



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Freie Kartographie“ in peripheren Hochgebirgsregionen –
Anforderungen, Problematik, Lösungen und Umsetzung
im Rahmen des Weitwanderwegprojektes Osttirol 360°

Verfasser

Florian Egartner

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 455

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Kartographie und Geoinformation

Betreuerin / Betreuer:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken, die mich stets beim Verfassen dieser Diplomarbeit unterstützt haben. Besonders danken möchte ich dabei:

- meiner Freundin Kathi, die mich vom Anfang bis zum Ende, von der Idee bis zum letzten Punkt stets tatkräftig begleitet und motiviert hat
- meinen Eltern Elisabeth und Josef, die mich im Sommer 2011 bei meinen Wanderungen und Aufzeichnungen begleitet haben
- meiner Schwester Brigitte, die mich auch auf einigen Etappen unterstützt und begleitet hat
- meiner Schwester Maria, die diese Arbeit korrekturgelesen hat
- meinem Bruder Clemens, dessen GPS-Gerät ich für die Aufzeichnung meiner Daten verwenden durfte
- dem Obmann des „Ideenforums Osttirol“, Herrn Gernot Madritsch, für die sehr gute Zusammenarbeit und für die eigentliche Grundidee dieser Arbeit, dem Projekt *Osttirol 360°*

Zur Verbesserung des Leseflusses wurden alle in dieser Diplomarbeit verwendeten geschlechtsspezifischen Bezeichnungen lediglich in ihrer männlichen Form niedergeschrieben. Selbstverständlich sind dabei immer Frauen und Männer gleichermaßen zu verstehen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Kurzfassung	iv
Abstract	v
Vorwort	vi
1. Einleitung	1
2. Kartographische, technische und organisatorische Voraussetzungen	
2.1. Die Kartographie im Allgemeinen – Definitionen, Aufgaben und Ziele	4
2.2. Topographische Karten.....	7
2.3. Geographische Informationssysteme.....	11
2.4. GPS-Systeme	14
2.4.1. Technische Voraussetzungen und Definitionen	14
2.4.2. Vergleich GPS-Gerät – Smartphone.....	17
2.5. Geodaten.....	24
2.5.1. Technische Voraussetzungen und Definitionen	24
2.5.2. Höhendaten:	29
2.5.3. Geodaten in Österreich:	32
2.6. Das Projekt <i>Osttirol 360°</i>	35
2.7. Die OpenStreetMap	40

3. Die praktische Umsetzung

3.1. Die Datenakquirierung	45
3.2. Die Datenverarbeitung.....	54
3.3. Die Layoutgestaltung.....	62
3.4. Die KML-Dateien.....	64
4. Zusammenfassung	67
5. Literatur	68

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.: Vierkomponenten-Modell und die vier Basisfunktionen eines GIS	12
Abb. 2: Logo des „Open GPS Tracker“	17
Abb. 3: Gesamtvergleich GPS-Gerät (rot) – Smartphone (blau).....	18
Abb. 4: Vergleich GPS-Gerät (rot) – Smartphone (blau) im Bereich eines Tunnels	19
Abb. 5: Fehlinformation bei der Aufzeichnung mit dem Smartphone	20
Abb. 6: Aufzeichnungslücken bei der mit dem Smartphone erfassten GPS-Spur	21
Abb. 7: Vektor- und Rasterformat im Vergleich	26
Abb. 8: Logo von <i>Osttirol 360°</i>	35
Abb. 9: Logo der OpenStreetMap	40
Abb. 10: Screenshot aus dem Editor „Merkaartor“ mit den gesammelten Rohdaten aus der OpenStreetMap	49
Abb. 11: Screenshot der Benutzeroberfläche von Quantum GIS	54
Abb. 12: Screenshot der Symbolisierungseigenschaften der Ebene „Staatsgrenze“ in QGIS	57
Abb. 13: Screenshot des Werkzeuges zur Erstellung eines Reliefs in QGIS	59
Abb. 14: Farbkarte für die Höhenstufenkolorierung	60
Abb. 15: Screenshot des Endlayouts in „Inkscape“	63
Abb. 16: Screenshot der KML-Datei der Höhenstufenkarte	66
Abb. 17: Darstellung der Route und der Höhenstufenkarte in „Google Earth“	66

Kurzfassung

Hinter dem Titel „Freie Kartographie“ in peripheren Hochgebirgsregionen verbergen sich mehrere interessante Aspekte, welche im Zuge dieser Arbeit ergründet und untersucht werden. An erster Stelle steht dabei die Vorgabe sämtliche kartographische Arbeiten, welche im praktischen Teil durchgeführt werden, einerseits unter Berücksichtigung frei verfügbarer Datensätze und andererseits durch den Einsatz so genannter quelloffener und demnach auch kostenlos verfügbarer Programmpakete („OpenSource-Software“) zu verwirklichen. Eine zusätzliche Herausforderung stellt dabei die Tatsache dar, dass es sich bei der zu kartierenden Region um einen sehr ländlichen und zentrumsfernen Raum handelt, welcher zudem durch markante Hochgebirgszüge und andere ausgeprägte topographische Merkmale gekennzeichnet ist. Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass diese Aspekte die Suche nach geeigneten Datensätzen stark erschweren. Welche Herangehensweisen und (zusätzlichen) Schritte für ein dennoch qualitativ hochwertiges Ergebnis notwendig sind, werden im Zuge dieser Arbeit erläutert und beschrieben werden.

Die Thematik, die diesem kartographischen Endprodukt zu Grunde liegt, ist ein ambitioniertes Weitwanderwegprojekt mit dem Namen *Osttirol 360°*. Der längste Rundwanderweg der Ostalpen soll schließlich in seiner endgültigen Form einmal entlang der Grenzen rund um den gesamten Bezirk Lienz führen und bietet ein einzigartiges Ambiente nicht nur für den ehrgeizigen Bergsteiger sondern auch für den Kartographen, welcher für die Visualisierung dieses groß angesetzten Vorhabens verantwortlich zeichnet.

Abstract

What is hidden behind the title "Free Cartography" in peripheral high mountain regions is a series of interesting aspects, which are explored and explained in the course of this thesis. In the first place there is the assumption that all cartographic works, which are carried out in the practical part, have to, on the one hand be based on freely available datasets and on the other hand be realized by using as so called open source and therefore free of charge available program packages ("Open Source Software"). An additional challenge came with the fact that the region, that ought to be mapped, constitutes a very rural and distant of centers area, which is also characterized by distinctive high mountain ranges and other distinctive topographic features. Hence the assumption seems reasonable that these strong aspects complicate the search for a suitable data set. Which approaches and (additional) steps are nevertheless needed for a high qualitative result will be discussed and described in the course of this paper.

The underlying theme in this final cartographic product is an ambitious long distance hiking trail project, called *Osttirol 360°*. The longest loop hiking trail in the Eastern Alps is thought to lead in its final form once along the borders around the entire district of Lienz and offers a unique atmosphere not only for the ambitious mountain climbers but also for the cartographer, who is responsible for the visualization of this extensive scheduled project.

Vorwort

Den Anstoß mich mit dieser Thematik auseinanderzusetzen brachte ein Bericht in einer Regionalzeitung aus Osttirol, welcher dieses groß angesetzte Vorhaben eines Rundweitwanderweges entlang der Grenzen des Bezirkes thematisierte. Ein sehr ambitioniertes Projekt, welches jedoch in den Jahren 2010/2011 unter keinen guten Stern stand, was dessen Umsetzung betrifft, da nach diversen Unstimmigkeiten das eigentlich bereits 2007 ins Leben gerufene Vorhaben vorläufig förmlich in der Schublade verschwunden war. Dem Ehrgeiz und auch der Hartnäckigkeit des projekttragenden Vereines, dem „Ideenforum Osttirol“, und dessen Obmann ist es zu verdanken, dass *Osttirol 360°* heute der zentrale Punkt einer eigens zur Umsetzung dessen gegründeten Interessensgemeinschaft ist.

Für mich brachte *Osttirol 360°* in erster Linie viel Faszination und Ehrgeiz, zumal es dadurch möglich wurde, meinen Heimatbezirk zu Fuß in der einzigartigen und so vielfältigen Bergwelt zu umrunden. Umgesetzt habe ich dies im Sommer 2011, allerdings nicht in einem Stück, sondern aufgeteilt in mehrere Etappen. Dabei wurde auch bereits der erste Schritt zur Umsetzung dieser Arbeit getan, denn mit einem GPS-Gerät aus dem Hause „Garmin“ und einem mit der kostenlosen Applikation „Open GPS Tracker“ ausgestatteten Smartphone wurde bereits der größte Teil des Weges digital aufgezeichnet. Bereits kurz darauf im Herbst 2011 traf ich mich mit dem Obmann des „Ideenforums Osttirol“ zu einem Gespräch um die Vergangenheit und die Zukunft von *Osttirol 360°* ausführlich zu besprechen.

Damit war die Thematik dieser Arbeit bereits gegeben, jedoch um dem Ganzen eine weitere kartographische Herausforderung zu geben, wählte ich einen Aspekt aus, welcher ebenso immer wieder mein Interesse weckt und meines Erachtens auch eine sehr wichtige Rolle im Bereich der Computersoftwareindustrie einnimmt. So genannte freie und quelloffene Software sind oft sehr ausgeprägte und funktionelle Anwendungen, die nicht selten mit ihren kommerziellen (und meist auch teuren) Gegenständen nicht nur mithalten können sondern in Sachen Effizienz, Funktionalität und Innovation hie und da auch schon überholen können. „OpenSource-Software“ stellt

für mich eine hervorragende Alternative dar, zumal das Konzept, nach welchem diese Programme hergestellt und erweitert werden denkbar einfach, jedoch sehr effizient ist. Jeder Nutzer kann, sofern er über die notwendigen technischen Kenntnisse verfügt, die Anwendung beliebig verändern beziehungsweise Erweiterungen konzipieren und diese auch, wie es oft der Fall ist, zum Download zur Verfügung stellen, damit wieder andere Nutzer diese testen und ihr Urteil abgeben können um schlussendlich die Software immer wieder zu verbessern und zu optimieren. Selbstverständlich bedeutet der Einsatz von quelloffenen Programmen für mich auch, dass auch mit frei verfügbaren Datensätzen gearbeitet wird. Zusammen ergeben diese beiden Komponenten nun die „freie Kartographie“, so wie ich sie im Titel dieser Arbeit benenne.

1. Einleitung

In einem modernen Zeitalter, welches durch einen stark voranschreitenden technischen Fortschritt charakterisiert ist, wurde auch in der Kartographie ein neues Kapitel aufgeschlagen. Durch die vielfältigen Möglichkeiten, welche mit der Entwicklung von Computern einhergegangen waren, hat ein Umdenken in der Arbeits- und Herangehensweise bei der Erstellung kartographischer Darstellungen stattgefunden. Wo früher gleich mehrere Arbeitsschritte erforderlich waren, genügt heute in manchen Fällen bereits ein einfacher Klick mit der Maus. Doch nicht nur die Verarbeitung von räumlichen Daten ist merklich einfacher geworden, auch deren Verwaltung und nicht zuletzt deren Speicherung und in weiterer Folge ihre Verfügbarkeit und Zugänglichkeit hat sich den modernen Begebenheiten und auch Anforderungen angepasst. Einen wichtigen Faktor dabei spielen so genannte quelloffene und demnach auch kostenfrei erhältliche Produkte, welche oft auch durch die Mithilfe ihrer zahlreichen Nutzer weiterentwickelt und modifiziert werden. Auch im Bereich der Kartographie hat sich in den letzteren Jahren ein Projekt, welches nach dieser Art und Weise funktioniert, etabliert und sich von einer zunächst scheinbar überdimensionierten Idee zu einem Produkt mit einer mehrere tausend Nutzer umfassenden Gemeinschaft („Community“) entwickelt. Die OpenStreetMap bietet heute freie Geodaten, welche sowohl in Qualität und vor allem in Quantität überzeugen können und zudem für jedermann ohne viel Aufwand frei verfügbar und verwendbar sind.

Gerade diesen Aspekt gilt es, etwas genauer zu untersuchen. Im achten Jahr ihres Bestehens stellt die OpenStreetMap nun eine optimale Aufgabe, Voraussetzung und auch Herausforderung dar um anhand eines ambitionierten Weitwanderwegprojektes im Bezirk Lienz/Osttirol die Vorzüge und Nachteile dieser freien Geodatenbibliothek zu eruieren. Freilich stellt dies eine zusätzliche Besonderheit dar, denn mit der Wahl der Thematik sowie des zu kartierenden Gebietes kommen mit dem Hochgebirge und der Zentrumsferne zwei zusätzliche erschwerende Vorgaben hinzu. „Freie Kartographie“ beinhaltet jedoch nicht nur die Nutzung freier Geodaten sondern auch das Verwenden freier (und meist quelloffener) Programmpakete, welche ihren kommerziellen Alternativen in Sachen Handhabung und Funktionalität zumeist in keiner Weise

nachstehen. Jedoch braucht es nicht nur vektorbasierter Datensätze um eine kartographische Darstellung einer topographisch außerordentlichen Region zu erstellen. Freie Höhendaten zu akquirieren und richtig sowie effizient zu verarbeiten und einzusetzen ist mitunter herausfordernd und verspricht Spannung in der finalen Umsetzung.

„Freie Kartographie“ in peripheren Hochgebirgsregionen stellt eine außergewöhnliche mitunter auch schwierige Aufgabe dar. Anforderungen, Problematiken und auch mögliche Lösungen in der Herangehensweise und Durchführung eines solchen Vorhabens werden neu definiert und stellen somit eine interessante Herausforderung für effizientes und qualitatives kartographisches Arbeiten dar.

Die Arbeit wird demzufolge in zwei Hauptbereiche gegliedert sein. Zunächst wird näher auf technische sowie theoretische Voraussetzungen eingegangen und diese erläutert, damit eine gewisse Grundbasis geschaffen werden kann. Dabei werden die verschiedenen Elemente kartographischen Arbeitens näher beschrieben, wobei stets ein besonderes Auge auf die Anforderungen und Vorgaben dieses Werkes gelegt wird. So werden beispielsweise im Kapitel über Geodaten nicht nur generelle Unterschiede und Differenzierungen besprochen sondern wird explizit auch auf die Eigenheiten und Besonderheiten von freien Datensätzen eingegangen. Schließlich werden hierbei vor allem jene Aspekte aufgezeigt, welche beachtet werden müssen, wenn „nur“ freie Daten und Software zur Verfügung stehen. Wie geht man an eine solche Situation heran und wie unterscheidet sie sich von der Situation mit gekauften Daten und kommerziellen Programmpaketen? Natürlich nimmt bei der Thematik von „Open Data“ die „OpenStreetMap“ eine besondere Rolle ein. Daher werden auch die Geschichte und die Entwicklung dieses einzigartigen Projektes durchleuchtet sowie ihre Vorzüge und auch Nachteile gegenübergestellt. Schließlich wird im ersten Teil dieser Arbeit auch das Weitwanderwegprojekt *Osttirol 360°*, welches im Mittelpunkt der praktischen kartographischen Arbeiten steht näher beschrieben, sowie ebenso dessen Vergangenheit aber auch dessen vorgesehene zukünftige Planung näher beschrieben. Um diesbezüglich eine optimale Informationsqualität gewährleisten zu können, wurde vor Beginn der Arbeiten mit dem Obmann des projekttragenden Vereines „Ideenforum Osttirol“ ein

Gespräch geführt, wo ausführlich auf Hintergründe, Probleme und Planungen im Bezug nehmend auf *Osttirol 360°* eingegangen werden konnte.

Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit der praktischen die Kartographie betreffenden Umsetzung. Dabei wird in drei Teilen von der Datenakquirierung über die -verarbeitung bis hin zur Layoutgestaltung beschrieben und erläutert, wie von Beginn an gearbeitet und vorgegangen worden ist beziehungsweise welche Schritte erforderlich waren und durchgeführt wurden. Dabei wird zudem ein besonderes Augenmerk auf die Qualitäten der verwendeten quelloffenen Software gelegt. Es wird beschrieben, inwiefern sich die Herangehensweise im Vergleich zu kommerziellen Alternativen ändert sowie welche Punkte beim Arbeiten mit den spezifischen Programmpaketen berücksichtigt werden müssen. Außerdem wird neben diesen technischen Aspekten auch auf kartographisch-theoretische Merkmale näher eingegangen. So wird unter anderem beschrieben welche Farbwahl warum getroffen worden ist und welche Signaturenarten verwendet wurden. Schließlich werden zudem jene Werkzeuge näher vorgestellt, welche zur Bearbeitung der Höhendaten eingesetzt worden sind.

