs) ist mehrheitlich 0% und überschreitet nie die Grenze von 40%. Bei den Bodenbedeckungsschichten Gräser, Kräuter (Grass, Herbs) und Zwergsträucher, grosswüchsige Stauden, Hochstauden und Farne

(Dwarf, Fern, big Perennial Herbs) beinhaltet der Datensatz Werte grösser als 40%, was nicht den Interpretationsvorgaben entspricht.

#### **3.5.4 Datenqualitätsangaben (Data Quality) aus dem Habitalp-Datensatz**

14 Polygone tragen in der Attributtabelle bei Data Quality den Vermerk, dass der HT unsicher sei. Dies sind 0.05% aller Polygone, was ein sehr geringer Anteil ausmacht. Bei vier Polygonen war Schatten vorhanden und daher nichts sichtbar. Diese wurden alle der HC Extremstandorte (5000), HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) zugeordnet. Zur Überprüfung der Daten und Anpassung des Schlüssels dienen dem Projekt Habitalp Verifikationen (Kapitel 3.3.1.3) in Form von Geländebegehungen. Für die Verifizierung des Datensatzes wurden 194 Polygone in situ verifiziert. Dies ist erheblich aufwändiger und zeitintensiver, wird jedoch als sehr sinnvoll und nötig betrachtet.

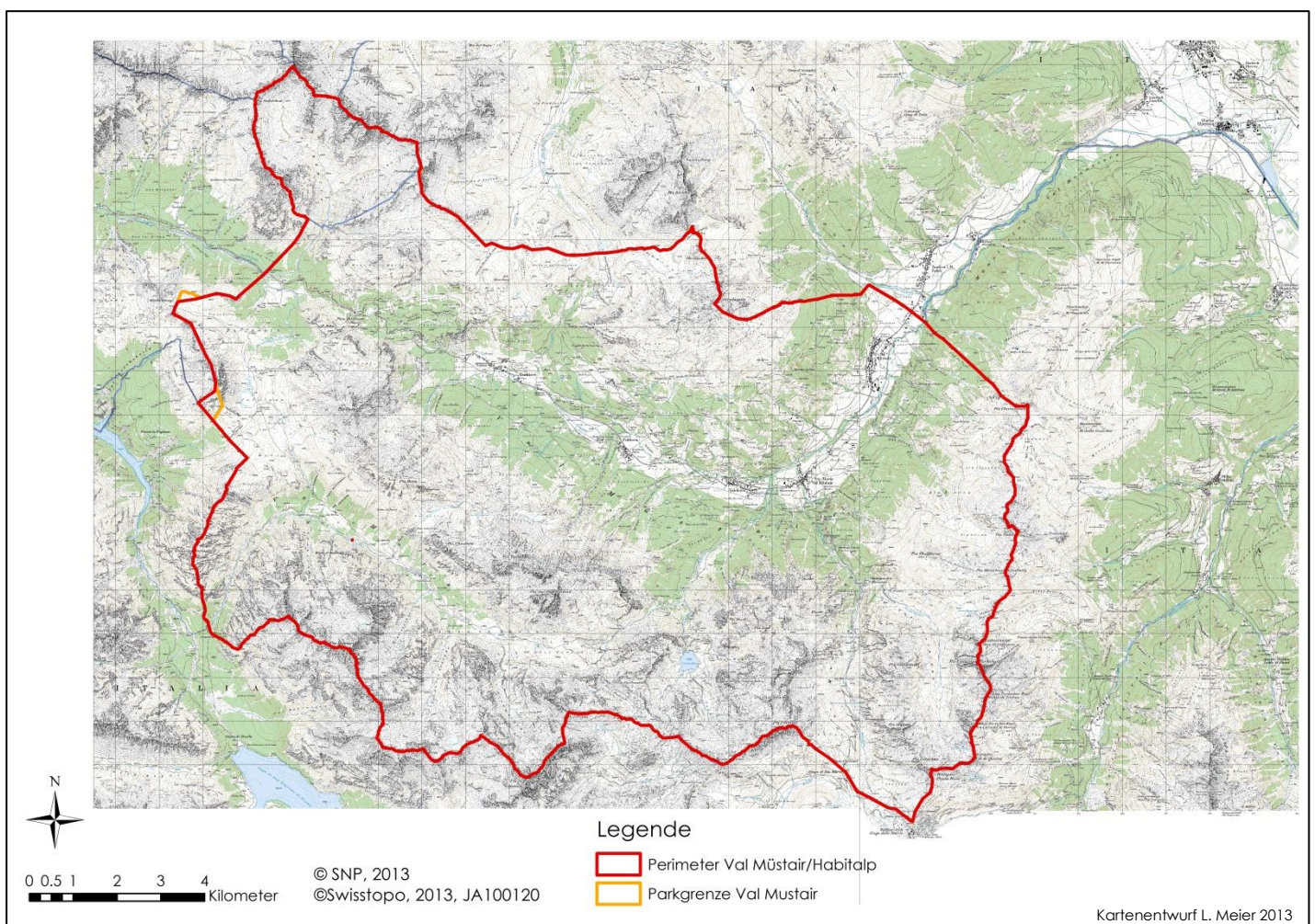
## **4. METHODE, ANALYSE & INTERPRETATION DES HABITALP**

Das Kapitel Methode, Analyse & Interpretation des Habitalp-Datensatzes ist in acht Unterkapitel gegliedert. Ziel dieses Teils der Arbeit ist die Bearbeitung und Beantwortung der Leitfragen. Als erstes wird das Gebiet Val Müstair als Ganzes vorgestellt und näher beschrieben. Anschliessend folgt eine Analyse der einzelnen Hauptklassen (HC). Weiter werden die Bodenbedeckungsgrade genauer betrachtet und analysiert. Darauf folgt die räumliche Analyse, indem das Gebiet in Hangexposition, Orographie und Zonierung unterteilt wird. Weiter interessieren die Landschaftsstrukturmasse und zum Schluss die Nachbarschaftsbeziehungen der HC.

## 4.1 Charakterisierung des Gebiets Val Müstair

### 4.1.1 Gebietsgrenzen des Val Müstair

Als Grenze wurde der Perimeter des Val Müstair/Habitatp (Karte 2, in Rot) verwendet. Dieser Perimeter entspricht nicht exakt demjenigen der Parkgrenze des Biosphärenreservats (Karte 2, in orange). Der Perimeter des Val Müstair/Habitatp beinhaltet alle Gebiete, welche im Habitatp Datensatz erfasst sind. Durch die Verwendung dieses Perimeters und nicht jener des Biosphärenreservats, können alle erhobenen Daten des Habitatp Datensatzes verwendet werden und es gibt keine Gebiete ohne Daten. Auf der Karte 2 ist der bestehende Unterschied der beiden Perimeter ersichtlich. Ein kleines Gebiet im Nordwesten würde dem Biosphärenreservat angehören, wird jedoch nicht berücksichtigt und das betrachtete Gebiet wird um ein Teilgebiet im Nordwesten erweitert.



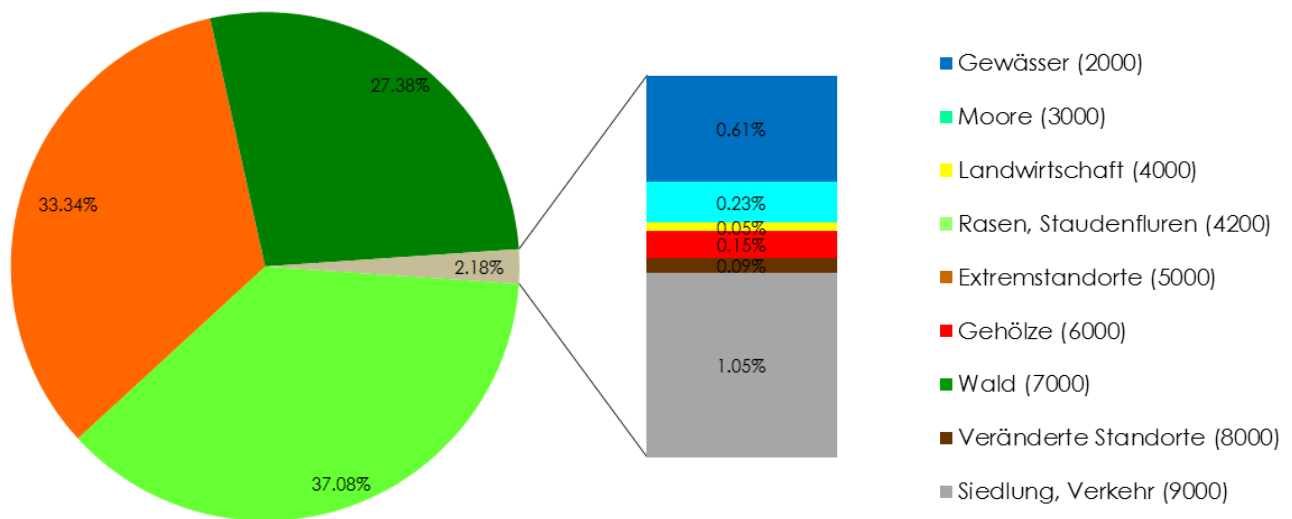
**Karte 2:** Untersuchungsperimeter

### 4.1.2 Gebietsbeschreibung

Die gesamte Fläche des Val Müstair beträgt 198'639'728 m<sup>2</sup> und hat einen Umfang von 74'958 m. Um das Gebiet zu charakterisieren, braucht zuerst einen Überblick über die allgemeine Zusammenstellung der HC. Dadurch können Fragen beantwortet werden, welches die dominierenden Flächen oder solche Flächen mit einem geringen Flächenanteil im Gebiet des Val

Müstair sind. Dazu wurden alle Polygone mit der gleichen HC gewählt und anschliessend deren gesamte Fläche berechnet.

Wie aus dem Diagramm 1 ersichtlich ist, kann das Val Müstair grundsätzlich in die drei HC Rasen, Staudenfluren (4200) (37%), Extremstandorte (5000) (33%) und Wald (7000) (28%) eingeteilt werden. Jede dieser HC deckt nahezu oder mehr als einen Drittel der Fläche des Val Müstair ab. Der Anteil an der Gesamtfläche durch Siedlung, Verkehr (9000) beträgt 1.05% und derjenige durch Gewässer (2000) 0.61%. Die Anteile an Moore (3000) sind 0.23%, an Landwirtschaft (4000) 0.05%, Gehölze (6000) 0.15% und an veränderte Standorte (8000) 0.09%.



**Diagramm 1:** Zusammensetzung der HC

### 4.1.3 Vergleich mit der ganzen Schweiz

Um die Verhältnisse im Val Müstair einschätzen zu können, werden einige Flächen der HC mit jener der gesamten Schweiz verglichen. Die Schweiz hat eine Gesamtfläche von 4'128'491 ha (BFS, 2006). Die Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) im Schweizerflachland des Jahres 2012 beträgt 1'051'100 ha (BFS, 2013a). Zu den LN gehören Getreide, Kartoffeln, Ölsaaten, Ackerflächen, Dauerkulturen und Grünflächen. Nicht zur Statistik werden Alpflächen gezählt. Wenn man die Grünflächen von den LN abzieht, erhält man eine Fläche von 306'300 ha (29%). Diese kann als ähnliche Fläche wie die Landwirtschaft (4000) ohne den HT Rasen, Staudenfluren (4200) betrachtet werden. Die LN ohne Grünflächen entsprechen rund 7.4% der Fläche der Schweiz. Die Landwirtschaft im Val Müstair mit 0.05% ist deutlich geringer als jene der gesamten Schweiz. Die Fläche, welche in der Schweiz als Siedlungsfläche bezeichnet wird, umfasst Gebäudeareale, Industrieareale, besondere Siedlungsflächen (Ver- und Entsorgungsanlagen, Abbau- und Deponieflächen, Baustellen), Erholungs- und Grünanlagen sowie Verkehrsflächen. Diese kann mit der HC Siedlung, Freizeit (9000) gleichgestellt werden. Die Siedlungsfläche der Schweiz beträgt 279'100 ha (BFS, 2013b). Das sind rund 6.8% der ganzen Fläche der Schweiz. Die HC veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000) des Val Müstair besitzen zusammen 1.14% der

Fläche. Dies ist ebenfalls deutlich weniger als die Siedlungsfläche der Schweiz. Das Val Müstair ist in einer Bergregion und daher nicht auf Landwirtschaft ausgelegt. Ebenso sind die Besiedelung und das Strassennetz nicht so dicht verglichen mit der ganzen Schweiz.

#### 4.1.4 Zonierung des Val Müstair

Das Gebiet des Biosphärenreservats wird in drei Zonen gegliedert: Die Kernzone, die Pflegezone und die Entwicklungszone. Der Schweizerische Nationalpark gehört ganzheitlich zur Kernzone. Die Biosfera Val Müstair beinhaltet einen kleinen Teil der Kernzone und besteht vor allem aus den Pflege- und Entwicklungszonen. Die drei Zonen haben unterschiedliche Aufgaben. (BAFU, 2010 & Biosphäre, 2013)

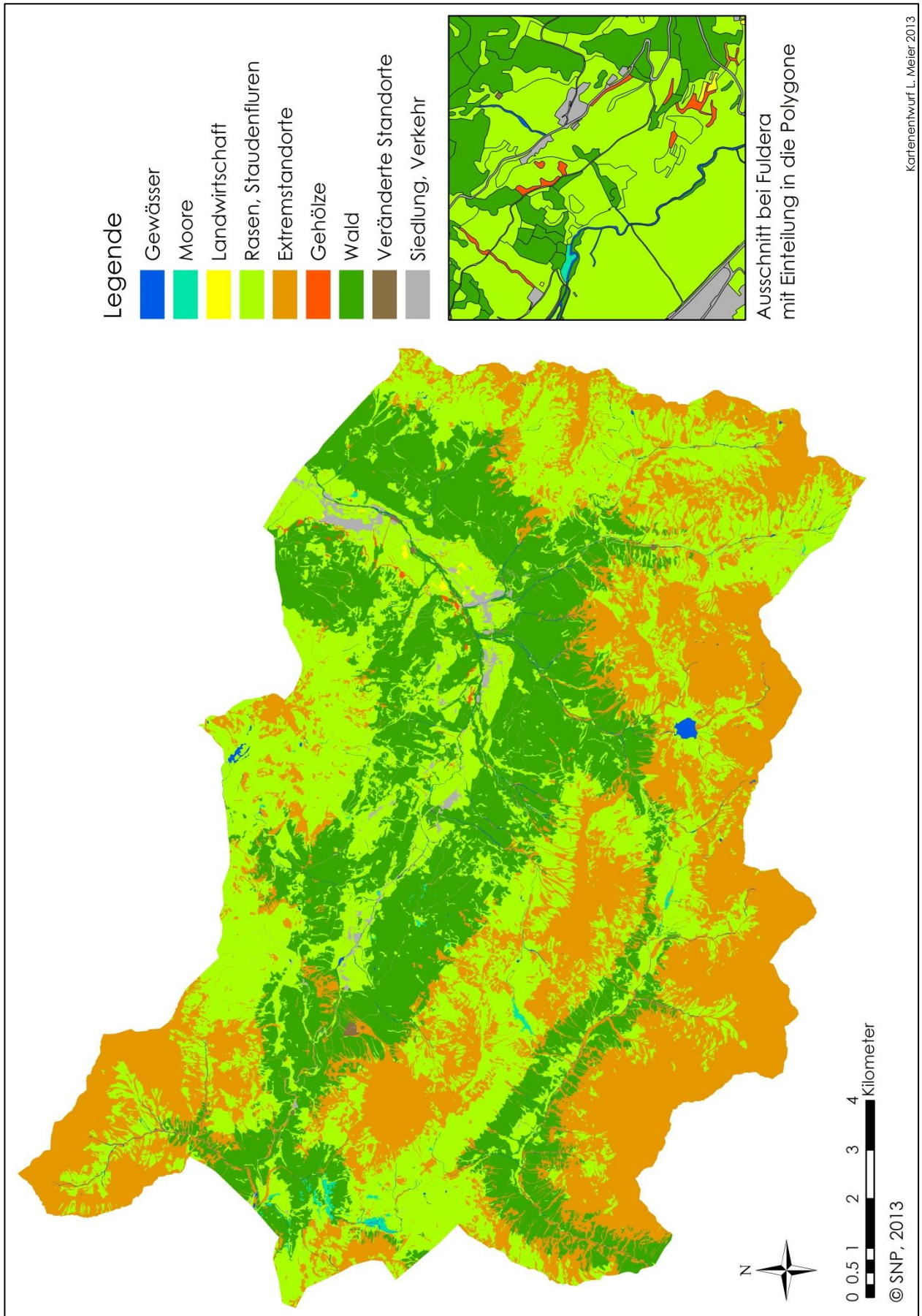
- Die *Kernzone* hat zur Funktion einen hohen Schutz der Naturwerte zu erzielen und muss mindestens 3% der gesamten Fläche des Biosphärenreservates abdecken.
- Die *Pflegezone* sollte störende Einflüsse auf die Kernzone gering halten, ebenfalls sollte der Wald und die Landwirtschaft nachhaltig genutzt werden. Die Mindestfläche der Pflegezone muss 30% der gesamten Fläche sein.
- Die *Entwicklungszone* wird als Siedlungs- und Wirtschaftsraum bezeichnet.

Diese Zonierung ist für die UNESCO Biosphärenreservate obligatorisch, da diese Aufteilung zu den UNESCO Kriterien gehört.

#### 4.1.5 Räumliche Verteilung der Hauptklassen

Zur Veranschaulichung der räumlichen Verteilung der HC im Gebiet der Biosfera Val Müstair sind auf der Karte 3 die neun Hauptklassen des Habitatp-Datensatzes dargestellt. Damit die Karte überblickbar bleibt, wurden die Unterteilungen in die verschiedenen Polygone weggelassen. Durch die Darstellung werden die grossen Zusammenhänge der HC ersichtlich.

Auf der Karte 3 ist die geographische Struktur des Gebietes durch die räumliche Landschaftsstruktur erkennbar. Auf dem bewohnten Talboden des Flusses Il Rom erstrecken sich Gebiete der Siedlung, Verkehr (9000), der Landwirtschaft (4000) und der Gehölze (6000). Die Flächen sind waldfrei, da der Mensch diese für die Landwirtschaft, Beweidung von Nutztieren und als Wohnraum nutzt. Diese werden zur HC der Rasen, Staudenfluren (4200) gezählt. Zwischen den Tal- und Berglagen hat es sichtlich mehr Wald (7000) und immer noch Gebiete von Rasen, Staudenfluren (4200). Ab der Höhe der Waldgrenze, bei ca. 2300 m.ü.M. (Cumün, 2013) in diesem Gebiet, hat es vermehrt Extremstandorte (5000) und immer noch Rasen, Staudenfluren (4200). Extremstandorte (5000) kommen bis in die höher gelegenen Gebiete vor, in denen es keinen Wald mehr und auch weniger Rasen, Staudenfluren (4200) gibt. Die Moore (3000) sind vereinzelt sichtbar und nehmen nur einen ganz kleinen Teil des Gebietes in Anspruch. Feldgehölze (6000) befinden sich vermehrt auf dem Talboden. Im Nordwesten des Gebietes ist eine grössere, gut sichtbare Kiesgrube der HC veränderte Standorte (8000) zu erkennen.



Kartentwurf L. Meier 2013

**Karte 3:** Zusammensetzung der Fläche des Val Müstair eingeteilt in die neun HC



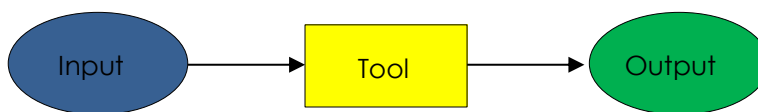
## 4.2 Charakterisierung der Hauptklassen

In diesem Kapitel geht es darum die acht HC, welche für das Gebiet Val Müstair relevant sind, zu analysieren und charakterisieren.

### 4.2.1 Methode zur Charakterisierung der Hauptklassen

Die Charakterisierung der HC besteht aus einfachen Abfragen des Habitalp-Datensatzes in ArcGIS Version 10.1. Für die Abfragen wird ein Tool<sup>2</sup> verwendet, welches mit SQL-Abfragen die gewünschten Polygone auswählt. Die erhaltenen Resultate werden festgehalten, analysiert und interpretiert.

Die Abfragen bestehen aus der Form:



**Abbildung 9:** Methode der Abfragen

Dabei ist der Input der Habitalp-Datensatz, das Tool<sup>1</sup> für die Abfragen selektiert die gewünschten Polygone und der Output sind jene Polygone, die alle Angaben der Abfrage erfüllen.

Die Erläuterungen zu den HC und HT stammen aus dem Habitalp-Interpretationsschlüssel von Demel et al. (2006b). Der Interpretationsschlüssel ist in verschiedene Table gegliedert. Die Angaben zu den HC sind im jeweiligen Table der HC vermerkt.

### 4.2.2 Gewässer (2000)

Der Datensatz besteht aus 842 Polygonen. Die gesamte Fläche, die als Gewässer (2000) gekennzeichnet ist, beträgt 1.21 km<sup>2</sup>. Die Länge der oberirdischen Fließgewässer im Val Müstair beträgt 226.265 km. Die Länge wurde aus dem Datensatz TLM\_Fliessgewässer (Swisstopo, 2013, JA100120) aus der Summe der Länge der oberirdische Fließgewässer ermittelt. Die „Shape Length“ im Habitalp entspricht dem Umfang des Polygons und liefert daher nicht das gewünschte Resultat der Länge der Flüsse.

---

<sup>2</sup> ArcGIS Tool: Select (Anaysis)

Die HC der Gewässer (2000) wird in 21 HT gegliedert.

HT Nummer	Habitattyp
2110	Quelle, unverbaut
2120	Quelle, moosreich
2130	Ausgebaute Quelle
2310	Fliessgewässer
2311	Fluss, strukturreich
2312	Fluss mit mittlerer Strukturdichte
2313	Fluss, strukturarm/stark ausgebaut
2314	Graben, Rinne, Kanal
2321	Wasserfall
2322	Stromschnelle
2330	Bauwerk in Fliessgewässer
2331	Wehr, Sohlabsturz
2333	Deich/Damm ohne oder mit geringer Vegetation
2337	Wasserentnahmebauwerk
2339	Flusssperre, Querverbauung mit Wasserüberfall
2511	Stillgewässer, strukturreich
2512	Stillgewässer, mittlere Strukturdichte
2513	Stillgewässer, strukturarm
2514	Fischteich, intensiv genutzt
2515	Rückhaltebecken
2550	Ufer- und Verlandungsbereich von Stillgewässer

**Tabelle 7:** HT der Gewässer (2000)

Im Folgenden werden die HT des Gewässers (2000) genauer betrachtet. Die Fläche der Stillgewässer (2511, 2512, 2513) beträgt 191'699 m<sup>2</sup> und besteht aus 78 Polygonen. Im Gebiet Val Müstair sind zehn Quellen vorhanden, von denen vier unverbaut (2110) und sechs ausgebaut (2130) sind. Die Quellen befinden sich alle in der Entwicklungszone gemäss der Zonierung des Val Müstair (Vergleich Kapitel 4.6). Auf der orographisch rechten Seite liegen vier der Quellen, davon drei unverbaut und eine ausgebaut und auf der orographisch linken Seite die anderen sechs Quellen, bestehend aus fünf ausgebauten und einer unverbauten (Vergleich Kapitel 4.5).

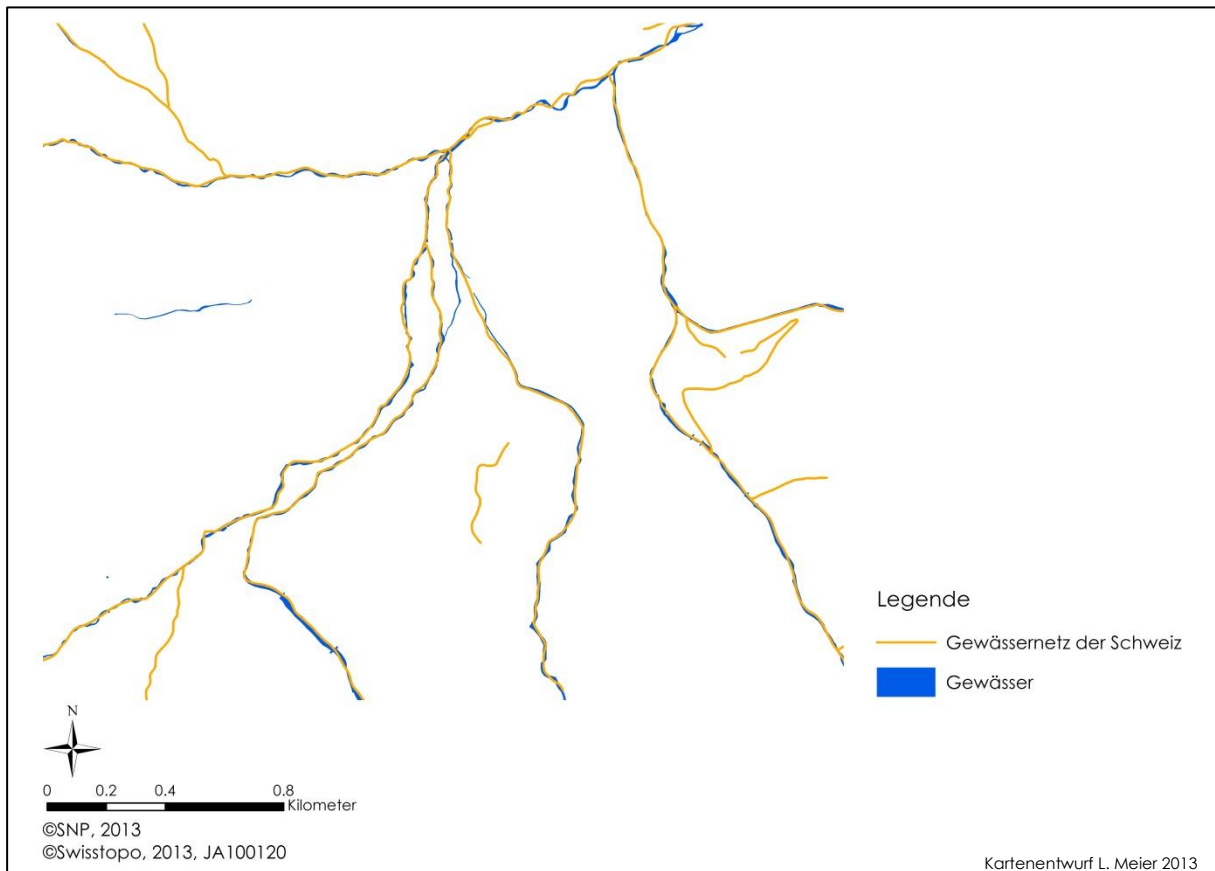
Bei 164 Polygonen beträgt der Deckungsgrad von Schutt und Geröll (Scree) gleich viel oder mehr als 60-90%. Die eingenommene Fläche beträgt 251'399 m<sup>2</sup> und entspricht 20.7 % der gesamten Fläche, die als HC Gewässer (2000) bezeichnet wird.

Als strukturreiche Flussabschnitte (2311) werden 344 Polygone deklariert, die eine Fläche von 623'203 m<sup>2</sup> einnehmen, was 51.3% der HC Gewässer ausmacht. Die Gebiete befinden sich sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Pflegezone.

Bei den Fliessgewässern (2310) sind 142 Polygone mit Flusssperren, Querverbauungen mit Wasserüberfall (2339) vorhanden. Die Anzahl Polygone, die als Wehr, Sohlabsturz (2331) gekennzeichnet sind, beträgt 17 Polygone. Diese HT können die Fische in ihrem natürlichen Verhalten behindern (Zaugg et al., 1996). Es kann untersucht werden, inwiefern diese einen Einfluss auf das Verhalten der Fische und andere im Gewässer lebende Arten haben. Im Gebiet sind zwei Bauwerke in Fliessgewässern (2330), die sich beide in der Entwicklungszone befinden. Bei Bauwerken in Fliessgewässern wäre es wichtig zu vermerken, ob allenfalls eine Fischtreppe vorhanden ist oder das Werk für Fische passierbar ist. Fische führen Wanderungen durch und sind daher darauf angewiesen, dass unnatürliche Hindernisse überwunden werden können (Zaugg et al., 1996).

Über einen permanenten Wasserfluss (GW\_110: Permanenter Wasserfluss in Add. Charact. 1) verfügen 401 der Polygone und haben eine Fläche von 881'124 m<sup>2</sup>, was 72.6% der Gewässerfläche ausmacht. Ein permanenter Wasserfluss ist für im Wasser lebende Arten wichtig. Die Anzahl Polygone mit einem temporären Wasserfluss (GW\_120: Temporärer Wasserfluss in Add. Charact 1) beträgt 88 Polygone und weist eine Fläche von 126'904 m<sup>2</sup> auf, was 10.5% der Gewässerfläche ausmacht.

Auf der Karte 4 sind in Blau die Polygone der Gewässer (2000) abgebildet. Die orangenen Linien zeigen die oberirdischen Fließgewässer (aus TLM\_Fliessgewaesser) des Gewässernetzes der Schweiz.



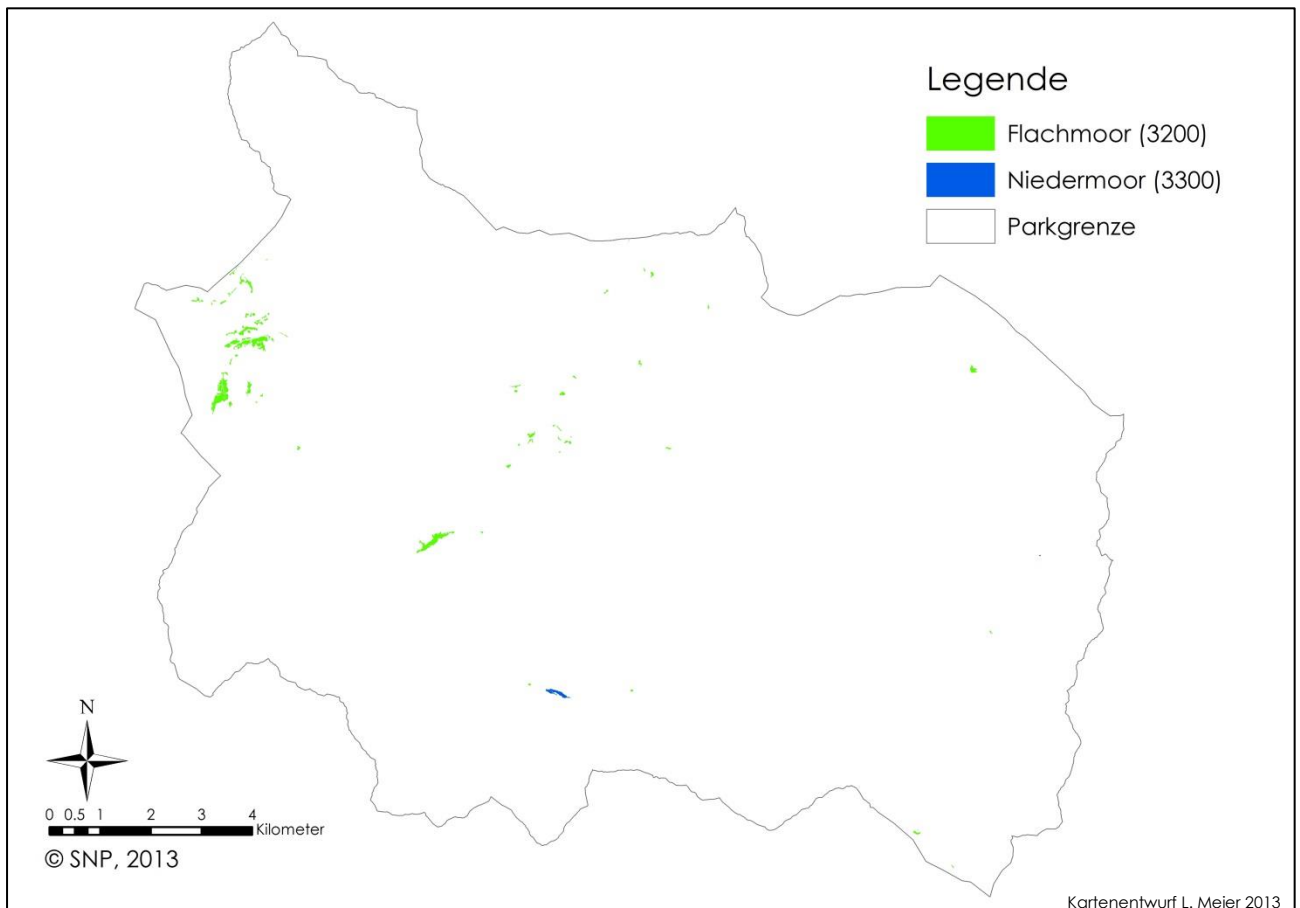
**Karte 4:** Gewässernetz (oberirdisch) der Schweiz und HC Gewässer (2000)

Beim Vergleich der beiden Gewässersysteme ist ersichtlich, dass der Habitatp-Datensatz nicht alle Fließgewässer berücksichtigt und daher kein kontinuierlicher Flusslauf entstehen kann. Der Grund sind die Interpretationsregeln, die die Prioritäten folgendermassen setzen: Brücken haben vor Gewässern Vorrang und werden als eigene Polygone dargestellt (Demel et al., 2006b, S.13). Das Gewässernetz der Schweiz enthält weniger Unterbrechungen des Flusslaufes als der Habitatp-Datensatz. Wenn Aussagen über zusammenhängende Flussläufe gemacht werden wollen, soll das Gewässernetz der Schweiz verwendet werden.

Die Länge der oberirdischen Fließgewässer, die sich im Wald (7000) befinden, beträgt 51.076km. Dies wurde ermittelt durch das Verschneiden von den Wald (7000) Polygonen der Habitatp-Daten und den oberirdischen Fließgewässern des TLM\_Fliessgewässers Datensatzes. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Fließgewässer im Habitatp-Datensatz als Wald (7000) bezeichnet worden sind. Von dieser Annahme ausgehend hat es im Gebiet Val Müstair mehr Gewässer als durch den Polygondatensatz ersichtlich.

### 4.2.3 Moore (3000)

Die Hauptklasse der Moore (3000) umfasst eine gesamte Fläche von 465'788 m<sup>2</sup>. Die HC der Moore wird in zwei HT unterteilt, einerseits den HT Flachmoore, Anmoore, Sumpf (3200) mit einer Fläche von 437'745 m<sup>2</sup>, bestehend aus dem HT Flachmoor, Anmoor, Sumpf (3200) und dem HT Kleinseggen- und Binsenbestände (3210) und andererseits dem HT Niedermoor (3300) mit einer Fläche von 28'043 m<sup>2</sup>, wobei von diesem HT nur Flächen der HT Niedermoor, Durchströmungsmoor (3310) vorhanden sind. Die Flachmoore, Anmoore, Sumpf (3200) sind im Val Müstair die dominierende HT bei den Mooren (3000) und machen 94.0% der gesamten Moorfläche aus. Der HT Niedermoor, Durchströmungsmoor (3310) besitzt einen Anteil von 6.0% der Gesamtfläche der Moore und die Kleinseggen- und Binsenbestand (3210) nehmen 65.9% der Fläche und der HT Flachmoor, Anmoor, Sumpf (3200) ohne die Kleinseggen- und Binsenbestand (3210) 28.1% der Fläche der Moorlandschaft ein. Die grösste zusammenhängende Fläche von Mooren (3000) entspricht 67'193 m<sup>2</sup>.



**Karte 5:** Verteilung der HT der Moore (3000) im Val Müstair

In der Tabelle 8 ist der Anteil der unterschiedlichen Deckungsgrade durch Gras und die Krautschicht (Grass and Herbs) in den Polygonen der Moore (3000) aufgezeigt.

Deckungsgrad von Gras und Krautschicht	Flächenanteil in %
<10%	57.7
10-40%	4.5
40-60%	14.3
60-90%	22.7
90-100%	0.8

**Tabelle 8:** Deckungsgrade von Gras und Krautschicht der HC Moore

Auffallend ist, dass die Hälfte der Fläche einen Deckungsgrad von Gras und Krautschicht besitzt, der kleiner ist als 10%. 22.7% der Fläche der Moore (3000) hat einen Deckungsgrad von Gras und Krautschicht, der zwischen 60 und 90% liegt.