Die zentralen Fragestellungen und Zielsetzungen dieser Arbeit sind es demnach die Nutzbarkeit und Verfügbarkeit von freien Geodaten in der heutigen Zeit zu durchleuchten sowie die Möglichkeiten zu beschreiben, inwiefern diese für qualitativ hochwertige kartographische Produktionen einsetzbar sind. Welche Vor- und Nachteile haben solche Datensätze und welche Probleme können auftreten? Gibt es den bereits im Titel angedeuteten Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit freier Daten und einer zentrumsfernen und topographisch außergewöhnlichen Lage der zu kartierenden Region? Welche Herangehensweise muss überdies gewählt werden, wenn ausschließlich auf quelloffene Softwareprodukte zurückgegriffen werden kann und inwieweit können diese bereits mit kommerziellen Alternativen in Sachen Funktionalität und Handhabung mithalten? Schließlich sollen am Ende zwei kartographische Produkte entstehen, welche einerseits in analoger und andererseits in digitaler Form die Thematik des Weitwanderwegprojektes *Osttirol 360°* im Sinne der „freien Kartographie“ wiedergeben.

2. Kartographische, technische und organisatorische Voraussetzungen

2.1. Die Kartographie im Allgemeinen – Definitionen, Aufgaben und Ziele

„Kartographie“, vom Griechischen χαρτηζ („chártes“) für „Blatt“ und γραφειν („gráphein“) für „schreiben“ abgeleitet¹, meint in ihrer einfachsten Bedeutung die Wissenschaft und Technik zur Erstellung von Landkarten². Tatsächlich gibt es aber keine allgemeingültige Definition, da es bis dato noch nicht gelungen ist, die Komplexität und den Umfang dieses Faches in Worte zu fassen.

Das Lexikon der Kartographie [WITT 1979] spricht in diesem Zusammenhang von vielen Widersprüchen und Ungereimtheiten, welche zu Tage treten, wenn es darum geht, den Begriff der „Kartographie“ sprachlich präzise zu fassen. Auf der einen Seite steht eine unzureichende Terminologie, auf der anderen Seite die Problematik, Wissenschaft und Praxis dieses Faches in einem Satz zu vereinen. So bestehen bis heute mehrere mögliche Begriffsklärungen nebeneinander. Vor allem in der Blütezeit der Kartographie in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts unternahmen zahlreiche namhafte Kartographen den Versuch, ihr Fach zu beschreiben. Dabei wurde der Kartographie neben Wissenschaft und Technik oft auch das Attribut „Kunst“ zugeschrieben [BORMANN 1954, KRALLERT 1963 in WITT 1979]. Ein weiterer Aspekt, der häufig zu tragen kommt, ist, dass es die Kartographie verstehe, die räumlichen Beziehungen, die in der Realität existieren, mit ihren wissenschaftlichen und technischen Mitteln zu visualisieren und darzustellen [ROBINSON 1969, HAKE 1975, ARNBERGER 1975 in WITT 1979].

Das wichtigste Werkzeug und gleichsam Kernstück der Kartographie ist und war seit jeher die (Land-)Karte. Diese stellt das Medium dar, mit Hilfe dessen der Kartograph interagieren und kommunizieren kann. Gleichwohl schwierig ist es aber, dieses

¹ <http://de.wiktionary.org/wiki/Kartographie>

² <http://de.wikipedia.org/wiki/Kartografie>

komplexe Konstrukt mit Hilfe von Worten eindeutig zu beschreiben. Immer wieder der Karte zugeschriebene Eigenschaften sind aber stets die Verkleinerung (der Maßstab), die Vereinfachung (Generalisierung) sowie die Erläuterung von räumlichen Phänomenen auf der Erdoberfläche [IMHOF 1950, LOUIS 1957, SALICHTCHEV 1967 in WITT 1979]. Gemäß all dieser Überlegungen kann man folgende Formulierung wählen: Die Kartographie ist ein Fachgebiet, welches – auf Basis wissenschaftlicher, technischer sowie auch graphisch-künstlerischer Kenntnisse – die Erdoberfläche oder auf dieser vorkommende räumliche Phänomene in verkleinerter, vereinfachter, erklärender und auch überschaubarer Form auf einer zweidimensionalen Ebene (Karte) oder aber auch auf weiterführenden anderen kartenverwandten Ausdrucksformen darstellt und diese so visualisiert, dass der Eindruck der Topographie und der Geographie der kartierten Fläche erhalten bleibt.

Die Geschichte zeigt, dass bereits vor tausenden von Jahren das Potential kartographischer Darstellungen für die Gesellschaft, u.a. als Grundlage oder Hilfestellung für andere Wissenschaften entdeckt worden ist. Bereits bei den Völkern der Antike, in Mesopotamien, Ägypten und Griechenland, wurden Karten und kartenähnliche Darstellungsformen hergestellt und verwendet. Die Nutzung kartographischer Mittel als Basis für die weiterführende Planung wurde also bereits früh entdeckt [vgl. ARNBERGER & KRETSCHMER 1975].

Grundlage jeglichen kartographischen Arbeitens waren und sind immer noch die passenden Geodaten, deren Erfassung und Aufnahme vor allem im zwanzigsten Jahrhundert durch einen enormen Fortschritt gekennzeichnet war. So entwickelte sich die Technik von aufwändigen terrestrischen Messmethoden hin zu fortgeschrittenen Methoden der Luftbildmessung (Photogrammetrie) bis hin zu verschiedenen Erfassungstechniken, die von Satelliten ausgehen (Fernerkundung). Ein weiterer Paradigmenwechsel in der Kartographie fand mit dem Beginn des digitalen Zeitalters und der Computertechnologie statt, welche ein Umdenken in vielen Bereichen der Kartographie erforderte [vgl. KRAAK & ORMELING 2003].

Kontroversiell wird bis heute diskutiert, ob die Kartographie nun eine eigenständige Wissenschaft ist oder nicht. Tatsache ist, dass die Kartographie von mehreren Nachbarwissenschaften abhängig ist, aber dass auch andere Wissenschaften auf die Ergebnisse der Kartographie zurückgreifen. So ist kartographisches Arbeiten - wie weiter oben erwähnt - ohne Geodaten nicht möglich. Diese wiederum werden durch geodätische Techniken und Methoden erfasst. Ebenso verhält es sich mit der Geographie. Auch diese zählt die Darstellung der Erdoberfläche zu ihren Aufgabenbereichen, ist dabei allerdings auf die Kartographie als Hilfswissenschaft angewiesen. Tatsächlich hat sich die Kartographie in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts als eigenständige Disziplin etabliert. Nach ARNBERGER zeichnet sich diese durch „ein eigenes Forschungsobjekt aus“ [ARNBERGER & KRETSCHMER 1975, S. 21]. Dies seien „die kartographischen Ausdrucksformen und die graphischen Darstellungsmittel, welche einer adäquaten Umsetzung erdräumlicher Inhalte dienen. [ARNBERGER & KRETSCHMER 1975, S. 21]. Dabei gliedert sich diese Disziplin nach ARNBERGER in zwei Teilbereiche, die zusammen das Fach Kartographie ausmachen sollen. Dazu gehören zum einen die Technik der Kartenherstellung und der Reproduktion und zum anderen die Theorie der Kartographie von der Signaturen- und Farbenlehre bis hin zu Kartenauswertung und Kartometrie. Heutzutage würde mit den geographischen Informationssystemen mit ihren vielen Möglichkeiten, Eigenschaften und Fähigkeiten wohl ein dritter Teilbereich hinzukommen [vgl. ARNBERGER & KRETSCHMER 1975].

Als Teildisziplinen der Kartographie haben sich in den letzten Jahrzehnten die topographische einerseits und die thematische Kartographie andererseits herausgebildet. Zusätzlich zu diesen ist seit den 1980er-Jahren eine neue Richtung entstanden, die mit der Entwicklung des Computerzeitalters zusammenhängt: Mit der Computerkartographie wurden viele neue Möglichkeiten für die Kartographie erschlossen, welche das kartographische Arbeiten teils erheblich beschleunigen und erleichtern konnten. Mit dem immer weiter vorangetriebenen Fortschritt in der Informationstechnologie und stetig neuen und innovativen Erfindungen hat sich die Computerkartographie heute zur Multimediakartographie entwickeln können, welche durch den Einsatz verschiedenster

moderner Medien als digitalen Trägern ihre analogen Vorgänger hinsichtlich Verbreitung und Nutzung bereits eingeholt hat [vgl. KRAAK & ORMELING 2003].

2.2. Topographische Karten

Die Karte als das „verebene, verkleinerte und erläuterte Grundrissbild der gesamten oder eines Teils der Erdoberfläche“ [WILHELMY 1996, S. 18] hat schon seit langem mehr Funktionen inne, als nur Land und Meer darzustellen. Immer mehr Informationen werden schon seit Jahrzehnten auf der Grundlage von Karten und kartenähnlichen Darstellungen visualisiert. In diesem Zusammenhang muss zwischen den topographischen Karten auf der einen und den thematischen Karten auf der anderen Seite unterschieden werden, wenngleich dies nicht immer einfach, logisch und eindeutig umgesetzt werden kann.

Topographische Karten werden als kartographische Darstellungen definiert, welche „sichtbare Erscheinungen der Erdoberfläche, vermessen und lagerichtig kartiert, im Grundriss und zum Teil durch Schrift erläutert, darstellen“ [WILHELMY 1996, S. 19]. Dazu zählen weiters Erscheinungen orographischer Natur, also Geländeformen, Siedlungsstrukturen, die Bodenbewachsung, Verkehrswege sowie auch administrative Grenzen. Manchmal kommen zu diesen „Objekten“ zusätzlich Burgen, Kirchen, Ruinen und dergleichen hinzu. Dabei wird nun die vorhin erwähnte Schwierigkeit der Abgrenzung schon ein wenig deutlich. Denn sind Schlösser und Burgen bereits eine Thematik, die es zu visualisieren gilt oder werden diese lediglich aufgrund ihrer markanten Erscheinung in der Natur in topographischen Karten gerne mit aufgenommen? Des Weiteren könnte dahingehend argumentiert werden, dass ja auch Grenzzüge oder Verkehrswege einen thematischen Charakter besitzen, weshalb wiederum in diesem Beispiel der Begriff der topographischen Karte als falsch zu bezeichnen wäre. Diese schon seit jeher ungelöste Problematik wird zusätzlich dadurch verkompliziert, dass eine topographische Karte im eigentlichen Sinn einen Spezialfall der thematischen Karte darstellt. [vgl. ARNBERGER & KRETSCHMER 1975].

Nun gibt es aber auch Ansätze, welche eine relativ einfache Unterscheidung zulassen. So dienen topographische oder allgemein-geographische Karten hauptsächlich der Orientierung und sollen einen Überblick über die Topographie des gewählten Gebietes bieten. Daran sind bestimmte Mindestanforderungen gekoppelt, welche nötig sind, um ein adäquates Abbild geographischer Gegebenheiten liefern zu können. Dazu gehören neben den grundlegenden Thematiken wie Grenzen und Verkehrswege vor allen Dingen geeignete Geländedarstellungsmethoden, Kennzeichnungen für Wald, Wiesen und andere Bodennutzungen und nicht zuletzt Höheninformationen, welche das Kartenbild erst plastisch erscheinen lassen und einen möglichst realistischen Eindruck der kartierten Region hinterlassen. Um Letzteres zu erreichen sind Elemente wie Höhenlinien, Schummerungen, Felszeichnungen sowie – bei älteren Werken häufig vorkommend – auch Schraffierungen unentbehrlich [vgl. ARNBERGER & KRETSCHMER 1975, WITT 1979, WILHELMY 1996].

Der Zweck topographischer Karten umfasst Bereiche geomorphologischer und geologischer Untersuchungen über Verwaltungs- und Planungsaufgaben bis hin zu militärischen Nutzungen und einfachen Orientierungshilfen, wobei hier vor allem der Bereich des Outdoor-Sports gehört, der auch das Wandern und Bergsteigen umfasst. Weiters kann eine topographische Karte auch als Basiskarte dienen, welche zu einem späteren Zeitpunkt durch zusätzliche spezielle Thematiken ergänzt werden kann [vgl. ARNBERGER & KRETSCHMER 1975].

Topographische Karten werden zumeist von amtlichen Stellen eines Staates erstellt, in regelmäßigen Abständen aktualisiert und auf den neuesten Stand gebracht. Topographische Karten werden dabei in verschiedenen Maßstäben hergestellt, wobei mehrere Gruppen unterschieden werden können. Topographische Grund- oder Plankarten weisen einen Maßstab bis circa 1:10.000 auf und stellen die räumliche Situation eines Gebietes am präzisesten dar, wobei die Darstellung grundrisstreu erfolgen sollte. Der nächstkleinere Maßstabsbereich von 1:20.000 bis 1:75.000 umfasst die topographischen Spezialkarten. Dabei wird vorwiegend eine grundrissähnliche Darstellung eingesetzt, kleinere Generalisierungen werden vorgenommen. Ab einem Maßstab von 1:100.000 wird die Bezeichnung topographische Übersichts- oder

Generalkarten verwendet, da hierbei unter anderem der Grad der Generalisierung bereits deutlich erkennbar ist. Zudem müssen hier auch noch die so genannten Luft- und Satellitenbildkarten erwähnt werden, welche einen speziellen Status einnehmen, aber dennoch zu den topographischen Karten gezählt werden müssen. Im kleinmaßstäbigen Bereich zählen hierbei so genannte chorographische Karten dazu, deren Darstellungsbereich zumeist ganze Länder, Kontinente oder auch die gesamte Erde sind und demnach hauptsächlich in großen Weltatlantenwerken vorzufinden sind [vgl. HAKE & GRÜNREICH 1994, KOHLSTOCK 2004].

Ein weiterer Spezialfall dieses Kartentyps sind Wander- und Freizeitkarten, da diese zum größten Teil auf topographisch-geographischen Ebenen aufbauen. Der wichtigste Sinn und Zweck dieser Karten ist die Möglichkeit zur Orientierung und Routenfindung. Zusätzlich zu diesen Basiskomponenten ist allerdings die Thematik des Wanderns beziehungsweise einer anderen Sportart zu berücksichtigen.

Da sich diese Arbeit im zweiten Teil mit dem Weitwanderwegprojekt *Osttirol 360°* beschäftigen wird, wird nun stellvertretend für alle Outdoor-Sportarten das Wandern für die nähere Erläuterung der soeben erwähnten Thematik herangezogen. Von besonderer Wichtigkeit für Wanderkarten sind sämtliche Darstellungselemente, welche einen Höhenbezug haben, da dies eine essentielle Information für jeden Freizeitsportler darstellt. Unerlässlich sind dabei Isohypsen, wörtlich Linien gleicher Höhe, also die Höhenlinien. Sie dienen unter anderem dazu, das Gelände auf dem ebenen Kartenbild plastisch erscheinen zu lassen, damit der Nutzer der Karte einen besseren Eindruck über die Höhenverhältnisse in einem bestimmten Gebiet erhalten kann. Durch Höhenlinien lassen sich nicht nur Höhenunterschiede darstellen beziehungsweise aus diesen die Höhe eines Punktes auf der Karte herauslesen, sondern auch Geländemerkmale lassen sich so visualisieren. So können beispielsweise Gräben, Kanten, Talverläufe, Felsen, Bergkämme oder auch Grate durch den Verlauf der Isohypsen einerseits und die Beziehung dieser zueinander andererseits ausgemacht werden. Als generelle Regel gilt hierfür, dass je geringer der Abstand zwischen den Höhenlinien ist, das Gelände umso steiler ist. Dies kann so weit führen, dass sich die Linien scharen, bis sie fast übereinander liegen. In diesem Fall kann der Kartennutzer mit großer

Wahrscheinlichkeit auf eine Felswand schließen. Für kleinere Maßstäbe empfiehlt sich anstelle einer Höendarstellung beispielsweise eine kolorierte Höenschichtenvisualisierung im Zusammenspiel mit einer Schummerung, welche ebenso einen plastischen Eindruck vermitteln und auf den ersten Blick auf die unterschiedlichen Höhenverhältnisse schließen lassen [vgl. ARNBERGER 1975, HAKE & GRÜNREICH 1994, KOHLSTOCK 2004].