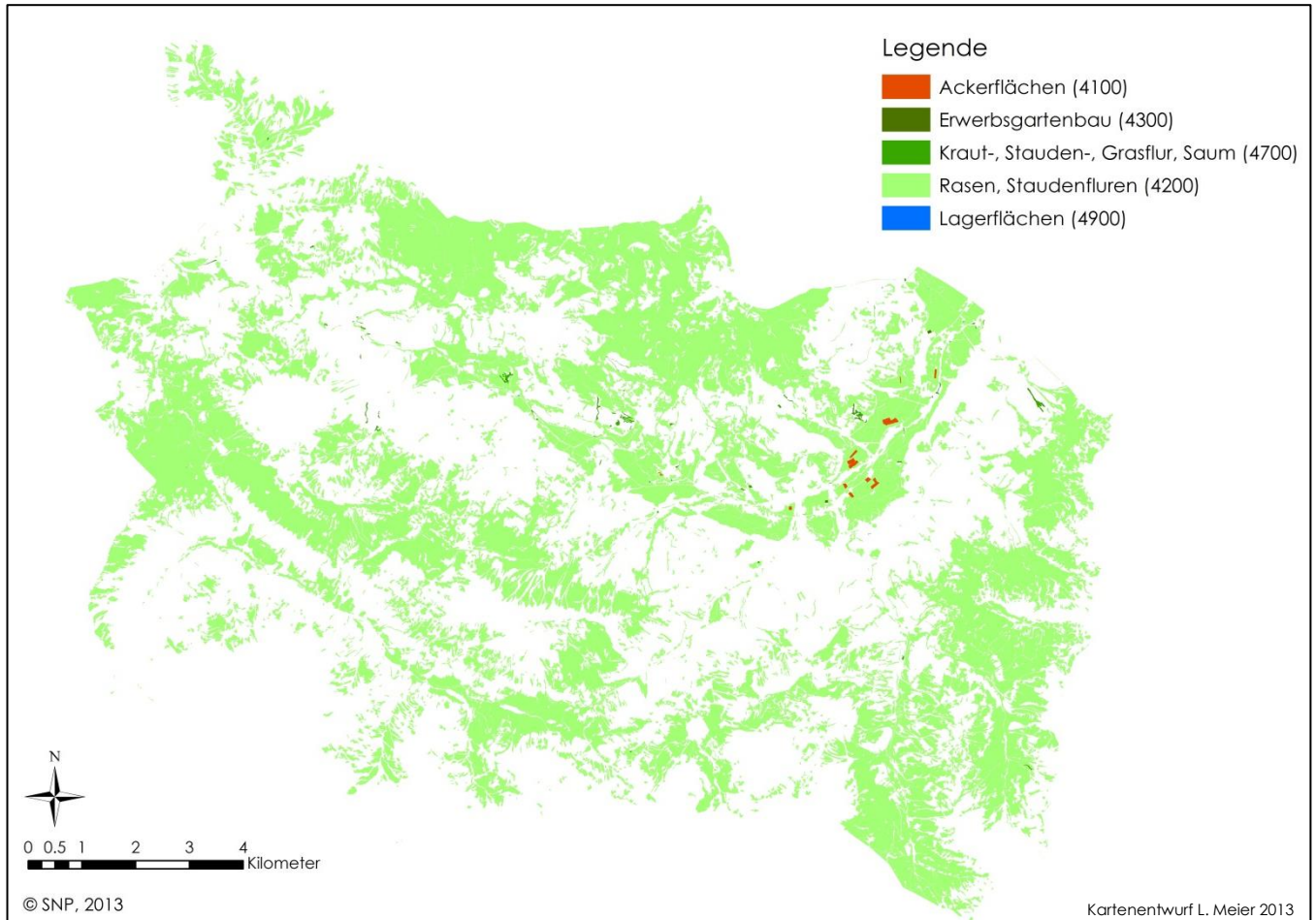
Eine Fläche von 11'326 m<sup>2</sup> (2.4%) beinhaltet Weidevieh, Viehgangeln (BS\_311). Die Fläche von 34'234 m<sup>2</sup> (7.3%) ist beweidet (LW\_310) und befindet sich im Plenterstadium (TA\_130).

Mehrere Polygone der HC Moore (3000) wurden im Jahr 2004 in situ verifiziert, was in der Attributtabelle unter Data Quality vermerkt ist.

#### 4.2.4 Landwirtschaft, Rasen (4000)

Die HC der Landwirtschaft, Rasen (4000) setzt sich aus dem dominierenden HT Rasen, Staudenfluren (4200) und den HT Ackerflächen (4100), Erwerbsgartenbau (4300), Hochstauden (4700) und Lagerflächen (4900) zusammen. Da der HT Rasen, Staudenfluren (4200) eine erstaunliche Mehrheit aufweist, wird dieser HT zusammen mit den Hochstauden (4700) in den Analysen wie eine eigene HC separat von der restlichen Landwirtschaft (4000), welche die HT 4100 und 4900 umfasst, betrachtet. Dies deshalb, damit eine klare Differenzierung zwischen Landwirtschaft (4100 und 4900) und Rasen, Staudenfluren (4200) gemacht werden kann und nicht der Eindruck entsteht, dass das Val Müstair ein hoch landwirtschaftliches Gebiet sei.

Die Karte 6 zeigt die räumliche Verteilung der HC Landwirtschaft, Rasen (4000) eingeteilt in die fünf HT. Die Lagerflächen (4900) nehmen in der Karte einen so geringen Teil der Fläche ein, dass sie in diesem Massstab nicht ersichtlich sind. Sie befinden sich jedoch bei näherer Betrachtung in der Nähe der Ackerflächen (4100).



**Karte 6:** Zusammensetzung der HT der HC Landwirtschaft (4000)

In der Tabelle 8 ist die flächenmässige Zusammensetzung der HT der Landwirtschaft, Rasen(4000) aufgezeigt. Es ist zu beachten, dass der HT der Hochstauden (4700) von jener der Rasen, Staudenfluren (4200) getrennt betrachtet wird. In der restlichen Analyse bilden diese zwei HT einen gemeinsamen HT Rasen, Staudenfluren (4200). Es sind zwei Polygone des HT Erwerbsgartenbau, Freiland-Gartenbau (4310) vorhanden, welche sich in der Tallage einerseits in Sta. Maria, Val Müstair, und andererseits in Müstair befinden.

HT Nummer	Habitattyp	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz [%] am HC
4000	Landwirtschaft, Rasen	73'770'129	100
4100	Ackerfläche	97'204	0.13
4200	Rasen, Staudenfluren	73'492'251	99.62
4210	Trockenes Grünland	846'092	1.15
4220	Grünland mittleren Feuchtegrades	14'860'985	20.14
4230	Feucht- und Nassgrünland (	117'416	0.16
4240	Montane/subalpine/alpine Rasen, Wiese, Weide	57'627'636	78.00
4260	Weidefläche, stark verändert, Lägerflur	40'122	0.05
4310	Erwerbsgartenbau, Freiland-Gartenbau	5'898	0.008
4700	Hochstauden	171'453	0.23
4900	Lagerflächen	3'321	0.004

**Tabelle 9:** Habitattypen der HC Landwirtschaft (4000)

Die Ackerflächen (4100) setzen sich aus den Ackerflächen (4100), Getreide-Anbaufläche (4110), Mais-Anbaufläche (4120) und den Körnerleguminosen- und Feldfutter-Anbauflächen (4150) zusammen.

Im Interpretationsschlüssel (Demel et al., 2006b, S.4) ist zum HT montane, subalpine, alpine Rasen (4240), welcher die grösste Fläche ausmacht, folgendes vermerkt: „Dieser Oberflächenbedeckungstyp wurde erst mit dem Pilotprojekt Hohe Tauern eingefügt und war zuvor nicht in der offiziellen BfN-Systematik vorhanden.“ Es sind Flächen ab und über der Waldgrenze gemeint, die vor allem aus Gräsern, Kräutern und Zwergsträuchern bestehen. Die Interpretation und Zuordnung dieser Flächen war sehr anspruchsvoll. Daher werden jeweils in der Spalte „Add Charact 1“ (AC1) die Nutzungsintensität und besondere Strukturen vermerkt.



<b>Add Charact 1 der montanen, subalpinen, alpinen Rasen (4240)</b>	<b>Fläche [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Prozentsatz [%] an der HT montane, subalpine, alpine Rasen (4240)</b>
TA_130 Kronendach vielschichtig, gestuft, Plenterstadium	736'124	1.3
TA_114 Baumholz	321'469	0.6
TA_113 Stangenholz, Wachstumsstadium	299'495	0.5
TA_112 Dickung	2'768'669	4.8
TA_111 Jungwuchs, Aufforstung	816'474	1.4
SH_5703 Schutt, Geröll (grob)	199'688	0.4
SH_5702 Schutt, Geröll (mittel)	961'140	1.7
SH_5701 Schutt, Geröll (klein)	225'854	0.4
SH_2120 Quellflur, moosreich	100'123	0.2
LW_430 Feucht bis nass	274'571	0.5
LW_310 beweidet	2'110'934	3.7
BS_472 Vegetationsbedeckte fluviatile Schotter-/ Sandbank	31'928	0.1
BS_471 Alpine Schwemmebene, Sander	225'105	0.4
BS_454 Übersarung	143'262	0.3
BS_453 Murkegel	782'508	1.4
BS_410 Moräne	158'081	0.3
BS_311 Weidevieh, Viehgangeln	2'183'811	3.8
BS_240 Erdströme	267'734	0.5
BS_220 Streifenrasen	270'907	0.5
BS_210 Girlandenrasen	1'482'374	2.6
BS_132 Doline	17'045	0.03
Polygone, welche keinen Add Charact 1 mit mehr als 20 Polygonen besitzen.	42'024'131	72.9

**Tabelle 10:** Add Charact 1 der HT 4240

Es werden in der Tabelle 10 nur jene Add Charact 1 des HT montane, subalpine, alpine Rasen (4240) aufgezeigt, bei welchen mehr als 20 Polygone vorhanden sind. Diejenigen Add Charact 1, welche einen überwiegenden Anteil ausmachen, werden grau hinterlegt. Über 70% der Flächen besitzen bei den Add Charact 1 keine weiteren Beschreibungen. Dies bedeutet, dass ein grosser Teil der Fläche nicht genauer charakterisiert wurde oder weniger als 20 Polygone des HT montane, subalpine, alpine Rasen (4240) dieser Beschreibung angehören. Der grösste Anteil

haben die Dickungen (TA\_112), Weidevieh, Viehgangeln (BS\_311) und die beweideten Flächen (LW\_310).

Bei der Betrachtung des Add Charact 1 der gesamten HC Landwirtschaft (4000) ergeben die Add Character 1 gemäht, beweidet und Brach jeweils eine Fläche von gemäht (LW\_310) von 8'211'325 m<sup>2</sup>, beweidet (LW\_310) 5'031'313 m<sup>2</sup> und Brach (LW\_330) 44'204m<sup>2</sup>.

#### 4.2.5 Extremstandorte (5000)

Die HC 5000 umfasst eine Fläche von 66'223'745 m<sup>2</sup> mit 8'216 Polygonen.

Der Datensatz besteht aus den HT: Höhle, Stollen (5100), Balme (5113), die jeweils nur ein Polygon besitzen; Kiesbank/Sandbank, fluviatil (5410); Erosionsfläche (5430); Rinne, Runse (5440); Steinriegel, Trockenmauer (5510); Lesesteinmauer, Lesesteinhaufen (5520); Stützmauer (5540); Zwergstrauchheide (5610); Schneetälchen (5620); Schutt/Geröll fein [cm] (5701); Schutt/Geröll mittel [dm] (5702); Schutt/Geröll/Blöcke grob [m] (5703); Fels (5800); Gletscher (5910); Firn, Schnee (5920).

Die Tabelle 11 zeigt die Zusammensetzung des HT der HC Extremstandorte (5000). Einerseits ist die Fläche in m<sup>2</sup> des jeweiligen HT angegeben und andererseits der prozentuale Anteil an der HC Extremstandorte (5000). Der HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) besitzt in dieser HC nahezu zwei Drittel der Fläche und ist daher der dominierende HT in der HC Extremstandorte (5000). An zweiter Stelle ist der HT Fels (5800) mit einem Flächenanteil von 22.4%. Weiter nimmt der HT Schutt/Geröll mittel [dm] (5703) 8.2% der Fläche ein. Die anderen HT besitzen Flächen, die weniger als 4% der gesamten Fläche der HC Extremstandorte einnehmen. Es bestehen einige HT, welche nur einen sehr geringen Flächenanteil dieser HC einnehmen. Dies ist beispielsweise die HT Höhle, Stollen (5100) mit nur 35 m<sup>2</sup>.

HT Nummer	Habitattyp	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC [%]
5100	Höhle, Stollen	35	0.00
5113	Balme	417	0.001
5410	Kiesbank/Sandbank, fluviatil	637'875	0.96
5420	Brenne, altes Gewässerbett	1'503	0.002
5430	Erosionsfläche	78'674	0.12
5440	Rinne, Runse	1'667'276	2.52
5510	Steinriegel	3'037	0.005
5520	Lesesteinmauer, Lesesteinhaufen	7'941	0.01
5540	Stützmauer	2'390	0.004
5610	Zwergstrauchheide	2'088'230	3.15
5620	Schneetälchen	37'003	0.06
5701	Schutt/Geröll fein [cm]	40'686'090	61.44
5702	Schutt/Geröll mittel [dm]	5'405'875	8.16
5703	Schutt/Geröll/Blöcke grob [m]	740'475	1.12
5800	Fels	14'843'607	22.41
5910	Gletscher	5'413	0.01
5920	Firn/Schnee	17'903	0.03

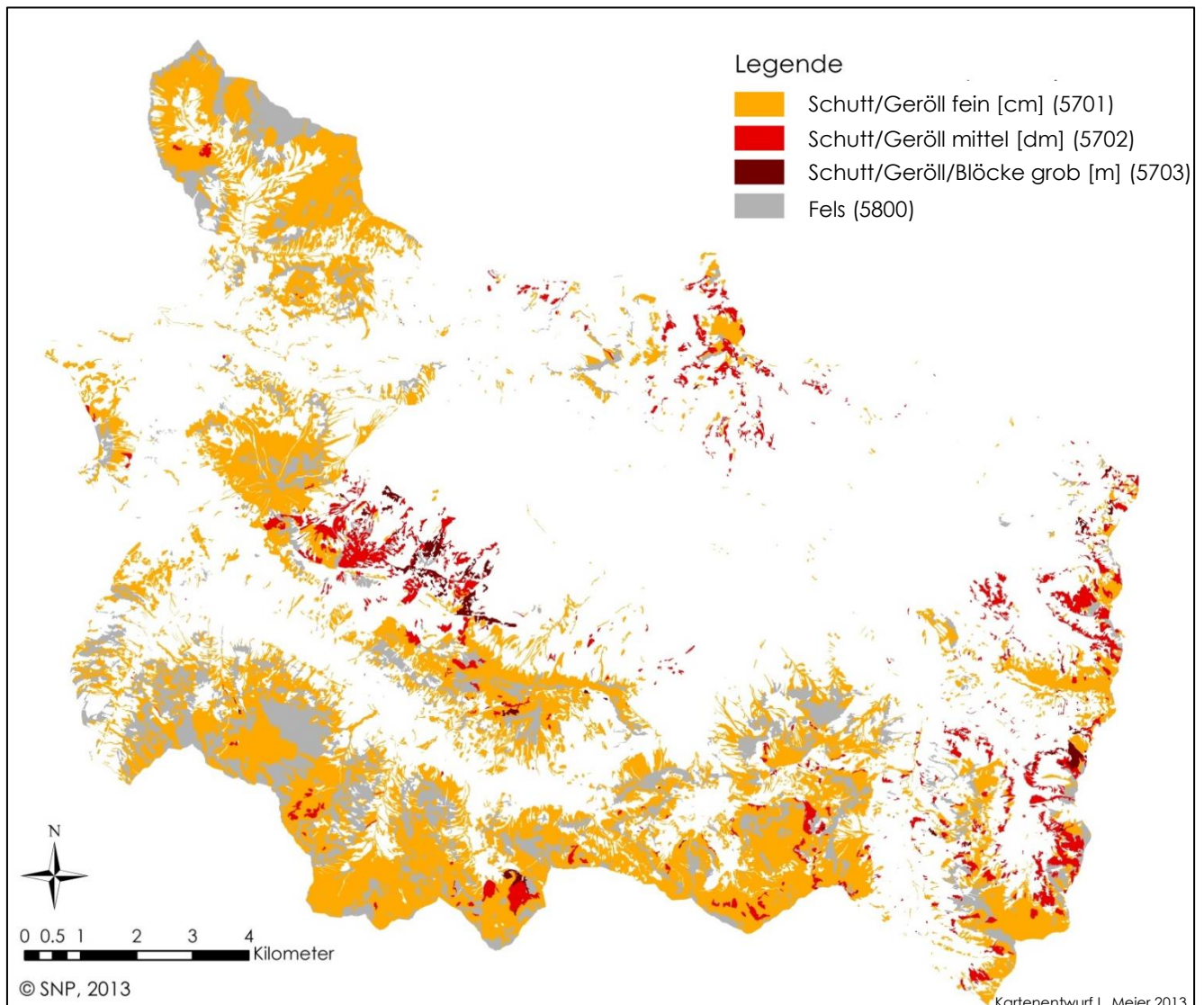
**Tabelle 11:** Zusammensetzung der HT der HC Extremstandorte (5000)

Grundsätzlich wäre der HT Höhlen, Stollen (5100) eine Überschrift, welche den HT Balme (5113) miteinschliessen sollte. Dies ist jedoch nicht der Fall, da die Fläche des HT Balme (5113) grösser ist als die gesamte Fläche der Höhle, Stollen (5100). Dieser HT müsste die Fläche des HT Balme (5113) ebenfalls dazugezählt werden.

Die Schutt/Geröll Flächen sind folgendermassen aufgeteilt:

HT Nummer	Habitattyp	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC Extremstandorte (5000) [%]
5701	Schutt/Geröll fein [cm]	40'686'090	61.4
5702	Schutt/Geröll mittel [dm]	5'405'875	8.1
5703	Schutt/Geröll/Blöcke grob [m]	740'475	1.1
5800	Fels	14'843'607	22.4

**Tabelle 12:** Aufteilung von Schutt/Geröll Fläche



**Karte 7:** Räumliche Verteilung von Schutt/Geröll und Felsflächen

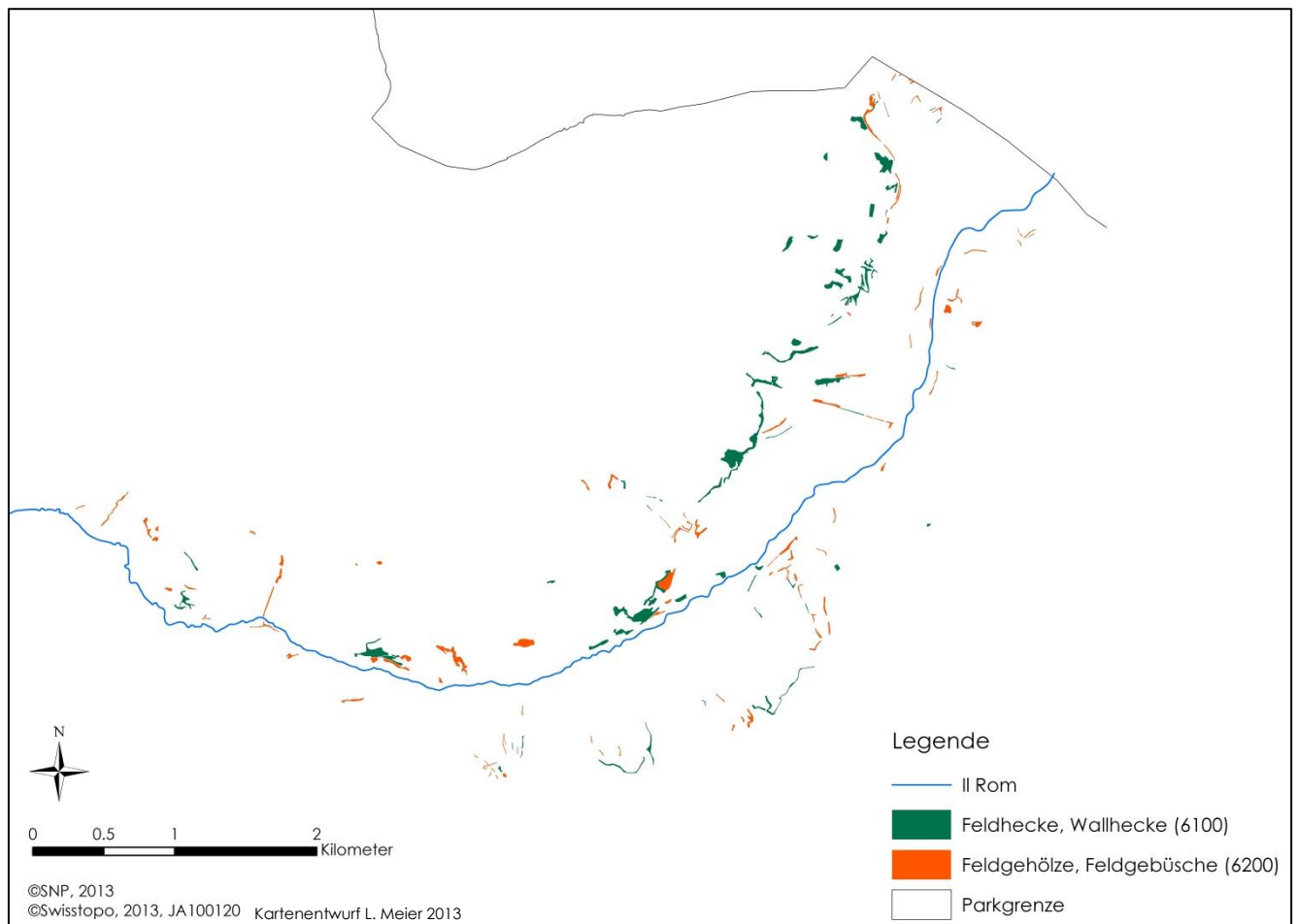
Auf der Karte 7 ist die räumliche Verteilung der HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701), Schutt/Geröll mittel [dm] (5702), Schutt/Geröll/Blöcke grob [m] (5703) und Fels (5800) dargestellt. Die Flächen des HT Schutt/Geröll/Blöcke grob [m] (5703) befinden an drei unterschiedlichen Orten sich nahe beieinander: Einerseits in der Mitte des Gebietes, im Süden und im Osten. Um die Flächen des HT Schutt/Geröll/Blöcke grob [m] (5703) kommen vermehrt Gebiete des HT Schutt/Geröll mittel [dm] (5702) vor. Flächen des HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) und der Felsen (5800) sind über grosse Flächen verteilt. Der HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) macht zwei Drittel der Fläche dieser vier HT aus und der HT Fels (5800) ist mit 22% ebenfalls sehr gut vertreten.

Flächen der HT Firn, Schnee (5920) kommen in diesem Gebiet nur als eine kleine Fläche von 0.02% der gesamten HC vor. Geographisch gesehen befinden sie sich vor allem im Norden, in der Schutzzone und im Süden. Als Gletscher (5910) ist nur ein Polygon mit einer Fläche von 5'413 m<sup>2</sup> bezeichnet.

#### 4.2.6 Gehölze (6000)

Diese HC enthält entgegen der Definition des BfN keine gebüschartigen Vegetationsbestände des subalpinen und alpinen Bereichs. Diese werden von den Habitatp-Projektpartnern als Wälder (7000) eingestuft. Im Bereich der Waldgrenze sollten keine Baumgruppen oder Einzelbäume kartiert werden, da dies zu einem zu grossen Kartieraufwand führen würde. Der Baumanteil ist in den HC Moore (3000), Landwirtschaft, Rasen (4000) und Extremstandorte (5000), die zu den wichtigen Oberflächenbedeckungstypen der Bäume gehören, als Attribut „Degree of Cover: trees“ (DC\_trees) angegeben. (Demel et al., 2006b, S.9)

Die Gehölze (6000) befinden sich räumlich gesehen im unteren Teil entlang des Il Rom in Richtung Italien (Karte 8). Die Polygonzahl beträgt 179 und die gesamte Fläche sind 296'692 m<sup>2</sup>.



**Karte 8:** Räumliche Verteilung der HT Gehölze (6000)

Die HC wird in zwei HT unterteilt: die Feldhecke, Wallhecke (6100) (Fläche: 180'012 m<sup>2</sup>, 60.7%) und die Feldgehölze, Feldgebüsche (6200) (Fläche: 116'680 m<sup>2</sup>, 39.3%).

Der Anteil an Stangenholz, Wachstumsstadium (TA\_113) beträgt 50.3%, jener von Baumholz (TA\_114) 11.3% und im Plenterstadium (TA\_130) 4.1% bezüglich der ganzen Fläche der HC Gehölze (6000).

#### 4.2.7 Wald (7000)

Die HC Wald (7000) besteht aus 6'303 Polygonen und umfasst eine gesamte Fläche von 54'396'527m<sup>2</sup>.

Gemäss dem Interpretationsschlüssel (Demel et al., 2006b, S.10) weisen Polygone der HC Wald (7000) einen Deckungsgrad von mindestens 30% auf und haben eine Mindestfläche von 3'000 m<sup>2</sup>.

Die HC Wald (7000) wird in zehn HT unterteilt. In der folgenden Tabelle sind die HT des Waldes (7000) mit dem jeweiligen Flächenanteil im Vergleich zur gesamten Waldfläche im Val Müstair aufgelistet. Die 10er Stellen geben Informationen über das Altersstadium beziehungsweise den Schichtenaufbau. Normalerweise dienen die 100er Stellen zur Trennung nach Laub- und Nadelholzdominanz. Dies ist hier jedoch nicht der Fall und es wird keine Dominanz angegeben, sondern bei allen der Wert 0 gesetzt. Es kann jedoch aus der Spalte „Baumarten“ im Habitatp-Datensatz die Zusammensetzung herausgelesen werden (Karte 9).

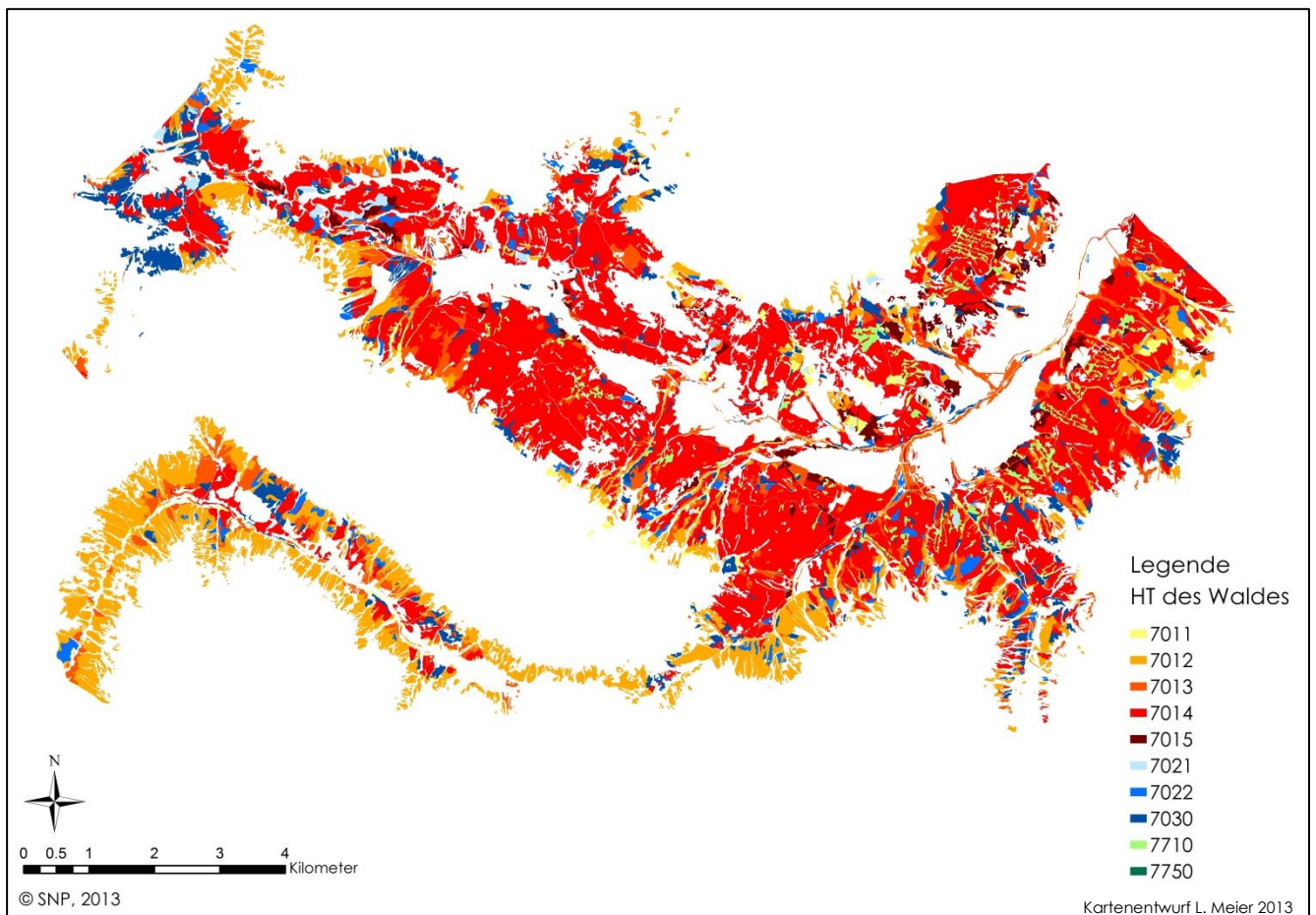
HT Nummer	Habitattyp (Altersstadium, Schichtenaufbau)	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil in %
7011	Jungwuchs, Aufforstung	761'551	1.4
7012	Dickung	9'029'823	16.6
7013	Stangenholz, Wachstumsstadium	3'970'946	7.3
7014	Baumholz	22'737'748	41.8
7015	Altbestand, Alters-/Reifestadium	12'348'012	22.7
7020	Kronendach zweischichtig	1'088	0.002
7021	Kronendach zweischichtig, Altholzbestand mit Verjüngung	326'379	0.6
7022	Kronendach zweischichtig, sonstige Ober- und Unterschicht	1'196'724	2.2
7030	Kronendach vielschichtig, gestuft, Plenterstadium	2'937'412	5.4
7710	Holzschlag, vorübergehend baumfrei	979'137	1.8
7750	Holzschlagplatz	16'319	0.03
7850	Waldrand	54'397	0.1

**Tabelle 13:** Habitattypen des Waldes

Alle HT zwischen den Codes 7011 und 7015 müssten gemäss dem Interpretationsschlüssel (Demel et al., 2006b) an den Stellen, an denen eine Null steht, eine Eins besitzen. Somit würden jene HT, welche den Code zwischen 7011 und 7015 haben dem Habitattypen Laubwald, Reinbestand (7100) und bei einer weiteren Unterteilung dem HT Kronendach homogen (7110) angehören. Die HT Kronendach zweischichtig (7120) wird im Habitatp-Datensatz des Val Müstair mit dem Code

7020 bezeichnet. Dieser Unterteilung gehören die beiden HT 7021 und 7022 an, welche ebenfalls von der HT Laubwald, Reinbestand (7100) sind und an der Stelle der Null eine Eins aufzeigen sollten. Der HT Kronendach vielschichtig, gestuft, Plenterstadium (7030) zeigt das gleiche Problem und müsste nach dem Interpretationsschlüssel den Code 7130 besitzen. Der HT Waldrand (7850) ist im Interpretationsschlüssel mit dem Code 7800 vermerkt und besitzt keine weitere Zuordnung. Daher ist es nicht klar, was die Bedeutung dieser weiteren Unterteilung ist.

Es ist ersichtlich, dass das Baumholz (7014) den überwiegenden Anteil ausmacht, gefolgt vom Altbestand, Altersstadium/Reifestadium (7015) und der Dichtung (7012). Auf der Karte 9 ist die räumliche Verteilung der HT des Waldes (7000) dargestellt. Die Zuordnung der Codes können in der Tabelle 13 nachgeschaut werden.



**Karte 9:** HT des Waldes

Die grösste aneinander liegende Fläche des Waldes (7000) ohne einen Unterbruch beträgt 3'573'169 m<sup>2</sup>. Es ist zu beachten, dass zum Beispiel Wegstücke, die durch den Wald gehen ein Waldstück bereits trennt, jedoch für Tiere und Pflanzen teilweise kein Hindernis darstellen würden.

In der Tabelle 14 ist die Fläche der Polygone, die von einer bestimmten Baumart einen Anteil grösser gleich 50% besitzen, zusammengestellt. Die Daten stammen von den Angaben über die Baumarten im Habitatp-Datensatz und der Aufteilung in „Deciduous“ (Laubbäume) und „Coniferous“ (Nadelbäume).

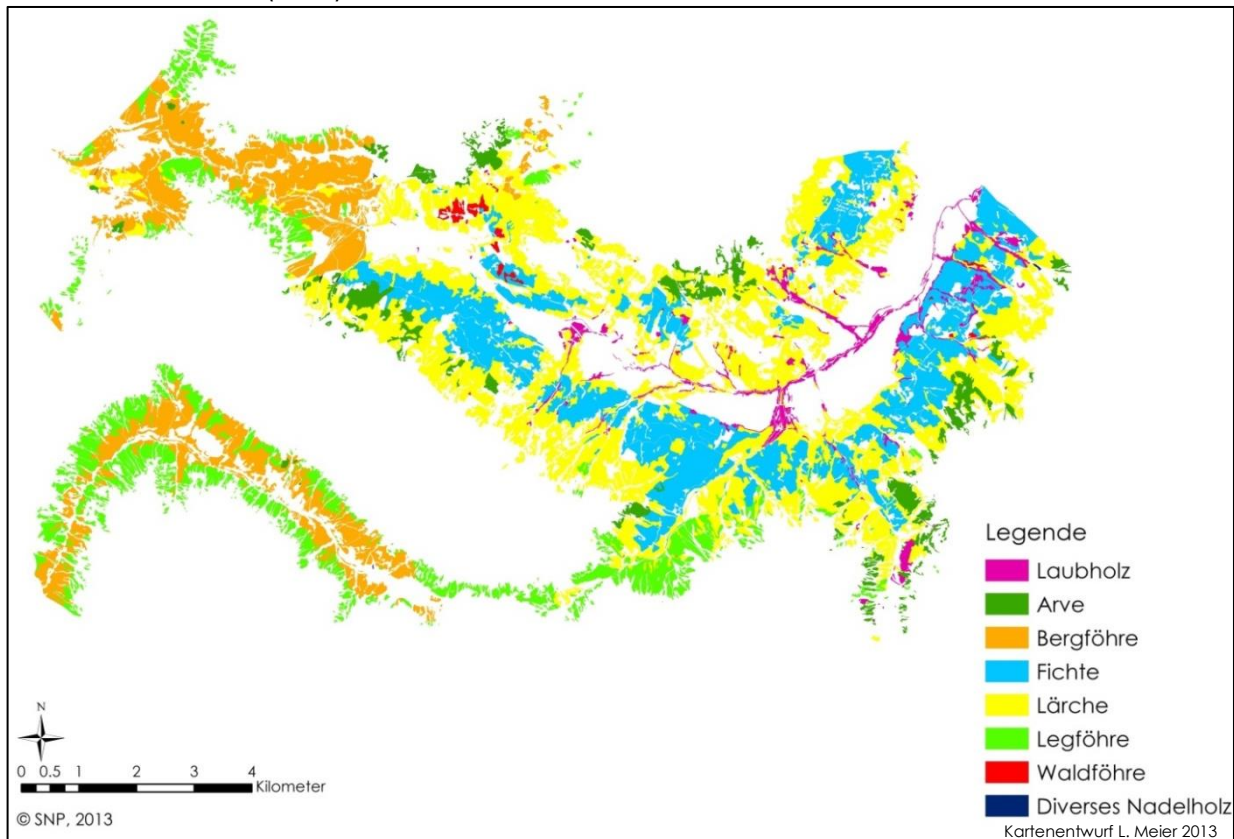
Baumart	Fläche mit grösser= 50% Anteil in [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz am Gesamtanteil
Laubholz insgesamt	2'023'455	
Nadelholz insgesamt	52'368'263	
Lärche	19'669'992	36.4%
Bergföhre	9'867'456	18.3%
Arve	3'864'189	7.1%
Waldföhre	255'880	0.5%
Legföhre	6'987'790	12.9%
Fichte	13'433'612	24.8%
div. Nadelholz	31'417	0.1%

**Tabelle 14:** Baumarten

Die Fläche des Waldes mit einem Nadelholzanteil von grösser gleich 50% ist 25-mal grösser als jene Fläche des Waldes mit Laubholz. Das dominante Nadelholz ist die Lärche mit einer Fläche der Polygone mit grösser gleich 50% von 19'669'992 m<sup>2</sup>. Die Lärche macht einen Prozentsatz von 36.4% bezüglich des Nadelholzes aus.



Auf der Karte 10 ist die räumliche Verteilung der verschiedenen Nadelholzarten und des Laubholzes der HC Wald (7000) ersichtlich.



**Karte 10:** Räumliche Verteilung des Laubholzes und der verschiedenen Nadelhölzer

Die räumliche Verteilung des Laubholzes und des Nadelholzes zeigt, dass Bäume der gleichen Art an ähnlichen Standorten vermehrt vorkommen und keine Mischung der Arten entsteht. Es ist anzunehmen, dass sich das Laubholz eher in den Tallagen und entlang von Flüssen befindet, wie die Struktur zeigt. Anschliessend folgen die Fichten und Lärchen, die mit zunehmender Höhe von Arven, Legföhren und schlussendlich den Bergföhren abgelöst werden. Es ist anzunehmen, dass mit der Verteilung des Laub- und Nadelholzes auf die Höhenstufen gefolgert werden kann. Die Waldföhre besitzt einen gut ersichtlichen Standort im Norden des Val Müstair.

Die Fläche von neuen, massiven Lawenschäden (VZ\_220), Flächen mit Lawenschäden, die nicht geräumt (VZ\_221) wurden oder Lawinenschuttablagerungen (VZ\_230) zeigen eine Gesamtfläche von 54'847 m<sup>2</sup> auf, was 0.1% der gesamten Waldfläche entspricht.

Die Flächen mit einem Deckungsgrad grösser gleich 40-60% (SQL Abfrage: Deckungsgrad >= 3; wobei 3 40-60% entsprechen) sind für die verschiedenen Bodenbedeckungsschichten wie folgt:

Bodenbedeckungsschicht	Anzahl Polygone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Prozentanteil der gesamten Fläche
Scree (Schutt, Geröll, Lockermaterial)	177	833'689	1.5%
Trees (Bäume)	5'439	49'581'569	91.1%
Grass, Herbs (Gräser, Kräuter)	384	2'840'913	5.2%
Dwarf, Pern, Big Perennial herbs (Zwergsträucher, grosswüchsige Stauden, Hochstauden, Farne)	231	2'335'169	4.3%

**Tabelle 15:** Verschiedene Deckungsgrade der HC Wald (7000)

Es war anzunehmen, dass ein hoher Anteil der Polygone über einen solchen Deckungsgrad durch Bäume verfügt. Es sind 91% der Fläche der HC Wald (7000), welche einen Deckungsgrad von Bäumen grösser gleich 40-60% besitzt. Die anderen Deckungsgrade beanspruchen jeweils nur einen geringen Teil der Fläche des Waldes (7000).

#### 4.2.8 Veränderte Standorte (8000)

Die HC „Stark veränderte, gestörte Standorte, Ver- und Entsorgungsflächen“ (8000) hat eine Gesamtfläche von 179'927 m<sup>2</sup> und umfasst 81 Polygone. Diese HC ist flächenmässig die kleinste HC des Datensatzes.

Die HC setzt sich aus den folgenden HT zusammen: Entnahmefläche (8100), die auch Kiesgrube, Kieswerk (8130) beinhaltet; Aufschüttungsfläche (8200); Fläche der Abfallwirtschaft (8310), Grün-deponie, Kompostierungsanlage (8316), Flächen der Wasserwirtschaft (8320), Wasserbehälter (8322), Kläranlage (8324), Fläche der Stromwirtschaft (8330), Sonstige Fläche der Stromwirtschaft (8339) und Fläche mit Sendeeinrichtungen (8370) werden als Ver- und Entsorgungsflächen (8300) zusammengefasst; Baustelle (8410), Lagerfläche (8420) sind als Offene Fläche ohne Oberboden (8400) bezeichnet. Diese Informationen können grösstenteils auch aus den topographischen Karten entnommen werden (Demel et al., 2006b, S.12).

HT Nummer	Habitattyp	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	% Anteil der Fläche an der HC
8100	Entnahmefläche	122'890	68.3%
8200	Aufschüttungsfläche	22'491	12.5%
8300	Ver- und Entsorgungsflächen	17'453	9.7%
8400	Offene Fläche ohne Oberboden	17'093	9.5%

**Tabelle 16:** Zusammensetzung der HT der HC veränderte Standorte (8000)

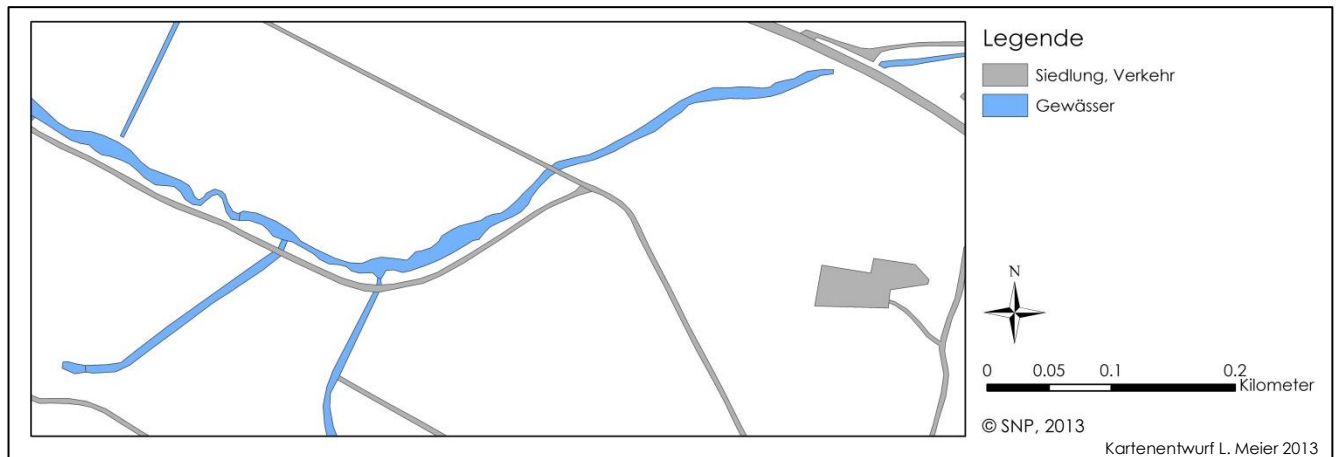
Der grösste Teil dieser HC besteht aus dem HT Entnahmefläche (8100) mit einem Flächenanteil von 68.3%. Wenn bereits eine grössere Kiesgrube, Kieswerk (8130) vorhanden ist, wird die Fläche dieses HT gross. In diesem Datensatz ist ein Polygon des HT Kiesgrube, Kieswerk (8130) vorhanden. Die anderen HT-Anteile sind flächenmässig ähnlich.

#### 4.2.9 Siedlung, Verkehr (9000)

Die HC Siedlung, Verkehr (9000) umfasst 789 Polygone mit einer Fläche von insgesamt 2'092'774 m<sup>2</sup>.

Die HC Siedlung, Verkehr (9000) wird in die drei HT Siedlung, Gewerbe, Industrie (9100), Verkehrsflächen (9200) und Freizeit-, Erholungs- und Grünfläche (9300) unterteilt. Die Abgrenzung der Siedlungen in der HT Siedlung, Gewerbe, Industrie (9100) erfolgt durch die Grundstücksgrenzen. Dadurch können diese von Durchgangsstrassen in verschiedene Siedlungsflächen zerteilt werden.

Die Strassen werden gemäss den amtlichen Kartenwerken erfasst. Das Ziel ist es, mindestens alle befahrbaren Strassen und Wege aufzunehmen. Die durchschnittliche Mindestbreite einer Strasse beträgt circa 3 Meter. Es ist zu beachten, dass Strassen vor Gewässern Vorrang haben und dadurch die Gewässer durch eine Brücke (VK\_003) unterbrochen werden. Im Gebiet sind 46 Brücken (VK\_003) in den Additional Characters 1,2,3 aufgenommen worden. Diese setzen sich aus Brücken über Gewässer oder andere Strassen zusammen, was nicht unterschieden wird. Es sind jedoch noch mehr Überkreuzungen von Gewässern und Strassen zu finden, die nicht als Brücken deklariert wurden, sondern als durchgehende Strasse (Karte 11), die ein Gewässerpolygon teilt. Auf der Karte 11 sind vier solche Ereignisse sichtbar. Die Polygone der Strassen werden über eine längere Strecke nicht weiter mit dem Vermerk in den spezifischen Additional Character als Brücken unterteilt, sondern ergeben einen zusammenhängenden Strassenverlauf. Der Flusslauf wird jedoch unterbrochen. (Demel et al., 2006b, S.13)



**Karte 11:** Flussabschnitte von Strassen unterbrochen

Die Charakterisierung der Polygone ist teilweise nicht klar zu identifizieren, da kein Beschrieb zu den Abkürzungen vorhanden ist. Beispielsweise ist im Interpretationsschlüssel nicht zu finden, was VK\_210, VK\_999 bedeutet.

Die versiegelten Flächen (VK\_002) im Val Müstair haben eine Fläche von 438'040 m<sup>2</sup>. Diese beinhalten die HT: Land-/Hauptstrasse (9212), Parkplätze (9215), Weg (9214) und sonstige Strassen (9213). Die Flächen, die nicht versiegelt sind, aber dennoch als Strassen gekennzeichnet sind, beinhalten die Angaben unversiegelt (VK\_001), Wirtschaftsweg befahren, unversiegelt (VK\_111) oder Wirtschaftsweg, gesperrt, unversiegelt (VK\_121) und weisen eine gesamte Fläche von 462'167 m<sup>2</sup> auf. Die gesamte Fläche des HT Verkehrsflächen beträgt 1'082'807 m<sup>2</sup>. Es sind davon 40.4% versiegelt, 42.7% unversiegelt und 16.9% der HT Verkehrsflächen (9300) haben keine genaueren Angaben zum Versiegelungsgrad. Die Flächen, die einen Deckungsgrad der „Building Coverage“ grösser gleich 10-40% haben und zur HC Siedlung, Verkehr (9000) gehören, erzielen eine Gesamtfläche von 886'187 m<sup>2</sup>. Im Vergleich dazu besitzen die Flächen des gesamten Gebietes des Val Müstair, die einen Deckungsgrad der „Building Coverage“ grösser gleich 10-40% aufweisen, eine Fläche von 890'064 m<sup>2</sup>. Es gehören 99.6% der Flächen mit dem Deckungsgrad „Building Coverage“ grösser gleich 10-40% zur HC Siedlung, Verkehr (9000).

Der Teil des Val Müstair, der für die Freizeit (9300) zur Verfügung steht, beträgt 69'672 m<sup>2</sup>, was 3.3% der gesamten Fläche der HC Siedlung, Verkehr (9000) ausmacht.

Die Gebiete der HC Siedlung, Verkehr (9000) befinden sich grundsätzlich in der Entwicklungszone, teilweise auch in der Pflegezone, jedoch sind sie dort nur als einzelne Strassen in den jeweiligen Tälern zu erkennen.

## 4.3 Analyse der Deckungsgrade

### 4.3.1 Methode

In der Tabelle 17 sind die neun Bodenbedeckungsschichten aufgeführt. Es wurden die vorhandenen Flächen im Val Müstair ausgerechnet und die dominierende HC der jeweiligen Bodenbedeckungsschicht ermittelt. Die Resultate wurden mit SQL-Abfragen<sup>3</sup> generiert. Die SQL-Abfragen hatten die Form  $DC_x \geq 3$ . Dabei definiert x die jeweilige Bodenbedeckungsschicht und mit 3 werden alle Flächen, deren Deckungsgrad grösser oder gleich 40-60% beträgt, selektiert. Es sind nur jene Flächen von Interesse, deren Deckungsgrade sicher mehr als 40% betragen.

### 4.3.2 Resultate

Diejenige HC, welche bei der bestimmten Bodenbedeckungsschicht dominieren, ist in der Tabelle 17 fettgedruckt dargestellt. Anschliessend sind die HC der Reihe nach, entsprechend der Häufigkeit, aufgelistet.

Die flächenmässig grössten Bodenbedeckungsschichten mit einer Bedeckung von grösser gleich 40-60% über das ganze Val Müstair betrachtet, sind einerseits Schutt, Geröll, Lockermaterial (27.4%) und andererseits die Bäume (25%). Darauf folgend, jedoch mit einem erheblich geringeren Anteil, kommen Fels, anstehendes festes Gestein (8.6%) und Gräser, Kräuter (8.3%). Die restlichen Bodenbedeckungsschichten machen nur einen geringen Anteil der Fläche des Val Müstair aus.

Bei der Bodenbedeckung der versiegelten Flächen sind die Flächen von Siedlung, Verkehr (9000) dominant. Den höchsten Deckungsgrad von Bäumen erreicht der Wald (7000). Gebäudegrundflächen gehören zu Siedlung, Verkehr (9000). Die Gebüsche, Sträucher sind bei den Gehölzen (6000) dominierend. Gräser, Kräuter kommen vermehrt bei den Rasen, Staudenfluren (4200) vor. Die offenen Wasserflächen sind in Gewässern (2000) dominierend. Schutt, Geröll, Lockermaterial und Fels sind vermehrt bei den Extremstandorten (5000) anzutreffen. Dies entspricht der Annahme, dass die Bodenbedeckungsschichten mit den Hauptklassen übereinstimmen sollten.

---

<sup>3</sup> ArcGIS Tool: Select by Attribut

Deckungsgrad von $\geq 40-60\%$	Bedeutung in Deutsch	Fläche [m <sup>2</sup> ]	% der gesamten Fläche des Val Müstair	Dominierende HC und absteigend vorkommende HC
Water	Offene Wasserflächen	613'704	0.3%	Dies sind grundsätzlich HC <b>Gewässer (2000)</b> . Zusätzlich hat es zwei Polygone von Extremstandorten (5000) mit dem HT Kiesbank/Sandbank, fluvial (5410)
Rock	Fels, anstehendes festes Gestein	17'018'503	8.6%	<b>Extremstandorte (5000)</b> , Nur vereinzelte Rasen, Staudenfluren (4200), Wald (7000), Gewässer (2000)
Scree	Schutt, Geröll, Lockermaterial	54'456'018	27.4%	<b>Extremstandorte (5000)</b> , Rasen, Staudenfluren (4200), Gewässer (2000), Veränderte Standorte (8000), Wald (7000), Siedlung, Verkehr (9000)
Grass, Herbs	Gräser, Kräuter	16'394'830	8.3%	<b>Rasen, Staudenfluren (4200)</b> , Wald (7000), Extremstandorte (5000), Siedlung, Verkehr (9000), Veränderte Standorte (8000)
Dwarf Shrubs, big Perennial Herbs, Fern	Zwergsträucher, grosswüchsige Stauden, Hochstauden und Farne	2'771'160	1.4%	<b>Wald (7000)</b> , Extremstandorte (5000), Rasen, Staudenfluren (4200), Gewässer (2000), Moore (3000)
Shrubs	Gebüsch, Sträucher	245'104	0.1%	<b>Gehölze (6000)</b> , Wald (7000), Rasen, Staudenfluren (4200)
Trees	Bäume	49'678'799	25.0%	<b>Wald (7000)</b> , nur noch ein Polygon von Siedlung, Verkehr (9000)
Sealed Area	Versiegelte Flächen	53'388	0.02%	<b>Siedlung, Verkehr (9000)</b> , nur einmal bei den Veränderten Standorten (8000)
Building Coverage	Gebäudegrundflächen	435'183	0.2%	<b>Siedlung Verkehr (9000)</b> , Veränderte Standorte (8000)

Tabelle 17: Bodenbedeckungsschichten des ganzen Val Müstair

## 4.4 Hangexposition

Wichtige Faktoren, die das Wachstum der Vegetation beeinflussen, sind teilweise von der Hangexposition abhängig. Die Sonneneinstrahlung, der Niederschlag und die Wetterexposition der Hänge sind offensichtliche Beispiele für solche Faktoren. Aus diesem Grund wird das Untersuchungsgebiet Val Müstair in die vier Hangexpositionen (Nordhänge, Südhänge, Westhänge und Osthänge) eingeteilt und analysiert. Die Exposition wird in der Geographie als „die Lage eines Hanges bezüglich der Himmelsrichtung bzw. der Einfallsrichtung der mittäglichen Sonnenstrahlen“ (Exposition, 2013) definiert. Bei der Analyse der Hangexposition wird untersucht, wie sich die Vegetation und Landschaft an den verschiedenen Hangexpositionen zusammensetzt.

### 4.4.1 Methode

Um das Val Müstair in verschiedene Expositionen zu unterteilen, wird der Datensatz „swissALTI3D“ (Swisstopo, 2013, JA100120) verwendet. Zuerst wird die Hangexposition<sup>4</sup> berechnet und anschliessend werden vier Kategorien (Tabelle 18) gebildet<sup>5</sup>.

Old Values (aus Aspect)	New Values (Reklassifizierung der vier Hangexpositionen)
-1-45	1 (Norden)
45-135	2 (Osten)
135-225	3 (Süden)
225-315	4 (Westen)
315-360	1 (Norden)

**Tabelle 18:** Reklassifizierung der Werte für die vier Hangexpositionen

Für die weitere Analyse wird mit einem Tool<sup>6</sup> aus dem Rasterdatensatz ein Polygondatensatz gemacht. Die vier Hangexpositionen werden jeweils als eigene Files abgespeichert und anschliessend mit dem Habitalp-Datensatz verrechnet. Der Habitalp-Datensatz wird mit einem Tool<sup>7</sup> mit den verschiedenen Regionen der vier Hangexpositionen verschnitten. Dadurch werden die Polygone der HC und HT der verschiedenen Hangexpositionen ermittelt. Bei den neu entstandenen Polygonen muss in der Attributtabelle die Fläche neu berechnet werden, da ansonsten die Fläche des gesamten alten Polygons und nicht nur jene des Teilausschnittes des Polygons errechnet wird. Das Vorgehen anhand des Model-Builders ist im Anhang 8.2.2 nachzuvollziehen.

<sup>4</sup> ArcGIS Tool: Aspect

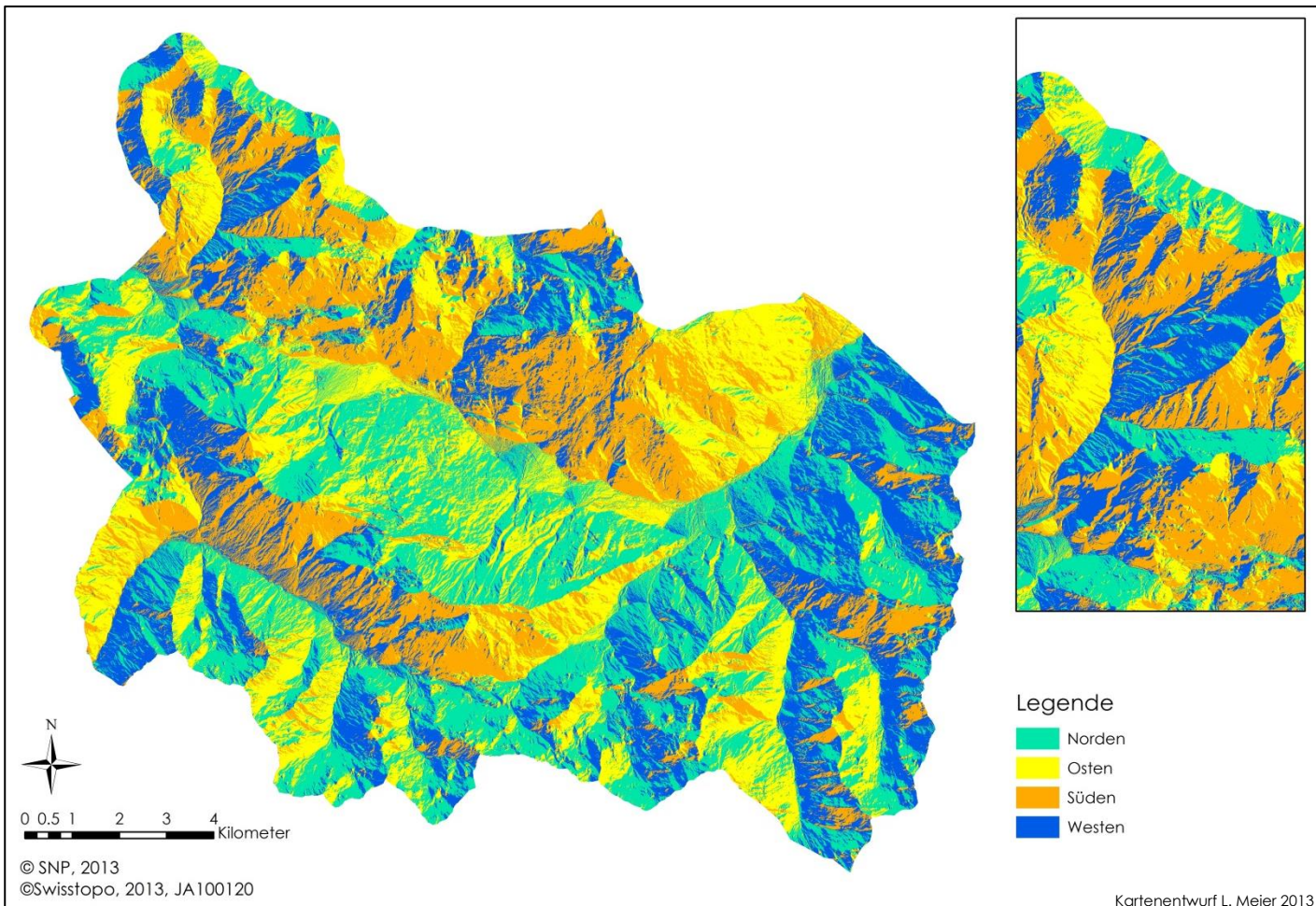
<sup>5</sup> ArcGIS Tool: Reclassify

<sup>6</sup> ArcGIS Tool: Raster to Polygon (Conversion)

<sup>7</sup> ArcGIS Tool: Intersect

#### 4.4.2 Resultate

Auf der Karte 12, welche die Einteilung der vier Hangexpositionen darstellt, werden die Strukturen und die Räumlichkeit des Gebietes ersichtlich. Das Val Müstair setzt sich aus 59'212'454 m<sup>2</sup> (29.8%) nach Norden exponierten, 46'619'097 m<sup>2</sup> (23.5%) nach Osten exponierten, 45'003'724 m<sup>2</sup> (22.7%) nach Süden exponierten und 47'772'922 m<sup>2</sup> (24.1%) nach Westen exponierten Hängen zusammen.



**Karte 12:** Hangexpositionen im Val Müstair

Im Folgenden werden die Resultate der Analyse bezüglich der Hangexposition einerseits tabellarisch und andererseits in Form eines Diagrammes dargestellt.



#### 4.4.2.1 Resultate in tabellarischer Form

In der Tabelle 19 ist einerseits die Fläche in m<sup>2</sup> der jeweiligen HC dargestellt und andererseits der Anteil der HC an der nördlichen Exposition in %. Die HC sind ihrem Anteil an der Exposition entsprechend aufgelistet.

Hauptklasse (HC)	Fläche (Shape Area) [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC [%] an der Exposition
Extremstandorte (5000)	24'386'514	41.2
Wald (7000)	16'732'449	28.3
Rasen, Staudenfluren (4200)	16'711'753	28.2
Siedlung, Verkehr (9000)	545'591	0.9
Gewässer (2000)	528'761	0.9
Moore (3000)	167'744	0.3
Veränderte Standorte (8000)	71'216	0.1
Gehölze (6000)	37'141	0.1
Landwirtschaft (4000)	31'285	0.1

**Tabelle 19:** Zusammensetzung der HC an den Nordhängen

In der untenstehenden Tabelle ist die Zusammensetzung der nach Osten gerichteten Hänge aufgelistet. Einerseits sind die Flächen der HC in m<sup>2</sup> und andererseits der Prozentanteil der jeweiligen HC an der Exposition angegeben. Die HC sind der Häufigkeit ihres Vorkommens nach angeordnet.

Hauptklasse (HC)	Fläche (Shape Area) [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC [%] an der Exposition
Rasen, Staudenfluren (4200)	17'449'636	37.4
Extremstandorte (5000)	14'216'826	30.5
Wald (7000)	13'686'441	29.4
Siedlung, Verkehr (9000)	735'499	1.6
Gewässer (2000)	198'845	0.4
Gehölze (6000)	133'057	0.3
Moore (3000)	122'756	0.3
Veränderte Standorte (8000)	55'275	0.1
Landwirtschaft (4000)	20'762	0.04

**Tabelle 20:** Zusammensetzung der HC an Osthängen

In der Tabelle 21 sind die Flächen der HC, welche nach Süden exponiert sind aufgelistet.

Hauptklasse (HC)	Fläche (Shape Area) [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC [%] an der Exposition
Rasen, Staudenfluren (4200)	20'801'507	46.2
Wald (7000)	12'167'165	27.0
Extremstandorte (5000)	11'173'021	24.8
Siedlung, Verkehr (9000)	449'808	1.0
Gewässer (2000)	150'692	0.3
Gehölze (6000)	105'904	0.2
Moore (3000)	83'650	0.2
Landwirtschaft (4000)	43'643	0.1
Veränderte Standorte (8000)	28'334	0.1

**Tabelle 21:** Zusammensetzung der HC an Südhängen

In der Tabelle 22 ist die Zusammensetzung der nach Westen exponierten Hänge mit der Fläche und dem Prozentsatz an der Exposition dargestellt. Die HC sind nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnet.

Hauptklasse (HC)	Fläche (Shape Area) [m <sup>2</sup> ]	Prozentsatz der HC [%] an der Exposition
Rasen, Staudenfluren (4200)	18'693'319	39.1
Extremstandorte (5000)	16'424'272	34.4
Wald (7000)	11'809'655	24.7
Siedlung, Verkehr (9000)	361'798	0.8
Gewässer (2000)	335'848	0.7
Moore (3000)	91'638	0.2
Veränderte Standorte (8000)	25'102	0.1
Gehölze (6000)	20'557	0.04
Landwirtschaft (4000)	10'733	0.02

**Tabelle 22:** Zusammensetzung der HC an Westhängen

#### 4.4.2.2 Resultate in Form von Diagrammen

Im untenstehenden Diagramm ist die Zusammensetzung an den Nordhängen dargestellt. Auf der rechten Seite befinden sich jene HC, welche nur einen geringen Anteil der Fläche ausmachen.

An nordexponierten Hängen dominieren Gebiete der HC Extremstandorte (5000). Weniger vertreten sind Flächen der Landwirtschaft (4000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000).

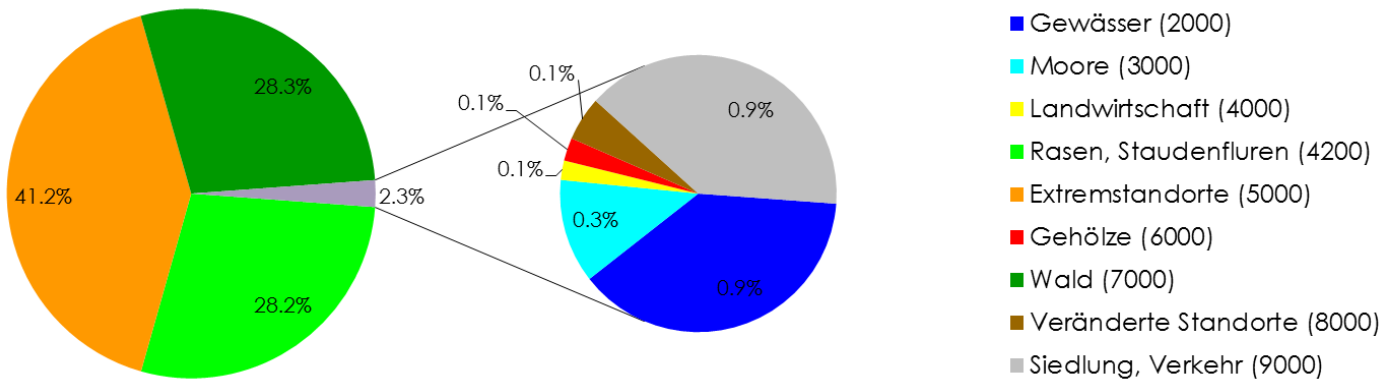


Diagramm 2: Zusammensetzung der HC an Nordhängen

Das Diagramm 3 zeigt die Aufteilung der HC. Auf der rechten Seite werden die drei am häufigsten Vorkommenden HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) und auf der linken Seite jene HC, welche eine Fläche kleiner als 2% besitzen, dargestellt.

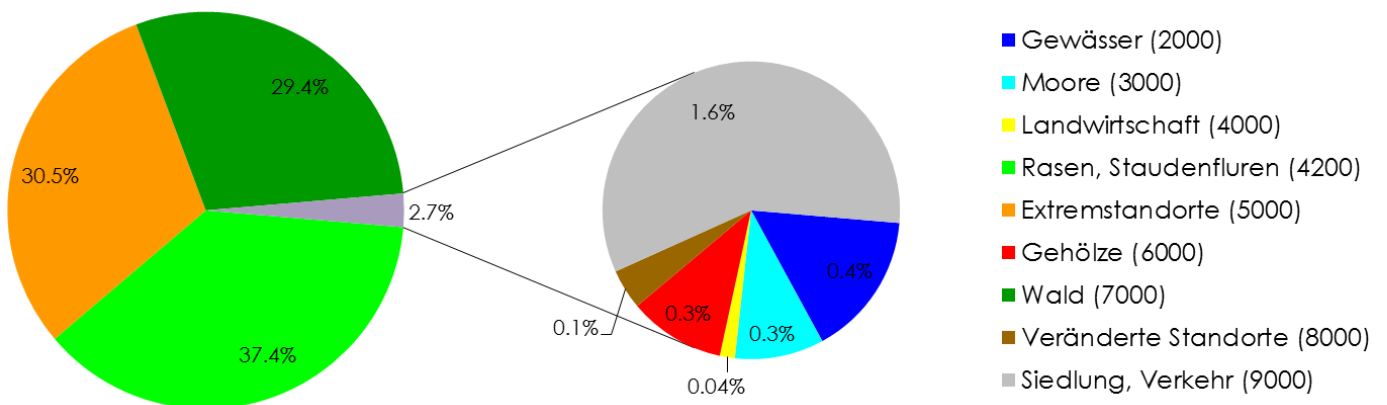
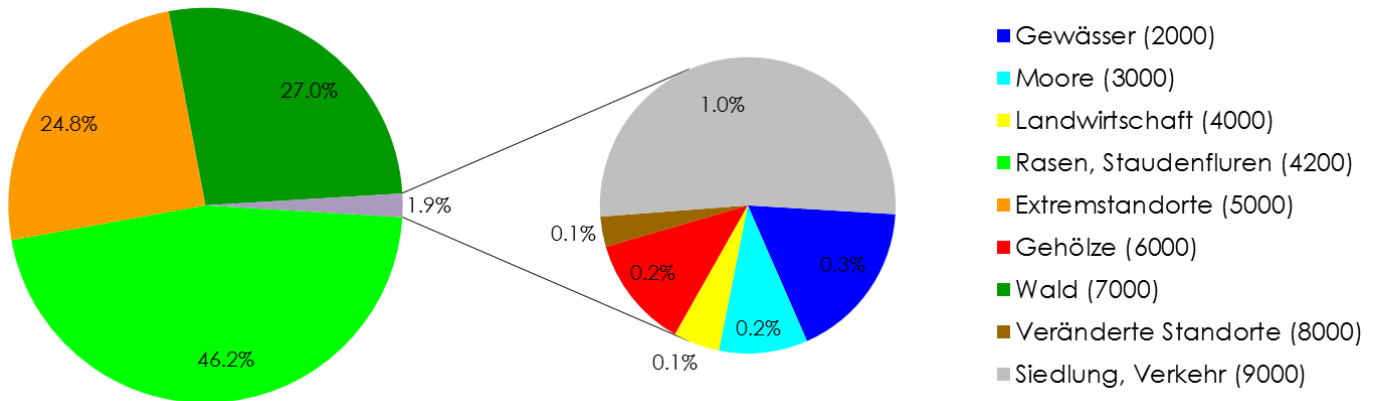


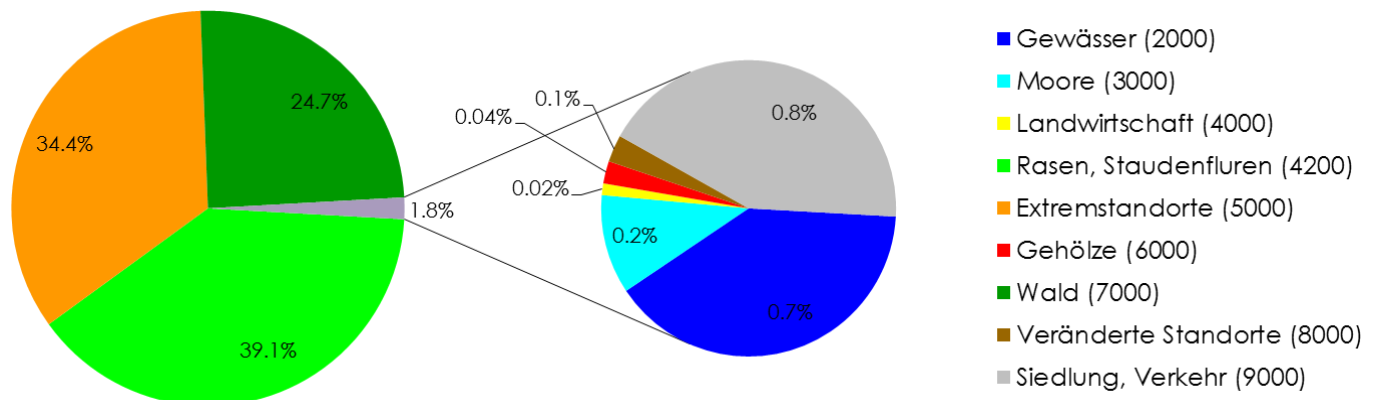
Diagramm 3: Zusammensetzung der HC an Osthängen

Im Diagramm 4 ist die Aufteilung in die HC an den Südhängen grafisch dargestellt. Diejenigen HC, welche weniger als 2% der gesamten Fläche der Südhänge ausmachen, werden auf der rechten Seite separat aufgezeigt.



**Diagramm 4:** Zusammensetzung der HC an Südhängen

Auf der linken Seite im Diagramm 5 sind die drei an den westexponierten Hängen am häufigsten vorkommenden HC und auf der rechten Seite jene HC, welche einen geringeren Anteil der Fläche ausmachen, aufgezeigt.



**Diagramm 5:** Zusammensetzung der HC an Westhängen

### 4.4.3 Interpretation der Resultate

#### 4.4.3.1 Interpretation: Nordhänge

Die gesamte Fläche, welche sich an nordexponierten Hängen befindet, beträgt 59'212'454 m<sup>2</sup>. Dies macht 29.8% der gesamten Fläche des Val Müstair aus, wodurch diese Hangexposition die dominierende im Gebiet ist.

Die dominante HC an den Nordhängen sind die Extremstandorte (5000), welche 41.2% der gesamten Fläche ausmachen. An den Nordhängen ist die Sonneneinstrahlung weniger intensiv als an Hängen mit einer anderen Hangexposition. Daher werden diese Flächen durch die Sonne

weniger stark erwärmt, wodurch beispielsweise der Schnee länger liegen bleibt als an Südhängen. Aus diesem Grund sind die Wachstumsbedingungen an den Nordhängen im Vergleich zu den Südhängen für die Vegetation schwieriger. Dies ist eine mögliche Erklärung für das vermehrte Vorkommen von Extremstandorten an den Nordhängen. An zweiter Stelle sind die HC Wald (7000) und Rasen, Staudenfluren (4200), welche beinahe einen Drittel der Fläche einnehmen. Die Fläche der Gewässer (2000) und von Siedlung, Verkehr (9000) besitzen einen gleich grossen Flächenanteil an den nordexponierten Hängen.

#### **4.4.3.2 Interpretation: Osthänge**

Die Fläche, welche nach Osten gerichtet, ist beträgt 46'619'097 m<sup>2</sup>, was 23.5% der Gesamtfläche des Val Müstair ausmacht.

An den Osthängen dominiert die HC der Rasen, Staudenfluren (4200). Die HC Extremstandorte (5000) und Wald (7000) ist gleichermaßen vertreten.

Im Vergleich zu den anderen Hangexpositionen verfügen die Osthänge über einen grossen Anteil an Siedlung, Verkehr (9000). In keiner anderen Hangexposition macht die HC Siedlung, Verkehr (9000) einen solch grossen Anteil der weniger dominanten Flächen aus wie an den Osthängen. Ebenfalls nehmen die Gehölze (6000) im Vergleich zu den anderen Hangexpositionen in Ost- und Südexpositionen eine beträchtliche Fläche ein.

Es besteht ein vermehrtes Auftreten von den HC Siedlung, Verkehr (9000) und Gehölze (5000) an nach Osten exponierten Hängen. Dies kann in Zusammenhang mit der Nachbarschaftsanalyse (Kapitel 4.8.2.7) gebracht werden. In der Nachbarschaftsanalyse der HC Gehölze (6000) wird erkannt, dass Polygone der HC Siedlung, Verkehr (9000) vermehrt an Flächen der HC Gehölze (6000) grenzen. Daraus kann gefolgert werden, dass diese beiden HC eng miteinander in Zusammenhang stehen.

#### **4.4.3.3 Interpretation: Südhänge**

Insgesamt 45'003'724 m<sup>2</sup>, dies sind 22.7% der Fläche des Val Müstair, sind nach Süden exponiert. Die südexponierten Hänge besitzen die kleinste Fläche aller vier Hangexpositionen.

Die HC der Rasen Staudenfluren (4200) macht an den Südhängen beinahe 50% der Fläche aus. Bei keiner anderen Hangexposition gibt es eine HC, welche ein solch grosser Anteil der Fläche einnimmt.

An den Südhängen dominiert die HC Rasen, Staudenfluren (4200). Dies kann damit in Verbindung stehen, dass an den Südhängen die Sonneneinstrahlung erhöht ist und daher der Schnee im Frühjahr schneller schmilzt. Dadurch entstehen sehr günstige Bedingungen für das Vegetationswachstum. Aus diesem Grund kommen an Südhängen deutlich mehr Flächen der HC Rasen,

Staudenfluren (4200) und nicht der Extremstandorte (5000), welche vermehrt an den Nordhängen anzutreffen sind, vor.

#### 4.4.3.4 Interpretation: Westhänge

Die gesamte Fläche, welche im Val Müstair nach Westen ausgerichtet ist, beträgt 47'772'922 m<sup>2</sup>. Dies sind 24.1% der Gesamtfläche des betrachteten Gebietes.

Die HC der Gehölze (6000) und Landwirtschaft (4000) besitzen nur einen sehr geringen Anteil der Fläche der nach Westen exponierten Hänge. Der Anteil an Gewässern (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) ist annähernd gleich gross.

Die dominierende HC ist die HC der Rasen, Staudenfluren (4200). Im Vergleich zu den anderen Expositionen kommen an Orten, die nach Westen exponiert sind, Flächen der HC Wald (7000) am wenigsten vor. Eine mögliche Begründung ist der Einfluss von Westwinden und Niederschlägen.