2.3. Geographische Informationssysteme

Einen der essentiellsten Bausteine kartographischen Arbeitens stellen die geographischen Informationssysteme (GIS) dar, denn mit Hilfe dieses Werkzeugs können die erfassten geographischen Rohdaten weiterverarbeitet werden. GIS-Systeme beziehungsweise GIS-Software verfügt meist über sehr wirksame und mächtige Funktionen, mit denen viele verschiedenste Analyse-, Bearbeitungs- und auch Visualisierungsmöglichkeiten geschaffen werden. Sinn und Zweck eines GIS ist es den zahlreichen unterschiedlichen Informationen, welche die Geodaten mit sich bringen, den richtigen räumlichen Bezug, die richtige Ordnung zuzuweisen [vgl. LINDER 1999]. Daher wird auch das Attribut „geographisches“ Informationssystem, als sinngemäß korrekte Umschreibung der „Zuordnung eines Objektes zu einem bestimmten Punkt auf der Erde“ [LINDER 1999, S.1] verwendet.

Ein GIS setzt sich im Wesentlichen aus drei Teilbereichen zusammen. Zunächst wird naturgemäß, da es sich bei einem GIS um ein computerbasiertes beziehungsweise rechnergestütztes Werkzeugpaket handelt, eine entsprechende Hardware benötigt. Aufgrund der hohen Anforderungen, die ein GIS an diese Komponente stellt, ergibt sich meist nur eine kurze Lebensdauer von in etwa drei bis fünf Jahren, bevor diese wieder auf den neuesten Stand gebracht werden muss, damit das weitere Arbeiten mit einem GIS reibungslos möglich ist. Generell wird auf der Hardwareseite eine hohe Rechenleistung und überdurchschnittlich viel Arbeits- und Festplattenspeicher verlangt, damit die teils gigantischen Datenmengen flüssig und zuverlässig verarbeitet werden können. Und genau diese stellen auch den zweiten Teilbereich und gleichzeitig eigentlich die Hauptkomponente eines GIS dar [vgl. BILL 1999, LINDER 1999].

Das Handhaben von Geodaten in sämtlichen Facetten, von der Beschaffung bis zur Wartung, gehört zu den eigentlichen Aufgaben beim Arbeiten mit einem GIS, denn ganz einfach gesagt bedeutet dies: Sind keine Daten da, kann auch nicht gearbeitet werden. Auf die verschiedenen Datentypen und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile wird weiter unten in einem eigenen Kapitel ausführlicher eingegangen.

Den dritten und letzten verbliebenen Teilbereich stellt nun die Software dar. Auch diese entwickelt sich ähnlich wie auch die Hardware teilweise rasend schnell, weshalb auch hier meist schon nach sieben bis maximal fünfzehn Jahren ein „Upgrade“ durchgeführt werden muss, um für sämtliche zeitgemäße Aufgaben gerüstet zu sein. Außerdem gilt es, ständig einen Überblick über das derzeitige Angebot an Softwarepaketen zu haben, welche GIS-Funktionen beinhalten. Das Spektrum reicht hierbei von so genannten OpenSource-Programmen, also frei verfügbarer und veränderbarer Software, über sehr spezielle Anwendungen, welche sich hauptsächlich aber dafür sehr genau nur mit einem bestimmten Teil eines GIS beschäftigen, bis hin zu äußerst mächtigen kommerziellen Softwarepaketen, die mehr oder weniger alles können, was mit einem GIS theoretisch zu bewerkstelligen ist [vgl. BILL 1999, LINDER 1999].

Nach BILL muss zu diesen drei Teilbereichen jedoch ein zusätzlicher und somit vierter Teilbereich hinzugezählt werden. Man spricht dabei vom so genannten Vierkomponenten-Modell eines GIS. Sowohl der grundlegende Aufbau eines GIS sowie auch dessen Basisfunktionen gliedern sich nach BILL in vier Bereiche [vgl. BILL 1999 sowie Abb. 1].

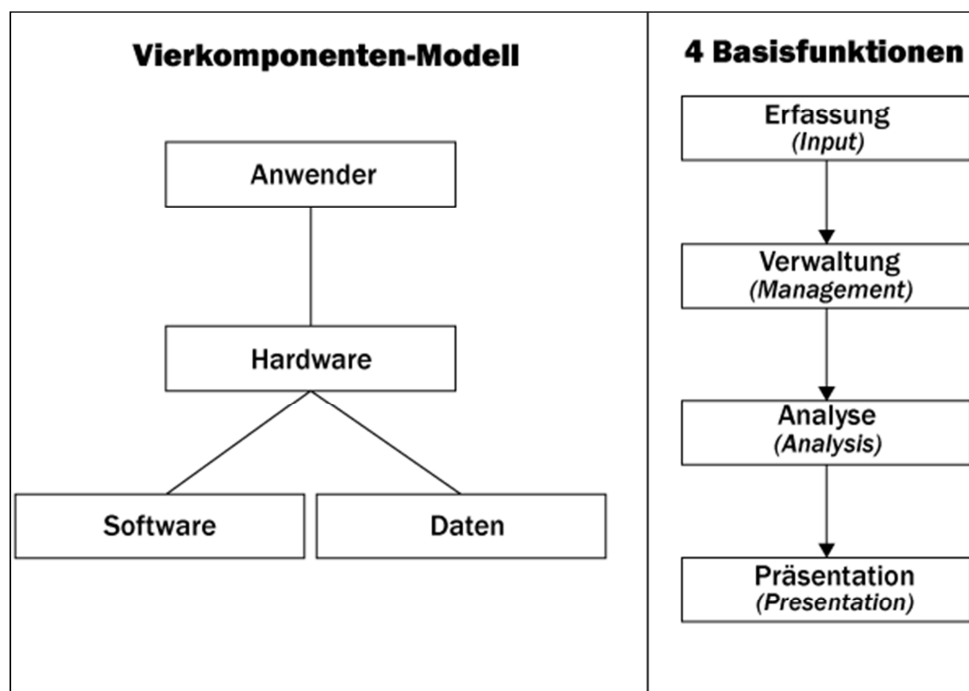


Abb. 1.: Vierkomponenten-Modell und die vier Basisfunktionen eines GIS [frei nach BILL 1999]

Aus den bisher erwähnten Aspekten lassen sich nun Definitionen für den Begriff eines „GIS“ ableiten: „Unter GIS versteht man die Verarbeitung und Verwaltung raumbezogener Daten (Geodaten) mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung. Als raumbezogen können dabei solche Informationen bezeichnet werden, die sich eindeutig mit Hilfe von Koordinaten in einem Untersuchungsgebiet verorten lassen [LINDER 1999, S. 3]“. Oder: „Ein Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden [BILL 1999, S.4]“.

2.4. GPS-Systeme

In diesem Kapitel werden die technischen Grundvoraussetzungen für die Aufnahme von Geodaten näher durchleuchtet und beschrieben. Denn die Möglichkeit jeden beliebigen Punkt auf der Erde durch den Signalaustausch mit mehreren Satelliten einwandfrei, schnell und einfach zu bestimmen bietet demzufolge eine optimale Voraussetzung für die Erfassung von Daten mit Raumbezug. Es werden zunächst allgemeine Definitionen und technische Details dieses Prinzips erläutert um ein gewisses Basiswissen zu erreichen, welches für das weitere Verständnis erforderlich ist.

Im zweiten Teil dieses Kapitels wird auf ein kleines Experiment eingegangen, welches ich im Zuge der Begehung von *Osttirol 360°* durchgeführt habe. Dabei wurde der zurückgelegte Weg nicht nur mit einem herkömmlichen GPS-Gerät aufgezeichnet sondern es wurde außerdem untersucht inwiefern aktuelle moderne Mobiltelefone, so genannte „Smartphones“, bei der Aufzeichnung von GPS-Spuren bereits mithalten können oder ob es dabei doch noch die einen oder anderen Defizite gibt. Die Ergebnisse sind teils erwartungsgemäß teils jedoch auch überraschend ausgefallen und werden wie erwähnt im zweiten Teil dieses Kapitels näher behandelt.

2.4.1. Technische Voraussetzungen und Definitionen

Eine heutzutage weit verbreitete Technologie zur Ortung und Aufzeichnung der Standpunkte eines Empfängergerätes ist jene des so genannten „Globalen Positionierungssystems“ („Global Positioning System“, GPS), welches auf der Basis von Satellitennavigation funktioniert. Gestartet wurde dieses Projekt bereits im Jahre 1977 mit dem erfolgreichen Launch des ersten Navigationssatelliten in seine Umlaufbahn. Mit diesem Vorhaben wurden die amerikanischen Luftstreitkräfte betraut, da ursprünglich dieses Navigationssystem nur für den Gebrauch innerhalb der US-Armee gedacht war. Ziel war es demnach, einem ruhenden als auch einem sich bewegenden GPS-Nutzer möglichst genaue Daten über dessen geographische (dreidimensionale) Position, dessen Geschwindigkeit und die Uhrzeit überall auf oder nahe der Erde zu liefern, egal welche Witterungsbedingungen vorherrschen [BAUER

1997, S. 152]. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, müssen zunächst einige technische Voraussetzungen berücksichtigt werden [vgl. BAUER 1997].

Damit eine dreidimensionale Ortung jederzeit an jedem Punkt auf der Erde möglich ist, bedarf es einer genauestens berechneten Satellitenkonstellation, „bei der man von jedem Punkt der Erde jederzeit mindestens vier Satelliten gleichzeitig beobachten kann [BAUER, 1997, S. 153]“. Des Weiteren wird auch eine bestimmte Infrastruktur auf der Erde benötigt, bestehend aus mehreren Stationen verteilt über den gesamten Globus, welche satellitenbezogene Parameter wie beispielsweise Bahndaten kontinuierlich messen und aufzeichnen, um die Genauigkeit der in weiterer Folge ausgegebenen Daten gewährleisten zu können. Innerhalb mehrerer Phasen des Testens, Entwickelns und des Ausbaus wurden bis 1997 insgesamt 25 GPS-Satelliten in ihre Umlaufbahn befördert. Sie dienen mittlerweile aber nicht nur mehr den militärischen Zwecken der Vereinigten Staaten: Sie haben sich vielmehr zu einem Standard im Bereich der Navigation und Ortung aufgebaut, welcher die Grundlage für den Großteil handelsüblicher Navigationsgeräte und GPS-Empfangsgeräte darstellt. Als offizielles Startdatum für die erstmalige gesamtheitliche Inbetriebnahme und Kapazität des GPS-Systems wird der 17. Juli 1995 angesehen. Seither wurden natürlich bereits veraltete Satelliten (die durchschnittliche Lebensdauer beträgt etwa 7,5 Jahre) durch neuere Generationen ersetzt, um immer den modernsten Standards zu entsprechen [vgl. BAUER 1997].

Die Satelliten arbeiten nach dem Prinzip der Funkübertragung, wobei dabei freilich einige zusätzliche Aspekte aufgrund der enormen Distanzen zwischen Sender und Empfänger berücksichtigt werden müssen. Im Allgemeinen misst ein GPS-Empfänger auf der Erde lediglich die Zeit, die das Signal benötigt, um den Weg vom Satelliten bis zur Empfangseinrichtung zurückzulegen. Dabei kann bereits ein Faktor ausgemacht werden, welcher für die Umsetzung des gesamten Systems essentiell ist, nämlich die Zeit. Um hierfür eine höchstmögliche Präzision zu gewährleisten, werden sowohl in den Satelliten als auch auf den Kontrollstationen auf der Erde Atomuhren eingesetzt. Die Satelliten sind dabei ständig mit einer eigens dafür installierten S-Band-Antenne mit den Bodenstationen verbunden, damit Letztere ermittelte Änderungen in den bereits weiter oben erwähnten Parametern direkt an die Satelliten übermitteln können, damit

diese aktualisiert beziehungsweise auf den neuesten Stand gebracht werden. Andererseits wird in den Bodenstation auch jener Code berechnet, welchen die Endgeräte benötigen, um die Unterschiede zwischen der GPS-Zeit und der standardisierten Weltzeit (UTC) zu berechnen. Dieser wird an die Geräte der Endbenutzer weitergegeben, sodass hierbei eine Genauigkeit im Mikrosekundenbereich erzielt werden kann. Des Weiteren sind in den Satelliten mehrere L-Band-Antennen eingebaut, welche nun dafür verantwortlich sind, die Signale wieder an die Empfangsgeräte auszustrahlen. Es gibt mehrere Gründe, warum ausschließlich Frequenzen im Mikrowellenbereich zum Einsatz kommen. Zum einen müssen Verzögerungen und Abweichungen, welche durch die unterschiedlichen Zustände in- und außerhalb der Erdatmosphäre auftreten können, so gering wie möglich gehalten werden. Auf der anderen Seite verlangen die Signale, die durch unterschiedliche Methoden codiert werden, große Bandbreiten, wie sie nur Frequenzen im Mikrowellenbereich aufweisen. Durch die Tatsache, dass der Empfänger auf der Erdoberfläche eigentlich eine passive Rolle inne hat, da lediglich elektromagnetische Signale empfangen und ausgewertet werden müssen, bedeutet dies folglich, dass die Anzahl der Nutzer beliebig hoch sein kann. Jedoch genau hier liegt das Problem, wenn man bedenkt, dass das GPS-System ursprünglich rein für militärische Zwecke konzipiert worden ist und nun theoretisch auch der Gegner im militärischen Sinn von dieser Technologie profitieren könnte. Um dieses Kriterium zu unterbinden hat das US-Militär bis ins Jahr 2000 durch den Einsatz so genannter „Jammer“ (Störsender) künstliche Fehler eingebaut, wodurch das GPS-Signal gestört vom Empfänger aufgenommen wird beziehungsweise die Genauigkeit schlicht und einfach verschlechtert wurde. Bezeichnet wird dieses Verfahren als „ausgewählte Verfügbarkeit“ („Selected Availability“, SA) [vgl. BAUER 1997].

Ein weitere Methode mit demselben Ziel ist das so genannte „Anti-Spoofing“ („to spoof“ = schwindeln, reinlegen), wodurch ein falsches Signal anstelle des echten Satellitensignals ausgestrahlt wird um den militärischen Feind zu täuschen beziehungsweise um feindliche Eingriffe in vertrauliche Informationen der amerikanischen Streitkräfte zu verhindern. Schon von Beginn an wurde diese Vorgehensweise stark kritisiert, da die Abhängigkeit von den USA für den

gewöhnlichen GPS-Nutzer zu groß war. Bereits 1996 wurde dann seitens der amerikanischen Regierung eine Erklärung abgegeben, wonach diese Verfälschungsmaßnahmen abgestellt werden sollten. Im Jahr 2000 wurde dieses Versprechen schließlich auch umgesetzt [vgl. BAUER 1997].

Heutzutage sind reine GPS-Geräte beziehungsweise darauf basierende Navigationsgeräte bereits zur Selbstverständlichkeit in vielen verschiedenen Bereichen geworden, vom Auto über den Outdoor-Sport bis zur Integration in der teils hochmodernen neuen Mobiltelefongeneration, den so genannten Smartphones, wo das GPS-Prinzip oft als zusätzliche mehr oder weniger hilfreiche Raffinesse in den verschiedenen Applikationen dient. Genau diesen Aspekt gilt es in folgendem Abschnitt näher zu durchleuchten, um herauszufinden, inwieweit aktuelle Smartphones mit eingebautem GPS-Chip mit sozusagen rein für den Empfang und die Ausgabe des GPS-Signals konzipierten und produzierten Geräten mithalten können beziehungsweise worin die Vor- und Nachteile der jeweiligen Produkte liegen.