#### 4.4.4 Gliederung der Hauptklassen in die verschiedenen Hangexpositionen

Die Aufteilung der verschiedenen Hangexpositionen ist relativ homogen. Die Verteilung (Diagramm 6) ist wie folgt: Nordhänge (29.8%), Osthänge (23.5%), Südhängen (22.7%) und Westhänge (24.1%). Wenn eine HC vermehrt an Nordhängen vorkommt, kann ein möglicher Grund das dominierende Vorkommen von Nordhängen sein.

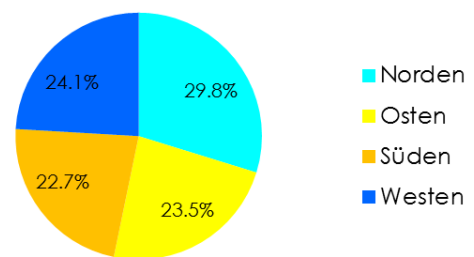


Diagramm 6: Gliederung der Hangexpositionen

Die auf den nächsten Seiten aufgezeigten Diagramme zeigen, wie die neun HC des Habitatp-Datensatzes in die vier Hangexpositionen gegliedert werden.

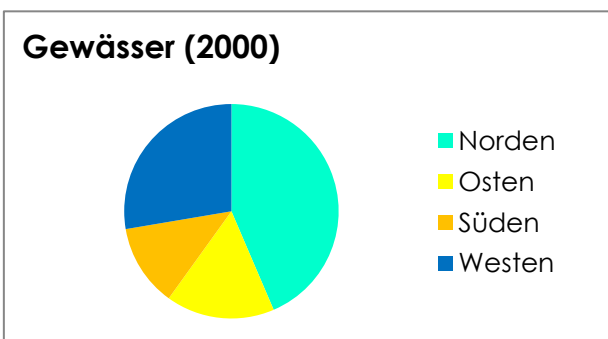


Diagramm 7: Gewässer (2000)

44% der Gewässer (2000) befinden sich an Nordhängen und 28% an Westhängen. Die Süd (12%) - und Ost (16%) -hänge zeigen weniger Gewässeranteil. Es sind keine Gründe bekannt, weshalb an Nordhängen am meisten Gewässer vorhanden sind. Eine mögliche Erklärung für den hohen Anteil an Westhängen ist, dass das Wetter von Westen kommt und sich dort der Niederschlag kumuliert.

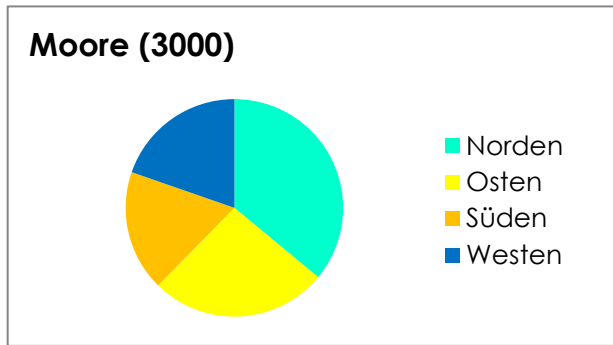


Diagramm 8: Moore (3000)

Moore (3000) sind auf Feuchtigkeit angewiesen, daher findet man sie häufig an Nordlagen (36%). In den Ostlagen befinden sich 26% der Moore und in den West 20% und Süd 18%.

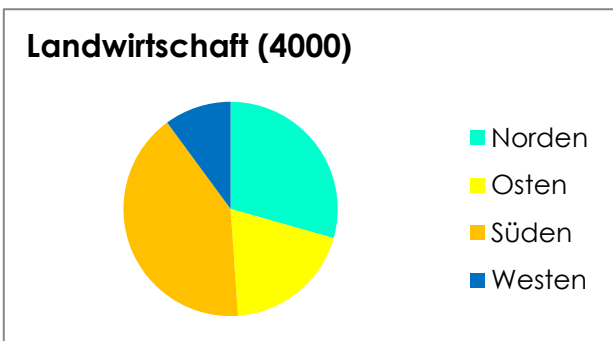


Diagramm 9: Landwirtschaft (4000) ohne HT 4200

Die Landwirtschaft (4000) ist auf eine hohe Sonneneinstrahlung und Gebiete mit genügend Wasser angewiesen. Am häufigsten sind die Flächen der Landwirtschaft an Südhängen (41%) zu finden. Die Gewässer kommen am häufigsten an den Nordhängen vor, was zur Folge haben kann, dass viele landwirtschaftliche Flächen ebenfalls an Nordhängen (29%) zu finden sind. Der Anteil der Osthänge beträgt 20% und derjenige der Westhänge nur 10%. In der Analyse wurde kein Bezug auf den Einfluss des Reliefs genommen

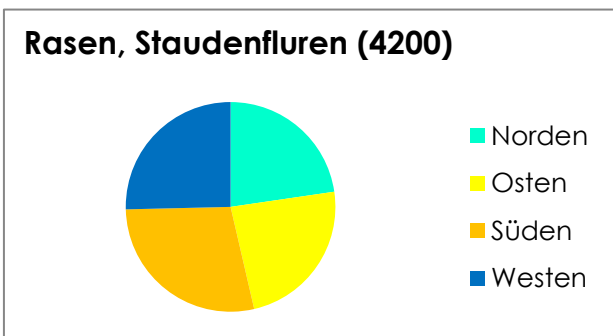


Diagramm 10: Rasen, Staudenfluren (4200)

Die Rasen, Staudenfluren (4200) sind an allen Expositionen sehr gleichmässig verteilt: Nord (23%), Ost (24%), West (25%) und Süd (28%).

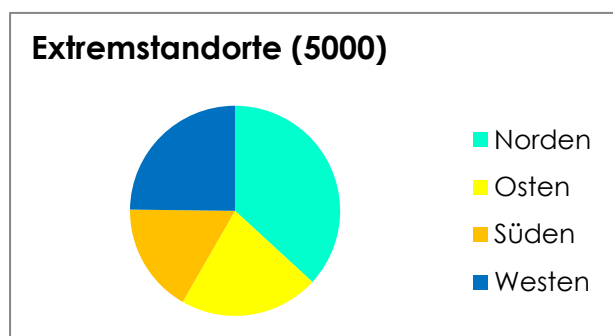


Diagramm 11: Rohböden, Extremstandorte (5000)

Extremstandorte (5000) befinden sich grösstenteils (37%) an Nordhängen. Die anderen Expositionen sind folgendermassen aufgeteilt: Ost (24%), West (26%) und Süd (17%).

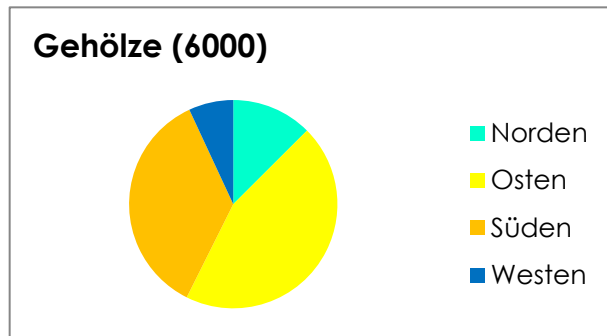


Diagramm 12: Feldgehölze (6000)

Gehölze (6000) sind nach Osten (45%) oder Süden (36%) gerichtet, dies kann im Zusammenhang mit der Sonneneinstrahlung und dem Wettereinfluss stehen. Nur 20% befinden sich in Nord- (13%) oder West- (7%)hängen.

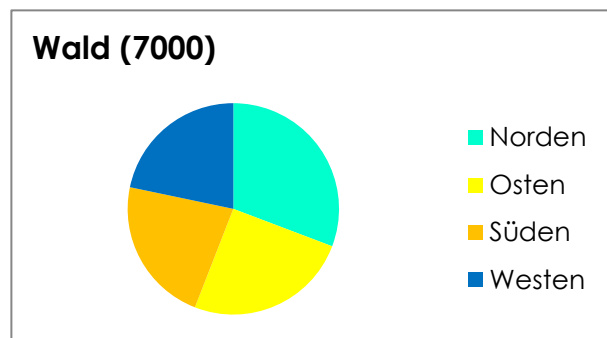


Diagramm 13: Wald (7000)

Die Verteilung des Waldes (7000) abhängig von der Hangexposition ist sehr homogen. Die Aufteilung der Waldgebiete sind wie folgt: Nord 31%, Ost 25%, West 22% und Süd 22%.

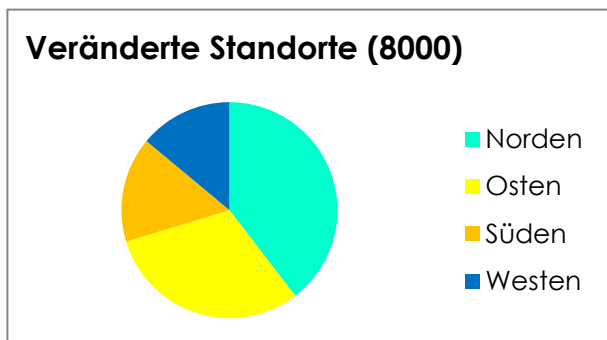


Diagramm 14: Veränderte Standorte (8000)

Rund 40% der veränderten Standorte befinden sich an nach Norden exponierten Hängen. Dies ist die Exposition mit dem grössten Anteil dieser HC. An den anderen Expositionen ist folgende Aufteilung vorzufinden: Ost (31%), West (14%), Süd (16%).

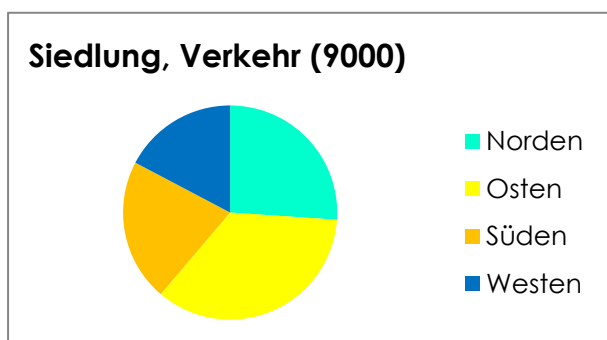


Diagramm 15: Siedlung, Verkehr (9000)

Südhänge sind grundsätzlich bei der Bevölkerung sehr beliebt als Wohnraum. Es ist weiter zu untersuchen, ob sich die Wohnräume eher an Südhängen (21%) befinden und was den grossen Teil der Ostexposition (35%) ausmacht. Ostexposition ist von starken Wetterereignissen geschützt als die anderen Expositionen. Nord (26%) und Ost 35%.



Wenn die Aufteilung der Hangexpositionen mit jeder HC verglichen wird, zeigen die HC Wald (7000) und Rasen, Staudenfluren (4200) eine sehr ähnliche Verteilung wie die Hangexpositionen. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei diesen HC die Verteilung auf die Gliederung der Hangexpositionen zurückzuführen ist.

Die anderen HC zeigen eine von der Hangexposition verschiedene Aufteilung. Daraus kann gefolgert werden, dass die HC Gewässer (2000), Moore (3000), Landwirtschaft (4000), Extremstandorte (5000), veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000) abhängig von den Expositionen sind.

## 4.5 Orographie im Val Müstair

Die Orographie beschreibt die Fließverhältnisse der Gewässer und wird im Alltag zur Benennung der Ufer von Flüssen und die dazugehörenden Gebiete genutzt (Wikipedia, 2013).

### 4.5.1 Methode

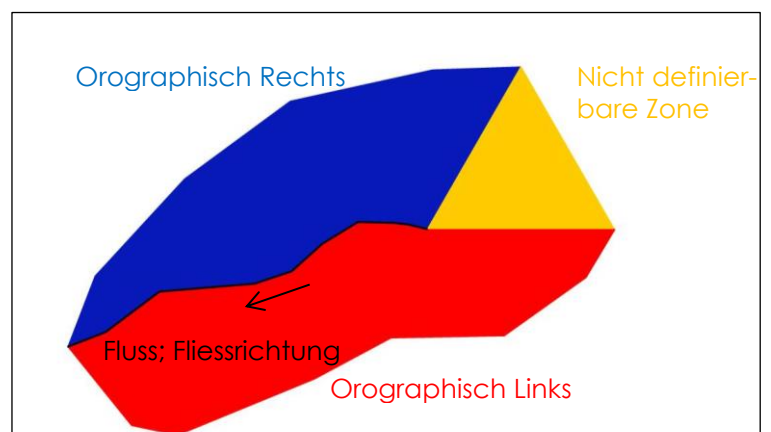
Zur Bestimmung der orographisch linken und rechten Gebiete wird der Datensatz basis04.shp aus der hydrografischen Gliederung Schweiz (Stand 2007) des BAFU verwendet. Weiter steht der TLM-Datensatz der Fließgewässer (TLM\_FLISSGEWAESSER\_ValM500m) zur Verfügung.

Das Val Müstair beinhaltet zehn verschiedene Einzugsgebiete. Diese sind Teil von den Flusseinzugsgebieten Inn (80) oder Adige (90). Der Fluss Il Rom mündet beispielsweise in Italien in die Adige. In der Tabelle 23 sind alle zehn Teileinzugsgebiete des Val Müstair mit dem jeweiligen Namen des Hauptflusses und dem Namen des Flusses, in welchen die Einzugsgebiete entwässern, aufgelistet.

Teileinzugsgebiet [BASIS_NR]	Flussname	Entwässerung in...
80087	Acqua del Gallo	Inn
80080	Aua da Val Mora	Inn
90012	Aval Vau	Adige
80123, 80122, 80121	Clemgia	Inn
80091	Ova da Buffalora	Inn
90011	Rom „oben“	Adige
90013	Rom „unten“	Adige
Nicht vorhanden. Daher wurde die ganze noch vorhandene Fläche als ein Einzugsgebiet betrachtet mit dem Il Rom als Fluss.	Rom „unten 2“	Adige

**Tabelle 23:** Flüsse mit den entsprechenden Teileinzugsgebieten

Die „orographisch linke Seite“ eines Einzugsgebietes ist diejenige Seite, die in Fließrichtung (von der Quelle zur Mündung) gesehen auf der linken Seite des Flusses liegt (Orographie, 2013). Am anderen Ufer des Flusses liegt die „orographisch rechte Seite“ eines Einzugsgebietes. Für diese Arbeit wird definiert, dass ein Teileinzugsgebiet aus drei Zonen besteht: der orographisch rechten Seite (blau), der orographisch linken Seite (rot) und der nicht definierbaren Zone (gelb).



**Abbildung 10:** Orographische Gliederung (Luzia Meier, 2014)

In der Abbildung 10 ist die räumliche Aufteilung der Gebiete ersichtlich. Die orographi-

schen Seiten werden durch den Fluss, die äussere Grenze des Teileinzugsgebiets und die „nicht definierbare“ Zone abgegrenzt. Die nicht definierbare Zone grenzt an die beiden orographischen Seiten und an den Rand des Teileinzugsgebiets.

Um die verschiedenen Zonen, orographisch Links (1), orographisch Rechts (2) und nicht definierbar (0) zu generieren, wird ein Puffer um den betrachteten Fluss gelegt<sup>8</sup>. Es wird jeweils die linke oder rechte Seite ausgewählt („Side Type: Left/Right“) und mit der Endung Flach („Endtyp Flat“) ein Puffer erstellt. Das genaue Vorgehen mit den einzelnen Schritten bis zur Gliederung des ganzen Gebiets kann anhand des Model-Builders im Anhang 8.2.3 nachvollzogen werden.

Die entstandenen Puffer-Polygone werden mit dem Editor dem Gebiet so angepasst, dass es keine Überlagerungen der Zonen gibt. Aus diesem Grund ist es nicht möglich eine Schleife zu erstellen, da manuell gearbeitet werden muss. Derjenige Teil, der vom Tool<sup>8</sup>, wenn es auf die linke und rechte Seite angewendet wurde, nicht ausgewählt wird, gilt als nicht definierbar (0). Die Gliederung in die orographischen Gebiete erfolgt für alle 10 Einzugsgebiete, die Flächen des Val Müstair beinhalten. In der Attributtabelle des Habitalp sind teilweise Flüsse mit Namen versehen. Diese werden den Einzugsgebieten zugeordnet und als Hauptflüsse für die Gliederung ernannt. Die betrachteten Flüsse sind der Il Rom, Acqua del Gallo, Aua da Val Mora, Aval Vau, Clemgia, Ova dal Fuorn und der Ova da Buffalora. Im Gebiet 80091 wird der Ova da Buffalora (Länge: 6344.6 m) als Hauptfluss definiert, da er länger ist als der Ova dal Fuorn (Länge: 6051.0 m), der sich im selben Einzugsgebiet befindet. Ansonsten war immer klar ersichtlich, welches der längste Fluss ist.

Die Aufteilung in die Hauptklassen der verschiedenen orographischen Gebiete wurde für die Analyse neu berechnet. Dazu wurde zuerst das ganze Gebiet mit derselben Orographie ausgewählt und anschliessend mit dem Habitalp-Datensatz geclippt<sup>9</sup>. Jedes entstandene Polygon erhält ein neues Attribut Feld, in dem die Geometrie der Fläche (Area) berechnet wird. Anschliessend werden die erhaltenen Daten in Microsoft Access analysiert.

---

<sup>8</sup> ArcGIS Tool: Buffer (Data Management)

<sup>9</sup> ArcGIS Tool: Clip

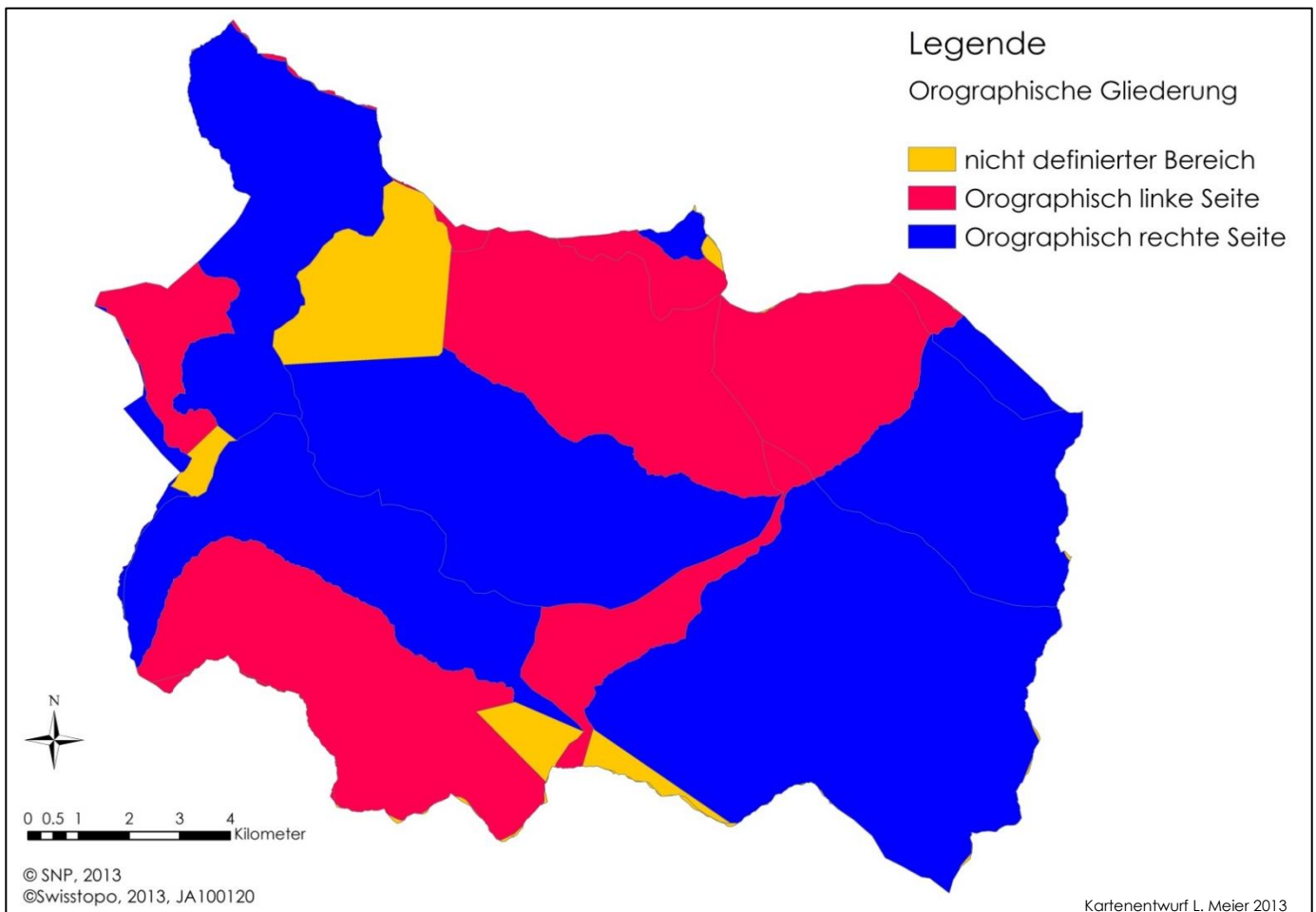
#### 4.5.2 Resultate

Die Tabelle 24 zeigt die Aufteilung des Val Müstair in die orographischen Zonen. Der Teil der Einzugsgebiete, der zur orographisch rechten Seite gezählt wird, beträgt 60.6%. Derjenige Teil, der zur orographisch linken Seite zählt, ist 33.4%. Rund 6% der Fläche kann nicht einer Orographie zugeteilt werden und wird als nicht definierbare Fläche bezeichnet. Die nicht definierten Bereiche befinden sich oberhalb der Quellen oder in einem Fall handelt es sich um ein Einzugsgebiet, das nicht im Datensatz vorhanden ist (Teile von Italien) und daher als nicht definierbar gekennzeichnet wird.

Orographie	Fläche (Area) in m <sup>2</sup>	Flächenanteil
Orographisch Links	66'392'272	33.4%
Orographisch Rechts	120'338'836	60.6%
Nicht definierbar	11'909'113	6.0%

**Tabelle 24:** Orographische Gliederung

Die Karte 13 zeigt die 10 Einzugsgebiete mit ihrer orographischen Unterteilung.



**Karte 13:** Orographische Gliederung

Im Folgenden wird analysiert, wie sich die Hauptklassen des Habitatp-Datensatzes in den verschiedenen Zonen zusammensetzen. Es werden die HC, die Anzahl der Polygone, deren gesamte Fläche und der Flächenanteil der HC im betrachteten orographischen Gebiet aufgezeigt.

Es ist zu beachten, dass die orographisch rechte Seite (60.6%) flächenmässig nahezu doppelt so gross ist wie die orographisch linke Seite (33.4%).

#### 4.5.2.1 Tabellarische Form

In den drei Tabellen sind die Resultate bezüglich der orographischen Zugehörigkeit dargestellt. Diejenigen drei HC, welche flächenmässig in einem orographischen Bereich dominieren, wurden hellgrau hinterlegt.

Hauptklasse (HC)	Anzahl Polygone	Gesamte Fläche der Polygone [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil in %
Gewässer (2000)	201	268'000	0.4
Moore (3000)	72	168'000	0.3
Landwirtschaft (4000)	23	72'000	0.1
Rasen, Staudenfluren (4200)	2879	25'506'000	38.4
Extremstandorte (5000)	2279	20'649'000	31.1
Gehölze (6000)	122	243'000	0.4
Wald (7000)	2244	18'514'000	27.9
Veränderte Standorte (8000)	42	59'000	0.1
Siedlung, Verkehr (9000)	345	912'000	1.4

**Tabelle 25:** Orographisch linke Seite: Zusammensetzung der HC

Hauptklasse (HC)	Anzahl Polygone	Gesamte Fläche der Polygone [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil in%
Gewässer (2000)	714	921'000	0.77
Moore (3000)	70	298'000	0.25
Landwirtschaft (4000)	14	34'000	0.03
Rasen, Staudenfluren (4200)	6005	43'663'000	36.28
Extremstandorte (5000)	5716	41'461'000	34.45
Gehölze (6000)	60	54'000	0.04
Wald (7000)	3780	32'727'000	27.20
Veränderte Standorte (8000)	37	102'000	0.08
Siedlung, Verkehr (9000)	447	1'079'000	0.90

**Tabelle 26:** Orographisch rechte Seite: Zusammensetzung der HC

Hauptklasse (HC)	Anzahl Polygone	Gesamte Fläche der Polygone [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil in%
Gewässer (2000)	65	25'000	0.21
Moore (3000)	3	24	0.0002
Landwirtschaft (4000)	0	0	0
Rasen, Staudenfluren (4200)	711	4'495'000	37.75
Extremstandorte (5000)	777	4'114'000	34.54
Gehölze (6000)	0	0	0
Wald (7000)	483	3'155'000	26.49
Veränderte Standorte (8000)	6	19'000	0.16
Siedlung, Verkehr (9000)	58	102'000	0.85

**Tabelle 27:** Orographisch nicht definierter Bereich: Zusammensetzung der HC

### 4.5.2.2 Resultate als Diagramme

Die drei Diagramme zeigen die Zusammensetzung der HC der orographischen Bereiche.

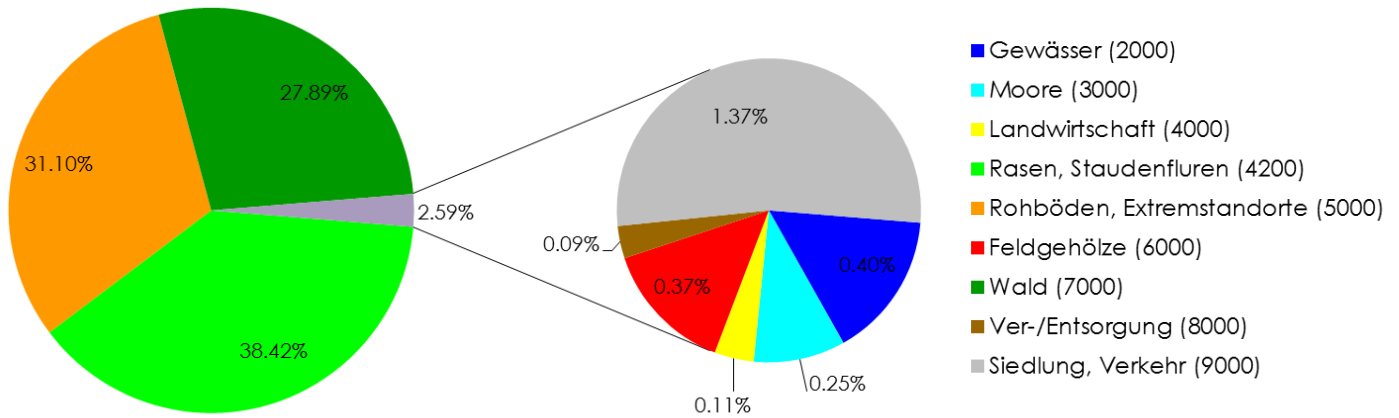


Diagramm 16: Zusammensetzung der orographisch linken Seite

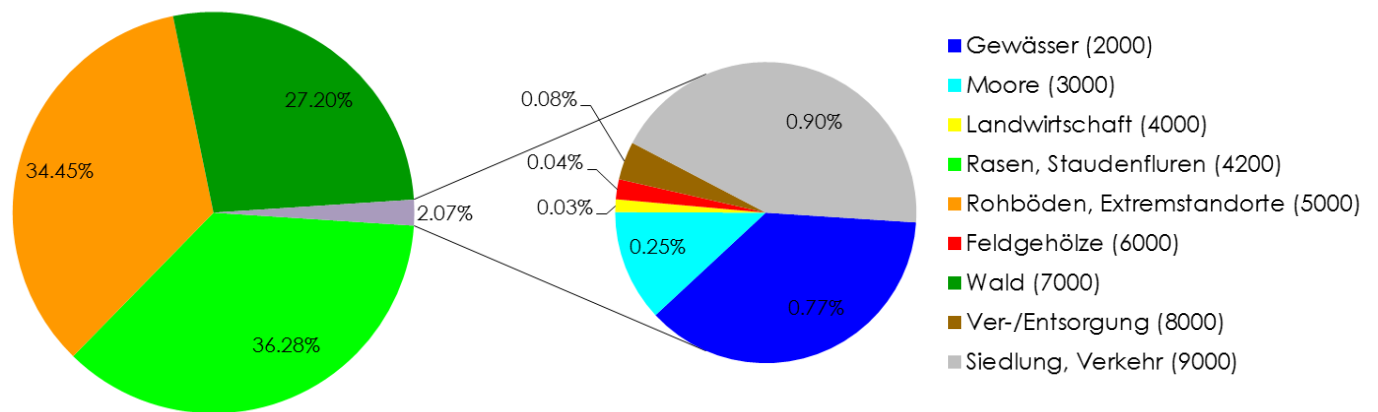


Diagramm 17: Zusammensetzung der orographisch rechten Seite

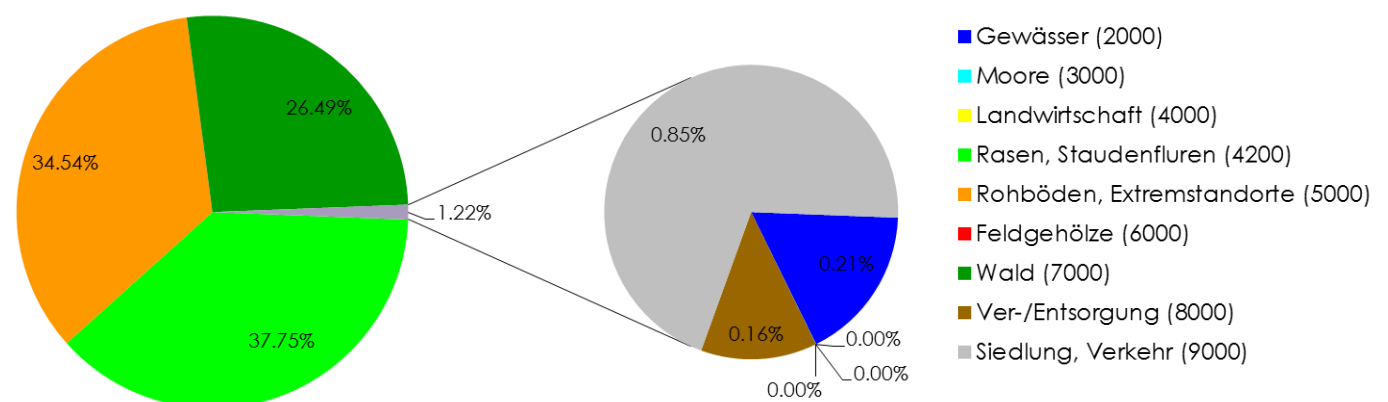


Diagramm 18: Zusammensetzung des nicht definierten Bereichs

### 4.5.3 Interpretation der Resultate

#### 4.5.3.1 Orographisch linke Seite

Auf der orographisch linken Seite ist weniger Fläche der HC Gewässer (2000) als auf der orographisch rechten Seite vorhanden. Der Flächenanteil des orographisch linken Gebiets besitzt einen ähnlich grossen Anteil an Gewässern (2000), Mooren (3000) wie Gehölze (6000). Dies ist hingegen auf der orographisch rechten Seite nicht der Fall. Der prozentuale Anteil an Siedlung, Verkehr (9000) ist auf der orographisch linken Seite verglichen mit der rechten Seite relativ hoch. Auf der orographisch linken Seite wird mehr Landwirtschaft (4000) betrieben und es bestehen gleich grosse Anteile an Landwirtschaft, wie an veränderten Standorten (8000). Der grösste Teil der Gehölze (6000) befindet sich auf der orographisch linken Seite.

#### 4.5.3.2 Orographisch rechte Seite

Die Flächen der HC Gewässer (2000) befinden sich mehrheitlich auf der orographisch rechten Seite. Sie machen nahezu den gleichen Anteil dieses Bereiches aus, wie die HC Siedlung, Verkehr (9000). Die Gebiete von Siedlung, Verkehr (9000) machen einen geringeren prozentualen Anteil der Fläche in den orographisch rechten als linken Gebieten aus, hat jedoch im orographisch rechten Bereich einen flächenmässig grösseren Anteil als im linken. Die Moore (3000) sind prozentual in den orographisch rechten Bereichen weniger vertreten, besitzen jedoch auf der rechten Seite die absolut gesehen grösste Moorfläche. Die Landwirtschaft (4000) nimmt nur einen sehr geringen Anteil ein.

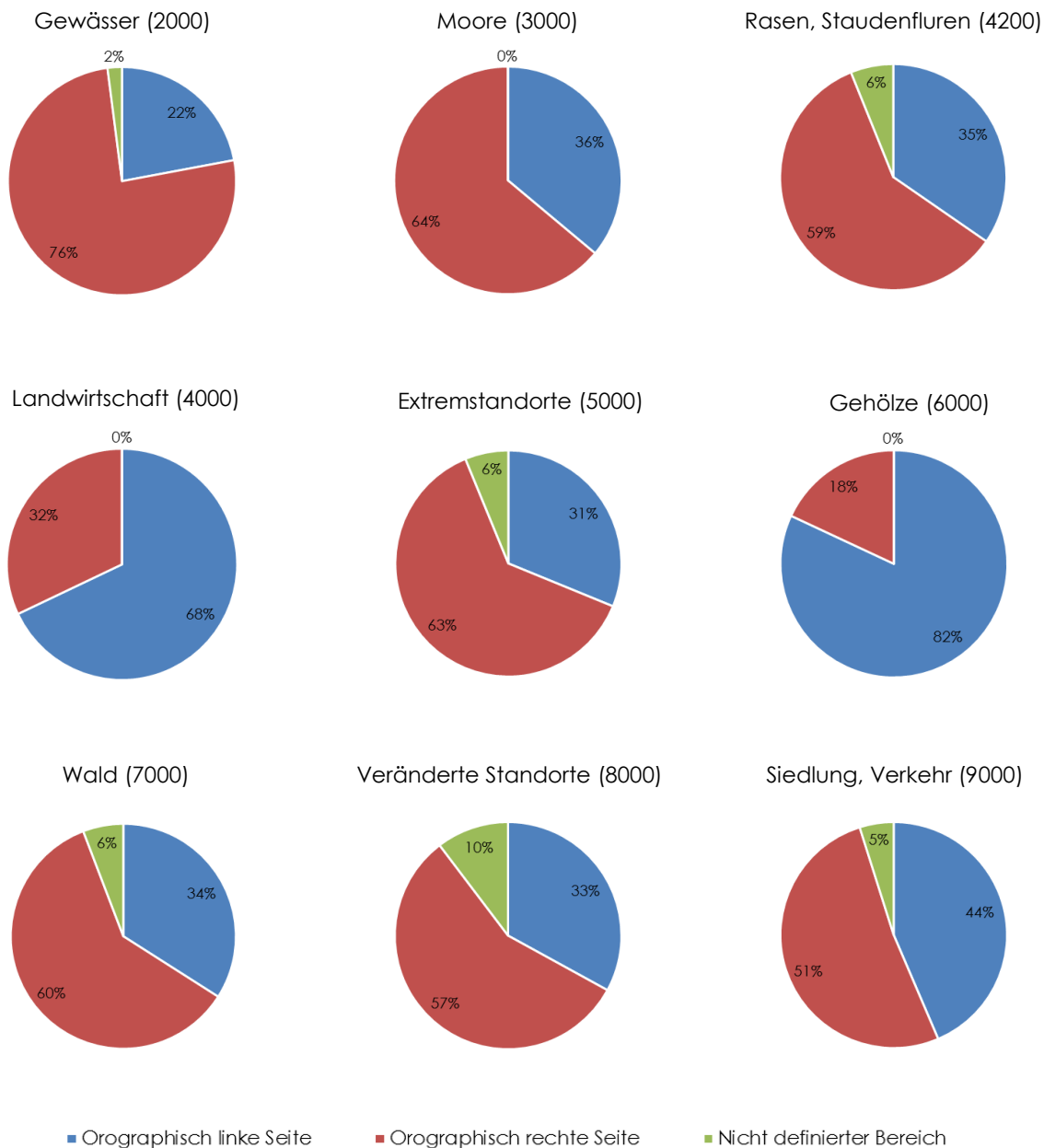
#### 4.5.3.3 Nicht definierter Bereich

In der Zone des nicht definierten Bereiches sind weder Polygone der HC Landwirtschaft (4000) noch der HC Gehölze (6000) vorhanden. Der Anteil an Mooren (3000) ist als sehr gering zu betrachten. Ein möglicher Grund, dass keine Landwirtschaft (4000) vorhanden ist, könnte sein, dass sich die Gebiete der nicht definierbaren Bereichen jeweils in den eher gebirgigeren Regionen befinden, oberhalb der Quelle, und dort keine Landwirtschaft betrieben wird. Die HC Gehölze (6000) ist in ihrer räumlichen Verteilung am Talboden anzutreffen. In diesen Gebieten sind die orographisch linken und rechten Seiten angesiedelt. Der Anteil an Gewässern (2000) ist in diesem Bereich, wie angenommen, am kleinsten, da jeweils von der Quelle ausgegangen wird. Es sind jedoch noch Flächen von Gewässern (2000) vorhanden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass noch längere Flussstücke vorhanden sind, die jedoch in der Attributtabelle des Habitatp-Datensatzes nicht mit einem Namen deklariert wurden und somit nicht dem Hauptfluss angehören.



#### 4.5.4 Zusammensetzung der Orographie jeder Hauptklasse

Die Diagramme zeigen, wie jede HC in die verschiedenen orographischen Bereiche unterteilt wird. In Blau sind im Diagramm 19 alle Flächen der orographisch linken Seiten, in Rot alle orographisch rechten Seiten und in Grün alle nicht definierbaren Bereiche dargestellt.