2.4.2. Vergleich GPS-Gerät – Smartphone

Aus diesem Grund wurden im Zuge der Begehung des für den praktischen Teil dieser Arbeit als Thematik gewählten Weitwanderwegprojektes „Osttirol 360°“ der zurückgelegte Weg sowohl mit einem aktuellen Smartphone der Marke LG (Modell P990 Optimus Speed) als auch mit einem GPS-Gerät des Herstellers „Garmin“ aufgezeichnet, um darauf basierend, die erstellten Spuren („Tracks“) zu vergleichen und analysieren zu können. Damit auf dem Smartphone GPS-Tracks aufgenommen und gespeichert werden können, bedarf es einer zusätzlichen externen Applikation, wobei hierbei, ebenso wie es die Vorgabe für den praktischen Teil dieser Arbeit ist, mit einem frei verfügbaren Programm mit dem Namen „Open GPS Tracker“ (Abb. 2) gearbeitet worden ist.

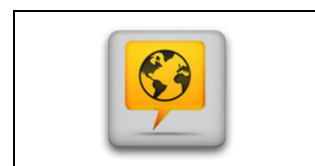


Abb. 2: Logo des „Open GPS Tracker“
[Quelle: Google Play™]

In Abbildung 3 ist nun das Gesamtergebnis dargestellt worden, wobei die Smartphone-Spur in Blau und die GPS-Gerät-Spur in Rot visualisiert wurde. Dabei können bereits

erste Unterschiede ausgemacht werden. So fällt bei näherer Betrachtung des Smartphone-Tracks auf, dass immer wieder Lücken in der Aufzeichnung aufgetreten sind. Hierbei muss erwähnt werden, dass die große Lücke im Süden nicht auf das Smartphone zurückzuführen ist, sondern auf die Tatsache, dass hier nur mit dem GPS-Gerät gearbeitet worden ist. Sämtliche andere Lücken resultieren daraus, dass obwohl beim Mobiltelefon mit der höchstmöglich einstellbaren Genauigkeit gearbeitet worden ist, dennoch nicht die Daten von allen verfügbaren Satelliten empfangen und ausgewertet wurden. Ein weiterer Aspekt, welcher hier zu tragen kommt und woraus vor allem die längeren Aufzeichnungslücken resultieren, ist jener der Akkuleistung des jeweiligen Gerätes. Dies ist sicherlich als erhebliches Manko beim Smartphone herauszuheben. Obwohl bei fast jeder Begehung sämtliche Telefonfunktionen mit dem Ziel des Sparens von Akkuleistung deaktiviert worden sind, war zumeist nach einer Zeit von etwa sechs bis sieben Stunden der Energiespeicher des Mobiltelefons erschöpft, sodass keine weitere Aufzeichnung mehr möglich war. Im Vergleich dazu hat das GPS-Gerät bis zu drei Einsätze von jeweils ungefähr neun bis zehn Stunden hintereinander durchgehalten, was schon einen entscheidenden Unterschied darstellt.

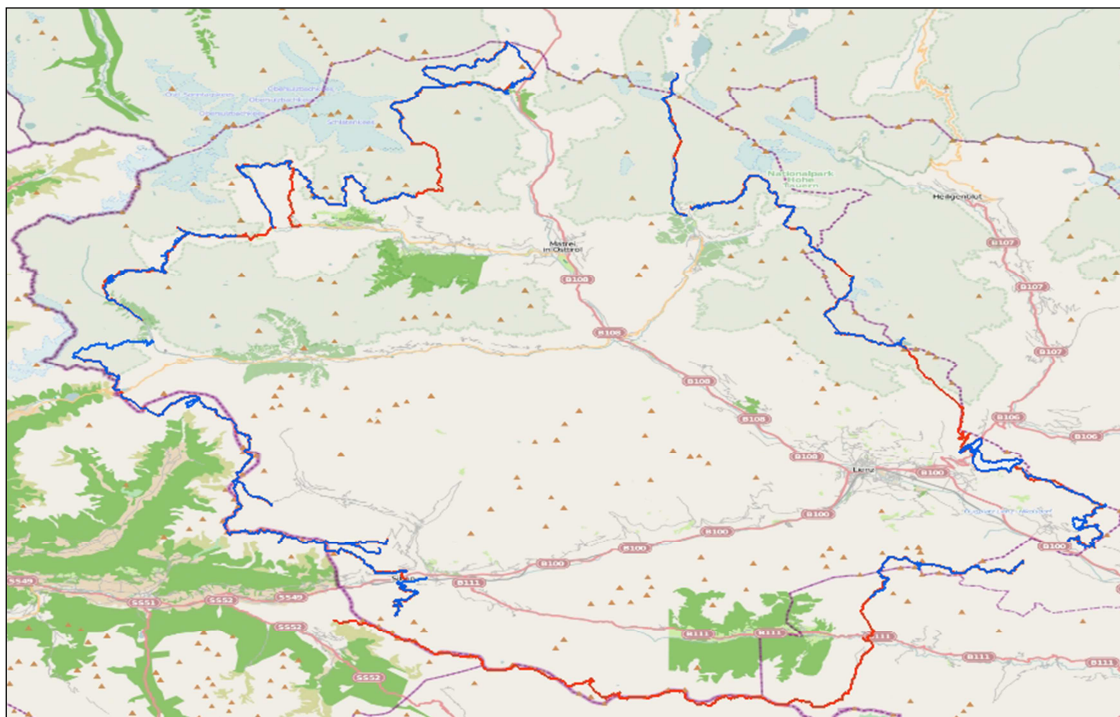


Abb. 3: Gesamtvergleich GPS-Gerät (rot) – Smartphone (blau)
[Kartenhintergrund: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC BY-SA]

Nichtsdestotrotz muss abgesehen von der Ausdauer der Geräte auch darauf hingewiesen werden, dass im Allgemeinen die Abweichung der beiden Spuren doch eher gering ist, was in weiterer Folge bedeutet, dass die Aufzeichnungsqualität bei einem Smartphone bereits sehr nahe an jene eines reinen GPS-Gerätes herankommt. Lediglich bei genauerer Betrachtung können einige Defizite ausgemacht werden. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 4 zu erkennen. Im grün markierten Bereich befindet sich in der Natur ein kleiner Tunnel, durch welchen der aufzuzeichnende Weg führt. Während das GPS-Gerät aufgrund der fehlenden Konnektivität mit den notwendigen Satelliten einfach eine gerade Linie vom letzten registrierten Punkt vor dem Tunnel bis zum ersten danach als Ergebnis angibt - was in etwa auch den wahren Wegverlauf widerspiegelt - so wirkt die Applikation des Smartphones mit der Situation sozusagen ein wenig überfordert und legt eine unnatürliche Ausprägung in der GPS-Spur an, welche bereits auf den ersten Blick ersichtlich nicht den richtigen Verlauf des aufzuzeichnenden Abschnittes wiedergibt. Jedoch gilt diese Feststellung tatsächlich nur für den kurzen Tunnelbereich, denn sowohl vor als auch nach dieser besonderen Situation stimmt die Smartphone-Spur mit der GPS-Gerät-Spur generell annähernd überein.

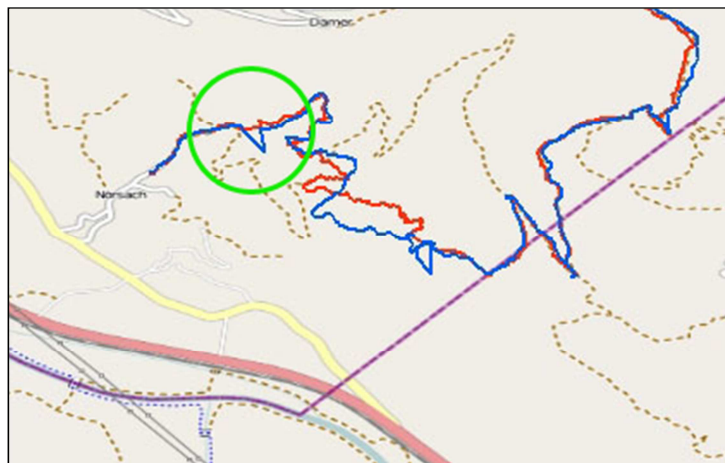


Abb. 4: Vergleich GPS-Gerät (rot) – Smartphone (blau) im Bereich eines Tunnels
[Kartenhintergrund: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC BY-SA]

Eine ähnliche Ausprägung wie zuvor gerade beschrieben kann auch in Abbildung 5 ausgemacht werden. Jedoch ist in diesem Bereich in natura keine tunnelähnliche Situation vorzufinden, wie noch in dem Beispiel zuvor. Daher verwirrt es umso mehr, wenn die von der Smartphone-Applikation aufgezeichnete Spur näher betrachtet wird.

Während das reine GPS-Gerät keine außerordentliche Besonderheit bei dessen GPS-Track ausgibt, so sieht dies beim direkten Vergleich mit der Aufzeichnung des Smartphones ganz anders aus. Das Betrachten der ergänzend zu den eigentlichen Punkten berechneten Daten macht deutlich, dass sich hierbei ein Fehler eingeschlichen haben muss. Denn neben der dreidimensionalen geographischen Lage der registrierten Punkte werden auch Parameter wie zum Beispiel die Geschwindigkeit abgeleitet. Ebendiese zeigt bei dieser in Abbildung 5 eindeutig ersichtlichen Ausprägung einen Wert von über hundert Stundenkilometern an, was logischerweise völlig unrealistisch und falsch ist, allein wenn bedacht wird, dass die Strecke zu Fuß begangen worden ist. Dies stellt zwar die einzige grobe Fehlinformation dieser Art auf dem gesamten Weg dar, dennoch verdeutlicht dies, dass zumindest im Bereich der Zuverlässigkeit dem reinen GPS-Gerät Vorzüge gegenüber dem Smartphone eingeräumt werden müssen.

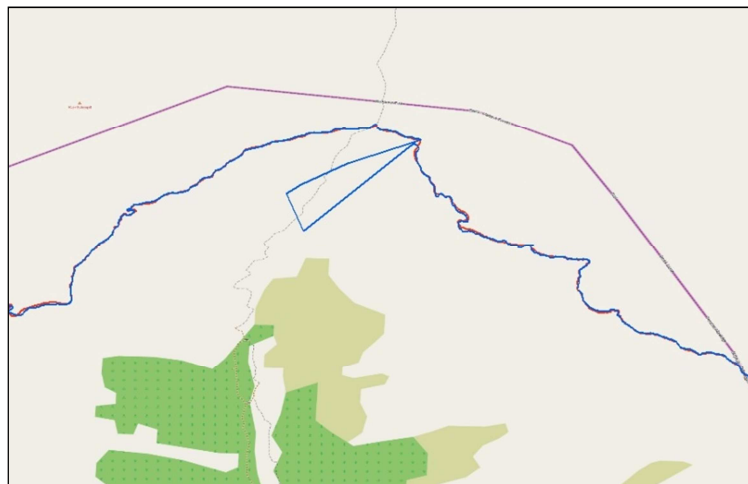


Abb. 5: Fehlinformation bei der Aufzeichnung mit dem Smartphone
[Kartenhintergrund: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC BY-SA]

Falsche Aufzeichnungen sind die eine Sache, die andere sind Lücken oder Trackingaussetzer aufgrund der fehlenden Verbindung zu einer ausreichenden Zahl an Satelliten, die, wie bereits weiter oben beschrieben worden ist, bei mindestens vier liegen muss, um Ergebnisse in Echtzeit erzielen zu können. Die Konnektivität kann hierbei jedoch nicht die Ursache sein, denn wenn dies so wäre und exakt dieser Punkt nicht die erforderliche Satellitenabdeckung aufweist, dann würde dies auch in der Spur zu erkennen sein, welche das GPS-Gerät aufgenommen hat. Die dabei auftretenden

Fehler mögen zwar marginal ausschauen, wie auf Abbildung 6 zu sehen ist, dennoch sind sie störend für die weitere Bearbeitung dieser Daten. Nicht außer Acht gelassen werden darf hierbei natürlich auch nicht die Tatsache, dass meine Aufzeichnungen entstanden sind während ich zu Fuß, also mit geringer Geschwindigkeit, unterwegs gewesen bin. Wenn das Mobiltelefon wie vermutet in diesen Bereichen einfach die Aufzeichnung ausgesetzt hat, wie würde sich dies dann auswirken, wenn eine Trackingspur mit beispielsweise einem Auto fahrend aufgenommen wird? Der Logik zufolge müssten hier die Lücken dementsprechend größer sein, woraus schon gravierende und vor allem schwer überbrückbare Fehler resultieren würden. Dennoch zeigten sich insgesamt trotz aller soeben beschriebenen Defizite beim Arbeiten mit dem Smartphone teils überraschend guten Ergebnisse bei diesem Test. Das GPS-Tracking mit einem Mobiltelefon ist sicherlich noch ausbaufähig und verbesserungswürdig, dennoch können bereits mehr als brauchbare Ergebnisse erzielt werden, welche schnelle, unkonventionelle aber dennoch gute und für einfache Anwendungen mehr als ausreichende Datengrundlagen bieten.

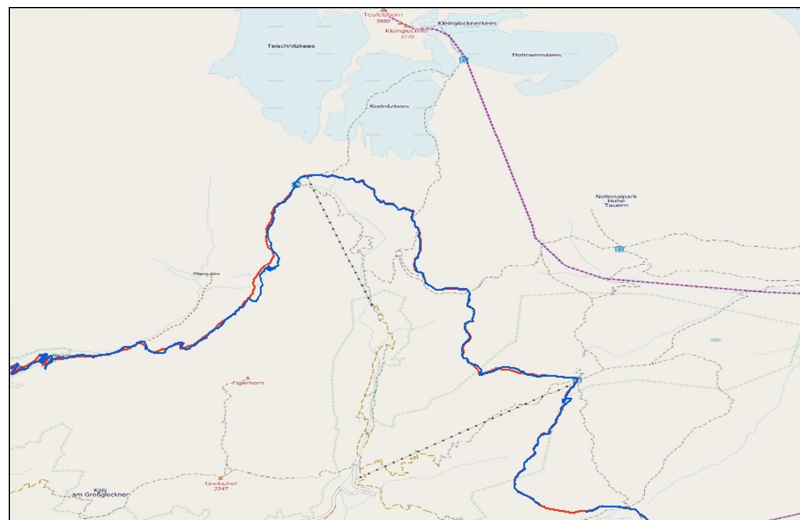


Abb. 6: Aufzeichnungslücken bei der mit dem Smartphone erfassten GPS-Spur
[Kartenhintergrund: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC BY-SA]

Wenn jedoch eine höhere Präzision erforderlich ist, so sollte nach wie vor auf ein reines GPS-Gerät zurückgegriffen werden, um das erforderliche Maß an Genauigkeit zu erfüllen und um sicherzugehen, dass die Zuverlässigkeit und Qualität dem höchstmöglichen Standard entsprechen. Im Bereich zusätzlicher Datenerfassung - neben

den eigentlichen aufgezeichneten Ortungspunkten - steht das Smartphone, in diesem Fall eigentlich mehr die verwendete Applikation, dem GPS-Gerät jedoch um nichts nach. Denn auch die kostenlose Software bietet Zusatzfunktionen wie das Anzeigen verschiedenster Diagramme und Parameter, welche mit dem Verlauf der zurückgelegten Strecke in Verbindung stehen. Hierfür wird beispielsweise aus der Distanz und der dafür benötigten Zeit die Geschwindigkeit berechnet und diese in eine Darstellung eingebunden, so dass auf den ersten Blick diese nützlichen Zusatzinformationen analysiert werden können. Auf der anderen Seite machen diese Diagramme auch etwaige Fehler in der Aufzeichnung sofort ersichtlich, da außerordentliche Abweichungen beziehungsweise Ausprägungen schnell ins Auge springen und daraufhin genauer überprüft werden können.