**Diagramm 19:** Zusammensetzung der Orographie jeder HC

In allen drei Zonen sind die HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) dominierend. Dies sind die HC, welche im Val Müstair den grössten Flächenanteil besitzen. Sie haben in allen drei orographischen Gebieten die gleiche Reihenfolge des dominierenden Vorkommens mit den jeweils sehr ähnlichen Flächenanteilen. Dies ist aus dem Diagramm 19 ersichtlich, da alle drei die gleiche Struktur besitzen. Daraus ist zu schliessen, dass die drei Gebiete bezüglich der HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) grund-

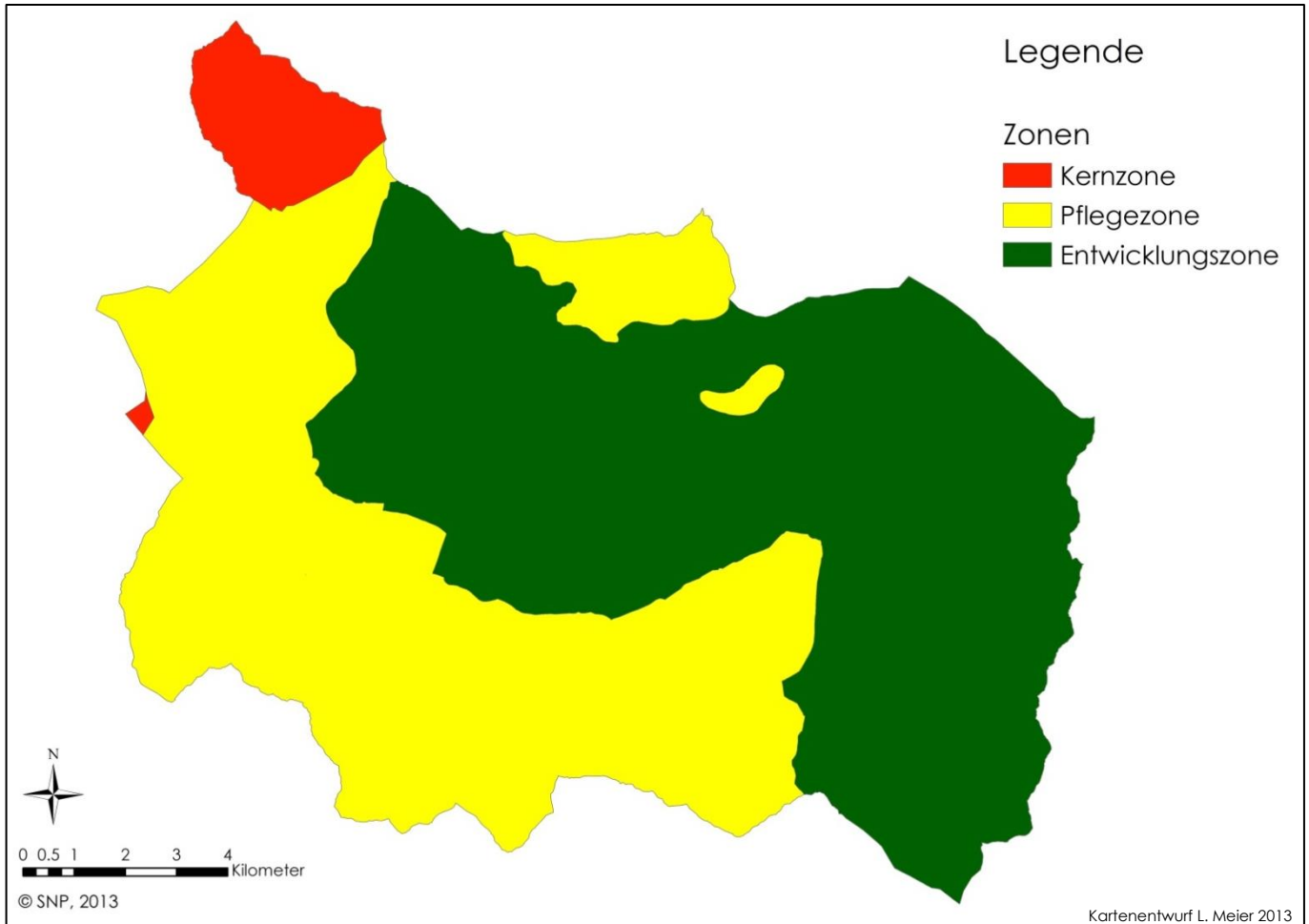
sätzlich sehr homogen aufgebaut sind. Die Zusammensetzung der dominierenden Habitate verändert sich nicht, wenn man die orographische Seite wechselt. Dabei sind 60.6% orographisch rechts, 33.4% orographisch links und 6% nicht definierbar, was genau die Aufteilung in den HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) widerspiegelt. Daher kann die Orographie bei den drei HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) nicht als Einflussfaktor betrachtet werden.

Die Aufteilung der HC Gewässer (2000), Moore (3000), veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000) in die orographischen Bereiche weisen eine sehr ähnliche Struktur auf wie die Gliederung der orographischen Aufteilung. Es kann daraus geschlossen werden, dass diese ebenfalls nicht von der Orographie abhängig sind. Auffällig ist, dass in der HC Moore (3000) keine Fläche dem nicht definierbaren Bereich angehört. Die veränderten Standorte verfügen über einen sehr hohen Anteil an Fläche im nicht definierbaren Bereich.

Die HC der Landwirtschaft (4000) und Gehölze (6000) verfügen nicht über dieselbe gleichmässige Struktur wie die anderen HC. Die HC Landwirtschaft (4000) und Gehölze (6000) dominieren in den orographisch linken Bereichen und verfügen beide über keine nicht definierbaren Bereiche. Bei diesen drei HC ist anzunehmen, dass die Orographie eine Rolle für ihr Vorkommen spielt.

## 4.6 Zonierung des Val Müstair

Das Biosphärenreservat Val Müstair – Parc Naziunal wird gemäss der Zonierung von UNESCO in drei Zonen unterteilt, die Entwicklungszone, die Pflegezone und die Kernzone. Wie in der Einleitung bereits erwähnt, haben die Zonen unterschiedliche Funktionen. Die Entwicklungszone dient als Siedlungs- und Wirtschaftsraum, die Pflegezone soll störende Einflüsse auf die Kernzone gering halten und die Kernzone hat zum Ziel, einen hohen Schutz der Naturwerte zu gewährleisten. (BAFU, 2010 & Biosphäre, 2013)



**Karte 14:** Zonierung des Val Müstair

Das Val Müstair setzt sich aus den in Tabelle 28 aufgelisteten Flächen der verschiedenen Zonen zusammen.

Zone	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	Prozentanteil
Kernzone	8'287'191	4.2%
Pflegezone	86'345'258	43.5%
Entwicklungszone	103'983'544	52.3%

**Tabelle 28:** Zonierung

Gemäss den UNESCO Kriterien muss die Kernzone eines Biosphärenreservats in der Schweiz mindestens 3% der Gesamtfläche betragen (Biosphäre, 2013). Das Val Müstair entspricht mit den 4.2% Kernzonen den Anforderungen der UNESCO. Die räumliche Gliederung der Zonierung im Val Müstair kann anhand der Karte 14 analysiert werden. Der Schweizerische Nationalpark wird als ganzer der Kernzone zugeteilt. Das angrenzende Gebiet des Val Müstair an den Schweizerischen Nationalpark setzt sich aus einem Stück Kernzone im Norden und im Westen aus der Pflegezone zusammen. Das Stück der Kernzone dient als Verbindungsstück zwischen den alleinstehenden Kernzonenteilen des SNP. Die Pflegezone erstreckt sich in Richtung Südosten bis die weniger bewohnten Täler. Die Entwicklungszone befindet sich im Tal des Il Rom und im Tal des Flusses Muranzina im Südosten. Dies sind auch die bewohnten Gebiete des Val Müstair. Der Anteil an Pflegezone und Entwicklungszone ist ausgeglichen.

#### 4.6.1 Methode

Die Daten wurden in Microsoft Access analysiert und in die verschiedenen HC bzw. HT mit den jeweiligen Flächenangaben, Anzahl der Polygone und dem Prozentanteil an der Zone der jeweiligen HC aufgeteilt. Die Liste der Aufteilung der HT in die drei Zonen befindet sich im Anhang 8.2.4. In der folgenden Interpretation wird grundsätzlich die Verteilung der HC analysiert und teils Bezug genommen auf einzelne HT aus dem Anhang.

#### 4.6.2 Resultate

In der Tabelle 29 sind die HC welche sich in der Entwicklungszone befinden, dargestellt. In der Entwicklungszone sind im Gegensatz zu den anderen Zonen alle HC vertreten.

Hauptklasse	Anzahl Polygone	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	Prozentanteil der HC
Gewässer (2000)	607	560'403	0.54%
Moore (3000)	26	65'444	0.06%
Landwirtschaft (4000)	36	106'424	0.10%
Rasen, Staudenfluren (4200)	5'243	44'372'474	42.67%
Extremstandorte (5000)	3'142	19'797'585	19.04%
Gehölze (6000)	179	296'675	0.29%
Wald (7000)	3'844	36'706'186	35.30%
Veränderte Standorte (8000)	57	153'645	0.15%
Siedlung, Verkehr (9000)	706	1'924'710	1.85%

**Tabelle 29:** Entwicklungszone

Die Tabelle 30 beinhaltet die Zusammensetzung der HC in der Pflegezone. Die HC der Landwirtschaft (4000) und Gehölze (6000) sind in der Pflegezone nicht vertreten.

Hauptklasse	Anzahl Polygone	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	Prozentanteil der HC
Gewässer (2000)	223	598'290	0.69%
Moore (3000)	91	400'344	0.46%
Rasen, Staudenfluren (4200)	3'834	27'489'424	31.84%
Extremstandorte (5000)	4'648	40'181'574	46.54%
Wald (7000)	2'541	17'481'373	20.25%
Veränderte Standorte (8000)	24	26'282	0.03%
Siedlung, Verkehr (9000)	88	167'971	0.19%

**Tabelle 30:** Pflegezone

In der Kernzone sind die HC Moore (3000), Landwirtschaft (4000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000) nicht vorhanden. In der Kernzone gilt der Schutz von natürlichen Prozesse und die Verhinderung von schädlichen eingriffen durch den Menschen sicher zu stellen (BFU, 2009).

Hauptklasse	Anzahl Polygone	Fläche in [m <sup>2</sup> ]	Prozentanteil der HC
Gewässer (2000)	18	55'413	0.67%
Rasen, Staudenfluren (4200)	269	1'794'911	21.66%
Extremstandorte (5000)	634	6'228'565	75.16%
Wald (7000)	46	208'280	2.51%
Siedlung, Verkehr (9000)	1	23	0.00%

**Tabelle 31:** Kernzone

### 4.6.3 Interpretation der Resultate

#### 4.6.3.1 Entwicklungszone

Der Anteil an Gewässer (2000) schwankt in allen drei Zonen um den Wert von 0.63% Anteil in der jeweiligen Zone. Die Entwicklungszone verfügt über den kleinsten prozentmässigen Anteil an Gewässer. Die gesamte Fläche der Landwirtschaft (4000) befindet sich in der Entwicklungszone. Es ist nicht erlaubt, in der Kernzone Landwirtschaft zu betreiben, da diese unter vollkommenem Schutz steht. In der Pflegezone ist ebenfalls keine Fläche der Landwirtschaft vorhanden. Die dominierende HC der Entwicklungszone ist die HC der Rasen, Staudenfluren (4200) mit 42.7%. Die HT, welche stark vertreten sind, sind die HT montane/subalpine/alpine Rasen, Wiese, Weide (4240) (29%) und Grünland mittleren Feuchtegrades (4220) (13%), welche auch den grössten Anteil dieses HC ausmachen. Gefolgt von der dominierenden HC Wald (7000), welcher 35.3% dieser Zone ausmacht, und der HC Rohbodenstandorte, Extremstandorte (5000) mit 19%. Die HC

Gehölze (6000) kommt nur in der Entwicklungszone vor. Die gesamte Fläche der HC veränderten Standorte (8000) befindet sich in der Entwicklungszone. Dies ist auch der Raum, in dem die Wirtschaft und Siedlung gefördert wird. Daher handelt es sich auch bei einem angemessenen Teil (1.9%) des Gebietes um Elemente der HC Siedlung, Verkehr (9000). Insgesamt sind es 92% der HC Siedlung, Verkehr (9000), die sich in der Entwicklungszone befindet.

#### 4.6.3.2 Pflegezone

In der Pflegezone ist die Reihenfolge der dominierenden HC anders als in der Entwicklungszone, beinhaltet jedoch die gleichen HC. Die dominanteste HC sind die Extremstandorte (5000) mit 46.5%. Dies kann daran liegen, dass sich diese Zone gesamthaft gesehen in einer höheren Lage als die Entwicklungszone befindet. Anschliessend kommen die Rasen, Staudenfluren (4200) mit 31.8%, die in der Entwicklungszone die dominanteste HC ist. Ebenfalls einen grossen Anteil macht die HC Wald (7000) mit 20.3% aus. Der Prozentsatz an Gewässern (2000) ist in dieser Zone am höchsten im Vergleich zu den anderen Zonen. Die Moore (3000) befinden sich zu 86% in der Pflegezone und nur ein geringer Teil von 14% in der Entwicklungszone. Es kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den Mooren (3000) um schützenswerte Gebiete handelt, die daher aus gutem Grund zur Pflegezone gehören sollen. Ein geringer Teil der HC veränderte Standorte (8000) ist in der Pflegezone vorhanden. Es handelt sich dabei um die HT Aufschüttungsfläche (8200) und Kiesgrube, Kieswerk (8130). Bei der HC Siedlung, Verkehr (9000) in der Pflegezone handelt es sich hauptsächlich um Flächen der HT Weg (9214) und vereinzelt um solche von anderen HT wie Land- und Hauptstrassen (9212). Es sind jedoch keine der HT Freizeit-, Erholungs- und Grünfläche (9300) vorhanden, da diese auch nicht gewünscht sind in der Pflegezone.

#### 4.6.3.3 Kernzone

Die Kernzone verfügt über keine Moore (3000), Landwirtschaft (4000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000). Der Anteil an Siedlung, Verkehr (9000) entspricht nur einer Fläche von 23 m<sup>2</sup>. Es handelt sich dabei um ein Polygon der HT Ruine (9160). Ansonsten sind keine Flächen der HC Siedlung, Verkehr (9000) vorhanden. Der grösste Teil der Kernzone ist mit 75.2% die HC Extremstandorte (5000). Von dieser ist die HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) mit 51% die dominanteste HT der Kernzone. Der Anteil an Wald (7000) beträgt in diesem Gebiet nur 2.5%. Dies hat damit zu tun, dass sich das Gebiet der Kernzone bereits auf einer höheren gelegenen Lage. Daher ist die HC der Extremstandorte (5000) auch sehr dominierend. Es sind vermehrt (21.7%) Flächen der HC Rasen, Staudenfluren (4200) anzutreffen, welche ebenfalls vom Klima dieser Höhe abhängig sind. Der Prozentsatz an Gewässer (2000) (0.67%) ist wie bereits erwähnt in allen Zonen relativ konstant.

## 4.7 Landschaftsstrukturmasse

Quantitative objektivierbare Masszahlen erhalten vermehrt in Naturschutzbereichen Anwendung. Dazu werden verschiedene Landschaftsstrukturmasse ermittelt. Im Folgenden wird ein Überblick über die Masszahlen vermittelt. Es wird die Area Analysis (Form), Edge Analysis (Randliendichte) und Core Area Analysis (Kernflächenanalyse) betrachtet.

In den vorgenommenen Analysen wird der gesamte Habitatp-Datensatz des Val Müstair mit insgesamt 25'735 Polygonen und einer Gesamtfläche von 198'639'728 m<sup>2</sup> betrachtet und analysiert.

Allgemeine Begriffe, die in den meisten Analysen vorkommen, sind die Class Area (CA) und die Number of Patches (NP). Diese sind folgendermassen zu definieren:

- Class Area (**CA**): Dies ist die Summe aller Flächen, die zu einer bestimmten Klasse gehören. Gemessen in [m<sup>2</sup>].
- Anzahl der Patches (**NP**): Zahl der Patches oder auch Polygone. Gemessen in [Anzahl].

Die theoretischen Informationen stammen aus dem Bericht „vLATE Extension für ArcGIS“ von Lang und Tiede (2003) und aus dem Buch „Landschaftsanalyse mit GIS“ von Blaschke und Lang (2007).

### 4.7.1 Flächenanalyse (Area Analysis)

Der Area Analysis werden die grundlegenden Informationen über den Datensatz errechnet gegeben. Es werden die Werte Class Area, Mean Patch Size, Anzahl Patches und Standardabweichung jeder HC und HT errechnet. Die Begriffe werden folgendermassen definiert:

- Mean Patch Size (**MPS**): Zeigt die durchschnittliche Fläche innerhalb einer Klasse. Gemessen in [m<sup>2</sup>].
- Standardabweichung (**PSSD**): Standardabweichung der Fläche der Polygone. Diese ist ein Mass für die Streuung der Patchgrössen um den Mittelwert. Gemessen in [m<sup>2</sup>].

#### 4.7.1.1 Resultate der Area Analysis für alle HC

Class	NP	CA [m <sup>2</sup> ]	MPS [m <sup>2</sup> ]	PSSD [m <sup>2</sup> ]
Gewässer (2000)	842	1'214'146	1'442	5'582
Moore (3000)	116	465'788	4'015	8'550
Landwirtschaft (4000)	36	106'424	2'956	4'351
Rasen, Staudenfluren (4200)	9'173	73'663'705	8'030	18'012
Extremstandorte (5000)	8'216	66'223'745	8'060	24'193
Gehölze (6000)	179	296'692	1'658	2'165
Wald (7000)	6'303	54'396'527	8'630	11'003
Veränderte Standorte (8000)	81	179'927	2'221	5'277
Siedlung, Verkehr (9000)	789	2'092'774	2'652	6'188

**Tabelle 32:** Area Analysis der HC

#### 4.7.1.2 Interpretation der Daten

Polygone der HC Gewässer (2000) haben die kleinste durchschnittliche Fläche, jedoch besitzt diese HC eine sehr grosse Standardabweichung (PSSD), wenn sie mit dem MPS verglichen wird. Keine andere HC verfügt über ein so grosses Verhältnis zwischen PSSD und MPS, wie die Gewässer (2000). Wegen des tiefen MPS ist anzunehmen, dass viele kleinere Flächen vorhanden sind und nur wenige grosse. Die HC Moore (3000), Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000), veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000) besitzen ein Verhältnis zwischen dem PSSD und MPS, das grösser ist als 2:1. Diese HC verfügen über Flächen, die wesentlich grösser sind als die durchschnittlichen Flächen. Die anderen HC Landwirtschaft (4000), Gehölze (6000) und Wald (7000) haben ein kleineres Verhältnis und daher eine kleinere Streuung um den Mittelwert.

Die HC Moore(3000) verfügt über eine hohe Standardabweichung (PSSD). Dies bedeutet, dass die durchschnittliche Fläche innerhalb der HC (MPS) verglichen mit den Werten der anderen HC hoch ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine grosse Verteilung von Flächengrössen vorhanden ist, jedoch die durchschnittliche Fläche gross ist. Die HC Landwirtschaft (4000) ist die kleinste Hauptklasse mit der kleinsten Fläche, wenn sie getrennt von der HC Rasen, Staudenfluren (4200) betrachtet wird.

Die drei HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) besitzen einen ähnlichen MPS, jedoch eine sehr verschiedene PSSD. Die Polygone der HC Extremstandorte (5000) haben die grösste Streuung in der Analyse. Die HC Extremstandorte (5000) verfügt über eine sehr grosse PSSD.



#### 4.7.2 Randliniendichte (Edge Analysis)

Generell kann gesagt werden, dass eine hohe Randliniendichte zu einer grossen Strukturvielfalt führt. Es ist jedoch die Qualität der Linien zu berücksichtigen, da ansonsten ein Pseudostruktur-reichtum entstehen kann. Es ist zu beachten, dass es sich um einen nicht-topologischen Datensatz handelt und aus diesem Grund die Linien doppelt gezählt werden. Dieses Phänomen ist ökologisch vertretbar, da jeweils beide Grenzlinien der Polygone existieren. (Lang et al., 2003)

- **Total edge (TE):** Die Summe aller Randlinien einer Klasse. Ist die TE hoch, ist dies einem Strukturreichtum gleichzusetzen. Es kann jedoch auch auf Zerschneidung zurückzuführen sein. Gemessen in [m].
- **Edge Density (ED):** Randliniendichte. Eine hohe Dichte deutet auf Strukturreichtum oder allenfalls Zerschneidung hin. Gemessen in [%].
- **Mean patch edge (MPE):** Dies ist die mittlere Randlinienlänge eines Polygons. Hohe Werte können als Nachteil betrachtet werden, wenn kompakte Formen bevorzugt werden. Gemessen in [m].

##### 4.7.2.1 Resultate der Edge Analysis für alle HC und gesamter Datensatz

Class	NP	TE	Anteil der TE in [%]	MPE
Gewässer (2000)	842	345'362	2.6	410
Moore (3000)	116	44'617	0.3	385
Landwirtschaft (4000)	36	6'689	0.0	186
Rasen, Staudenfluren (4200)	9'173	4'833'043	35.8	527
Extremstandorte (5000)	8'216	4'470'690	33.1	544
Gehölze (6000)	179	49'368	0.4	276
Wald (7000)	6'303	3'170'509	23.5	503
Veränderte Standorte (8000)	81	16'056	0.1	198
Siedlung, Verkehr (9000)	789	559'349	4.1	709
Habitatp	25'735	13'495'684	100	524

**Tabelle 33:** Edge Analysis der HC

In der Tabelle 33 sind alle Resultate der Analyse der Randliniendichte der neun HC dargestellt. Es wurden ebenfalls Daten für den gesamten Datensatz ermittelt.

In der Analyse des gesamten Datensatzes wurde die Edge Density (ED) errechnet, welche in diesem Fall einen Wert von 679 besitzt. In der Literatur wurden keine vergleichbaren Werte gefunden.

#### 4.7.2.2 Interpretation der Daten

Jene HC, welche eine grosse Fläche besitzen, haben auch einen hohen Anteil an Randlinie (TE) im gesamten Datensatz Habit alp. Es ist jedoch zu beachten, dass die HC Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) über einen höheren Anteil an Randlinie als an Fläche besitzen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es sich in diesen Klassen um Polygone mit eher langen, flächenarmen Formen handelt. In der mittleren Randlinienlänge (MPE) verfügen die Polygone der HC Siedlung, Verkehr (9000) mit Abstand über die grösste Länge. Noch über dem Durchschnitt aller Daten liegen die HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000), dicht gefolgt von den Gewässern (2000).

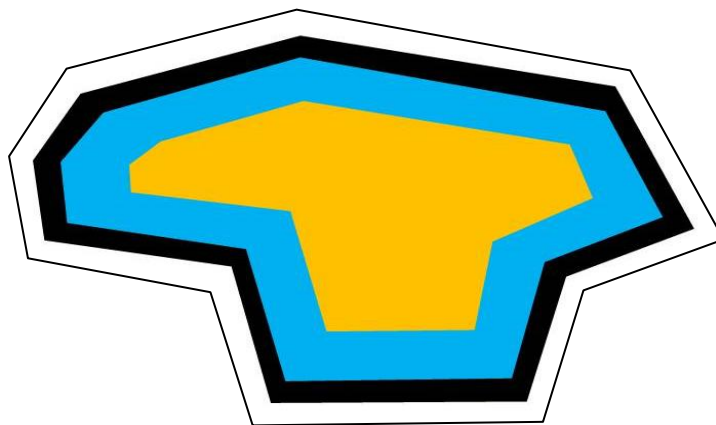
Diejenigen Klassen, welche sowohl über eine geringe Fläche als auch über eine geringe Randlinienlänge verfügen, sind die HC der veränderte Standorte (8000) und Landwirtschaft (4000).

Die HC Moore (3000) verfügt trotz der geringeren gesamten Randlinienlänge (TE) als die HC Gehölze (6000) über eine höhere mittlere Randlinienlänge. Dies kommt daher, dass die HC Moore (3000) weniger Polygone besitzt.

### 4.7.3 Kernflächenanalyse (Core Area Analysis)

In der Ökologie wird auf eine hohe Vielfalt der Habitate in einer Landschaft Wert gelegt. Es ist jedoch ebenso wichtig, dass diese Habitate über genügend grosse Kernzonen verfügen, die von Randbereichen, die von äusseren Effekten beeinflusst werden, entfernt sind. Ebenso soll ein Habitat einen Habitatinnenraum beinhalten, der für einige Arten von grosser Bedeutung ist. Das Konzept der Kernflächen hängt stark zusammen mit dem Konzept der Ökotope (Lange et al., 2007, S.235). Als Ökotope wird der Übergangssaum zwischen zwei unterschiedlichen Landschaftsökosystemen bezeichnet (GeoDZ, 2013). In diesem Übergangssaum herrschen vielfältige Lebensbedingungen, die teils Arten positiv nutzen können, jedoch für andere Arten nicht von Vorteil sind. Diese Effekte werden Randeffekte genannt.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Kernfläche für die Kernflächenanalyse zu berechnen. Diese kann einerseits mit dem Tool<sup>10</sup> zur Erstellung eines Puffers in ArcGIS, andererseits mit der Extension  $\nu$ LATE (Core Area Analysis) berechnet werden. In ArcGIS wird um die Polygone ein negativer Puffer mit einer zu bestimmenden Kernflächendistanz (Blaschke) gelegt. Als Kernflächendistanz wird jene Distanz bezeichnet, die zwischen der Polygongrenze und dem Beginn der Kernzone zu liegen kommt. Die innen verbleibende Fläche wird Kernfläche genannt. Die Extension  $\nu$ LATE berechnet ebenfalls einen negativen Puffer (mit einer bestimmten Kernflächendistanz) um die Polygone. Daraus ergibt sich die Kernfläche (Abbildung 11), auch Core Area (CA) genannt. Die entstehende Kernfläche ist von der Fläche und Form des Ausgangspolygons abhängig (Lange et al., 2007). Langgezogene oder ausgefrante Polygone erhalten einen geringeren Prozentsatz an Kernfläche als kompakte Formen mit einer gleichen Ausgangsfläche.



- Verbleibende Kernfläche bei einer Kernflächendistanz von 25m
- und  Verbleibende Kernfläche bei einer Kernflächendistanz von 10m
- und  und  Verbleibende Kernfläche bei einer Kernflächendistanz von 5m
- Polygongrenze

**Abbildung 11:** Kernflächendarstellung (Luzia Meier, 2014)

<sup>10</sup>ArcGIS Tool: Buffer (Analysis)

Für die Berechnung der Kernflächenanalyse ist ein Zusammenführen (dissolve) aller Polygone der gleichen HC oder HT notwendig. Die Extension beinhaltet einen Button „Dissolve ID“, der jedoch in der verwendeten Version nicht funktionsfähig ist. Daher wird der Datensatz in ArcGIS bearbeitet, indem alle Polygone derselben HC oder HT zu einem Polygon zusammengefügt<sup>11</sup> werden und anschliessend wieder in einzelne aneinander liegende Polygone aufgeteilt<sup>12</sup> werden.

Es wurde untersucht, ob sich die Ergebnisse der Berechnung der Kernfläche mittels Kernflächenanalyse der Extension  $\nu$ LATE von jener mit der Erstellung eines Puffers in ArcGIS unterscheidet. Die beiden Analysen kommen nicht auf das exakt gleiche Resultat. Die Kernfläche des Waldes (7000) bei einer Kernflächendistanz von 10 Metern ergibt mit  $\nu$ LATE eine verbleibende Kernfläche von 41'807'940 m<sup>2</sup>. Die Berechnungen mit einem Puffer von minus 10 Metern ergeben eine Kernfläche von 41'807'189 m<sup>2</sup>. Dies ist ein Unterschied von 0.18%. Dieser Unterschied kommt daher, dass gemäss Lang die Pufferberechnungen in ArcGIS offenbar genauer sind als jene mit der Extension  $\nu$ LATE (Lang et al., 2003). Für die folgende Kernflächenanalyse werden die Resultate mit der Berechnung aus der Extension  $\nu$ LATE verwendet.

Bei der Verwendung der Extension  $\nu$ LATE ist von Vorteil, dass bei den Resultaten jeweils die TA (total area) und die TCA (total core area) angegeben werden. Dies ist bei der Berechnung mit einem Puffer separat auszurechnen.

In der Kernflächenanalyse wurden für die Kernflächendistanzen 5 Meter, 10 Meter und 25 Meter gewählt. In der Literatur wurden keine bestimmten Werte für Kernflächendistanzen gefunden. Aus diesem Grund wurde darauf geachtet, dass ebenfalls Hauptklassen mit schmälere Polygone, wie zum Beispiel die Gewässer (2000), in der Analyse betrachtet werden können und noch Kernflächen bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern aufweisen. Diese kleine Kernflächendistanz kann auch bei der HC Siedlung, Verkehr (9000) ein wichtiger Aspekt sein, da bereits die Distanz von 5 Metern zu einer Strasse einen Einfluss auf das Habitat aufweisen kann. Ebenfalls wurde für die Analyse ein höherer Wert (25 Meter) der Kernflächendistanz gewählt, der in den Bereichen von Wäldern und Wiesen, welche wichtige Habitats für verschiedene Tiere sind, eine wichtige Rolle spielen kann. Es wird davon ausgegangen, dass die Tiere Gebiete in Wäldern und auf Wiesen benötigen, die einen gewissen Abstand zu einem andern HT aufweisen. Beispielsweise ist es für Moore wichtig, dass sie eine genügend grosse Kernfläche aufweisen, in der die Entwicklung des Moores stattfinden kann.

---

<sup>11</sup> ArcGIS Tool: dissolve (Data Management)

<sup>12</sup> ArcGIS Tool: singlepart to multipart

#### 4.7.3.1 Einige Begriffe zur Kernflächenanalyse mit $\nu$ LATE

Mittels der Extension  $\nu$ LATE erhält man folgende Werte über ein analysiertes Gebiet (Lang et al. (2007) & Lang et al. (2003)):

- TA** (total area): Dies ist die totale Fläche aller ausgewählten Polygone.
- TCA** (total core area): Die total verbleibende Kernfläche bei einer bestimmten Kernflächendistanz auf die Landschaft bezogen.
- TCCA** (total class core area): Die total verbleibende Kernfläche bei einer bestimmten Kernflächendistanz auf die Klasse bezogen.
- NCA** (number of core areas): Dies ist die Anzahl der gebildeten Kernflächen eines Polygons, wenn die Kernflächendistanz abgezogen wurde. Der Wert ist polygonbezogen und beantwortet die Frage, aus wie vielen räumlich getrennten Kernflächen ein Polygon besteht. Der NCA hat immer mindestens den Wert wie der NP. Ist die NCA > NP bedeutet dies, dass disjunkte Kernflächen vorhanden sind. Falls die NCA < NP sind Patches ohne Kernflächen vorhanden.
- Cority (CY):** Dieser Wert besteht aus „der Anzahl der Patches (NP) minus der Anzahl der Patches mit einer Kernfläche von 0 m<sup>2</sup> ( $N_{CAI=0}$ ) geteilt durch die Anzahl der resultierenden Kernflächen (NCA)“. Der Wert bestimmt das Mass an Zerstückelung in Restflächen und berücksichtigt den Verlust an Habitaten.

$$CY = \frac{NP - N_{CAI=0}}{NCA}$$

Der Wert kann nicht grösser als 1 sein. CY = 1 bedeutet, dass alle verbleibenden Polygone keine disjunkte (zerlegten) Flächen aufweisen. Dies heisst, dass jedes Polygon genau eine Kernfläche besitzt. Ist der Wert kleiner als 1, wurden die noch vorhandenen Flächen in kleinere Flächen aufgeteilt, dies bedeutet, dass disjunkte Kernflächen entstanden sind. Ebenfalls können Polygone mit einer Kernfläche von 0 m<sup>2</sup> vorhanden sein.

- CAI** (core area index): Dieser Index gibt das Verhältnis zwischen der resultierenden Kernfläche und der originalen Gesamtfläche an.

$$CAI = \frac{TCA}{CA} * 100$$

Der Wert wird in % angegeben und liegt zwischen 0 und 100. Aus diesem Index kann die Flächenabnahme der Kernfläche abgeleitet werden. (Schumacher et al, 2012)

**NCA (No Core Area):**

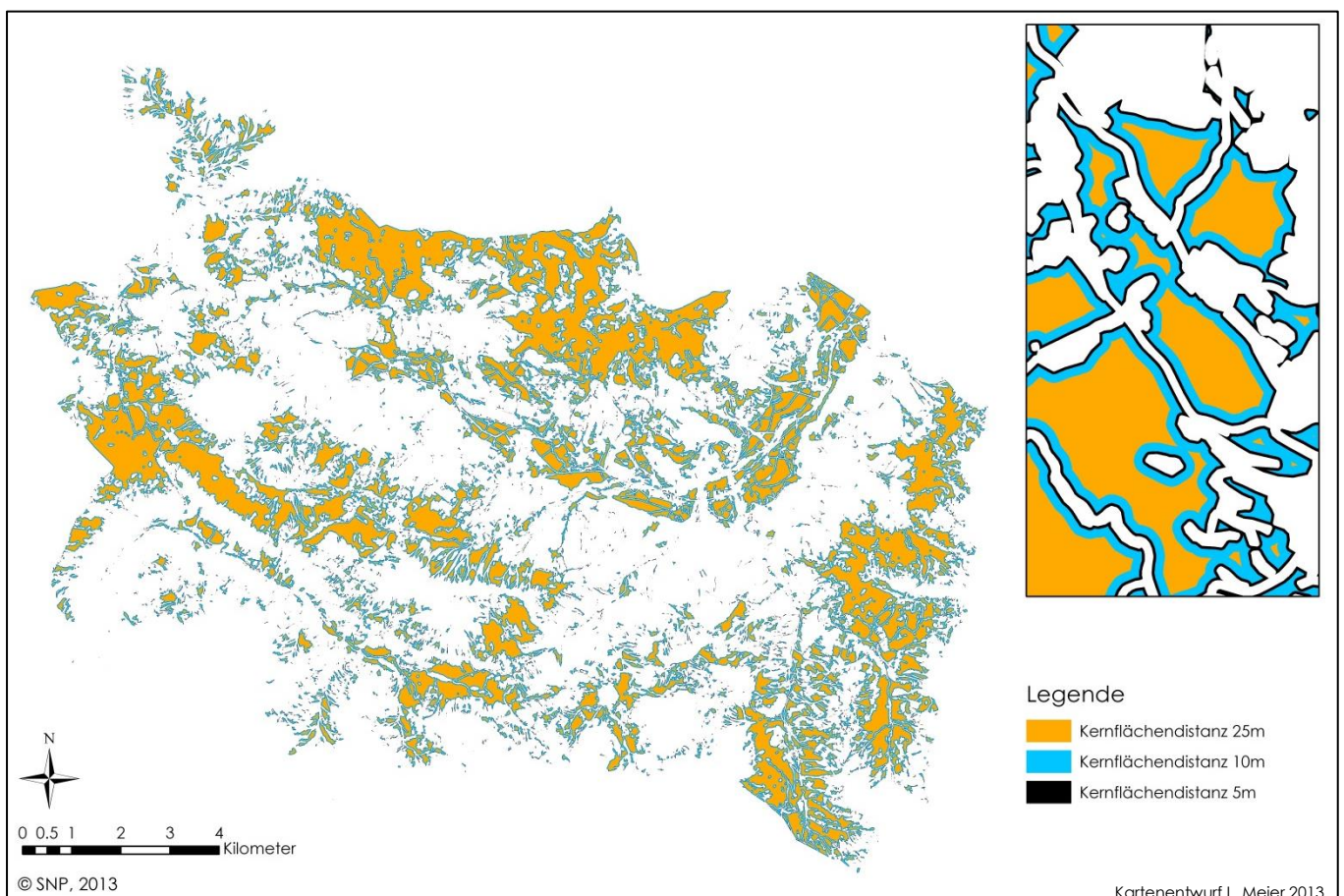
Anzahl der gebildeten Kernflächen. Bei diesem Wert ist interessant, wie sich die Polygonstruktur „verhält“. Entstehen viele kleine Kernflächen oder verbleibt eine zusammenhängende Kernfläche. Der NCA ist dann grösser als der NP, wenn disjunkte Kernflächen auftreten.

**Disjunct Core Area:**

Dies ist die Anzahl der Polygone, bei welchen die Flächen nicht mehr zusammenhängend sind, sondern in kleinere Teilgebiete aufgeteilt wird.

#### 4.7.3.2 Darstellung in ArcGIS

Am Beispiel der Karte 15 der HC Landwirtschaft, Rasen (4000) wird der Output der Polygone einer Kernflächenanalyse mit drei verschiedenen Kernflächendistanzen dargestellt. Einerseits ist das gesamte Gebiet und andererseits, um die Struktur der Kernflächen sehen zu können, ein vergrößerter Ausschnitt abgebildet. Auf der näheren Ansicht sind die disjunkten Flächen deutlich ersichtlich.