Parallel zur Geschwindigkeit wird beispielsweise auch immer die aktuelle Höhe gemessen, woraus in weiterer Folge Höhenprofile gezeichnet werden können. Was natürlich ein Standard bei GPS-Geräten ist, kann ebenso einfach mit der Smartphone-Applikation durchgeführt werden, wobei ebenso wie zuvor bei der Geschwindigkeit eventuell auftretende Messfehler relativ rasch ausgemacht werden können. Tatsache ist auch, dass es in Zukunft immer mehr eine Kosten-Nutzen-Frage sein wird beziehungsweise gegenwärtig auch schon ist. Bedenkt man alleine, dass Smartphones, so wie es bei fast allen Mainstream-Produkten im (Unterhaltungs-)Elektroniksegment der Fall ist, stetig und innerhalb kurzer Zeit billiger werden, so stellt sich alsbald die Frage, inwieweit sich GPS-Geräte in den nächsten Jahren überhaupt noch behaupten werden können.

Ein Nachteil für die GPS-Gerätehersteller ist es auch, dass viel Geld in das Anpassen, die Bearbeitung und eventuell auch für den Zukauf von Kartendaten investiert werden muss. Mitunter muss der Nutzer oft sogar spezifische Kartendaten für ein bestimmtes Gebiet separat erwerben, was die Kosten-Nutzen-Frage einmal mehr aufwirft. Dazu kommt noch, dass Smartphone-Applikationen wie der getestete „Open GPS Tracker“ durch den Umstand, dass es sich um Software für das „Android“-Betriebssystem von Google handelt, einfach den hauseigenen Kartendienst „Google Maps“ zu Nutzen machen kann und diesen als Kartengrundlage verwendet, wodurch im selben Zug der

zusätzliche Gewinn entsteht, dass nahezu die gesamte Erdoberfläche in ausreichend großen Maßstäben zur Verfügung steht.

Zuletzt darf natürlich auch nicht der Mehrfach-Nutzen eines Smartphones im Vergleich zu einem GPS-Gerät vergessen werden, da die GPS-Fähigkeit ja lediglich eine von zahlreichen Möglichkeiten darstellt, welche diese neue Mobiltelefongeneration mit sich bringt. All diesen soeben beschriebenen Vorzügen stehen aber auch die zu Beginn dieses Abschnittes erläuterten Nachteile gegenüber, welche in Summe wieder auf die bereits mehrfach zitierte Kosten-Nutzen-Frage zurückgehen. Zusammenfassend kann man aber feststellen, dass Smartphones einen immer größer werdenden Stellenwert in einem breiten Spektrum an Anwendungsbereichen einnehmen, wenngleich die Fortschritte je nach Bereich variieren, jedoch deutlich sichtbar sind und vor allem stetig vorangetrieben werden, weil hinter der Entwicklung dieser Mobiltelefone enorme Budgets stecken und das Potential dieser Produkte bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist. Jedoch stellen auch die reinen GPS-Geräte Ergebnisse einer jahrelangen Entwicklung dar, weshalb auch hier in Zukunft sicherlich noch viele spannende und innovative Neuerungen präsentiert werden.

2.5. Geodaten

Dieses Kapitel behandelt den nun so wichtigen Teilbereich eines jeden kartographischen Arbeitens – die Geodaten. Wie bereits weiter oben schon einmal erwähnt ist die Wichtigkeit von Geodaten ganz einfach kurz und prägnant auszudrücken: Ohne Daten, keine Karte. Wie diese nun definiert beziehungsweise aufgebaut sind und welche Unterscheidungen es diesbezüglich gibt, das wird im ersten Teil dieses Kapitels näher erläutert.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit Höhendaten. Diese stellen einen enorm wichtigen Aspekt dar, gerade wenn es darum geht die Route eines Weitwanderwegprojektes zu visualisieren. In diesem Teilbereich werden die Charakteristika von Höhendaten erläutert sowie auf die Möglichkeit der Beschaffung solcher Datensätze eingegangen.

Schließlich wird im dritten Teil dieses Kapitels die Situation bezüglich Geodaten in Österreich beschrieben. Woher Daten bezogen werden können, wer in Österreich dafür zuständig ist und, um den Grundgedanken der „freien Kartographie“ beizubehalten, welche Datensätze überhaupt frei verfügbar sind wird unter anderem in diesem Abschnitt aufgegriffen und erläutert.

2.5.1. Technische Voraussetzungen und Definitionen

Geodaten, also im eigentlichen Sinn Daten mit (geographischem) Raumbezug bilden eine weitere essentielle Basis für jede kartographische Arbeit. Sie stellen sozusagen das Grundraster einer Karte oder kartenähnlichen Darstellung dar und erfordern den meisten und oft auch zeitintensivsten Arbeitsaufwand. Dies beginnt schon bei der Beschaffung, wo wir später noch sehen werden, welche Vor- und Nachteile kommerzielle und/oder amtliche Datenanbieter gegenüber freien Projekten wie der OpenStreetMap und umgekehrt haben.

Im Allgemeinen werden zwei wesentliche Datentypen unterschieden. Auf der einen Seite stehen Vektordaten und auf der anderen Rasterdaten. Erstere definieren sich durch

„die auf Punkten beruhende Beschreibung von raumbezogenen Objekten“ [BILL 1999, S.21]. Vektordaten werden in drei Segmente unterteilt, in Punkte, Linien sowie in Flächen und finden in jedem Maßstabsbereich Anwendung, da Ausdehnung, Lage und ebenso Richtung von Vektorobjekten exakt definiert sind und somit in jedem beliebigem Größenverhältnis dargestellt werden können. Des Weiteren verfügen Vektordaten über eine logische Strukturierung wodurch sich kurze Rechenzeiten sowie geringe Datenmengen ergeben. Ein Vektorobjekt besteht immer nur aus so genannten Knoten, also jenen Punkten, an denen sich zwei Linien treffen, wobei hierfür wiederum auch des Öfteren die Bezeichnung „Kanten“ zu hören ist. Die sich ergebenden Beziehungen zwischen diesen einzelnen Elementen können in Kanten- beziehungsweise Knotentabellen abgelesen werden, welche nach dem Prinzip eines relationalen Datenmodells aufgebaut sind. Vektordaten können aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Struktur rasch und einfach verarbeitet werden sowie in ihren Attributtabellen eine Vielzahl an zusätzlichen Informationen speichern, wodurch die Handhabung von Daten dieses Types stark erleichtert wird. Zudem wird jedem Vektordatenobjekt ein bestimmter spezifizierter Schlüssel zugewiesen, was folglich ermöglicht, jedes Objekt einzeln aus dem gesamten Datensatz auszuwählen [vgl. BILL 1999, LINDER 1999, KRAAK & ORMELING 2003, MITCHELL 2008 sowie Abb. 7].

Im Gegensatz zu dem soeben beschriebenen Datentyp stehen Rasterdaten. Diese sind in Form von Zeilen und Spalten aufgebaut, deren Grundgeometrieeinheit eine Bildeinheit oder ein Pixel ist. Der Aufbau erfolgt nach dem Prinzip, je kleiner die Pixel beziehungsweise je mehr Pixel in den Reihen und Spalten, desto mehr Details der darzustellenden Information werden wiedergegeben. Dabei ist jeder Bildpunkt durch einen bestimmten Grauwert oder Farbton definiert, welche zusammen in der richtigen Anordnung das Bild ergeben. Der Grad der Pixelgröße wird auch als geometrische Auflösung bezeichnet, wobei hierbei beachtet werden muss, dass die Qualität und die Detailtreue zwar wie erwähnt mit zunehmender Auflösung zunimmt, jedoch dass auch die Größe der Datei dabei größer wird und damit die Handhabung von solchen Daten dementsprechend eingeschränkt wird [vgl. BILL 1999, LINDER 1999, KRAAK & ORMELING 2003, MITCHELL 2008 sowie Abb. 7].

Rasterdaten werden nach einem bestimmten Schlüssel, „als so genannte ‚Bytemap‘“ [LINDER 1999, S.10] abgespeichert, das heißt, dass eine Datei im Grunde als einfache Folge von Zahlen, welche für die jeweiligen Grauwerte stehen, und außerdem ohne jegliche Geometrieinformation aufgebaut ist. Dieser Aufbau ist beschränkt auf acht Bit oder Werten von 0 bis 255 (entspricht 2^8 möglichen Werten). Im simpelsten Fall eines Schwarz-Weiß-Bildes bedeutet dies, dass bei einem Wert von 0 es sich um einen rein schwarzen Bildpunkt handelt und konträr dazu bei 255 um einen rein weißen Bildpunkt. Die Werte dazwischen würden hierbei für noch übrig bleibende 254 unterschiedliche Grautöne stehen. Wie viele Abstufungen es gibt, ob wie in diesem Beispiel 256, weniger oder mehr, wird durch die Angabe der radiometrischen Auflösung gekennzeichnet [vgl. LINDER 1999 sowie Abb. 7].

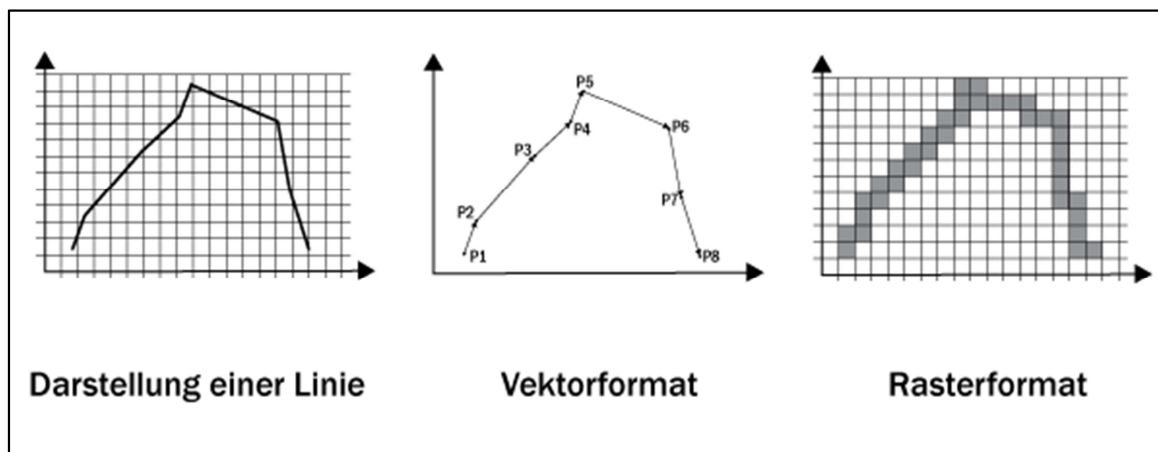


Abb. 7: Vektor- und Rasterformat im Vergleich [frei nach KRAAK & ORMELING 2003]

Wie bereits erwähnt enthalten Rasterdaten nicht von sich aus Information über ihre Lage und Ausdehnung. Diese müssen in einem zusätzlichen Schritt durch Berechnungen oder Ausmessungen ermittelt werden oder die Rasterdatei wird in einem Geographischen Informationssystem (GIS) georeferenziert. Diese Informationen werden jedoch in eigenen Dateien abgespeichert, so dass beim möglichen Kopieren oder Verschieben von Rasterdaten immer darauf geachtet werden muss, dass sämtliche dazugehörige Dateien ebenso vervielfältigt, etc. werden müssen, da ansonsten diese Zusatzinformationen für den neuen Datensatz verloren gehen würden. In seiner digitalen Form würde beispielsweise eine Straße im Rasterformat lediglich wie eine bestimmte Anordnung verschieden heller Bildpunkte aussehen, die erst durch die

manuelle Zuweisung in einem GIS auch für den Rechner zur Straße wird. Rasterdaten sind aufgrund ihrer meist hohen Dateigrößen in ihrer Handhabung weniger geeignet als Vektordaten. Zudem sind sie an ihren Ausgangsmaßstab gebunden, was in weiterer Folge bedeutet, dass es bei Vergrößerungen zu Unschärfe kommt. Allerdings bieten neuere moderne Datenbank-Softwarepakete bereits verschiedenste Möglichkeiten um die soeben beschriebenen Problematiken von Rasterdaten abzuschwächen oder sie sogar gänzlich zu lösen, indem beispielsweise beim Kopieren einer Rasterdatei sämtliche zusätzlich erforderlichen Dateien automatisch im Zuge des Prozesses erfasst und dementsprechend verarbeitet werden. Schließlich können Rasterdatensätze als Grundlage für Digitalisierungsarbeiten verwendet werden, um auf diese Weise Objekte im Vektorformat zu erzeugen [vgl. BILL 1999, LINDER 1999, KRAAK & ORMELING 2003, MITCHELL 2008].

Anhand der beschriebenen Vor- und Nachteile von Vektor- und Rasterdaten wird deutlich, weshalb Erstere in deren kommerzieller Anschaffung einen deutlich höheren Kostenfaktor aufweisen, da sie schlicht mehr Informationen enthalten und auch mit weniger Bearbeitungsaufwand verbunden sind. In der Regel werden flächenhafte Daten in Rasterform verbreitet und/oder weitergegeben, da dadurch schnell viel Rauminformation in wenigen Dateien gespeichert werden kann. Klassische Rasterdaten sind beispielsweise Luftbilder beziehungsweise Orthophotos. Wenn es sich aber hauptsächlich um linienhafte Erscheinungen wie zum Beispiel Gewässer, Grenzverläufe oder das Verkehrsnetz handelt, so empfiehlt sich die Verwendung der Vektorform, da diese Variante platzsparender (sowohl was die Speichermenge als auch die dargestellte Fläche betrifft) und für diese Arten auch effizienter ist.

Vektor- als auch Rasterdaten gehören aufgrund ihrer räumlichen und auf Koordinaten basierenden Eigenschaften zu den so genannten Geometriedaten. Parallel dazu muss hierbei aber auch der Begriff der Metadaten beschrieben werden. Metadaten sind im einfachsten Sinne jene Daten, die andere Daten beschreiben. Sie beinhalten weiterführende Informationen zu bestimmten Datensätzen und können bei der Handhabung dieser behilflich, manchmal sogar notwendig sein. Bei geographisch-raumbezogenen Datensätzen beispielsweise würden in der Metadaten-datei die Werte für die kartographische Projektion, das gewählte Koordinatensystem oder das geodätische

Datum zu finden sein. Allerdings werden auch allgemeine Informationen wie das Erstelldatum oder der Speicherort der zu Grunde liegenden Datenbank sowie sonstige spezifische Einstellungen oder Attribute des Datensatzes in dieser Datei gespeichert [vgl. HAKE & GRÜNREICH 1994].

Ein weiterer Datentyp, welcher für eine weitere kartographische Bearbeitung von Bedeutung sein kann, sind Sachdaten. Diese beinhalten im eigentlichen Sinn Daten, welche zunächst keinen Raumbezug haben. Erst durch die Integration von Koordinatenbeziehungsweise Geometrieinformationen wird die räumliche Dimension hergestellt und der Sach- oder Attributdatensatz kann in ein GIS integriert werden. Typische Vertreter dieses Datentyps sind beispielsweise die statistischen Daten einer Volkszählung. Diese haben zunächst einen hauptsächlich mathematischen Charakter und werden erst durch die Integration räumlicher Informationen für die kartographische Weiterbearbeitung sowie für die Visualisierung relevant [vgl. BILL 1999, LINDER 1999].

Neben all diesen unterschiedlichen Datentypen ist zudem eine weitere Unterscheidung auf übergeordneter Ebene notwendig. Dabei muss zwischen Primär- und Sekundärdaten differenziert werden. Grundsätzlich gilt, dass sämtliche zuvor beschriebenen Datentypen sowohl Primär- als auch Sekundärdatenmaterial sein können. Die zitierten Luftbilder als klassische Vertreter der Rasterdaten sind im übergeordneten Sinn auch Primärdaten, da diese direkt jene Daten darstellen, wie sie im Fernerkundungsbereich von Satelliten oder in der Photogrammetrie von Flugzeugen aus aufgenommen wurden. Im Gegensatz dazu zählen die ebenfalls erwähnten Orthophotos zu Sekundärdaten, da diese im eigentlichen Sinn als definierte entzerrte Luftbilder nicht direkt aufgenommen worden sind. Jedoch besitzen gerade Orthophotos oft das Attribut originär und werden somit quasi als Primärdaten ausgegeben, weil dem Luftbild lediglich Entzerrungsparameter, ein Koordinatensystem sowie eine Projektion zugewiesen worden sind, wodurch sich der eigentliche Inhalt des Luftbildes ja nicht verändert hat [vgl. BILL 1999, LINDER 1999, KRAAK & ORMELING 2003, MITCHELL 2008].