**Karte 15:** Polygone der Kernflächendistanzen der HC Landwirtschaft, Rasen (4000)

#### 4.7.3.3 Kernflächenanalyse der HC und HT: Resultate und Interpretation der Daten

Die Resultate der Kernzonenanalyse der HC sind mit den errechneten Werten als Tabellen aufgezeigt. Anschliessend werden diese interpretiert. Bei den HT werden nur jene Daten analysiert und erwähnt, welche speziell auffallende Werte enthalten. Der Vollständigkeit wegen sind die Daten zu den einzelnen HT im Anhang 8.2.5 beigefügt.

##### 4.7.3.3.1 Kernflächenanalyse: Gewässer (2000)

Die Tabelle 34 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Gewässer (2000).

Gewässer (2000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	1'214'146	1'214'146	1'214'146
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	256'133	171'257	111'711
CAI (Core Area Index) [%]	21.1	14.11	9.2
Cority	0.208	0.183	0.017
Disjunct core areas	75 patches of 299	10 patches of 299	1 patch of 299
No core area [patches]	135	240	294

**Tabelle 34:** Gewässer

Wenn bei der HC Gewässer (2000) eine Kernflächenanalyse mit der Kernflächendistanz 5 Metern durchgeführt wird, reduziert sich die Fläche auf 9.2 % (CAI) der gesamten Fläche. Dies ist damit zu begründen, dass Polygone, die Flüsse darstellen, keine grosse Breite aufweisen und dadurch schnell an Kernfläche verlieren. Rund 55% der Polygone zeigen nach einer Analyse mit der Kernflächendistanz von 5 Metern eine Kernfläche an. Dies sind alle Polygone mit einer kleineren Polygonbreite als 10 Meter, was typisch ist für Flussstrecken. Bei der Analyse der Kernflächendistanz von 25 Metern sind nur noch fünf Polygone vorhanden, die eine kleine Kernfläche von 9.2% der Gesamtfläche aufweisen. Dies können kleinere Seen oder sehr breite Flussabschnitte sein.

Die Gewässerpolygone im Val Müstair sind meist Fliessgewässer (2300), die eine geringe Breite haben und daher in der Kernflächenanalyse nur geringe TCA-Werte aufweisen. Eine moosreiche Quellflur (2120) ist jener HT, der bei den grössten Kernflächendistanzen noch eine Kernfläche besitzt und in drei kleinere Patches (Disjunct Core Area) unterteilt wird (Anhang 8.2.5). Der HT Flüsse (2300) verfügt bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern über keine Polygone mit Kernfläche.

#### 4.7.3.3.2 Kernflächenanalyse: Moore (3000)

Die Tabelle 35 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Moore (3000).

Moore (3000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	465'788	465'788	465'788
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	294'617	181'4723	41'178
CAI (Core Area Index) [%]	63.25	38.96	8.84
Cority	0.576	0.492	0.143
Disjunct core areas	34 patches of 82	20 patches of 82	6 patches of 82
No core area [patches]	2	20	69

**Tabelle 35:** Moore

Nur zwei der Polygone haben in der HC Moore (3000) bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern keine vorhandene Kernfläche mehr. Dies bedeutet, dass wenige Polygone eine kleine, schmale Form besitzen. Die verbleibende Fläche bei der Kernflächendistanz von 5 Metern ist rund 63% der gesamten Fläche der Moore. Der Kernflächenindex (CAI) verkleinert sich um rund das 7-fache, wenn sich die Kernflächendistanz von 5 auf 25 Meter erhöht. Dies ist die zweitgrösste Abnahme des CAI Wertes in der Analyse. Die grösste Abnahme des CAI ist in der HC der Gehölze (6000) (Tabelle 45), bei welcher der Wert bei einer Kernflächendistanzzunahme von 5 auf 25 Metern um das 14-fache abnimmt. Es ist anzunehmen, dass viele der Polygone eine geringere Breite als 25 Meter, jedoch eine grössere als 10 Meter haben. Der CAI von 8.84% ist der kleinste Wert in der gesamten Analyse der verschiedenen Haupttypen. Dies beruht darauf, dass im Val Müstair keine grossflächigen Gebiete von Mooren vorhanden sind. Die Moore haben bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern den höchsten Wert der Analyse. Randzonen in Mooren werden stark von ihren angrenzenden Flächen beeinflusst. Grenzt beispielsweise ein Moor an eine bewirtschaftete Wiese, die gedüngt wird, gelangt der Dünger vom Rand auch ins Moor, was als Randeffect bezeichnet werden kann.

Die Cority des HT 3300 ist über die Analyse von einer Kernflächendistanz von 10 und 25 Metern konstant. Dies heisst, dass keine zusätzlichen Flächen ohne Kernfläche oder solche mit disjunkten Flächen dazukommen. Dieser HT besteht aus drei Polygonen, von welchen zwei bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern immer noch eine Kernfläche aufweisen, die jedoch nur 6% der gesamten Fläche des HT ausmacht.



#### 4.7.3.3.3 Kernflächenanalyse: Landwirtschaft, Rasen (4000)

Die Tabelle 36 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Landwirtschaft, Rasen (4000).

Landwirtschaft, Rasen (4000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	73'770'129	73'770'129	73'770'129
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	61'100'104	51'051'790	32'043'194
CAI (Core Area Index) [%]	82.82	69.2	43.44
Cority	0.508	0.384	0.196
Disjunct core areas	926 patches of 2779	796 patches of 2779	313 patches of 2779
No core area [patches]	115	701	2001

**Tabelle 36:** Landwirtschaft, Rasen

In diesem Teil beinhaltet die HC Landwirtschaft, Rasen (4000) alle HT dieser HC. Die Fläche der Landwirtschaft, Rasen (4000) hat bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern immer noch 82.82% der gesamten Polygonfläche. Dies bedeutet, dass diese Flächen eher zusammenhängen, gross und kompakter sind. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern sind 43.44% der Fläche noch vorhanden, dies ist eine Abnahme von rund 50% im Vergleich zur Kernfläche bei 5 Meter Kernflächendistanz. Der Wert der Cority ist im Vergleich zu den anderen HC hoch. Dies bedeutet, dass die Polygone weniger zerstückelt sind und im Verhältnis weniger Polygone mit einer Kernfläche von 0 m<sup>2</sup> vorhanden sind.

Im HT Erwerbsgartenbau (4300) ist bei einer Kernflächendistanz von 10 Metern 38.8% der Fläche Kernfläche und die Cority beträgt den Höchstwert 1. Es ist in diesem Fall keine Flächen vorhanden, die Disjunktion aufzeigen oder die Kernfläche 0 m<sup>2</sup> beträgt. Dies verändert sich jedoch bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern extrem. Die Cority beträgt 0 und die CAI ebenfalls 0. Nur zwei Polygone, welche diesen HT ausmachen, besitzen nirgends eine grössere Breite als 50 Meter und neigen nicht zur Zerstückelung. Im HT Kraut-, Stauden-, Grasflur, Saum (4700) nimmt der CAI von 42.7% auf 0.7% ab. Es ist anzunehmen, dass die Polygone dieses HT bei einer hohen Kernflächendistanz eine Kernfläche von 0 m<sup>2</sup> erhalten. Der HT sonstige Flächen der Landwirtschaft (4900) besitzt eine kleine TA und besitzt bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern nur noch 9.1% der Anfangsfläche. Bei grösseren Kernflächendistanzen ist die Kernfläche 0 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.3.3.4 Kernflächenanalyse: Extremstandorte (5000)

Die Tabelle 37 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Extremstandorte (5000).

Extremstandorte (5000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	66'223'745	66'223'745	66'223'745
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	56'580'331	49'599'250	37'206'458
CAI (Core Area Index) [%]	85.44	74.9	56.18
Cority	0.366	0.248	0.084
Disjunct core areas	540 patches of 1818	363 patches of 1818	85 patches of 1818
No core area [patches]	216	798	1591

**Tabelle 37:** Extremstandorte

Bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern bleiben 85% (CAI) der gesamten Fläche als Kernfläche erhalten. Insgesamt 12% der Polygone verfügen bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern keine Kernfläche mehr, bei 25 Metern sind es 88% der Polygone, welche keine Kernfläche mehr aufweisen. Es kann davon ausgegangen werden, dass nur wenige Polygone, die eine schmale Form besitzen, vorhanden sind. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern sind noch 12% der Polygone, welche noch eine Kernfläche besitzen, vorhanden und nehmen 56% der Fläche der HC Extremstandorte ein. Daraus kann gefolgert werden, dass einige grosse Polygone mit einem hohen Potential an Kernfläche vorhanden sind. Im Vergleich zu anderen HC, wie die HC Wald (7000) oder Landwirtschaft, Rasen (4000), ist der Wert der Cority bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern eher tief, was damit zusammenhängt, dass es viele Polygone mit den Werten 0 m<sup>2</sup> hat.

Beim HT Höhle, Stollen (5100) ist bei einer Kernflächendistanz von 10 Metern keine Kernfläche mehr vorhanden. Bei der Kernflächendistanz von 5 Metern liegen noch 0.22% der anfänglichen Flächen als Kernflächen vor. Daraus ist zu folgern, dass es sich dabei um sehr schmale oder kleine Polygone handelt. Im HT Steinriegel, freistehende Mauer, Stützmauer, Lesesteinhaufen (5500) ist es der ähnliche Fall, dass bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern nur 1.52% der Flächen als Kernfläche ausgeschieden wird und bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern keine Kernfläche mehr vorhanden ist. Anders ist es bei den HT Zwergstrauchheide, Schneetälchen (5600) und Fels (5800), bei welchen bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern noch über 70% der Fläche als Kernfläche vorliegt und bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern auf einen Prozentsatz um die 20% sinken.

#### 4.7.3.3.5 Kernflächenanalyse: Gehölze (6000)

Die Tabelle 34 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Gehölze (6000).

Gehölze (6000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	296'692	296'692	296'692
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	111'527	49'199	7'910
CAI (Core Area Index) [%]	37.59	16.58	2.67
Cority	0.44	0.272	0.036
Disjunct core areas	39 patches of 167	15 patches of 167	0 patch of 167
No core area [patches]	64	115	161

**Tabelle 38:** Gehölze

Die Cority der Gehölze (6000) ist bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern relativ hoch und sinkt jedoch bei 25 Metern auf einen tiefen Wert von 0.036. Dies bedeutet, dass bei einer hohen Kernflächendistanz viele der Polygone keine Kernfläche mehr aufzeigen. Es bestehen in diesem Fall bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern keine Polygone mit disjunkten Flächen. Bereits 38% der Polygone verfügen bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern über keine Kernfläche mehr. Daraus kann gefolgert werden, dass die Gehölze (6000) kleine zusammenhängende Flächen mit wenig Kernfläche sind.

Der HT Feldhecke, Wallhecke (6100) verfügt im Vergleich zum HT Feldgehölz, Feldgebüsch (6200) über eine mehr als doppelt und teils nahezu doppelt so grossen Prozentsatz der noch vorhandenen Kernflächen bei jeder verwendeten Kernflächendistanz. Es kann davon ausgegangen werden, dass der HT Feldhecke, Wallhecke (6100) über grössere Flächen als der HT Feldgehölze, Feldgebüsch (6200) verfügt. Bei der HT Feldgehölz, Feldgebüsch (6200) sind es bei gleicher Kernflächendistanz prozentual mehr Polygone als bei der HT Feldhecke, Wallhecke (6100), die keine Kernfläche mehr besitzt.

#### 4.7.3.3.6 Kernflächenanalyse: Wald (7000)

Die Tabelle 39 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Gewässer (2000).

Wald (7000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	54'396'527	54'396'527	54'396'527
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	47'609'935	41'807'940	29'445'969
CAI (Core Area Index) [%]	87.52	76.86	54.13
Cority	0.639	0.464	0.228
Disjunct core areas	401 patches of 1325	374 patches of 1325	183 patches of 1325
No core area [patches]	25	280	902

**Tabelle 39:** Wald

Der Wald (7000) hat einen hohen Wert der Cority. Bei einer kleinen Kernflächendistanz verfügt er nur über wenige Polygone (1%), die keine Kernfläche besitzen. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern sind 68% der Polygone ohne Kernfläche, welches der weitaus kleinste Wert von Polygonen ohne Kernfläche ist. Dies bedeutet, dass die HC Wald (7000) bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern prozentual mehr Polygone mit einer Kernfläche besitzt als die anderen HC. Insbesondere für Tiere, die in Wäldern leben, ist es wichtig, dass eine genügend grosse Kernfläche verfügbar ist, die ihnen als Schutz dienen kann.

Die Polygone des Habitattypes 7000, welche sich aus den verschiedenen Altersstadien und dem Schichtaufbau zusammensetzen (70xx), haben bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern einen CAI Wert von 86.5% und bei 25 Metern immer noch 50.4% (Cority 0.23), welches der höchste Wert in der Kernflächenanalyse des Waldes ist. Der Wald enthält Flächen, die eine grosse Kernfläche aufweisen. Dies sind ideale Habitat-Bedingungen für Tiere, welche sich von Randeffekten gestört fühlen. In diesem Fall gibt es weniger als 50% der Polygone, die keine Kernfläche aufweisen.

#### 4.7.3.3.7 Kernflächenanalyse: Veränderte Standorte (8000)

Die Tabelle 40 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC veränderte Standorte (8000).

Veränderte Standorte (8000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	179'927	179'927	179'927
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	114'138	77'736	31'842
CAI (Core Area Index) [%]	63.44	43.2	17.7
Cority	0.674	0.411	0.086
Disjunct core areas	10 patches of 81	5 patches of 81	0 patch of 81
No core area [patches]	17	44	74

**Tabelle 40:** veränderte Standorte

Diese HC besitzt bei der Kernflächendistanz von 5 Metern den höchsten Wert der Cority der Analyse. In dieser Klasse wurden nur wenige Polygone in kleinere Polygone unterteilt. Nur wenige Polygone besitzen keine Kernfläche. Im Fall der HC veränderte Standorte (8000) sind es 21% der Polygone, die bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern über keine Kernfläche mehr verfügen.

Sowohl der HT Aufschüttungsfläche (8200) als auch der HT Offene Fläche ohne Oberboden (8400) besitzt bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern keine Kernflächen. Beim HT Entnahmefläche (8100) sind bei der Kernflächendistanz von 25 Metern sechs Polygone vorhanden, die gemeinsam eine Kernfläche von 24.5% der Gesamtfläche des HT besitzen. Dies sind alles grössere Kiesgruben oder Kieswerke (8130). Im HT 8300 gibt es keine disjunkten Polygone. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern macht das als einzelnes verbleibende Polygon von 27 Polygonen 10.2% der gesamten Fläche der HT aus. Es handelt sich dabei um eine Fläche der Abfallwirtschaft (8310).

#### 4.7.3.3.8 Kernflächenanalyse: Siedlung, Verkehr (9000)

Die Tabelle 41 zeigt die Resultate der Kernflächenanalyse der HC Siedlung, Verkehr (9000).

Siedlung, Verkehr (9000)	Kernflächendistanz [m]		
	5	10	25
TA (Total Area) [m <sup>2</sup> ]	2'092'774	2'092'774	2'092'774
TCA (Total Core Area) [m <sup>2</sup> ]	886'213	656'990	287'674
CAI (Core Area Index) [%]	42.35	31.39	13.75
Cority	0.088	0.02	0.004
Disjunct core areas	5 patches of 190	2 patches of 190	1 patch of 190
No core area [patches]	138	183	189

**Tabelle 41:** Siedlung, Verkehr

Bei einer Kernflächendistanz von 10 Metern bleiben nur noch sieben Polygone, die eine Kernfläche aufweisen. Der ebenfalls tiefe Wert bei einer Distanz von 5 Metern kommt daher, dass diese Hauptklasse grösstenteils aus Strassen besteht, deren Mindestbreite circa 3 Meter beträgt (Demel et al., 2006b). Diese entfallen bei einer Distanz von 5 Metern. Bei der Siedlung, Verkehr(9000) haben 72% der Polygone bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern keine Kernfläche mehr. Diese HC weist die kleinsten Werte der Cority auf.

Der HT Verkehrsflächen (9200) besitzt bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern eine Kernfläche, die 3.1% der gesamten Fläche des HT ausmachen. Dementsprechend hat die Cority einen sehr tiefen Wert von 0.01. Bei der Kernflächendistanz von 25 Metern gibt es noch ein Polygon, welches eine Kernfläche von 0.07% der Gesamtfläche des HT hat. Es handelt sich dabei um eine Trampelfläche (9292). In der HT Siedlung, Gewerbe, Industrie (9100) entsteht die grösste Kernfläche von 9.6% für die Kernflächendistanz von 25 Metern der verschiedenen HT der HC Siedlung, Verkehr, Freizeit (9000). Es handelt sich dabei um ländliche Prägungen (9122), Einzelgebäude, Einzelanwesen (9130) und Industrie- und Gewerbefläche (9140). In der HT Freizeit-, Erholungs- und Grünflächen (9300) entsteht bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern eine Kernfläche mit 62.0% der gesamten Fläche und halbiert sich bei einer Distanz von 10 Metern. Auf einer Kernflächendistanz von 25 Metern sind nur noch 1.12% der ursprünglichen Fläche als Kernfläche vorhanden. Es handelt sich dabei um Fussball (9322), Sportplatz (9320), Zeltplatz, Campingplatz ohne Einrichtungen (9363) und Friedhof (9380).

## 4.8 Nachbarschaftsanalyse

Die Beziehung der Polygone einer HC zu den Nachbarpolygonen wurde anhand von zwei Analysen untersucht. Einerseits wurde die Distanz eines Polygons einer HC zum nächsten Nachbarn der gleichen HC berechnet und analysiert, andererseits wurden die angrenzenden Nachbarn an eine HC identifiziert.

### 4.8.1 Distanz zum nächsten Nachbar (Nearest Neighbour)

In diesem Teil der Analyse mit  $\nu$ LATE e werden die Nachbarschaftsbeziehungen der verschiedenen HC genauer betrachtet. Es wird jeweils die Distanz jedes Polygons zum nächstgelegenen Nachbarn derselben HC errechnet und der Nachbar identifiziert.

- Nearest Neighbour Distance (**NNDIST**): Gibt die Distanz zum nächsten Polygon der gleichen HC an. Gemessen in [m]

#### 4.8.1.1 Methode

Die Resultate der Nearest Neighbour Distance (NNDIST) sind in Metern angegeben. Die NNDIST gibt die Distanz des betrachteten Polygons zum nächstgelegenen Polygon der gleichen HC an. Um die Daten analysieren zu können, wurden die NNDIST in neun Klassen (Tabelle 49) eingeteilt. Die Klasse 0 beinhaltet alle Polygone, die zu ihrem nächsten Nachbarn 0 Meter Abstand besitzen. Es wurde bei der Klassifizierung eine eigene Klasse mit der NNDIST von 0 m gewählt, da es sich um eine jeweils grosse Menge an Polygonen mit einer NNDIST von 0 m handelt und interessant ist, wie viele Polygone direkt an ein Polygon der gleichen HC grenzen ohne jeglichen Abstand. Zur Klasse 0.1-5 gehören alle Polygone, deren Abstände grösser als 0 und kleiner gleich 5 betragen. Die Klassen 3 bis 8 enthalten jeweils alle Polygone, deren Werte grösser als der untere und kleiner gleich dem oberen Wert sind. Die letzte Klasse enthält all diejenigen Polygone, welche einen Abstand von mehr als 1000 Metern zum nächsten Nachbarspolygon derselben Klasse besitzen. Durch diese Einteilung erhält man einen Überblick über die Distanzen der Polygone zu ihren Nachbarn. Die Aufteilung in die neun Klassen wurde so gewählt, dass kurze Distanzen in kleinere Abschnitte und lange Distanzen in grössere Abschnitte eingeteilt wurden.

Klasse	Klassierung: Nearest Neighbour Distance (NNDIST) [m]
1	0
2	0.1-5
3	5-10
4	10-25
5	25-50
6	50-100
7	100-500
8	500-1000
9	>1000

**Tabelle 42:** Klassierung der NNDIST

#### 4.8.1.2 Resultate und Interpretation

In der Tabelle 43 sind die Minimal- und Maximalwerte, die bei der NNDIST der HC erreicht werden, aufgelistet. Weiter wurde der Median der HC errechnet. Dieser besagt, welche NNDIST an mittlerer Stelle steht, wenn alle NNDIST-Werte aneinander gereiht werden und teilt daher die Datenmenge in zwei Hälften.

HC	Minimum [m] NNDIST	Maximum [m] NNDIST	Median [m] NNDIST
Gewässer (2000)	0	1139	23
Moore (3000)	0	3813	3
Landwirtschaft, Rasen (4000)	0	1266	0
Extremstandorte (5000)	0	592	0
Gehölze (6000)	0	1394	17
Wald (7000)	0	408	0
Veränderte Standorte (8000)	2.4	3185	88
Siedlung, Verkehr (9000)	0	1943	0

**Tabelle 43:** NNDIST der HC

Die Einbindung der Polygone zu den Nachbarn der gleichen HC ist bei Landwirtschaft, Rasen (4000), Extremstandorte (5000), Wald (7000) und Siedlung, Verkehr (9000) gewährleistet. Diese Klassen haben einen Median von 0, was bedeutet, dass die Mehrheit der Polygone an ein Polygon der gleichen Klasse zu liegen kommen.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Median der Gewässer (2000) sehr hoch ist. Es wäre zu erwarten, dass der Median viel tiefer liegt, da Gewässer grundsätzlich über einen fortlaufenden Flusslauf verfügen. NNDIST von zehn Metern könnten erwartet werden, da die Polygone teilweise



von Brücken unterbrochen werden. Dem Resultat zufolge muss es noch andere Gründe geben, dass der Median der HC Gewässer (2000) 23 Meter beträgt und dadurch der zweithöchste Wert in der Analyse darstellt.

Aus den Diagrammen in Diagramm 20 ist ersichtlich, dass die HC Landwirtschaft, Rasen (4000), Extremstandorte (5000), Wald (7000) und Siedlung, Verkehr (9000) so liegen, dass der überwiegende Anteil der Polygone direkt an ein Polygon der gleichen HC grenzt und daher die NNDIST von Null besitzen. Der restliche Teil der Polygone verteilt sich so, dass es bei kleineren Distanzen mehr Polygone hat als bei grösseren Distanzen. Die Flächen dieser Klassen sind gut miteinander vernetzt und es bestehen nur bei einem geringen Anteil der Flächen grosse Distanzen zum nächsten Polygon der gleichen Klasse. Für die HC Siedlung, Verkehr (9000) bedeutet dies, dass die Flächen miteinander in Verbindung stehen und nur vereinzelt Flächen eine grosse Distanz zur HC besitzen.

Die HC Moore (3000) zeigt ein ähnliches Verhalten. Es sind ebenfalls viele Polygone mit einer NNDIST von null Metern zu finden, jedoch verteilt sich die Anzahl der restlichen Polygone unregelmässig auf die verschiedenen Distanz-Klassen.

Ein unregelmässiges Muster der Verteilung der NNDIST zeigen die HC Gewässer (2000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000). Auffällig ist, wie bereits bei der Analyse des Medians bemerkt, dass die HC Gewässer (2000) kaum über Polygone verfügt, welche eine geringe Distanz zur HC besitzen. Ein grosser Teil liegt bei den Klassen 0.1-5 Meter und 100-500 Meter. Es sind viele Polygone vorhanden, die nicht direkt an die HC grenzen, sondern eine nennenswerte Distanz zur HC aufweisen. Die NNDIST der HC Gehölze (6000) verteilt sich auf alle Distanz-Klassen. Die HC veränderte Standorte (8000) hat eine Menge Polygone mit einer kurzen Distanz zum nächstgelegenen Nachbarpolygon, jedoch auch einen verhältnismässig grossen Anteil an Polygonen mit einer grossen Distanz.

Es verfügen alle HC über Polygone, welche die nächsten Nachbarn bereits bei null Metern Distanz oder erst bei grösseren Distanzen aufweisen.

Die Diagramme in Diagramm 20 zeigen die Verteilung der Nachbarpolygone der HC in die neun Klassen der NNDIST. Die Datengrundlagen befinden sich im Anhang 8.2.6.

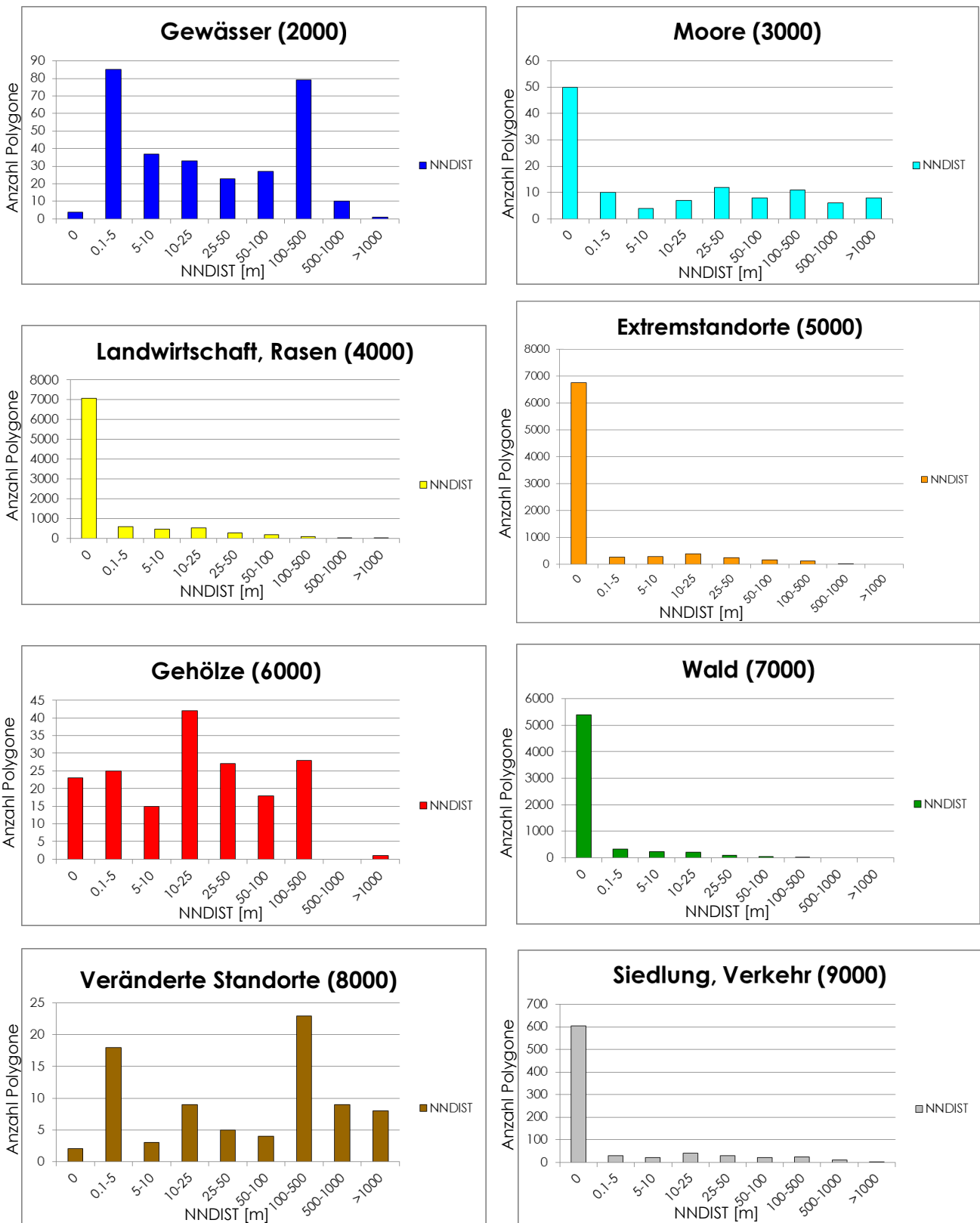


Diagramm 20: NNDIST der acht HC

## 4.8.2 Nachbarschaft einer HC

In der folgenden Analyse geht es um die Frage, wie sich die HC und HT der direkten Nachbarn einer bestimmten HC zusammensetzen.

### 4.8.2.1 Methode

Für diese Analyse wurde ein Tool<sup>13</sup> zur Selektion von Polygonen abhängig von ihrer Lage verwendet. Bei diesem Tool werden diejenigen Polygone ausgewählt, die mit der selektierten HC eine gemeinsame Polygonlinie besitzen. Dazu wurde im Tool die Relationship: „*Share a line segment with*“ gewählt. Es wird nicht berücksichtigt, wie lange die gemeinsame Linie mit dem Polygon ist. Die Polygone werden ausgewählt, sobald ein gemeinsames Liniensegment vorhanden ist.

Für die Analyse wurde jeweils eine HC zu einem Polygon gemacht und dessen Grenzen betrachtet. Dadurch entfallen alle Polygone, die von der eigenen HC sind. Ansonsten hätte jedes Polygon einzeln betrachtet werden und dadurch die Grenzen zu den eigenen HC ermittelt werden müssen. Im Teil der Nachbarschaftsanalyse (Kapitel 4.8) mit der Extension *^LATE* wird der Abstand zum nächstgelegenen Polygon der eigenen HC berechnet und analysiert. Dies dient auch zur Analyse der Nachbarschaftsbeziehungen mit der eigenen Hauptklasse.

Die Analyse der Zusammensetzung der HC und der HT, die Nachbarn einer bestimmten HC sind, erfolgt in Microsoft Access mittels SQL-Abfragen. Es werden die Daten der jeweiligen HC ausgewählt, bei denen die Anzahl der Polygone der HC oder HT gezählt werden und deren Fläche berechnet wird.

Anschliessend sind die Resultate der HC zusammengestellt. Diese zeigen die Anzahl der Polygone einer anderen HC, die eine Grenze mit der betrachteten HC teilt, und die Summe derer Flächen. Dadurch soll die grossräumige Einbettung widerspiegelt werden. Es folgt nach den beschriebenen Resultaten eine kurze Interpretation der erhaltenen Resultate. Diese erfolgt HC-übergreifend.

In dieser Analyse wurden alle Polygone betrachtet, die eine gemeinsame Linie mit der betrachteten Klasse haben. Es könnte in einer weiterführenden Analyse die Länge der Grenze der aneinander liegenden Flächen mitberücksichtigt und gewichtet werden.

---

<sup>13</sup> ArcGIS Tool: Select Layer by Location

#### 4.8.2.2 Resultate

In der Tabelle 44 sind die Anzahl an angrenzenden Polygonen für eine bestimmte HC und der jeweilige Polygonumfang in Metern angegeben. Das Verhältnis von Umfang zu Anzahl Polygone zeigt, wie gross die Grenze der Nachbarpolygone im Durchschnitt ist. Dadurch können Aussagen gemacht werden, ob die Grenzabschnitte im Durchschnitt kurze oder lange Grenzlinien pro Polygon sind.

Hauptklasse	Polygonumfang (Shape Length) [m]	Anzahl Nachbar- polygone	Umfang/Anzahl Polygone
Gewässer (2000)	334'023	3041	110
Moore (3000)	38'315	345	111
Landwirtschaft, Rasen (4000)	2659'132	10'968	242
Extremstandorte (5000)	2078'178	9'040	230
Gehölze (6000)	48'056	321	150
Wald (7000)	1403'498	5'945	236
Veränderte Standorte (8000)	16'056	244	66
Siedlung, Verkehr (9000)	483'782	3'678	132

**Tabelle 44:** Anzahl der Nachbarpolygone pro HC

Die HC Moore (3000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000) haben nur eine kleine Anzahl Nachbarpolygone. Dies ist dadurch zu erklären, dass es kompakte und kleine Flächen sind oder die angrenzenden Polygone eine lange gemeinsame Grenze aufweisen. Wenn man die HC Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) betrachtet, besitzen sie im Vergleich zu den HC Gehölze (6000) und veränderten Standorten (8000) verhältnismässig viele Nachbarpolygone, die einen ähnlichen Gesamtflächeninhalt aufweisen. Die Polygone dieser HC besitzen einen grossen Polygonumfang (Shape Length), an welchen viele Polygone grenzen können. Die Landwirtschaft, Rasen (4000), welche einen Grossteil der Fläche ausmacht, hat im Verhältnis weniger Nachbarpolygone als die Extremstandorte (5000). Dies ist dadurch zu begründen, dass viele der Nachbarpolygone Polygone der eigenen HC sind.

Das Verhältnis von Umfang zur Anzahl der Polygonnachbarn sagt aus, ob im Durchschnitt die gemeinsame Nachbarslinien lange oder kurz sind. Über sehr kurze Grenzlinien verfügt die HC veränderte Standorte (8000). In einem ähnlichen Bereich befinden sich die HC Gewässer (2000), Moore (3000), Gehölze (6000) und Siedlung, Verkehr (9000). Über eine im Verhältnis zu den anderen HC lange Nachbarslinie verfügen die HC Landwirtschaft, Rasen (4000), Extremstandorte (5000) und Wald (7000).

#### 4.8.2.3 Gewässer (2000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
3000	59	1.9	306'117	1.0
4000	0	0	0	0
4200	1'147	37.7	17'082'352	53.8
5000	1'026	33.7	7'478'691	23.5
6000	6	0.2	5'807	0.0
7000	678	22.3	6'270'229	19.7
8000	10	0.3	39'937	0.1
9000	115	3.8	587'937	1.9
Total	3'041		31'771'069	

**Tabelle 45:** Nachbarn der Gewässer (2000)

Die meisten Nachbarn der Gewässer (2000) sind Rasen, Staudenfluren (4200) oder Extremstandorte (5000). Weiter ist ein grosser Teil Wald (7000). Im Vergleich der Grösse der angrenzenden Flächen dominiert ganz klar die HC Rasen, Staudenfluren (4200). Die Gewässer grenzen nicht an die Landwirtschaft (4000) und nur an einen sehr geringen Anteil der Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000). Ebenfalls ein beträchtlicher Teil betreffen die HC Siedlung, Verkehr (9000) und Moore (3000), welche Nachbarpolygone der Gewässer (2000) sind.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der grösste Teil der Gewässer (2000) in die Nachbarschaft von Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (6000) eingebettet ist. Die Gewässer stehen auch im Zusammenhang mit den Mooren (3000). Ebenfalls sind Flächen von Siedlung, Verkehr (9000) Nachbarn der Gewässer. Mögliche Gründe können sein, dass Strassenläufe Flussläufen folgen, da die Flüsse für die Strassen geeignete Gebiete schufen, und dass Wasser für den Menschen als Lebensgrundlage dient. Daher bestehen vermehrt Nachbarschaften zwischen Gewässern (2000) und Siedlung, Verkehr (9000).

#### 4.8.2.4 Moore (3000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	30	8.7	58'390	1.5
4000	0	0	0	0
4200	186	53.9	2'288'316	58.2
5000	29	8.4	71'465	1.8
6000	1	0.3	1'750	0.0
7000	90	26.1	1'345'197	34.2
8000	1	0.3	176	0.0
9000	8	2.3	163'707	4.2
Total	345		3'929'002	34.5

**Tabelle 46:** Nachbarn der Moore (3000)

Die Moore (3000) sind am häufigsten von HC Rasen, Staudenfluren (4200) umgeben. Weiter ist ein grosser Teil der Nachbarn der HC Wald (7000) zuzuschreiben. An dritter Stelle treten die HC Gewässer (2000) und Extremstandorten (5000) auf.

Aus den Daten kann geschlossen werden, dass viele Flächen der HC Rasen, Staudenfluren (4200) an die Moore grenzen. Moore sind daher häufig in die Umgebung von Rasen, Staudenfluren (4200) eingebettet.

#### 4.8.2.5 Landwirtschaft, Rasen (4000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	520	4.7	1'007'354	1.1
3000	82	0.7	393'804	0.4
5000	5'626	51.3	47'620'740	54.1
6000	173	1.6	284'968	0.3
7000	3'813	34.8	36'507'169	41.5
8000	58	0.5	121'643	0.1
9000	696	6.3	2'009'187	2.3
Total	10'968		87'944'865	

**Tabelle 47:** Nachbarn der Landwirtschaft, Rasen (4000)

In dieser Analyse setzen sich die Polygone der Landwirtschaft, Rasen (4000) aus allen HT, also sowohl den landwirtschaftlichen Flächen als auch den Flächen der Rasen, Staudenfluren (4200), zusammen. Die meisten Nachbarn gehören der HC Extremstandorte (5000) an. Ebenfalls sind Flächen des Waldes (7000) häufige Nachbarn der Landwirtschaftsflächen (4000).

Die Landwirtschaft, Rasen (4000) ist eingebettet in Flächen von Extremstandorte (5000) und Waldflächen (7000). Wichtige Nachbarn sind jedoch auch Gewässer und Siedlung, Verkehr (9000). Wenn die Resultate der Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) betrachtet werden, gehört die HC Rasen, Staudenfluren (4200) zu den dominierenden HC.

Es ist zu beachten, dass die HC Landwirtschaft (4000) ohne Rasen, Staudenfluren (4200) als Nachbar bei den anderen HC nur in sehr geringem Masse bei den Extremstandorten (5000), den Gehölze (6000), beim Wald (7000) vorhanden sind. Am häufigsten grenzen die landwirtschaftlichen Flächen an die HC Siedlung, Verkehr (9000). Diese müssen durch Strassen erschlossen sein und liegen in der Regel nahe bei Bauernhöfen (Siedlung).

#### 4.8.2.6 Extremstandorte (5000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	356	3.9	845'198	1.1
3000	30	0.3	180'889	0.2
4000	1	0.0	136	0.0
4200	5'831	64.5	51'624'939	69.1
6000	3	0.0	10'515	0.0
7000	2'702	29.9	21'308'671	28.5
8000	22	0.2	81'993	0.1
9000	95	1.1	617'200	0.8
Total	9'040		74'669'541	

**Tabelle 48:** Nachbarn der Rohbodenstandorte, Extremstandorte (5000)

Die Nachbarpolygone der Extremstandorte (5000) setzen sich aus einem überwiegenden Anteil der HC der Rasen, Staudenfluren (4200) und einem Grossteil der HC Wald (7000) zusammen. Es sind einige Polygone, welche der HC Gewässer (2000) angehören. Es sind praktisch keine Nachbarpolygone, welche zur Landwirtschaft (4000) oder den Gehölze (6000) gehören. Wenige Nachbarpolygone zählen zu den HC Siedlung, Verkehr (9000), veränderte Standorte (8000) oder Moore (3000).

Die Rasen, Staudenfluren (4200) sind sehr dominant in ihrer Anzahl Nachbarpolygone. Daraus kann geschlossen werden, dass die Extremstandorte (5000) vor allem in die Rasen, Staudenfluren (4200) eingebettet sind. Ebenfalls grenzt diese HC an viele Waldpolygone. Es kann gesagt werden, dass viele Grenzökotone von Wald (7000) und Extremstandorte(5000) bestehen, die für Flora und Fauna wertvoll sein können.

#### 4.8.2.7 Gehölze (6000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	8	2.5	21'179	0.4
3000	1	0.3	11'666	0.2
4000	5	1.6	26'570	0.5
4200	160	49.8	4'434'591	75.5
5000	3	0.9	1'862	0.0
7000	92	28.7	994'115	16.9
8000	2	0.6	203	0.0
9000	50	15.6	385'175	6.6
Total	321		5'875'362	

**Tabelle 49:** Nachbarn der Gehölze (6000)

Die HC mit den meisten Nachbarpolygone ist der Rasen, Staudenfluren (4200). Ebenfalls über viele Polygone verfügen die HC des Waldes (7000) und der Siedlung, Verkehr (9000).

Ausser der veränderten Standorte (8000) besitzen keine anderen HC diesen hohen Anteil an Nachbarpolygone der HC Siedlung, Verkehr (9000). Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Siedlungs- und Freizeiträume durch das vermehrte Vorkommen von Gehölze (6000) aufgewertet werden. Ebenfalls machen die Nachbarpolygone des Waldes einen grossen Anteil aus. Dies ist dadurch zu erklären, dass die HC Gehölze (6000) als Übergangsstruktur zum Wald (7000) dienen und so eine Verbindung darstellen kann.

#### 4.8.2.8 Wald (7000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	466	7.8	547'382	1.4
3000	57	1.0	209'298	0.5
4000	2	0.0	201	0.0
4200	2'939	49.4	24'807'203	63.9
5000	2'115	35.6	11'709'464	30.2
6000	60	1.0	198'713	0.5
8000	35	0.6	136'469	0.4
9000	271	4.6	1'227'511	3.2
Total	5'945		38'836'241	

**Tabelle 50:** Nachbarn des Waldes (7000)

Der Wald (7000) steht vor allem in Verbindung mit den dominierenden HC des Rasen, Staudenfluren (4200) und der Extremstandorte (5000). Ebenfalls sind die Polygone der HC Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) als deutliche Nachbarklassen zu erkennen.

Der Wald (7000) wird in die Gebiete von Rasen, Staudenfluren (4200) und Extremstandorte (5000) eingebettet. Häufig grenzen die Waldflächen auch an Gewässer (2000) oder an Flächen von Siedlung, Verkehr (9000).

#### 4.8.2.9 Veränderte Standorte (8000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	11	4.5	27'953	0.8
3000	1	0.4	3'733	0.1
4000	0	0	0	0
4200	86	35.2	2'422'473	68.2
5000	36	14.8	235'465	6.6
6000	2	0.8	8'040	0.2
7000	59	24.2	419'448	11.8
9000	49	20.1	432'406	12.2
Total	244		3'549'519	

**Tabelle 51:** Nachbarn der veränderten Standorte (8000)



In der HC der veränderten Standorte (8000) sind die HC der Rasen, Staudenfluren (4200), des Waldes (7000) und der Siedlung, Verkehr (9000) dominierend. Ebenfalls gibt es einige Nachbarpolygone der HC Extremstandorte (5000) und Gewässer (2000).

Für diese HC ist der Zugang durch Strassen oder Wege sicherlich ein wichtiger Bestandteil. Daher ist eine hohe Anzahl an Nachbarpolygonen der HC Siedlung, Verkehr (9000) zu erwarten. Diese HC kann auch erst entstehen, wenn ein Zugang durch den Menschen möglich ist.

#### 4.8.2.10 Siedlung, Verkehr (9000)

Nachbar HC	Anzahl Polygone	%-Anteil der Polygone	Summe der Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil der Fläche
2000	164	4.5	327'460	0.9
3000	13	0.4	56'218	0.1
4000	23	0.6	79'769	0.2
4200	1'528	41.5	20'040'748	53.2
5000	279	7.6	1'040'766	2.8
6000	81	2.2	146'876	0.4
7000	1'537	41.8	15'790'432	42.0
8000	53	1.4	156'439	0.4
Total	3'678		37'638'707	

**Tabelle 52:** Nachbarn der Siedlung, Verkehr (9000)

Die dominierenden Nachbarhauptklassen sind die Rasen, Staudenfluren (4200) und der Wald (7000) mit einer gleichen Anzahl an Nachbarpolygonen. Ebenfalls machen die Gewässer (2000) und Extremstandorte (5000) einen deutlichen Anteil aus. Die Gehölze (6000) sind in dieser HC im Vergleich zu den anderen HC stark vertreten.

Die HC Siedlung, Verkehr (9000) verfügt über die meisten Nachbarpolygone in der HC Landwirtschaft (4000). Daraus kann gefolgert werden, dass landwirtschaftliche Flächen auf Zugang zu Siedlungsflächen angewiesen sind. Nebst den Rasen, Staudenfluren (4200) sind die Waldpolygone (7000) häufige Nachbarn der Siedlung, Verkehr (9000). Es kann daraus gefolgert werden, dass es viele Strassen und möglicherweise Siedlungsgebiete gibt, die an Waldflächen grenzen. Dazu gehören beispielsweise Waldwege, die von der Waldbewirtschaftung genutzt werden. Es ist zu beachten, dass bei den anderen HC jeweils die HC der Extremstandorte (5000) einen grösseren Anteil ausmacht als bei der HC Siedlung, Verkehr (9000). Das vermehrte Vorkommen von Gehölze (6000) kann darauf zurückzuführen sein, dass diese stark in die Siedlungsflächen eingebunden werden.

## 5. DISKUSSION

Der Habitalp-Datensatz umfasst eine enorme Menge an Informationen in einem hohen Detaillierungsgrad und bietet vielfältige Möglichkeiten zur Auswertung der Daten. Daher ist es wichtig, sich bei einer Landschaftsanalyse auf einige, als wichtig betrachtete Aspekte zu konzentrieren, da der Anwendungsbereich sehr vielfältig ist. In dieser Arbeit wurde der Fokus auf die Gliederung der Orographie, der Zonierung, der Nachbarschaft und der Hangexposition gelegt. Ein interessanter Aspekt, der nicht betrachtet wurde ist die Abhängigkeit der Höhenlage. In einer weiteren Untersuchung wäre dies ein wichtiger Parameter, der zu verfolgen wäre. Neben der Analyse von einzelnen Parametern ist auch deren Verknüpfung und eine übergreifende Betrachtung notwendig. Beispielsweise wäre die Hangneigung in Abhängigkeit von der Höhenlage eine spannende Fragestellung. Es ist zu hinterfragen, ob die Gliederung der Gebiete nach ihrer orographischen Zugehörigkeit eine sinnvolle Variante darstellt. Es wurde keine Literatur gefunden, welche sich mit diesem Aspekt auseinandergesetzt hat oder als Vergleich herangezogen werden konnte. Allenfalls wären andere Parameter, wie beispielsweise die Hangneigung, die oben bereits erwähnt wurde, ein interessanterer Untersuchungsfaktor gewesen.

Grundsätzlich gehören in den theoretischen Teil einer Arbeit die Grundlagen, welche als Hintergrundinformation dienen und für das Verständnis des weiteren Vorgehens benötigt werden. In der vorliegenden Arbeit sind das Wissen über den Habitalp-Datensatz, seine Entstehung, Ziele und Anwendung der wesentliche Teil des theoretischen Hintergrundes. Ebenfalls soll dem Leser ein Einblick in die Theorie der Orthofotos verschaffen werden. Der Teil der digitalen Bildauswertung und visuellen Bildverarbeitung ist nicht eigentlicher Bestandteil der theoretischen Grundlagen, da in der Arbeit selber keine Bildauswertung vorgenommen wird. Es kann schliesslich gesagt werden, dass in dieser Arbeit der Fokus in den theoretischen Grundlagen zu stark auf das Thema Fernerkundung gelegt wurde. Diesen Teil der Arbeit hätte man verkürzen oder weglassen können.

Bei der nachträglichen Betrachtung der Karte wurde bemerkt, dass es sinnvoll gewesen wäre, jeweils den Perimeter in den Karten aufzuzeigen, was die Karten einheitlicher und besser lesbar gemacht hätte. Zusätzlich würden Hauptstrassen und Bezeichnungen von grösseren Ortschaften dem Leser die Orientierung auf der Karte erleichtern. Die Anpassung wurde in dieser Arbeit jedoch unterlassen.

Durch die gesamte Arbeit zieht sich die Abkürzungen der HC und HT. Es gäbe unterschiedliche Formen, wie die Bezeichnungen im Fliesstext verwendet werden könnten. Bei dieser Arbeit werden jeweils sowohl die Zahlen als auch die Beschreibungen in Worten verwendet. Der Grund dafür besteht darin, dass man durch die Zahl die gewünschte HC, bzw. HT, schneller findet, aber sich durch die Beschriftung auch besser orientieren kann und auch die Struktur vorstellen kann.

Bei der Nachbarschaftsanalyse wurden die Distanzen zum nächsten Nachbar in 9 verschiedene Klassen unterteilt. Es wurde darauf geachtet, dass sicherlich die Distanz von Null Metern eine Klasse darstellt und anschliessend jeweils im näheren Bereich mehrere Klassen und mit grösserer Distanz auch grössere Klassen vorhanden sind. Diese Einteilung basiert nicht auf Untersuchungen und hätte auch anders gewählt werden können. Es erscheint jedoch sinnvoll, die Distanzen in Klassen zu unterteilen, um einen einfacheren Überblick zu erhalten.

Die Verwendung der Extension vLATE in ArcGIS wird in Studien eher selten verwendet. Aus diesem Grund war es nicht möglich, die Werte aus der Analyse mit anderen Landschaftsanalysen zu vergleichen und daraus Schlüsse zu ziehen. Es wäre daher interessant, verschiedene Analysen von unterschiedlichen Landschaften bezüglich ihrer Resultate aus vLATE miteinander zu vergleichen und interpretieren.

Die Version von vLATE ist veraltet und müsste aus diesem Grund überarbeitet werden, damit sie in der neusten Version von ArcGIS verwendbar ist. Ebenfalls sollte die IDEFIX-Datenbank angepasst werden.

Interessant wäre eine Betrachtung der Landschaft über eine längere Zeitspanne. Dazu wäre jedoch die Aufnahme von Daten über mehrere Jahre nötig, was mit erhöhten Kosten verbunden wäre. Dadurch könnte die Entwicklung der Landschaft im Laufe der Jahre verfolgt, analysiert und interpretiert werden.

Insgesamt war die Arbeit für mich ein interessanter Lernprozess. Ich musste Entscheidungen treffen, welche sich im Nachhinein bewährten oder aber rückblickend hätten anders getroffen werden müssen. Einerseits lernte ich den Umgang mit einem grossen Datensatz und die Anwendungen in ArcGIS, andererseits das wissenschaftliche Schreiben.

## **6. DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, welche mich bei der Arbeit unterstützt haben. Ein grosser Dank geht an meine Betreuerin Monika Niederhuber, GIS-Team ETH Zürich, welche mir mit viel Geduld mit Rat und Tat zur Seite stand und zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen hat. Ebenfalls möchte ich mich bei Ruedi Haller, Leiter Forschung und Geoinformation des Schweizerischen Nationalparks, bedanken, welcher mir die Daten zur Verfügung gestellt hat und mir den Habitalp-Datensatz näher brachte.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS

**Albertz J.** (2009). *Einführung in die Fernerkundung, Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern*

**Arcscripts** (2013). *Select features at random*

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15441>. Zugriff: 26.3.2013

**BAFU**, (2010). *Val Müstair und Nationalpark bilden ein gemeinsames UNESCO Biosphärenreservat*

<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/?lang=de&msg-id=33389>. Zugriff: 16.8.13.

**BAFU** (2009). *Anforderungen an einen Park*

<http://www.paerke.ch/de/pdf/schweizer-paerke/kategorien/Anforderungen-an-die-Paerkekategorien-BAFU.pdf>. Zugriff: 25.11.2013.

**BFS** (11.07.2013a). Bundesamt für Statistik, *Anteil der Landwirtschaftlichen Nutzflächen*

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/03/blank/ind24.indicator.240204.2402.html>. Zugriff: 6.12.2013

**BFS** (2013b). Bundesamt für Statistik, *Arealstatistik, Siedlungsfläche*

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/data/01.html>. Zugriff: 6.12.2013

**BFS** (2006). Bundesamt für Statistik, *Zustand und Entwicklung der Bodennutzung*

[http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/key/01/zustand\\_und\\_entwicklung\\_\\_tabelle.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/key/01/zustand_und_entwicklung__tabelle.html). Zugriff: 18.11.2013

**Biosfera** (2013a). *Biosfera Homepage: Ausgangslage*

<http://www.biosfera.ch/ausgangslage.htm>. Zugriff: 17.7.2013

**Biosfera** (2013b). *Biosfera Homepage: Projekte*

<http://www.biosfera.ch/projektziele.htm>. Zugriff: 17.7.2013

**Biosphäre** (2013). *Netzwerk Schweizer Pärke, Biosphäre*

<http://www.paerke.ch/de/pdf/netzwerk/StatutenNetzwerk6.Mai2011.pdf>. Zugriff: 25.11.2013

**Bock M. et al.** (2005). Spatial indicators for nature conservation from European to local scale, *Ecological Indicators* 5 (2005) 322-338

**Charta** (2010). *Charta, Regionaler Naturpark, Biosfera Val Müstair*

[http://www.biosfera.ch/pdf/RNP%20BIOSFERA%20VAL%20MueSTAIR%20CHARTA%20INKL.%20KONZEPT%202010\\_2011\\_2013.pdf](http://www.biosfera.ch/pdf/RNP%20BIOSFERA%20VAL%20MueSTAIR%20CHARTA%20INKL.%20KONZEPT%202010_2011_2013.pdf). Zugriff: 2.8.2013

**Cumün** da Val Müstair (2013). *Geographie*

<http://www.cdvm.ch/HP/02deutsch/unsereGemeinde/geografie001.html>. Zugriff: 4.12.2013

**Demel, W., Hauenstein, P.** (2006a). *HABITALP, Habitatkartierung mit Farbinfrarot-Luftbildern, Anleitung zur Abgrenzung und Interpretation*

**Demel, W., Hauenstein P.** (2006b). *HABITALP, Habitatkartierung mit Farbinfrarot-Luftbildern, Interpretationsschlüssel*

**Exposition** (2013). *Exposition*

[http://de.wikipedia.org/wiki/Exposition\\_\(Geographie\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Exposition_(Geographie)). Zugriff: 7.8.2013

**GeoDZ** (2013). *Ökoton*

<http://www.geodsz.com/deu/d/%C3%96koton>. Zugriff: 6.12.2013

**Habit alp** (2006). *Alpine Habitat Diversity*. Herausgeber: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, ISBN: 978-3-922325-56-7

<http://www.habit alp.de/deutsch/seiten/practivities.htm>. Zugriff: 2.8.2013

**Habit alp** (2007). *Homepage Habit alp*

<http://www.habit alp.de/deutsch/seiten/homedeutsch.htm>. Zugriff: 2.8.2013

**Haller R., Hauenstein P.** (2013). *Landschaftsinventur und –analyse in einem heterogenen, alpinen und internationalen Umfeld*.

**Hydrographische Gliederung** (basis04, Bafu)

**Klug H., Langanke T., Lang S.** (2003). *IDEFIX – Integration einer Indikatorendatenbank für landscape metrics in ArcGIS 8.x*

[ftp://193.175.153.195/pub/out/lsa/duehneht/indikatoren/pdfs/Klug\\_et\\_al\\_Agit\\_2003.pdf](ftp://193.175.153.195/pub/out/lsa/duehneht/indikatoren/pdfs/Klug_et_al_Agit_2003.pdf). Zugriff: 12.8.2013

**Lang S., Blaschke T.** (2007). *Landschaftsanalyse mit GIS*. ISBN (978-3-8001-2845-7 (Ulmer Verlag).

**Lang S., Tiede D.** (2003). *vLATE Extension für ArcGIS - vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse*. ESRI Anwendungskonferenz.

<http://downloads2.esri.com/campus/uploads/library/pdfs/68464.pdf>. Zugriff: 6.12.2013

**Leitbild** (2013). *Leitbild, BIOSFERA Val Müstair – Parc Naziunal*

<http://www.biosfera.ch/leitbild.pdf>. Zugriff: 14.11.2013

**Löffel, Honecker, Stabel** (2005). *Geographie und Fernerkundung*. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

**Lotz, A.** (2006). *Alpine Habitat Diversity – HABITALP – Project Report 2002-2006*. EU Community Initiative INTERREG III B Alpine Space Programme. Nationalpark Berchtesgaden.

**Orographie** (2013). *Orographie*

<http://de.wikipedia.org/wiki/Orographie>. Zugriff: 26.7.2013

**Natura 2000** (2011). *Natürliche Lebensräume (Natura 2000)*

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/nature\\_and\\_biodiversity/l28076\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/nature_and_biodiversity/l28076_de.htm). Zugriff: 2.8.2013

**Parcs** (2013). *Parcs.ch*

<http://www.parcs.ch>. Zugriff: 4.12.2013

**Prinz, Torsten** (2007). *Digitale Fernerkundungsmethodik in den Geowissenschaften*

[http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE\\_Script/Start.html](http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/Start.html). Zugriff: 25.11.2013

**Schumacher U., Bräuer A., Behnisch M. (2012)**. *Zur Analyse der Formkomplexität von Siedlungsstrukturen und ihrer Lage zum Freiraum – Ergebnisse aus Halle.*

Strobl J., Blaschke T., Griesebner G. in *Angewandte Geoinformation 2012*. (Hrsg.)

**Schweizerischer Nationalpark** (2013a).

<http://www.nationalpark.ch/go/de/about/ueber-uns/unesco-biosphaerenreservat/>. Zugriff: 2.8.2013

**Schweizerischer Nationalpark** (2013b).

<http://www.nationalpark.ch/go/de/about/ueber-uns/entstehung-und-entwicklung/>. Zugriff: 14.11.2013

**Schweizer Pärke** (2013a). *Schweizer Pärke*

<http://www.paerke.ch/de/schweizerpaerke/karte.php>. Zugriff: 25.11.2013

**Schweizer Pärke** (2013b). *Netzwerk*

<http://www.paerke.ch/de/netzwerk/ziele.php>. Zugriff: 25.11.2013

**Swisstopo** (2012). *Arealstatistik Standard 2004/09, Gemeindedaten nach 4 Hauptbereichen*, Bundesamt für Statistik BFS

**Zaugg C., Leutwiler H.** (1996). *Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie*

[http://www.netaquarius.ch/downloads/Pdf/KWK\\_und\\_Gewaesseroekologie.pdf#page=30](http://www.netaquarius.ch/downloads/Pdf/KWK_und_Gewaesseroekologie.pdf#page=30). S.16. Zugriff: 4.12.2013

## 8. ANHANG

### 8.1 Zusammenfassung der Resultate

In diesem Teil des Anhangs sind alle wichtigen Resultate aus dem Teil Methode, Analyse und Interpretation des Habitats (Kapitel 4) zusammengestellt.

#### 8.1.1 Hangexposition

Die Aufteilung des Val Müstair in die Hangexpositionen ist folgendermassen: 29.8% Nordhänge, 23.5% Osthänge, 22.7% Südhänge und 24.1% Westhänge.

An den Nordhängen sind die Extremstandorte (5000) mit 41% am meisten vertreten. An Nordhängen ist die Sonneneinstrahlung weniger intensiv, dadurch werden die Flächen weniger stark erwärmt, wodurch beispielsweise der Schnee länger liegen bleibt. Daher herrschen an Nordhängen für die Vegetation schwierigere Wachstumsbedingungen.

Die dominierende HC an den Osthängen sind die Rasen, Staudenfluren (4200) mit einem Anteil von 37%. An den Osthängen hat es im Vergleich zu den anderen Hangexpositionen einen grossen Anteil an Flächen der HC Siedlung, Verkehr (9000).

An den Südhängen ist die HC Rasen, Staudenfluren (4200) mit 46% die dominierende HC. In keiner anderen Hangexposition nimmt eine HC einen solch grossen Anteil der Fläche ein wie die HC Rasen, Staudenfluren (4200) an den Südhängen. Dies kann damit in Verbindung stehen, dass an den Südhängen die Sonneneinstrahlung erhöht ist und daher der Schnee im Frühjahr schnell schmelzen kann. Dadurch kann die Vegetationszeit früher einsetzen als an anderen Hangexpositionen.

Die HC Rasen, Staudenfluren (4200) ist ebenfalls an den Westhängen die dominierende HC und besitzt einen Anteil von 39% der Fläche der Westhänge.

Bei der Betrachtung der Aufteilung der HC bezüglich der Hangexpositionen kommen Gewässer (2000) zu 44% an Nordhängen, Moore (3000) zu 36% an Nordhängen, Landwirtschaft (4000) zu 41% an Südhängen, Rasen, Staudenfluren (4200) zu 28% an Südhängen, Extremstandorte (5000) zu 37% an Nordhängen, Gehölze (6000) zu 45% an Osthängen, Wald (7000) zu 31% an Nordhängen, veränderte Standorte (8000) zu 40% an Nordhängen und Siedlung, Verkehr zu 35% an Osthängen vor. Es ist zu beachten, dass die Aufteilung einer HC in die einzelnen Expositionen dem prozentualen Vorkommen der Hangexposition gleichen kann. Dies ist sehr gut im Diagramm 13 der HC Wald (7000) im Vergleich zur Aufteilung der Hangexpositionen im Diagramm 6 ersichtlich.



Nicht der Aufteilung der Hangexpositionen entsprechen die HC: Gewässer (2000), Landwirtschaft (4000), Extremstandorte (5000), Gehölze (6000), veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000), welche beim Vergleichen der Diagramme im Kapitel 4.1.6 mit dem Diagramm 6 erkennbare Unterschiede aufweisen.

### 8.1.2 Orographie

Das Val Müstair teilt sich in eine orographisch linke Seite mit 33.4%, eine orographisch rechte Seite mit 60.6% und eine nicht definierbare Zone 6.0% auf.

Bei der Betrachtung der Zusammensetzung der orographischen Gliederung muss die Aufteilung in die drei Gebiete mitberücksichtigt werden. Die HC Rasen, Staudenfluren (4200), Extremstandorte (5000) und Wald (7000) sind prozentual sehr ähnlich aufgeteilt wie die orographischen Bereiche. Daher ist anzunehmen, dass diese HC nicht von der Orographie abhängig sind.

Die HC Gewässer (2000), Moore (3000), veränderte Standorte (8000) und Siedlung, Verkehr (9000) zeigt eine ähnliche Verteilung der Flächen wie die orographischen Gebiete. Daher ist ebenfalls anzunehmen, dass bei diesen HC die Orographie kein Einflussfaktor für das Vorkommen ist.

Die HC Landwirtschaft (4000) und Gehölze (6000) besitzen einen grossen Anteil an Fläche auf der orographisch linken Seite. Bei diesen zwei HC kann die Orographie für ihr vermehrtes Auftreten in einem orographischen Gebiet eine Rolle spielen.

### 8.1.3 Zonierung

Gemäss der Zonierung der UNESCO wird das Biosphärenreservat Val Müstair – Parc Naziunal in drei Zonen eingeteilt: Die Entwicklungszone, die Pflegezone und die Kernzone. Die grösste Zone im Val Müstair ist die Entwicklungszone, welche 52.3% der Fläche einnimmt. Ebenfalls einen grossen Teil nimmt die Pflegezone mit 43.5% der Fläche ein. Die kleinste der Zonen ist die Kernzone, welche 4.2% der Fläche beträgt. Diese muss gemäss den UNESCO Kriterien (Biosphäre, 2013) mindestens 3% der Gesamtfläche einnehmen, was im Biosphärenreservat Val Müstair der Fall ist.

In der Entwicklungszone befindet sich die gesamte Fläche der Landwirtschaft (4000), der Gehölze (6000) und der veränderten Standorte (8000), welche im Val Müstair vorhanden ist. In dieser Zone dominiert die HC Rasen, Staudenfluren (4200) mit 42.7%, gefolgt vom Wald (7000) mit 35.3% und anschliessend den Extremstandorten (5000), welche 19% der Fläche einnehmen. Insgesamt 92% der Flächen der HC Siedlung, Verkehr (9000) sind in der Entwicklungszone anzutreffen. Dies ist naheliegend, da es sich bei dieser Zone um den Siedlungs- und Wirtschaftsraum handelt.

Die HC Extremstandorte (5000) ist die dominierende HC in der Pflegezone mit einem Flächenanteil von 46.5%. Darauf folgen die Flächen der Rasen, Staudenfluren (4200) mit 31.8% und diejeni-

gen des Wald (7000) mit einem Anteil von 20.3%. Rund 86% der Moore (3000) befinden sich in der Pflegezone und die restlichen 14% in der Entwicklungszone. Bei den Flächen der HC Siedlung, Verkehr (9000), welche sich in der Pflegezone befinden, handelt es sich meist um Wege (9214) und vereinzelt um Land- und Hauptstrassen (9212). Es sind keine Flächen der HT Freizeit-, Erholungs- und Grünflächen (9300) zu finden, da diese in der Pflegezone auch nicht erwünscht wären.

Die Kernzone verfügt über keine Flächen der Moore (3000), Landwirtschaft (4000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000). Ebenfalls sind ausser einer Ruine (9160) keine Flächen von Siedlung, Verkehr (9000) vorzufinden. Der grösste Teil der Kernzone besteht aus der HC Extremstandorte (5000) mit einem Anteil von 75.2%, wobei diese durch die HT Schutt/Geröll fein [cm] (5701) dominiert (51%) wird. Ebenfalls vermehrt (21.7%) sind Flächen von Rasen, Staudenfluren (4200) anzutreffen. Die Flächen der HC Wald (7000) beträgt in dieser Zone 2.5%.

## **8.1.4 Landschaftsstrukturmasse**

### **8.1.4.1 Flächenanalyse (Area Analysis)**

Die HC Rasen, Staudenfluren (4200) ist die HC, welche sowohl die grösste Fläche einnimmt als auch die grösste Anzahl Polygone besitzt. Ebenfalls häufig kommen die HC Extremstandorte (5000) und Wald (7000) im Gebiet des Val Müstair vor. Die grösste durchschnittliche Fläche besitzt die HC Wald (7000).

### **8.1.4.2 Randliniendichte (Edge Analysis)**

Die Analyse der Randliniendichte zeigt auf, dass eine hohe Randliniendichte auf eine grosse Strukturvielfalt hindeutet.

Die Resultate zeigen, dass die HC mit einer grossen Fläche auch einen hohen Anteil an Randlinien besitzen. Daraus kann geschlossen werden, dass eine hohe Strukturvielfalt vorhanden ist. Die HC Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000) verfügen im Vergleich zu anderen Flächen über lange Randlinien-Längen. Dies deutet darauf hin, dass diese HC über Polygone verfügen, die eher langgezogen sind und eher wenig Fläche beinhalten.

### **8.1.4.3 Kernflächenanalyse (Core Area Analysis)**

In der Kernflächenanalyse wurden die Kernflächendistanzen von 5, 10 und 25 Metern verwendet.

Bei der HC Gewässer ist mit einer Kernflächendistanz von 5 Metern nur noch 9.2% der Fläche der HC vorhanden. Daraus folgt, dass diese HC aus sehr schmalen Polygonen besteht, die nicht breiter als 10 Meter sind.

Die HC Moore (3000) besitzt bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern nur zwei Polygone, welche keine Kernfläche mehr besitzen und es bleiben 63% der Fläche der Moore erhalten. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern sind nur noch 8.8% der ursprünglichen Fläche vorhanden. Dies beruht darauf, dass im Val Müstair keine grossflächigen Moore vorhanden sind. Die Randzonen von Mooren werden von ihren angrenzenden Flächen beeinflusst und müssen daher geschützt werden.

Es kann angenommen werden, dass die Flächen der HC Landwirtschaft, Rasen (4000) eher zusammenhängend und gross sind, da bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern immer noch 43.4% der Fläche als Kernfläche ausgeschieden wird.

Bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern ist noch 85.4% der Fläche der HC Extremstandorte (5000) vorhanden. Wenn die Kernflächendistanz 25 Meter beträgt, sind noch 12% der Polygone vorhanden, die 56% der Fläche einnehmen. Daraus kann geschlossen werden, dass es sich dabei um grosse Polygone handelt, die breiter als 50 Meter sind.

Die Gehölze (6000) haben bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern noch 2.7% der ursprünglichen Fläche. Die verbleibende Fläche setzt sich aus sechs Polygonen zusammen.

Bei der HC Wald (7000) verfügen bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern nur 1% der Polygone über keine Kernfläche und bei 25 Metern sind es immer noch 54% der gesamten Fläche der HC Wald (7000), die als Kernfläche vorhanden ist. Diese HC besteht somit eher aus breiteren Polygonen. Insbesondere für im Wald lebende Tiere ist es wichtig, dass die verbleibende Kernfläche genügend gross ist und ihnen als Lebensraum und Schutz dienen kann.

Bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern besitzen in der HC veränderte Standorte (8000) noch 79% der Polygone eine Kernfläche, welche 63.4% der Fläche dieser HC ausmacht.

In der HC Siedlung, Verkehr (9000) beträgt die Mindestbreite eines Polygons 3 Meter (Demel et al., 2006b). Da es sich bei dieser HC häufig um Strassen oder Wege handelt, die eher schmal sind, ist die verbleibende Fläche von 42.4% bei einer Kernflächendistanz von 5 Metern und rund 72% der Polygone, welche keine Kernfläche aufzeigen, verständlich. Bei einer Kernflächendistanz von 25 Metern ist nur noch ein Polygon vorhanden, welches 13.8% der ursprünglichen Fläche dieser HC aufweist.

## **8.1.5 Nachbarschaftsanalyse**

### **8.1.5.1 Nachbarschaft einer HC**

In der Nachbarschaftsanalyse werden alle Polygone bestimmt, welche an eine bestimmte HC grenzen. Es ist dabei zu beachten, dass die Länge der gemeinsamen Grenze keine Rolle spielt, sondern nur das Vorhandensein einer gemeinsamen Grenze.

Die Nachbarn der Gewässer (2000) bestehen grösstenteils aus Flächen der HC Rasen, Staudenfluren (4200) oder Extremstandorten (5000). Die Gewässer (2000) grenzen nicht an die Landwirtschaft (4000) und nur zu einem geringen Teil an die Gehölze (6000) und die veränderten Standorte (8000). Es bestehen vermehrt Nachbarschaften zwischen den Gewässern (2000) und der HC Siedlung, Verkehr (9000). Eine mögliche Erklärung ist, dass Flüsse für die Strassen ein geeignetes Gebiet schufen und dass Wasser dem Menschen als Lebensgrundlage dient.

Die HC Moore (3000) grenzt hauptsächlich an Flächen der HC Rasen, Staudenfluren (4200) und Wald (7000).

Die HC Landwirtschaft, Rasen (4000) hat vor allem Nachbarn der HC Extremstandorte (5000) und Wald (7000).

Die Nachbarpolygone der Extremstandorte (5000) setzen sich aus den HC Rasen, Staudenfluren (4200) und der HC Wald (7000) zusammen. Daraus kann geschlossen werden, dass viele Grenzen zwischen Extremstandorten (5000) und Rasen, Staudenfluren (4200) oder Wald (7000) bestehen, die für Flora und Fauna als Grenzökotone wichtig sind.

Die meisten Nachbarpolygone der HC Gehölze (6000) sind von den Rasen, Staudenfluren (4200). Ein bemerkenswerter Grossteil der Nachbarn gehört der HC Siedlung, Verkehr (9000) an. Ebenfalls ein grosser Teil machen die Nachbarn der HC Wald (7000) aus.

Die HC Wald (7000) besitzt vor allem Nachbarn der HC Rasen, Staudenfluren (4200) und ein geringerer Teil Extremstandorte (5000). Ebenfalls hat es einige Polygone der HC Gewässer (2000) und Siedlung, Verkehr (9000).

Die dominierenden Nachbarpolygone der HC veränderte Standorte (8000) sind Flächen von Rasen, Staudenfluren (4200) gefolgt von der HC Wald (7000). Ein grosser Teil der Nachbarn macht die HC Siedlung, Verkehr (9000) aus. Dies ist zu erwarten, da die Flächen der veränderten Standorte (8000) durch Strassen oder Wege erschlossen werden müssen.

Die HC Siedlung, Verkehr (9000) besitzt am häufigsten Nachbarn der HC Rasen, Staudenfluren (4200) oder Wald (7000).

#### **8.1.5.2 Distanz zum nächsten Nachbar (Nearest Neighbour)**

In der Nachbarschaftsanalyse wird die Distanz zum nächsten Nachbarn der gleichen HC, auch Nearest Neighbour Distance (NNDIST) genannt, berechnet. Um die Resultate zu veranschaulichen, werden die NNDIST der HC in neun Klassen verschiedener Distanzen eingeteilt.

Bei den HC Landwirtschaft, Rasen (4000), Extremstandorte (5000), Wald (7000) und Siedlung, Verkehr (9000) ist aus den Diagrammen in Diagramm 20 ersichtlich, dass diese HC zu einem überwiegenden Anteil eine NNDIST von Null Metern zu ihrem nächsten Nachbarn besitzen.

Die HC der Moore (3000) verfügt ebenfalls über eine Mehrheit von Polygonen mit null Metern NNDIST, jedoch hat es im Verhältnis zu den bereits erwähnten HC mehr Polygone, die eine grössere NNDIST als null Meter aufweisen.

Ein unregelmässiges Muster zeigen die HC Gewässer (2000), Gehölze (6000) und veränderte Standorte (8000), welche das Maximum nicht bei null Metern sondern bei anderen NNDIST besitzen. Grundsätzlich sollten die Polygone der HC Gewässer (2000) eine NNDIST von Null haben. Dies ist jedoch nicht der Fall. Es kann angenommen werden, dass diese Flächen häufig durch beispielsweise Strassen getrennt werden oder von Flächen des Waldes überdeckt und daher nicht erkennbar sind. Bei der HC Gehölze (6000) kann gesagt werden, dass diese sehr unterschiedlich verteilt sind und nicht immer an die eigene HC grenzen. Ebenfalls sind die Flächen der veränderten Standorte unabhängig voneinander im Gebiet verteilt.

## 8.2 Model Builder und Resultate

Im Folgenden sind die ModelBuilder zur Berechnung der Hangexpositionen und der Orographie dargestellt. Ebenfalls sind die Datensätze der Validierung, Zonierung und Kernflächenanalyse aufgelistet.

### 8.2.1 Validierung

Die Excel Tabelle der Validierung ist auf dem beiliegenden Datenträger zu finden. Die Datei ist unter Daten\_Validierung abgespeichert.

### 8.2.2 Hangexposition



Abbildung 12: Reklassifizierung erfolgte gemäss 4.4 Hangexposition

Old Values (aus Aspect)	New Values (Reklassifizierung der vier Hangexpositionen)
-1-45	1 (Norden)
45-135	2 (Osten)
135-225	3 (Süden)
225-315	4 (Westen)
315-360	1 (Norden)

Tabelle 18.

### 8.2.3 Orographie

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Einteilung des Val Müstair in die drei orographischen Gebieten: Rechts, Links, Nicht definierbar erläutert anhand des Model Builders aus ArcGIS.

#### 8.2.3.1 Orographie: Bildung der orographischen Gliederung der Gebiete

Vorgehensweise beim Erstellen der orographischen Gliederung am Beispiel vom Einzugsgebiet des Flusses Clemgia.