Für die praktischen Aufgaben, welche im zweiten Teil dieser Arbeit umgesetzt werden sollen, werden sowohl Primär- als auch Sekundärdatensätze verwendet werden. Als Primärdaten werden unter anderem aufgezeichnete GPS-Spuren zum Einsatz kommen, welche die Route des Weitwanderwegprojektes *Osttirol 360°* darstellen. Auch die Datensätze aus der OpenStreetMap bestehen zum größten Teil aus Primärdaten, da dieses Projekt ja hauptsächlich aus von Nutzern erstellten und anschließend hochgeladenen beziehungsweise integrierten GPS-Aufzeichnungen besteht.

2.5.2. Höhendaten:

Einen besonderen Stellenwert im Bereich der Geodaten stellen Höhendaten dar, da diese auf der einen Seite nicht nur seitens der Aufnahme aufwändiger sind, sondern auch in der Beschaffung und Weiterverarbeitung. Höhendaten werden in Form eines Rasters erfasst und gespeichert, welcher die ermittelten Höhen in Punktform beinhaltet. Solche Modelle werden als „Digitale Geländemodelle“ (DGM, englisch: „Digital Elevation Model“, DEM) bezeichnet. Da es sich dabei, wie gesagt, um einen Raster handelt, werden die Höhenwerte in Spalten (englisch: „columns“) und Reihen (englisch: „rows“) abgespeichert, wobei hierfür die Pixelwerte nicht nur für den jeweiligen Grauton stehen, sondern zusätzlich auch für die ermittelten Höhen. Wenn ein solcher Datensatz in ein GIS eingebunden wird, so entsteht als Ausgabe bereits ein erster Eindruck der vorliegenden Höhenverhältnisse, da das Höhenmodell hierbei als Graustufenbild dargestellt wird. Eine weit verbreitete Methode zur Speicherung von Höhendaten ist die Verwendung einer ASCII-Datei. Der Aufbau einer solchen Datei ist dabei immer gleich: Die ersten fünf Zeilen beschreiben verschiedene Eigenschaften des Höhenmodells, wie die Anzahl der Reihen und Spalten, den Maximum- beziehungsweise Minimumwert sowie den Nullwert, welcher jenen Wert symbolisiert, der das Meeresniveau darstellt. Direkt im Anschluss folgen die einzelnen Höhenwerte in der vorhin erwähnten Spalten- und Reihenform. Des Weiteren kann eine .asc-Datei mit einem einfachen Editorprogramm geöffnet, bearbeitet und theoretisch auch erstellt werden, was natürlich für die Handhabung einen großen Vorteil darstellt [vgl. BILL 1999, LINDER 1999, KRAAK & ORMELING 2003, MITCHELL 2008].

Die Beschaffung solcher Daten ist jedoch mit mehr Aufwand verbunden. Projekte wie zum Beispiel die OpenStreetMap nutzen keinerlei Höhendaten und von öffentlichen Stellen werden meist nur ein paar wenige Datensätze mit meist minderer Bodenauflösung von mehreren hundert Metern kostenfrei zur Verfügung gestellt. Für qualitativ höhere Datensätze muss dann bereits mit teils hohen Kosten gerechnet werden. In Österreich ist das weiter unten beschriebene Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen für die Höhenmessung als Teil der Grundlagenmessung verantwortlich, welches sozusagen als Grunddatensatz ein digitales Höhenmodell des gesamten Staatsgebietes mit einer Bodenauflösung von hundert Metern zum Download anbietet, was bezüglich der Qualität schon in jenem Bereich angesiedelt ist, der für mittelmaßstäbige Darstellungen erforderlich und einsetzbar ist.

Eine weitere sehr akzeptable Quelle für Höhendaten bietet die US-amerikanische Regierung auf den Seiten der amtlichen Stelle für unter anderem die Kartographie (USGS, „United States Geological Survey“) beziehungsweise für Raumfahrt (NASA, „National Aeronautics and Space Agency“) an.

Die so genannten SRTM-Daten („Shuttle Radar Topography Mission“) wurden im Zuge einer elftägigen Mission im Februar 2000 vom Spaceshuttle „Endeavour“ aus durch den Einsatz von Radarmessungen nahezu global aufgenommen. Dabei wurde die Erde insgesamt sechzehn Mal umrundet und 80 Prozent der Erdoberfläche im Bereich vom 60. Breitengrad auf der nördlichen und dem 56. Breitengrad auf der südlichen Hemisphäre wurden aufgenommen. Die Auflösung des aus diesen Daten berechneten Höhenmodells beträgt eine Bogensekunde, was ungefähr 30 Metern entspricht und damit einem Qualitätslevel, welches bereits für viele kartographische Anwendungen mehr als angemessen ist. Jedoch behält es sich die US-Regierung vor, die Höhendaten in dieser hohen Auflösung weltweit anzubieten. Diese werden daher nur für die Staatsfläche der Vereinigten Staaten in höchster Qualität angeboten. Anwender, welche diese Höhendaten für andere Gebiete auf dem Erdball benötigen, müssen sich mit einer geringeren Auflösung von drei Bogensekunden beziehungsweise 90 Metern begnügen

[vgl. offizielle SRTM-Homepage der NASA³]. Da dies jedoch im Vergleich zu den weiter oben beschriebenen verfügbaren Daten des BEV eine Qualitätssteigerung darstellt, werden diese SRTM-Höhendaten für die praktischen Arbeiten herangezogen. Diese gerade erläuterten Datensätze werden auf den verschiedenen Internetauftritten von bei diesem Projekt beteiligten Abteilungen und Organisationen kostenfrei zum Herunterladen zur Verfügung gestellt und können frei genutzt und verwendet werden [vgl. Webseite des USGS⁴].

Für die praktischen Arbeiten und dem dafür ausgewählten Kriterium des Hochgebirges sind Höhendaten naturgemäß von ganz besonderer Bedeutung. Die einzigartige Topographie, bestehend aus zahlreichen Tälern und großen Bergketten, soll möglichst detailgetreu wiedergegeben werden. Deshalb ist es wichtig qualitativ optimale Datensätze zu verwenden. Die SRTM-Daten bieten dafür schon eine durchaus ansprechende Voraussetzung und stellen, da sie zuletzt natürlich auch frei verfügbar sind, eine ausgezeichnete Basis für die weitere Bearbeitung der Höhendarstellungen dar. Die Tatsache, dass diese Datensätze wie erwähnt aus dem Jahr 2000 stammen, ist, da es sich um Höhendaten handelt, lediglich von geringerer Bedeutung, da Höhenverhältnisse im Allgemeinen in diesem für diesen Bereich kurzen Zeitraum von zwölf Jahren keinen außergewöhnlichen Veränderungen unterworfen sind.

Bei Straßenzügen wäre das freilich anders. Innerhalb der gleichen Zeitspanne könnte es in diesem Bereich schon gravierende, unter anderem durch Neubau und Umbau bedingte Unterschiede ergeben. Wenn hierfür Datensätze aus dem Jahr 2000 verwendet werden würden, so würde dies ein erhebliches Manko in der Aktualität der kartographischen Darstellung sowie im weiteren Sinne in der Qualität signalisieren. Im Bereich des Hochgebirges können diese Aspekte jedoch vernachlässigt werden.

³ <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>

⁴ http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/SRTM

2.5.3. Geodaten in Österreich:

Geodaten werden in Österreich von den amtlichen Stellen der Bundesländer in regelmäßigem Abstand aufgenommen, aktualisiert, verarbeitet und bei Bedarf auch verkauft. Als übergeordnete Stelle ist hier das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) zu nennen, welches für das gesamte Bundesgebiet verantwortlich zeichnet und wiederum dem Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend unterstellt ist. Dem BEV ist es per gesetzlichen Auftrag vorgeschrieben in regelmäßigen Abständen im Zyklus von derzeit sieben Jahren die Datensätze des gesamten Bundesgebietes zu aktualisieren beziehungsweise teilweise auch immer neu durch modernere photogrammetrische Methoden zu erfassen. Desweiteren ist es Aufgabe des Bundesamtes, die verschiedenen Grenzverläufe in Österreich, hier vor allem die Staatsgrenze, zu überprüfen und damit sozusagen das der Republik Österreich zugehörige Gebiet zu sichern. Außerdem ist das BEV für die Grundlagenmessungen im österreichischen Staatsgebiet verantwortlich. Dazu gehören die Entwicklung und Durchführung geeigneter Techniken und Methoden zur Messung, Festlegung und Schaffung eines Referenzsystems für Lage, Höhe und Schwere. Diese Basisdaten sind notwendig, damit alle in weiterer Folge erfassten Geodaten den richtigen beziehungsweise passenden Bezug in den erwähnten Dimensionen aufweisen [vgl. BEV 1993 sowie Webseite des BEV⁵].

Für die optimale Ermittlung dieser Grundlagen stehen dem BEV hierfür insgesamt 160 Referenzstationen in ganz Österreich zur Verfügung. Seit 1991 wird im Bundesamt außerdem an der Erfassung und Erarbeitung des so genannten Digitalen Landschaftsmodells (DLM) gearbeitet, welches oft auch als fünfte Landesaufnahme bezeichnet wird. Ziel des DLM ist es, Geodaten in digitaler Form auf der einen Seite und in Vektorform auf der anderen Seite für das gesamte Staatsgebiet zur Verfügung zu stellen, um damit für das moderne digitale Zeitalter und die Anforderungen, die dieses mit sich bringt, gerüstet zu sein. Zudem steht hinter dem DLM eine (Meta-)Datenbank, welche die problemlose Einbindung und Bearbeitung in GIS-Systemen ermöglicht [vgl. BEV 1993 sowie Webseite des BEV⁵].

⁵ <http://www.bev.gv.at>

Mit den Daten, welche das BEV sammelt und verarbeitet, werden die amtlichen Kartenwerke des Staates produziert, welche unter anderem als Planungsgrundlage von verschiedenen öffentlichen und privaten Stellen verwendet werden. Dieses Kartenwerk, auch „Österreichische Karte“ (ÖK) genannt, wird in verschiedenen festgelegten Maßstabsbereichen erstellt, und reicht vom zweifach (reproduktionstechnisch) vergrößerten Grundkartenwerk mit dem Namen ÖK25V im Maßstab 1:25.000 bis hin zu Übersichtsdarstellungen im Maßstab 1:500.000. Das Geodatenystem, welches bei der Herstellung der amtlichen österreichischen Kartenwerke im Hintergrund steht, ist das so genannte Kartographische Modell (KM). Dabei handelt es sich um eine layer-basierte Aufteilung nach den jeweiligen Druckfarben, welche für die amtlichen Kartenwerke exakt und zwingend vordefiniert festgelegt sind. Das KM ist dabei im Grunde nichts anderes als die digitale Variante der Grundkartenwerke. Letztere werden aus dem KM abgeleitet, weshalb das KM in denselben Maßstäben verfügbar ist, wie seine analogen Gegenprodukte. Es ist demnach ebenso maßstabsgebunden, wird allerdings nicht nur in Raster- sondern auch in Vektorform angeboten, was eine optimale Flexibilität bei der Weiterverarbeitung dieser zulässt. Daneben bietet das BEV auch eine maßstabsfreie und demnach qualitativ sehr hochwertige Alternative in Form des bereits beschriebenen DLM an. Mit dem DLM ist es möglich, die unterschiedlichen Layer und Objektarten einer topographischen Karte in Vektorform, ohne der Vorgabe eines Blattschnittes und wie erwähnt maßstabsfrei zu beziehen [vgl. BEV 1993 sowie Webseite des BEV⁶].

Sämtliche Produkte, sowohl die analogen Kartenwerke als auch die digitalen Datensätze, können direkt beim Bundesamt bezogen werden, je nach Maßstab, Ausmaß, Qualität und Quantität freilich zu jeweils unterschiedlichen Kosten. Allerdings stellt das BEV einzelne Basisdaten auch kostenlos im Shop auf seinem Internetauftritt zum Herunterladen zur Verfügung [vgl. Webseite des BEV⁶]. Dabei muss auch erwähnt werden, dass es neben der amtlichen Stelle des BEV kaum privatwirtschaftliche Alternativen gibt, welche Kartendaten für Österreich anbieten. Ein wichtiger Anbieter, der hier zu nennen wäre ist sicherlich die Firma TeleAtlas⁷, welche im Jahr 2011 mit dem Navigationsgeräte-hersteller „TomTom“ fusioniert hat und unter anderem auch für

⁶ <http://www.bev.gv.at>

⁷ siehe auch: <http://mapsby.tomtom.com/de/>.

einen Großteil der Daten für die web-basierte Kartenanwendung von Google verantwortlich ist. Daneben existieren noch einige kartographische Verlage, bei denen die fertigen Produkte erworben werden können, wo jedoch naturgemäß nicht auf das „Rohmaterial“, also auf die dahinter stehenden Daten, zugegriffen werden kann.

Daher beschränkt sich die Auswahl der für die Beschaffung von Geodaten zur Verfügung stehenden Stellen zusehends, auch ist der Kostenfaktor natürlich immer zu berücksichtigen. Des Weiteren ist es genau dieser Kostenfaktor, welcher unter anderem den Anreiz schafft, sich genauer mit der Möglichkeit der Nutzung von freien Daten zu beschäftigen. Auch haben die Daten von öffentlichen Stellen zumeist auch den Nachteil, dass sie mit lizenz-rechtlichen und/oder anderen nutzungsbedingten Einschränkungen verbunden sind, welche die Handhabung dieser Daten teils erheblich erschweren können. Freie Daten haben diesbezüglich den eindeutigen Vorteil, dass sie beliebig verändert, bearbeitet und auch weitergegeben werden können.

Der Minuspunkt, welcher freien Daten immer wieder gerne zugeschrieben wird, ist jener des Vollständigkeitsdefizites bei diesen Datentypen. Da es meist keine Kontrollen oder Qualitätssicherungsmechanismen gibt, kann nicht überprüft werden, ob die freien Daten, welche für ein bestimmtes Gebiet besorgt worden sind, nun tatsächlich auch alle Merkmale beinhalten, welche sie eigentlich haben sollten – im Gegensatz zu Daten von beispielsweise eben dem BEV, wo mit hundertprozentiger Wahrscheinlichkeit gesagt werden kann, dass der Datensatz, welcher zum Erwerb ausgewählt worden ist, auch wirklich vollständig und lückenlos ist. Allerdings steht dem Nutzen der Verfügbarkeit freier Daten und vor allen Dingen dem Kostenfaktor ein weit größerer Wert zu als dem Kriterium der Vollständigkeit, welches bei OpenData-Projekten ohnehin immer geringere Ausmaße annimmt, da die Datensätze ständig und kontinuierlich erweitert und aktualisiert werden. Vor allem in Bereichen von Städten und Ballungsräumen stehen freie Daten den kommerziell verfügbaren um nichts nach, denn sie weisen immer öfter eine größere Datendichte und -vielfalt als Vergleichsprodukte auf. Der Grund dafür ist einfach erklärt, denn folgen das BEV oder aber auch andere Anbieter von Geodaten meist speziellen Richtlinien und Vorgaben, welche unter anderem bestimmen, welche Daten aufgenommen werden und in weiterer Folge auf dem kartographischen

Produkt visualisiert werden, so können diese bei OpenData-Projekten wie beispielsweise bei der OpenStreetMap frei gewählt werden, da hierbei bis hin zu Briefkästen nahezu alle Objekte, die einen geographischen Raumbezug haben, in den Datensatz eingebunden werden dürfen und können.

2.6. Das Projekt *Osttirol 360°*

Zur Umsetzung der angeführten theoretischen Erläuterungen bezüglich des Grundgedankens der „freien Kartographie“ in peripheren Hochgebirgsregionen bedarf es auch eines dafür geeigneten geographischen Raumes, der die erforderlichen topographischen Gegebenheiten aufweist und auch dem ländlichen Aspekt beinhaltet. Alle diese Anforderungen erfüllt der Bezirk Lienz/Osttirol nahezu optimal. In ebendiesem wird seit einigen Jahren an einem Projekt mit dem Namen *Osttirol 360°* (Abb. 8) gearbeitet⁸, welches ich als Grundlage für meine kartographische Arbeit ausgewählt habe.



Abb. 8: Logo von *Osttirol 360°* [Quelle: siehe ⁸]

Bei *Osttirol 360°* geht es um die Zusammenführung vieler bereits bestehender Wanderwege sowie die teilweise Neugestaltung und/oder Neuanlegung dieser, um am Ende einen zusammenhängenden Rundwanderweg, welcher sich in etwa entlang der Grenzen des Bezirkes windet, aufzubauen. Auf diese Weise könnte man dann zu Fuß Osttirol umrunden. Wenn dieses sehr ehrgeizige Projekt nun etwas mehr im Detail betrachtet wird, so sei darauf hingewiesen, dass *Osttirol 360°* für den Bezirk beziehungsweise für die Region weit mehr als ein kartographisches Konstrukt ist, sondern vielmehr als wichtiger Faktor der Regionalentwicklung gesehen werden kann.

Um diesem Aspekt etwas näher auf den Grund zu gehen, habe ich bereits im September 2011 ein Gespräch mit dem Obmann des projekttragenden Vereins, Herrn Gernot Madritsch vom Verein „Ideenforum Zukunft Osttirol“⁹, geführt, in welchem Hintergründe, Ideen, Vorzüge, Maßnahmen sowie auch zukünftige Vorhaben genauer

⁸ siehe auch: <http://www.osttirol-360grad.com>

⁹ <http://www.ideenforum-osttirol.at>

besprochen werden konnten. Es stellte sich heraus, dass der Bezirk Lienz geradezu prädestiniert für die Umsetzung eines Weitwanderweges zu sein scheint. Zum Einen kann in den zahlreichen Gebirgszügen auf ein großes und gut ausgebautes Netz an Wanderwegen und Hochgebirgspfaden zurückgegriffen werden und zum Anderen ist die Dichte an von Alpenverein, anderen Bergsportvereinen oder aber auch Privatpersonen bewirtschafteten Schutzhütten überdurchschnittlich hoch, weshalb die Investitionen in diesem Bereich sehr stark eingedämmt werden können. Lediglich entlang einer Etappe, in den so genannten Villgrater und Deferegger „Grenzbergen“, müssen zusätzliche Notunterkünfte („Biwakschachteln“) errichtet werden. Der bereits erwähnte projekttragende Verein entwickelt bereits seit Jahren Konzepte für Projekte, welche die Region Osttirol in all ihren einzigartigen Facetten und Besonderheiten erhalten und diese in den Mittelpunkt des Interesses stellen will. Im bereits erwähnten Gespräch mit dem Obmann des Vereins haben wir das Potential von Osttirol 360° näher besprochen. Ein wichtiger Faktor hierbei ist natürlich die Werbe- und Marketingwirkung des Weitwanderweges für den Bezirk Lienz. Da das Projekt einen der längsten durchgehend begehbaren Weitwanderwege darstellt, bringt es eine enorme werbewirksame Präsenz in den Medien aller Art mit sich, woraus sich die wirtschaftstreibenden Kräfte in weiterer Folge einen Aufschwung im Tourismusbereich erhoffen. Auch die Regionalentwicklung im weiteren Sinne soll von der Durchführung dieses Projektes profitieren können, weil die Bewirtschafter von Hütten und Wegen durch neue Initiativen in ökonomischer Sicht abgesichert werden und Gäste nachhaltig an die Region gebunden werden können. Dieser Aspekt wird zusätzlich durch die Tatsache verstärkt, dass der Weitwanderweg in einzelne Etappen aufgeteilt ist und diese quasi den Anreiz schaffen, dass der ambitionierte Wanderer wiederholt in die Region reist, um einen weiteren Abschnitt in Angriff zu nehmen.

Generell nimmt in Osttirol der Bereich Wandertourismus auf den gesamten Fremdenverkehr bezogen einen sehr großen Stellenwert ein. Im Schnitt wird jedes zehnte Bett in Berg- beziehungsweise Schutzhütten gebucht, was die Bedeutung des Wanderns als touristische Attraktion deutlich unterstreicht. Das Image des Bezirkes Lienz ist seit je her eng mit den Begriffen des Bergsteigens verbunden. Dieses Image spiegelt dabei durchaus auch die authentische Begeisterung der einheimischen

Bevölkerung wieder. Nicht umsonst verwendet auch die „Osttirol Werbung“ seit Jahren den Slogan „Osttirol – dein Bergtirol“ als zentrales Element in ihren Aktivitäten. Der Nationalpark Hohe Tauern als zusätzlicher übergeordneter Werbeträger bietet hierfür im wahrsten Sinn des Wortes naturgemäß einen bedeutenden Rahmen. Ein Nationalpark steht für landschaftliche Vielfalt, für Ursprünglichkeit und da sich nun in etwa 60 Prozent des Weitwanderweges in dieser besonderen und außerordentlichen Naturschutzzone befinden, ist dies gerade für Marketingzwecke wichtig. Aber nicht nur Gäste von außerhalb können so angesprochen werden, sondern auch die Bevölkerung des Bezirkes, die mit diesem einzigartigen Naturraum verbunden ist. Auch der Begriff des Lokalstolzes spielt hierbei eine gewichtige Rolle.

Zwei weitere naturräumliche Besonderheiten Osttirols sind die (sonnige) Lage südlich des Alpenhauptkammes und das einzigartige, von der Natur vorgegebene Entwässerungssystem. Aus meteorologischer Sicht weist der Bezirk Vorteile auf, der in der Zuschreibung „Sonnenstadt Lienz“ seinen Ausdruck findet, andererseits bildet Osttirol einen wasserdichten Gebirgskreis, das heißt, dass so gut wie das gesamte Wasser den Bezirk nur in der Drau in Richtung Kärnten verlässt. Lediglich die noch auf Osttiroler Seite entspringende Gail im Lesachtal bildet hierbei eine kleine Ausnahme.

Das Potential des Projektes ist nunmehr klar ersichtlich, dennoch gab und gibt es bei der Umsetzung dieses Vorhabens, welche seit dem Jahr 2007 im Gange ist, immer wieder kleinere und größere Probleme, die den vorgesehenen Ablauf und Zeitplan durcheinander brachten. Zum ersten Mal begangen wurde der Weg bereits 2005 von vier ambitionierten Bergsteigern aus Osttirol, darunter auch dem jetzigen Obmann des „Ideenforums Osttirol“. Zwei Jahre später war für den Bezirk Lienz ein so genanntes LEADER-Projekt der Europäischen Union (EU) ausgeschrieben. LEADER (kurz für „Liaison entre actions de développement de l'économie rurale“) ist ein Programm der EU, welches innovative Projekte im ländlichen Raum fördert, um diese in ihrer eigenständigen Entwicklung zu unterstützen [Fact Sheet der Europäischen Kommission¹⁰]. Das „Ideenforum Osttirol“ hat daraufhin bei den für die Vergabe von LEADER-Projekten im Bezirk Lienz zuständigen Vereinen und Organisationen sein

¹⁰ http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/leader/2006_de.pdf

Projekt vorgestellt. Dabei zeigte sich das „Regionalmanagement Osttirol“ sehr begeistert und auch vom Tourismusverband wurde *Osttirol 360°* stark befürwortet. Allerdings wurde das Klima in den Folgemonaten und auch in den nächsten Jahren zwischen dem Tourismusverband und dem „Ideenforum Osttirol“ allmählich rauer, da eine Einigung zur finanziellen Unterstützung zur Errichtung der bereits erwähnten Biwak-Unterkünfte immer weiter in die Ferne gerückt war. Zwar verständigten sich die beiden Vereine auf einen Vergleich, jedoch war das Verhältnis zueinander nun stark getrübt. Daher wundert es wenig, dass seitens des Tourismusverbandes anstelle von *Osttirol 360°* das Radwegprojekt Lienz bis Venedig den Zuschlag für die Fördermittel der EU erhalten hatte.

Folglich wurde das Weitwanderwegprojekt vorerst sozusagen ad acta gelegt, wenngleich das „Ideenforum Osttirol“ nie aufgab und immer weiter versuchte, dieses ambitionierte und innovative Vorhaben doch noch umzusetzen. Unter der Bevölkerung Befragungen durchgeführt, mit der Handelsakademie in Lienz wurde ein Projekt durchgeführt. Allerdings gab sich auch der Tourismusverband noch nicht geschlagen und setzte Maßnahmen, etwa indem, Hilfestellungen für *Osttirol 360°* seitens sämtlicher Tourismusstellen und -büros des Bezirkes verhindert wurden, so der Geschäftsführer des Vereins. Nichtsdestotrotz erreichte das „Ideenforum Osttirol“ im Mai 2011 die Gründung einer Interessensgemeinschaft zur Umsetzung von *Osttirol 360°*, nachdem man sich zuvor bereits die Unterstützung des Österreichischen sowie des Deutschen Alpenvereins, welche zusammengerechnet den Großteil der Berg- und Schutzhütten bewirtschaften, gesichert hatte. Weitere Unterzeichner dieser Gründungsurkunde waren der Hüttenverein (=übergeordneter Verein aller Berg- und Schutzhütten in Osttirol), der Nationalpark Hohe Tauern und nun auch wieder der Tourismusverband Osttirol. Die weitere Planung sieht nun vor, dass der gesamte Weg nicht, wie es normalerweise bei Wanderwegen der Fall ist, von den verschiedenen Sektionen der Alpenvereine alleine betrieben wird, sondern von der gesamten Interessensgemeinschaft. Als Vorbild dient hier der Stubaier Höhenweg im gleichnamigen Seitental des Wipptales in Nordtirol. Eine weitere Aufgabe, die es noch zu meistern galt, war es aber, die Finanzierung für die einst so umstrittenen Biwak-Unterkünfte zu sichern. Dafür wurde in der Innenstadt von Lienz ein Prototyp einer solchen Konstruktion aufgestellt, um die Meinungen der

Bevölkerung einzuholen. Dabei versuchte man auch Spenden zu sammeln, die unter anderem in Form des Kaufes einer lasergravierten Schindel, welche dann in weiterer Folge im Zuge der Errichtung der „Biwakschachtel“ verbaut werden wird, vorgenommen werden können. Zum Zeitpunkt des Gespräches mit Herrn Madritsch wurde mir von einem sehr positiven Echo seitens der Bevölkerung berichtet. Zudem soll die Hälfte des für den Biwak-Bau erforderlichen Geldes bereits gesammelt worden sein. Das sind gute Anzeichen dafür, dass *Osttirol 360°* nach jahrelangem Hin und Her nun doch alsbald zu seiner finalen Umsetzung kommen wird. Bis dies allerdings soweit ist, muss neben den Notunterkünften jedoch noch der eine oder andere Weg neu angelegt werden. Auch die bereits bestehende Infrastruktur muss saniert beziehungsweise renoviert werden. Im Sommer 2012 soll der Finalisierung des Projektes dann im wahrsten Sinn des Wortes nichts mehr im Wege stehen.

2.7. Die OpenStreetMap

Im August 2004 war der britische Programmierer Steve Coast auf der Suche nach adäquaten Geodaten, um eine kartographische Darstellung entwerfen zu können. Da damals jedoch die Datenbeschaffung von verschiedensten Quellen jeweils entweder mit hohem Kostenaufwand, mit sehr stark einschränkenden Urheberrechtsrichtlinien oder mit beidem verbunden war, begann der ambitionierte Brite



Abb. 9: Logo der OpenStreetMap
[Quelle: siehe ¹¹]

kurzerhand damit, seine eigene Weltkarte zu erschaffen und zu digitalisieren. Nachdem er seine Idee bei einem Kongress über frei zugängliche sowie quelloffene Programme und Entwicklungen („Open Source“) präsentiert hatte, fanden sich sogleich die ersten Anhänger für sein Projekt und die OpenStreetMap (Abb. 9) war geboren¹¹. In der Anfangszeit wurde die „freie Weltkarte“ häufig noch mit viel Kritik und Skepsis bedacht und meist nur belächelt. Probleme wurden in den Bereichen der Genauigkeit und der Qualität der Daten sowie im Bereich der erforderlichen Infrastruktur für ein Vorhaben in dieser Größenordnung prognostiziert [vgl. BENNETT 2010, RAMM & TOPF 2010].

Es dauerte in etwa zwei Jahre bis die erste Software zur Bearbeitung der Daten in der OpenStreetMap fertiggestellt werden konnte. Im Mai 2006 trafen sich zum ersten Mal die ambitionierten „Hobby-Kartographen“ zu einer so genannten „Mapping Party“. Dies ist eine Veranstaltung, welche meist zwei bis drei Tage lang andauert und bei der einzelne Anhänger der OpenStreetMap zusammentreffen, um einen vorher festgelegten geographischen Raum gemeinsam zu kartieren. Noch im selben Jahr wurde zudem die „OpenStreetMap Foundation“ gegründet, welche seither als Besitzer von Infrastruktur sowie als Projektträger fungiert. Durch die Schaffung einer Stiftung ist es den Entwicklern der OpenStreetMap inzwischen auch möglich, Spenden für ihr ehrgeiziges Vorhaben zu sammeln. Seither steigt die Zahl der registrierten Nutzer sowohl im aktiven als auch im passiven Sinn stetig rasant an. Von bereits 10.000 im Jahr 2007

¹¹ siehe auch: <http://www.openstreetmap.org>

erhöhte sich diese auf in etwa eine halbe Million Nutzer im Jahr 2010 [vgl. BENNETT 2010, RAMM & TOPF 2010].

Mit dieser immer größer werdenden Zahl an mitwirkenden Personen stieg in den letzten Jahren natürlich auch die Menge an Daten, welche zusätzlich durch so genannte Importe aufgestockt werden konnte. So stiftete eine niederländische Kartographie-Firma den gesamten Datensatz ihres Landes der OpenStreetMap. Auch konnten bis 2008 die von der US-amerikanischen Regierung öffentlich zur Verfügung gestellten Daten der Vereinigten Staaten in das Projekt integriert werden [vgl. BENNETT 2010, RAMM & TOPF 2010].

Das Prinzip der OpenStreetMap ähnelt dabei sehr stark jenem des Wikipedia-Projektes. Hier wie da kann jede Person, die sich zuvor registriert hat, die Inhalte frei und beliebig verändern. Es müssen dabei lediglich einige Richtlinien aus Gründen der Qualitätssicherung eingehalten werden. Ein Großteil der OpenStreetMap-Daten besteht daher unter anderem aus von Nutzern erstellten GPS-Aufzeichnungen, welche schnell und unkompliziert in den bestehenden Datensatz implementiert werden können. Auf der anderen Seite stehen die zahlreichen bereits erwähnten „Hobby-Kartographen“, welche den Datensatz insoweit erweitern, indem sie Daten aus bestehenden Quellen neu ableiten, in anderen Worten also einfach drauf los digitalisieren. Fakt ist nun jedoch, dass bei der OpenStreetMap die Genauigkeit der Daten kein Manko mehr darstellt. Dies wurde sogar durch wissenschaftliche Studien, zum Beispiel an einer Londoner Universität, belegt. Das Hauptdefizit bei diesem Projekt liegt nach wie vor immer in der (Un-)Vollständigkeit der Daten, wobei durch die immer weiter ansteigende Zahl an Nutzern gerade auch in diesem Bereich enorme Fortschritte gemacht werden können. Die OpenStreetMap hat heutzutage schon viele Bereiche rund um den Globus erreicht, denn neben den zahlreichen privaten Anwendern finden sich unter anderem auch auf dem Internetauftritt des US-Präsidenten beziehungsweise des Weißen Hauses bereits kartographische Darstellungen, welchen Daten aus dem OpenStreetMap-Projekt zugrunde liegen. Dieser Aspekt zeigt wiederum, welchen Stellenwert diese einstig so großdimensionierte Idee in den vergangenen sechs Jahren eingenommen hat und auch welchen Fortschritt es gegeben hat [vgl. BENNETT 2010, RAMM & TOPF 2010].