##### Einstellungen:

- Buffer: Distance: 4000 Meter; Side Type: RIGHT; End Type: FLAT
- Buffer (2): Distance: 6000 Meter; Side Type: LEFT; End Type: FLAT
- Add Field: Field Name: orographie; Field Type: SHORT
- Calculate Field: für Rechts: Expression 2; für Links: Expression 1;  
für Nicht definierbar: Expression 0

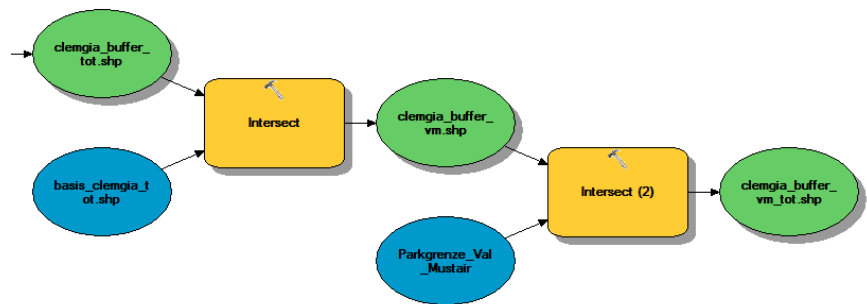
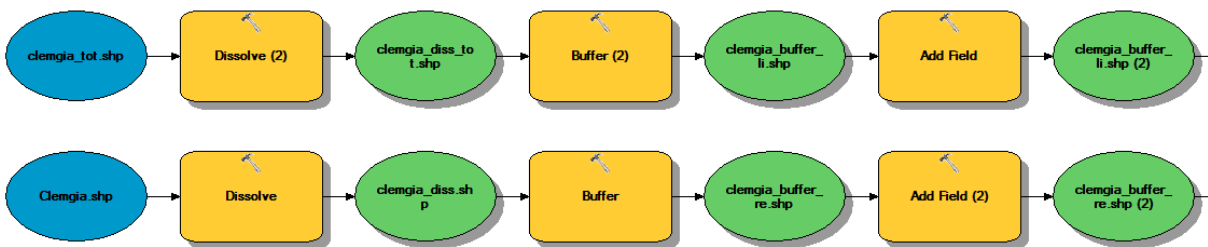
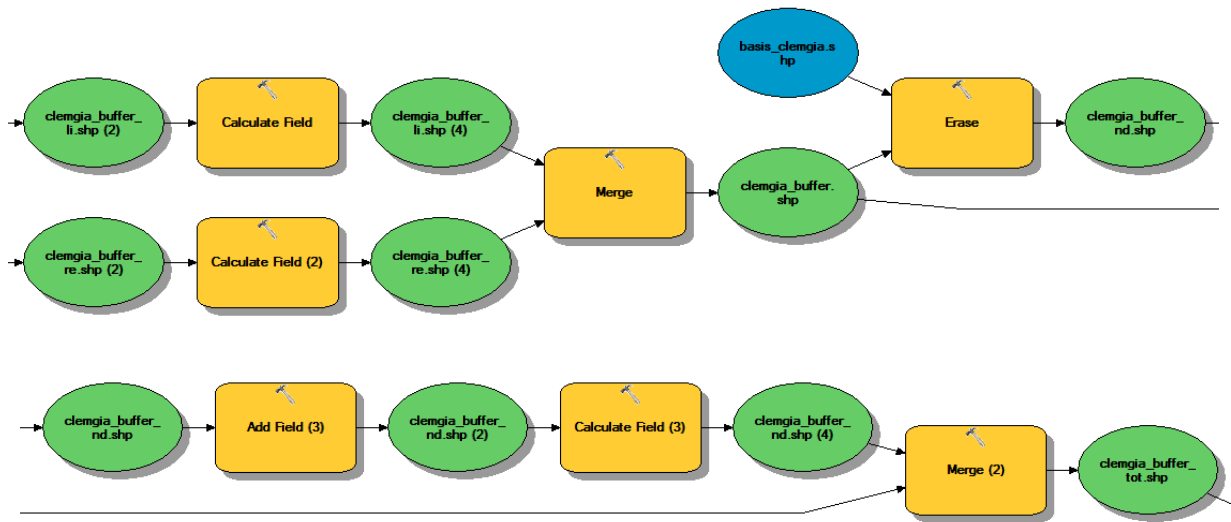


Abbildung 13: ModelBuilder Clemgia

Das Vorgehen beim Einzugsgebiet des Acqua del Gallo erfolgte analog zu jenem der Clemgia.

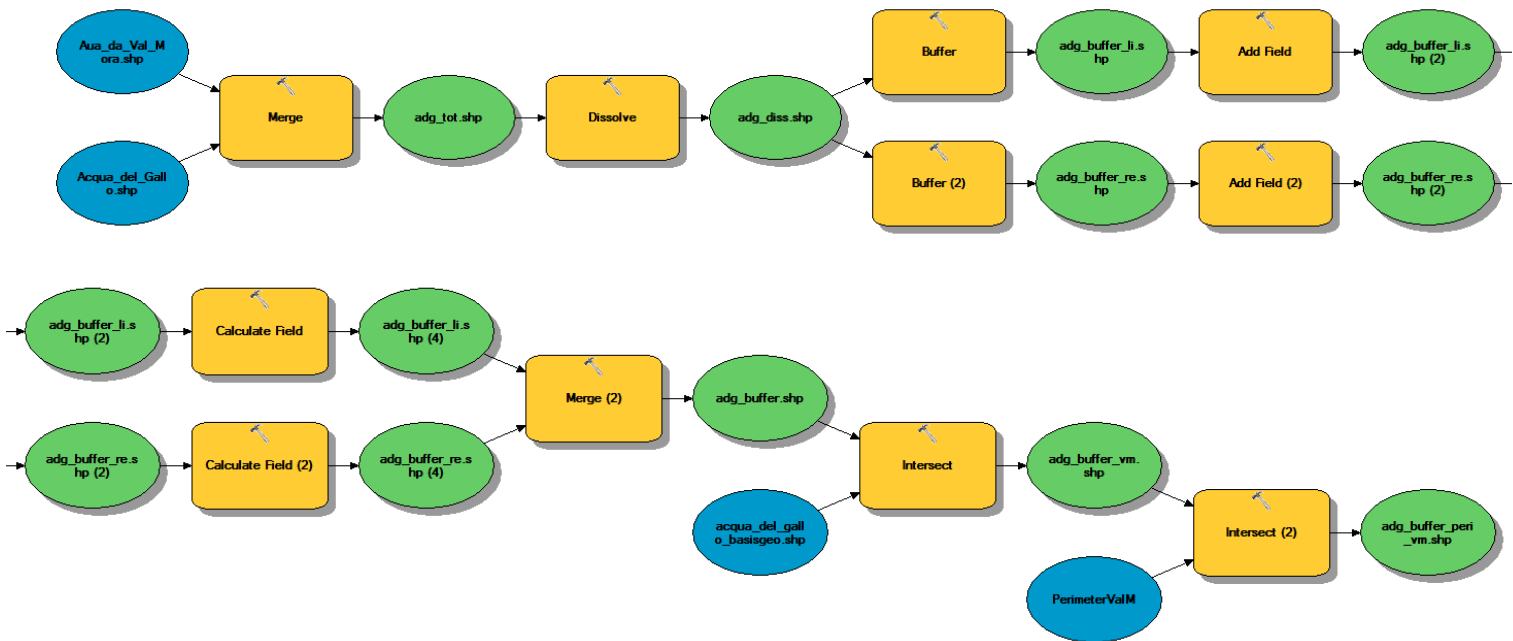


Abbildung 14: ModelBuilder Acqua del Gallo



Im Folgenden ist der Model Builder des untersten Teils des II Rom dargestellt, bei welchem keine Basisgeometrie, aber der Flussabschnitt vorhanden war.

Hier wurde für den Buffer auf der rechten Seite eine Distanz von 4000 Meter gewählt. Je nachdem wie diese Distanz gewählt wurde, änderte sich die Form des entstandenen Puffers. Daher wurde die geeignetste Distanz gewählt und angewendet. Unter Umständen wurde die Form noch angepasst, so dass das gesamte Gebiet abgedeckt wurde.

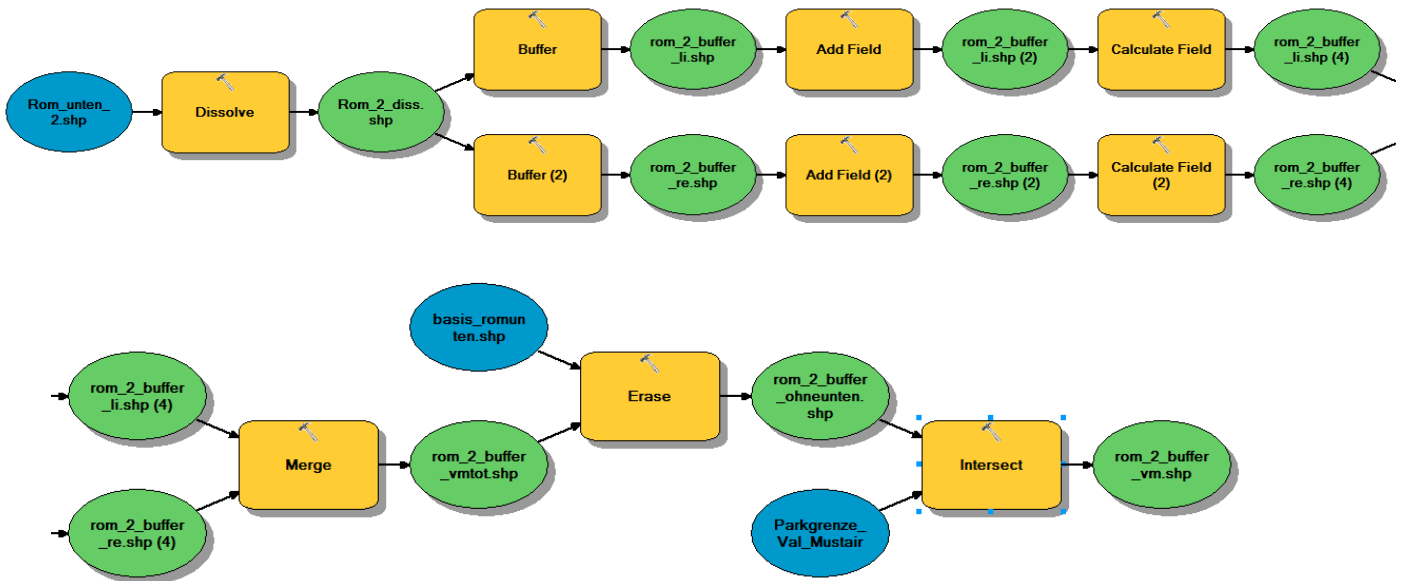


Abbildung 15: ModelBuilder des II Rom unterster Teil

### 8.2.3.2 Orographie Zusammenführen

Alle berechneten Gebiete wurden zu einem gesamten Gebiet zusammengefügt.

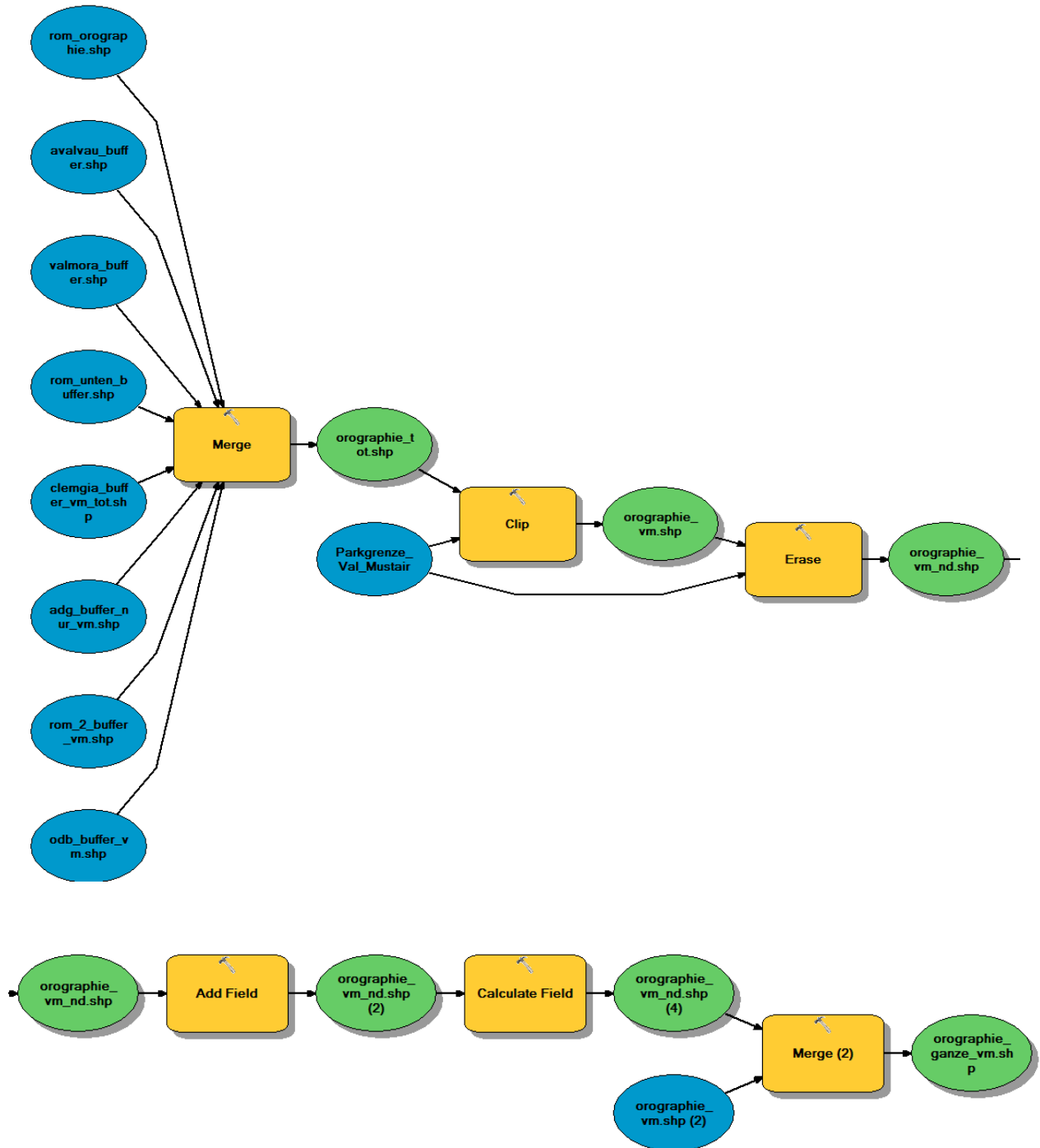


Abbildung 16: Zusammenfügen

Anschliessend wurden die zu untersuchten Gebiete auf den Perimeter des Habitalps zugeschnitten und die Flächen der entstandenen Polygone neu berechnet. Die Berechnung mit „Calculate Geometry“ erfolgte manuell in der Attributtabelle.

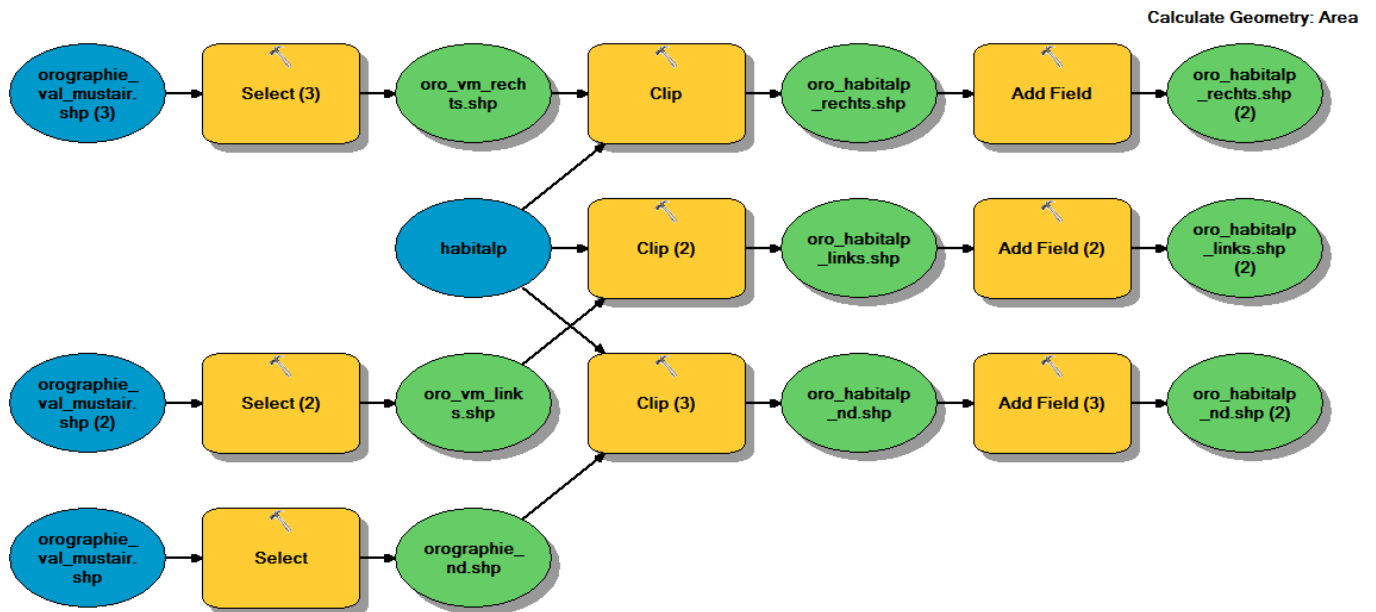


Abbildung 17: Berechnung der orographischen Aufteilung

### 8.2.4 Zonierung: Daten der HT

Die Daten der verschiedenen Zonen mit den entsprechenden Polygonen und den Angaben zur HC bzw. HT befinden sich auf dem Datenträger. Die Datei ist unter dem Namen Daten\_Zonierung abgespeichert.

### 8.2.5 Kernflächenanalyse: Daten der HT

In allen Tabellen von ... bis ... sind die Einheiten der Werte folgende:  
Core Area Distance [m], TA [m<sup>2</sup>], TCA [m<sup>2</sup>], CAI [%]

2100_5		2100_10		2100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	2100_vm	Layer name:	2100_vm	Layer name:	2100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 21 patch(es) of 60		Disjunct core areas: 3 patch(es) of 60		Disjunct core areas: 1 patch(es) of 60	
No core area: 15 patch(es)		No core area: 45 patch(es)		No core area: 59 patch(es)	
Total Area (TA):	111017.73	Total Area (TA):	111017.73	Total Area (TA):	111017.73
Total Core Area (TCA):	51678.03	Total Core Area (TCA):	28734.6	Total Core Area (TCA):	7450.17
Cority:	0.511	Cority:	0.214	Cority:	0.016
Core Area Index (CAI):	46.55	Core Area Index (CAI):	25.88	Core Area Index (CAI):	6.71

Tabelle: Gewässer HT 2100

2300_5		2300_10		2300_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	2300_vm	Layer name:	2300_vm	Layer name:	2300_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 57 patch(es) of 200		Disjunct core areas: 6 patch(es) of 200		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 200	
No core area: 108 patch(es)		No core area: 176 patch(es)		No core area: 200 patch(es)	
Total Area (TA):	907170.74	Total Area (TA):	907170.74	Total Area (TA):	907170.74
Total Core Area (TCA):	42804.11	Total Core Area (TCA):	3756.63	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.144	Cority:	0.117	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	4.72	Core Area Index (CAI):	0.41	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Gewässer HT 2300

3200_5		3200_10		3200_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	3200_vm	Layer name:	3200_vm	Layer name:	3200_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 32 patch(es) of 79		Disjunct core areas: 20 patch(es) of 79		Disjunct core areas: 6 patch(es) of 79	
No core area: 2 patch(es)		No core area: 19 patch(es)		No core area: 68 patch(es)	
Total Area (TA):	437744.78	Total Area (TA):	437744.78	Total Area (TA):	437744.78
Total Core Area (TCA):	275022.56	Total Core Area (TCA):	168341.06	Total Core Area (TCA):	39509.18
Cority:	0.575	Cority:	0.488	Cority:	0.125
Core Area Index (CAI):	62.83	Core Area Index (CAI):	38.46	Core Area Index (CAI):	9.03

Tabelle: Moore HT 3200

3300_5		3300_10		3300_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	3300_vm	Layer name:	3300_vm	Layer name:	3300_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 2 patch(es) of 3		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 3		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 3	
No core area: 0 patch(es)		No core area: 1 patch(es)		No core area: 1 patch(es)	
Total Area (TA):	28043.28	Total Area (TA):	28043.28	Total Area (TA):	28043.28
Total Core Area (TCA):	19594.59	Total Core Area (TCA):	13131.45	Total Core Area (TCA):	1668.43
Cority:	0.6	Cority:	0.667	Cority:	0.667
Core Area Index (CAI):	69.87	Core Area Index (CAI):	46.83	Core Area Index (CAI):	5.95

Tabelle: Moore HT 3300

4100_5		4100_10		4100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	4100_vm	Layer name:	4100_vm	Layer name:	4100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 1 patch(es) of 14		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 14		Disjunct core areas: 1 patch(es) of 14	
No core area: 1 patch(es)		No core area: 3 patch(es)		No core area: 6 patch(es)	
Total Area (TA):	97204.14	Total Area (TA):	97204.14	Total Area (TA):	97204.14
Total Core Area (TCA):	73338.54	Total Core Area (TCA):	53602.72	Total Core Area (TCA):	13879.64
Cority:	0.867	Cority:	0.786	Cority:	0.5
Core Area Index (CAI):	75.45	Core Area Index (CAI):	55.14	Core Area Index (CAI):	14.28

Tabelle: Landwirtschaft, Rasen HT 4100

4300_5		4300_10		4300_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	4300_vm	Layer name:	4300_vm	Layer name:	4300_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 0 patch(es) of 2		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 2		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 2	
No core area: 0 patch(es)		No core area: 0 patch(es)		No core area: 2 patch(es)	
Total Area (TA):	5898.45	Total Area (TA):	5898.45	Total Area (TA):	5898.45
Total Core Area (TCA):	3866.75	Total Core Area (TCA):	2287.71	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	1	Cority:	1	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	65.56	Core Area Index (CAI):	38.79	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Landwirtschaft, Rasen HT 4300

4700_5		4700_10		4700_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	4700_vm	Layer name:	4700_vm	Layer name:	4700_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 16 patch(es) of 73		Disjunct core areas: 12 patch(es) of 73		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 73	
No core area: 8 patch(es)		No core area: 36 patch(es)		No core area: 70 patch(es)	
Total Area (TA):	171453.16	Total Area (TA):	171453.16	Total Area (TA):	171453.16
Total Core Area (TCA):	73152.78	Total Core Area (TCA):	25493.77	Total Core Area (TCA):	1249.97
Cority:	0.607	Cority:	0.37	Cority:	0.041
Core Area Index (CAI):	42.67	Core Area Index (CAI):	14.87	Core Area Index (CAI):	0.73

Tabelle: Landwirtschaft, Rasen HT 4700

4900_5		4900_10		4900_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	4900_vm	Layer name:	4900_vm	Layer name:	4900_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 0 patch(es) of 18		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 18		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 18	
No core area: 11 patch(es)		No core area: 18 patch(es)		No core area: 18 patch(es)	
Total Area (TA):	3321.46	Total Area (TA):	3321.46	Total Area (TA):	3321.46
Total Core Area (TCA):	300.44	Total Core Area (TCA):	0	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.389	Cority:	0	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	9.05	Core Area Index (CAI):	0	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Landwirtschaft, Rasen HT 4900

5100_5		5100_10		5100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5100_vm	Layer name:	5100_vm	Layer name:	5100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 1 patch(es) of 2		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 2		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 2	
No core area: 1 patch(es)		No core area: 2 patch(es)		No core area: 2 patch(es)	
Total Area (TA):	451.47	Total Area (TA):	451.47	Total Area (TA):	451.47
Total Core Area (TCA):	0.97	Total Core Area (TCA):	0	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.333	Cority:	0	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	0.22	Core Area Index (CAI):	0	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Extremstandorte HT 5100

5400_5		5400_10		5400_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5400_vm	Layer name:	5400_vm	Layer name:	5400_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 328 patch(es) of 839		Disjunct core areas: 89 patch(es) of 839		Disjunct core areas: 2 patch(es) of 839	
No core area: 196 patch(es)		No core area: 593 patch(es)		No core area: 828 patch(es)	
Total Area (TA):	2385329.21	Total Area (TA):	2385329.21	Total Area (TA):	2385329.21
Total Core Area (TCA):	664263.97	Total Core Area (TCA):	197270.95	Total Core Area (TCA):	20105.62
Cority:	0.372	Cority:	0.236	Cority:	0.013
Core Area Index (CAI):	27.85	Core Area Index (CAI):	8.27	Core Area Index (CAI):	0.84

Tabelle: Extremstandorte HT 5400

5500_5		5500_10		5500_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5500_vm	Layer name:	5500_vm	Layer name:	5500_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 0 patch(es) of 41		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 41		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 41	
No core area: 36 patch(es)		No core area: 40 patch(es)		No core area: 41 patch(es)	
Total Area (TA):	13368.32	Total Area (TA):	13368.32	Total Area (TA):	13368.32
Total Core Area (TCA):	203.45	Total Core Area (TCA):	6.71	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.122	Cority:	0.024	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	1.52	Core Area Index (CAI):	0.05	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Extremstandorte HT 5500

5600_5		5600_10		5600_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5600_vm	Layer name:	5600_vm	Layer name:	5600_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 63 patch(es) of 223		Disjunct core areas: 59 patch(es) of 223		Disjunct core areas: 22 patch(es) of 223	
No core area: 8 patch(es)		No core area: 55 patch(es)		No core area: 151 patch(es)	
Total Area (TA):	2125232.91	Total Area (TA):	2125232.91	Total Area (TA):	2125232.91
Total Core Area (TCA):	1565028.41	Total Core Area (TCA):	1125299.83	Total Core Area (TCA):	411705.07
Cority:	0.68	Cority:	0.503	Cority:	0.268
Core Area Index (CAI):	73.64	Core Area Index (CAI):	52.95	Core Area Index (CAI):	19.37

Tabelle: Extremstandorte HT 5600

5800_5		5800_10		5800_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5800_vm	Layer name:	5800_vm	Layer name:	5800_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 340 patch(es) of 1295		Disjunct core areas: 346 patch(es) of 1295		Disjunct core areas: 133 patch(es) of 1295	
No core area: 80 patch(es)		No core area: 387 patch(es)		No core area: 1000 patch(es)	
Total Area (TA):	14843607.2	Total Area (TA):	14843607.2	Total Area (TA):	14843607.2
Total Core Area (TCA):	11276266.4	Total Core Area (TCA):	8495454.58	Total Core Area (TCA):	3992426.75
Cority:	0.632	Cority:	0.425	Cority:	0.179
Core Area Index (CAI):	75.97	Core Area Index (CAI):	57.23	Core Area Index (CAI):	26.9

Tabelle: Extremstandorte HT 5800

5900_5		5900_10		5900_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	5900_vm	Layer name:	5900_vm	Layer name:	5900_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 1 patch(es) of 15		Disjunct core areas: 2 patch(es) of 15		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 15	
No core area: 1 patch(es)		No core area: 5 patch(es)		No core area: 14 patch(es)	
Total Area (TA):	23316.08	Total Area (TA):	23316.08	Total Area (TA):	23316.08
Total Core Area (TCA):	11563.91	Total Core Area (TCA):	4297.25	Total Core Area (TCA):	29.31
Cority:	0.875	Cority:	0.588	Cority:	0.067
Core Area Index (CAI):	49.6	Core Area Index (CAI):	18.43	Core Area Index (CAI):	0.13

Tabelle: Extremstandorte HT 5900

6100_5		6100_10		6100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	6100_vm	Layer name:	6100_vm	Layer name:	6100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 21 patch(es) of 68		Disjunct core areas: 11 patch(es) of 68		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 68	
No core area: 20 patch(es)		No core area: 37 patch(es)		No core area: 64 patch(es)	
Total Area (TA):	180012.01	Total Area (TA):	180012.01	Total Area (TA):	180012.01
Total Core Area (TCA):	79593.14	Total Core Area (TCA):	36490.32	Total Core Area (TCA):	5513.57
Cority:	0.429	Cority:	0.369	Cority:	0.059
Core Area Index (CAI):	44.22	Core Area Index (CAI):	20.27	Core Area Index (CAI):	3.06

Tabelle: Gehölze HT 6100

6200_5		6200_10		6200_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	6200_vm	Layer name:	6200_vm	Layer name:	6200_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 18 patch(es) of 102		Disjunct core areas: 4 patch(es) of 102		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 102	
No core area: 45 patch(es)		No core area: 79 patch(es)		No core area: 100 patch(es)	
Total Area (TA):	116680.19	Total Area (TA):	116680.19	Total Area (TA):	116680.19
Total Core Area (TCA):	29776.66	Total Core Area (TCA):	10063.12	Total Core Area (TCA):	950.36
Cority:	0.456	Cority:	0.209	Cority:	0.02
Core Area Index (CAI):	25.52	Core Area Index (CAI):	8.62	Core Area Index (CAI):	0.81

Tabelle: Gehölze HT 6200

70xx_5		70xx_10		70xx_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	7100_vm	Layer name:	7100_vm	Layer name:	7100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 419 patch(es) of 1398		Disjunct core areas: 397 patch(es) of 1398		Disjunct core areas: 198 patch(es) of 1398	
No core area: 23 patch(es)		No core area: 283 patch(es)		No core area: 935 patch(es)	
Total Area (TA):	53096273.4	Total Area (TA):	53096273.4	Total Area (TA):	53096273.4
Total Core Area (TCA):	45914403.5	Total Core Area (TCA):	39755010.6	Total Core Area (TCA):	26761716.9
Cority:	0.648	Cority:	0.463	Cority:	0.23
Core Area Index (CAI):	86.47	Core Area Index (CAI):	74.87	Core Area Index (CAI):	50.4

Tabelle: Wald HT 7000, diejenigen, die nicht zu HT 7700 oder 7800 gehören

7700_5		7700_10		7700_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	7700_vm	Layer name:	7700_vm	Layer name:	7700_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 77 patch(es) of 186		Disjunct core areas: 68 patch(es) of 186		Disjunct core areas: 14 patch(es) of 186	
No core area: 4 patch(es)		No core area: 28 patch(es)		No core area: 149 patch(es)	
Total Area (TA):	1233761.64	Total Area (TA):	1233761.64	Total Area (TA):	1233761.64
Total Core Area (TCA):	714053.49	Total Core Area (TCA):	367434.45	Total Core Area (TCA):	41772.13
Cority:	0.513	Cority:	0.398	Cority:	0.177
Core Area Index (CAI):	57.88	Core Area Index (CAI):	29.78	Core Area Index (CAI):	3.39

Tabelle: Wald HT 7700

7800_5		7800_10		7800_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	7800_vm	Layer name:	7800_vm	Layer name:	7800_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 2 patch(es) of 7		Disjunct core areas: 5 patch(es) of 7		Disjunct core areas: 1 patch(es) of 7	
No core area: 0 patch(es)		No core area: 0 patch(es)		No core area: 4 patch(es)	
Total Area (TA):	66492.25	Total Area (TA):	66492.25	Total Area (TA):	66492.25
Total Core Area (TCA):	41472.84	Total Core Area (TCA):	21999.47	Total Core Area (TCA):	887.02
Cority:	0.7	Cority:	0.389	Cority:	0.375
Core Area Index (CAI):	62.37	Core Area Index (CAI):	33.09	Core Area Index (CAI):	1.33

Tabelle: Wald HT 7800



8100_5		8100_10		8100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	8100_vm	Layer name:	8100_vm	Layer name:	8100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 4 patch(es) of 22		Disjunct core areas: 1 patch(es) of 22		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 22	
No core area: 1 patch(es)		No core area: 2 patch(es)		No core area: 16 patch(es)	
Total Area (TA):	122879.79	Total Area (TA):	122879.79	Total Area (TA):	122879.79
Total Core Area (TCA):	91476.85	Total Core Area (TCA):	68416.14	Total Core Area (TCA):	30071.77
Cority:	0.808	Cority:	0.87	Cority:	0.273
Core Area Index (CAI):	74.44	Core Area Index (CAI):	55.68	Core Area Index (CAI):	24.47

Tabelle: Veränderte Standorte HT 8100

8200_5		8200_10		8200_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	8200_vm	Layer name:	8200_vm	Layer name:	8200_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 4 patch(es) of 18		Disjunct core areas: 3 patch(es) of 18		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 18	
No core area: 2 patch(es)		No core area: 10 patch(es)		No core area: 18 patch(es)	
Total Area (TA):	22506.91	Total Area (TA):	22506.91	Total Area (TA):	22506.91
Total Core Area (TCA):	8758.59	Total Core Area (TCA):	2340.35	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.64	Cority:	0.32	Cority:	0
Core Area Index (CAI):	38.92	Core Area Index (CAI):	10.4	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Veränderte Standorte HT 8200

8300_5		8300_10		8300_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	8300_vm	Layer name:	8300_vm	Layer name:	8300_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 0 patch(es) of 27		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 27		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 27	
No core area: 13 patch(es)		No core area: 23 patch(es)		No core area: 26 patch(es)	
Total Area (TA):	17399.9	Total Area (TA):	17399.9	Total Area (TA):	17399.9
Total Core Area (TCA):	9886.75	Total Core Area (TCA):	6191.53	Total Core Area (TCA):	1769.77
Cority:	0.519	Cority:	0.148	Cority:	0.037
Core Area Index (CAI):	56.82	Core Area Index (CAI):	35.58	Core Area Index (CAI):	10.17

Tabelle: Veränderte Standorte HT 8300

8400_5		8400_10		8400_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	8400_vm	Layer name:	8400_vm	Layer name:	8400_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 2 patch(es) of 14		Disjunct core areas: 1 patch(es) of 14		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 14	
No core area: 1 patch(es)		No core area: 9 patch(es)		No core area: 14 patch(es)	
Total Area (TA):	17140.41	Total Area (TA):	17140.41	Total Area (TA):	17140.41
Total Core Area (TCA):	4015.4	Total Core Area (TCA):	787.83	Total Core Area (TCA):	0
Cority:	0.765	Cority:		Cority:	0
Core Area Index (CAI):	23.43	Core Area Index (CAI):	4.6	Core Area Index (CAI):	0

Tabelle: Veränderte Standorte HT 8400

9100_5		9100_10		9100_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	9100_vm	Layer name:	9100_vm	Layer name:	9100_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 20 patch(es) of 424		Disjunct core areas: 26 patch(es) of 424		Disjunct core areas: 10 patch(es) of 424	
No core area: 147 patch(es)		No core area: 241 patch(es)		No core area: 389 patch(es)	
Total Area (TA):	940293.34	Total Area (TA):	940293.34	Total Area (TA):	940293.34
Total Core Area (TCA):	616379.03	Total Core Area (TCA):	394900	Total Core Area (TCA):	89931.08
Cority:	0.62	Cority:	0.404	Cority:	0.079
Core Area Index (CAI):	65.55	Core Area Index (CAI):	42	Core Area Index (CAI):	9.56

Tabelle: Siedlung, Verkehr HT 9100

9200_5		9200_10		9200_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	9200_vm	Layer name:	9200_vm	Layer name:	9200_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 2 patch(es) of 26		Disjunct core areas: 2 patch(es) of 26		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 26	
No core area: 21 patch(es)		No core area: 23 patch(es)		No core area: 25 patch(es)	
Total Area (TA):	1082807.81	Total Area (TA):	1082807.81	Total Area (TA):	1082807.81
Total Core Area (TCA):	33155.57	Total Core Area (TCA):	8401.32	Total Core Area (TCA):	759.52
Cority:	0.014	Cority:	0.061	Cority:	0.038
Core Area Index (CAI):	3.06	Core Area Index (CAI):	0.78	Core Area Index (CAI):	0.07

Tabelle: Siedlung, Verkehr HT 9200

9300_5		9300_10		9300_25	
Core Area - landscape level		Core Area - landscape level		Core Area - landscape level	
Layer name:	9300_vm	Layer name:	9300_vm	Layer name:	9300_vm
Core Area Distance:	5	Core Area Distance:	10	Core Area Distance:	25
Core Area Information:		Core Area Information:		Core Area Information:	
Disjunct core areas: 4 patch(es) of 19		Disjunct core areas: 4 patch(es) of 19		Disjunct core areas: 0 patch(es) of 19	
No core area: 0 patch(es)		No core area: 4 patch(es)		No core area: 14 patch(es)	
Total Area (TA):	69672.36	Total Area (TA):	69672.36	Total Area (TA):	69672.36
Total Core Area (TCA):	43131.02	Total Core Area (TCA):	23283.87	Total Core Area (TCA):	780.88
Cority:	0.792	Cority:	0.6	Cority:	0.263
Core Area Index (CAI):	61.91	Core Area Index (CAI):	33.42	Core Area Index (CAI):	1.12

Tabelle: Siedlung, Verkehr HT 9300

## 8.2.6 Landschaftsstrukturmasse

Die Daten der NNDIST-Angaben der verschiedenen HC, sowie die Werte der anderen Analysen mit vLATE: Area Analysis, Diversitätsanalyse, Randliniendichte und der Subdivision befinden sich auf der beiliegenden Datenträger als Excel-Sheet. Die Datei ist unter dem Namen Daten\_vLATE abgespeichert.

## 8.3 Eigenständigkeitserklärung

### Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums Umweltnaturwissenschaften verfassten schriftlichen Arbeit (auch der elektronischen Version). Im Falle von Bachelor- und Masterarbeiten ist eine Kopie dieses Formulars dem Diplomantrag beizulegen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten - ausgenommen Korrekturvorschläge - verfasst zu haben.

Titel der Arbeit:

**Landschaftsanalyse Biosfera Val Müstair  
Analyse des Habitatp-Datensatzes mit GIS**

Verfasst von:

Name	Vorname
<b>Meier</b>	<b>Luzia</b>

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt [www.ethz.ch/students/exams/plagiarism\\_s\\_de.pdf](http://www.ethz.ch/students/exams/plagiarism_s_de.pdf) beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe in der Danksagung alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.
- Ich verstehe die oben genannten Regeln.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit eventuell mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft wird.

Uznach, 6. Januar 2014

Ort, Datum

Unterschrift\*



\* Bei Gruppenarbeiten sind die Unterschriften aller Verfasser und Verfasserinnen erforderlich. Durch die Unterschrift bürgen sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.