Ein weiterer wichtiger Aspekt der OpenStreetMap ist die Problematik rund um das Urheberrecht und die verwendeten Lizenzen. Das Projekt verwendet heute zum größten Teil die mit dem Kürzel CC-BY-SA bezeichnete so genannte „Creative Commons“-Lizenz. Damit wird dem Nutzer jegliches Recht zur Bearbeitung, Vervielfältigung und auch Verbreitung der Daten und daraus abgeleiteten kartographischen Darstellungen eingeräumt. Die einzige Einschränkung besteht dabei darin, dass ein aus OpenStreetMap-Daten produziertes Werk ebenfalls nur unter dieser Lizenz weitergegeben werden darf. Außerdem gibt es den Fall, dass dieser Lizenz zufolge aus der OpenStreetMap heruntergeladene Daten ohne Probleme und zudem völlig zulässig in bestehende Datenbanksysteme von beispielsweise bestehenden Datendiensten eingebunden und diese als deren eigene in weiterer Folge ausgegeben werden könnten. Da dies nicht im Sinne der Mehrheit der OpenStreetMap-Nutzer ist und da diese „Copyleft-Lizenz“, wie sie auch bezeichnet werden kann, nicht immer die optimale Lösung für die verschiedenen Anwendungsbereiche darstellt, war für das Jahr 2010 ein Lizenzwechsel auf die so genannte „Offene Datenbanklizenz“ („Open Database License“, kurz: ODbL) vorgesehen, welche schrittweise in mehreren Etappen umgesetzt werden soll. Ein großer Unterschied dieses Lizenztyps ist nun unter anderem, dass aus OpenStreetMap-Daten abgeleitete Werke beliebig lizenziert werden dürfen, sofern sie keine Datenbanken darstellen. Denn diese müssen weiterhin derselben Lizenz unterliegen wie sozusagen die „Urheberdatenbank“, die OpenStreetMap, selbst. Etwas einfacher ausgedrückt bedeutet dies, dass die ODbL im Unterschied zur zunächst verwendeten CC-BY-SA Lizenz die Begriffe der Daten und des Werkes voneinander abgrenzt. Erstere sollen weiterhin frei bleiben und sollen bedenkenlos weitergegeben werden dürfen. Letztere hingegen sollen nach Ausmaß des Verfassers beziehungsweise des Erstellers rechtlich geschützt werden können [vgl. BENNETT 2010, RAMM & TOPF 2010].

Die Organisation, welche hinter dem Projekt steht, dieses verwaltet sowie die Datenbank und die Infrastruktur wartet, die Kartendaten „offiziell“ besitzt und auf den neuesten Stand bringt, ist die bereits weiter oben erwähnte „OpenStreetMap Foundation“. Sie versteht sich als so genannte Non-Profit-Organisation und lebt ausschließlich von Spenden und Mitgliedsbeiträgen. Ein Mitglied kann jeder für ein

Entgelt von aktuell fünfzehn englischen Pfund pro Jahr werden. Die Gelder werden hauptsächlich für die Öffentlichkeitsarbeit sowie für die Serverinstandhaltung verwendet. Des Weiteren wird durch die Gründung dieser Stiftung die Organisation sowie die rechtliche Handhabung und Vorgehensweise des Projektes weit unkomplizierter, als dies bisher der Fall war - als der Gründer Steve Coast der alleinige Besitzer der gesamten Infrastruktur, der Domains undsoweiter war. Wie gut die Zusammenarbeit zwischen der Stiftung und den abertausenden von Nutzern funktioniert, zeigt folgendes Beispiel aus dem Jahr 2007: Als für den Kauf neuer Serveranlagen im Wert von £10.000 ein Spendenaufruf an die Nutzer erging, konnte diese Summe innerhalb einer Woche bereits um 50 Prozent übertroffen werden [vgl. BENNETT 2010].

Die OpenStreetMap ist in vielerlei Hinsicht einzigartig. Es ist schwer bis fast unmöglich, vergleichbare Alternativen zu finden. Der Hype, der sich um die OpenStreetMap gebildet hat, rund um die soeben beschriebene Stiftung und um das „Herzstück“ des Projektes, nämlich die OpenStreetMap selbst, ist ungebrochen. Hunderttausende Menschen rund um den Globus umfasst die OpenStreetMap-Gemeinde („Community“) mittlerweile. Dies ist auch gut nachvollziehbar, da die OpenStreetMap bereits in vielen Gebieten, vor allem im europäischen Raum, und hier vor allem in den Städten und Ballungsräumen, eine weit höhere Dichte an Informationen aufweist, als andere bekannte kommerzielle Kartendienstleistungen. Die Qualität der Daten reicht beispielsweise in Städten vom einzelnen Briefkasten, über Ampelanlagen und Signaturen für Spielplätze bis hin zu Straßenbahngleisen.

Nichtsdestotrotz muss die OpenStreetMap in gewissen Bereichen auch kritisch betrachtet werden. Das wohl größte Manko dieses Projektes ist es wohl, dass es schlichtweg keinerlei Garantie für die Richtigkeit der Daten gibt. Denn durch die Tatsache bedingt, dass jeder Nutzer den Karteninhalt beliebig zu editieren vermag gibt es keine Kontrolle oder Überprüfung ob beispielsweise ein neu eingetragener Weg überhaupt tatsächlich existiert. Ein anderes Beispiel um diesen Nachteil zu verdeutlichen macht sich den Faktor Zeit zu Nutzen. Zwar mag die Informationsdichte wie erwähnt in bestimmten Gebieten bereits enorm hoch sein, doch sei hierbei in Frage

gestellt, inwieweit Objekte wie beispielsweise Briefkästen wenn überhaupt aktualisiert werden. Demzufolge wird ein einmal an einem bestimmten Punkt verorteter Briefkasten so lange in der OpenStreetMap visualisiert werden bis ein anderer Nutzer neuerlich an exakt dieser Stelle vorbeikommt und dabei auch noch registriert, dass es diesen Briefkasten gar nicht mehr gibt oder dieser nun einen Häuserblock weiter aufgestellt ist. Allerdings sei diesem Aspekt hinzugefügt, dass dies bei höherrangigen Objektarten naturgemäß immer weniger der Fall ist, dennoch aber nicht gänzlich außer Acht gelassen werden darf.

Schließlich bleibt aus heutiger Sicht immer noch die Frage offen, ob das von mir gewünschte Gebiet bereits Informationen enthält oder schlicht und einfach noch leer ist. Ein Aspekt konnte im Zuge dieser Arbeit widerlegt werden und zwar dass die Ländlichkeit oder die topographische Ausprägung einer Region nicht zwingend auf wenig Karteninhalt schließen lässt. Im Fall des Bezirkes Lienz beispielsweise kann die vorhandene Informationsdichte durchaus als sehr gut bezeichnet werden, wenngleich auch noch einige wichtige Inhalte wie zum Beispiel die Waldflächen fehlen. Fakt ist allerdings auch, dass es insgesamt in der OpenStreetMap noch sehr große Unterschiede in diesem Bereich gibt, worunter die Zuverlässigkeit der Verwendung dieser freien Weltkarte wohl am meisten leidet. Wer von einer Stadt ausgehend in eine ländlichere Region fährt und die OpenStreetMap zur Navigation verwendet, der darf den Aspekt nicht vernachlässigen, dass sich die Informationsdichte einer Stadt, in der bis zu kleinen Fußwegen sämtliche Verkehrswege kartiert sind, bis zum Zielort am Land theoretisch bis zur einfachen Darstellung des Hauptverkehrsweges verringern könnte.

3. Die praktische Umsetzung

3.1. Die Datenakquirierung

Welche Anforderungen und Herangehensweisen benötigt werden und welche besonderen Erfordernisse berücksichtigt werden müssen, wenn es darum geht, die Theorie einer “freien Kartographie” umzusetzen, sind in den letzten Kapiteln besprochen worden. Ob sich diese Ansätze nun tatsächlich auch anhand eines praktischen Beispiels umsetzen lassen, soll in den nun folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

Der erste Schritt einer jeden kartographischen Arbeit ist das Suchen und Beschaffen geeigneter Daten, welche den qualitativen und auch quantitativen Anforderungen des jeweiligen Projektes genüge leisten. Im Rahmen dieser Arbeit soll für das ambitionierte Weitwanderwegprojekt *Osttirol 360°* eine analoge Karte produziert werden. Digitale Darstellungen sollen sozusagen als Ergänzung erstellt werden.

Die Karte stellt auf der Vorderseite im mittleren Maßstabsbereich von 1:100.000 den gesamten Bezirk Lienz dar, welcher im Zuge der Begehung von *Osttirol 360°* einmal umrundet werden sollte. Auf der Rückseite werden die einzelnen Etappen dieser Route in einem größeren Maßstab einzeln visualisiert und durch Zusatzinformationen wie etwa einem Höhenprofil komplettiert. Genauere Details zur erstellten Karte finden sich weiter unten in einem weiteren Abschnitt.

Welche Daten sind nun erforderlich, um die soeben beschriebenen Darstellungen auch umsetzen zu können? Natürlich wird ein gewisses Sortiment an so genannten Basisdaten benötigt, um die topographische Situation entsprechend darstellen zu können. Dazu gehören unter anderem Ebenen wie die verschiedenen Grenzzüge, wobei hierbei neben administrativen Einheiten auch der Nationalpark und dessen Abgrenzung eine wichtige Rolle spielen. Zudem sind die Infrastruktur betreffende Elemente wie Straßenzüge und der Verlauf der Eisenbahn ebenso unabdinglich wie zumindest auch

die Namen von Gemeinden und Ortschaften, um überhaupt erst die Möglichkeit zur Orientierung zu schaffen. Auch die verschiedenen Typen von Gewässern, sei es nun still ruhend oder fließend, natürlich oder künstlich, sind Grundbausteine einer jeden topographischen Karte. Weitere Elemente wie zum Beispiel verschiedenste Landnutzungsarten sind zwar oft für bestimmte Kartentypen von großer Bedeutung, jedoch müssen diese nicht immer Verwendung finden und können daher mit der Eigenschaft „optional“ versehen werden.

Alle diese Grunddaten zu akquirieren ist nicht immer einfach und ist oft mit Problemen verbunden. Wenn die Datensätze von verschiedenen Anbietern stammen, so besteht zunächst zumeist die Problematik, dass nicht alle Daten mit ein- und derselben Projektion beschafft werden können. Einige Datensätze sind oft schon sehr stark generalisiert, während andere hingegen exakt spezifische Verläufe wiedergeben. Von nicht entscheidender Wichtigkeit ist die Frage nach den unterschiedlichen Lizenz- und Urheberrechten. Darf ich mit einem Datensatz quasi machen was ich will, darf ein anderer vielleicht nur so verwendet werden, wie er angeboten wird beziehungsweise beschafft werden kann?

Allen diesen Herausforderungen zum Trotz wurde in den vergangenen Jahren ein Projekt im großem Stil aufgebaut, welches es ermöglicht, Geodatensätze in einheitlicher Form und vor allen Dingen frei verfügbar und zugänglich zu akquirieren. Die Rede ist hier von dem bereits weiter oben näher beschriebenen OpenStreetMap-Projekt. Der Großteil der für diese Arbeit notwendigen Daten kommt von den Servern der OpenStreetMap-Stiftung, die in hohem Maße jene Anforderungen erfüllen, die für die im Zuge dieser Arbeit erstellten kartographischen Darstellungen notwendig sind.

Die Vorgehensweise der Datenakquirierung ist hierbei auch denkbar einfach. Zunächst muss eine kostenfreie Registrierung auf der Homepage der OpenStreetMap erfolgen, in weiterer Folge kann auch schon mit dem Herunterladen der Daten begonnen werden. Dazu gibt es nun mehrere Möglichkeiten: Die sicherlich schnellste und einfachste Möglichkeit an die OpenStreetMap-Daten zu kommen, besteht darin, die in die Internetseite integrierte Export-Funktion zu nutzen. Dabei wird der zum Zeitpunkt im Kartenfenster ersichtliche Ausschnitt mit den gerade dargestellten Daten in Form einer

so genannten OpenStreetMap-Datei auf dem Computer gespeichert. Diese ist ein eigens für die OpenStreetMap entwickelter Datentyp, welcher die Informationen in Metadatenform ähnlich wie in einer XML-Datei abspeichert. OpenStreetMap-Dateien können anhand ihrer Endung .osm erkannt werden.

Eine weitere Möglichkeit der Beschaffung von OpenStreetMap-Daten ist es, einen so genannten OpenStreetMap-Editor zu verwenden. Diese Editoren, allesamt quelloffene Produkte, dienen in erster Linie dazu, die OpenStreetMap zu erweitern und bestehende Fehler auszubessern. Mittlerweile finden sich bereits mehrere solcher Programme in den Weiten des Internets, welche diese und weitere Funktionen anbieten. Die bekanntesten sind dabei „Merkaartor“ aus Belgien sowie der deutsche „Java OpenStreetMap Editor“ (JOSM).

Eine Verwendung solcher Editoren zur Datenakquirierung ist dann sinnvoll, wenn Datensätze für einen größeren Bereich heruntergeladen werden sollen. Denn bei der zuerst beschriebenen Variante über die Internetseite der OpenStreetMap wird immer nur der gerade sichtbare Bereich gespeichert, so dass es mitunter schwierig sein kann, den Überblick zu wahren, welche Teilbereiche, in welcher Zoomstufe für ein größeres Gebiet bereits heruntergeladen worden sind und welche nicht. Genau dabei schaffen diese Editoren Abhilfe, da diese in ihrem Kartenfenster immer stets sämtliche Daten anzeigen, welche im Verlauf der aktuellen Sitzung heruntergeladen worden sind. So kann sichergestellt werden, dass nicht unnötigerweise einzelne Datensätze doppelt oder sogar andere überhaupt nicht von den OpenStreetMap-Servern abgerufen worden sind. Die Editoren erlauben es überdies neben dem standardmäßigen OpenStreetMap-Format, die Geodaten auch in anderen Formaten abzuspeichern beziehungsweise diese dahingehend zu konvertieren.

Des Weiteren enthalten die OpenStreetMap-Datensätze zu einem großen Teil von Nutzern aufgezeichnete GPS-Spuren, was mitunter auch dazu führt, dass die Fülle an Daten zum Teil enorm ist. So gibt es beispielsweise bei einem Straßenzug nicht nur ein simples Linienelement, sondern es können zudem auch alle einzelnen GPS-Aufzeichnungspunkte angezeigt werden, welche bei kilometerlangen Straßenabschnitten dementsprechend häufig sind.

Ein weiteres Merkmal von OpenStreetMap-Daten ist es, dass sämtlichen in das Projekt importierten Daten spezielle Eigenschaften zugewiesen werden müssen. Dies beginnt bei der einfachen Feststellung des Geometrietyps und geht bis hin zur Bestimmung der tatsächlichen, realen Funktion des Datenabschnittes. Dieser basiert auf von der OpenStreetMap-Gemeinschaft festgelegten Richtlinien, um eine weltweit einheitliche Struktur der Geodaten zu gewährleisten. Wenn wir nun beim Beispiel der Straßenzüge bleiben, so reicht hierbei die Palette der vom Nutzer auszuwählenden möglichen Bestimmung eines neuen Teilstückes von der Autobahn im hochrangigen Bereich bis hin zum einfachen alpinen Pfad für das niedrigste Niveau. Dazwischen liegen mehr als 20 verschiedene Abstufungen, was wiederum die teilweise penible Genauigkeit der OpenStreetMap-Daten zum Ausdruck bringt.

Zur Veranschaulichung dieses Aspektes soll hier lediglich angeführt werden, dass es nicht nur eine eigene Klasse für Fußgängerunterführungen, U-Bahn Eingängen oder ähnlichem gibt, bei denen eine Treppe benutzt werden muss, sondern dass diese Eigenschaft unter anderem noch durch die Zahl der Stufen erweitert werden kann, womit wohl das höchstmögliche Maß an Genauigkeit und Präzision erreicht wird.

Weiters ermöglichen es verschiedene in den Editoren integrierte Funktionen mit diesen teils großen Datenmassen einfach, schnell und gezielt umzugehen. So können unterschiedliche Filtermethoden einzeln oder aber auch beliebig miteinander kombiniert angewendet werden, wenn nur gewisse Daten eines Typs oder eines Bereiches angesprochen werden sollen. Diese Vorgehensweise ist zudem hilfreich, um die einzelnen Ebenen die für die kartographische Darstellung benötigt werden aus der Gesamtheit des Rohdatensatzes herauszufiltern und anschließend separat abzuspeichern.

Bisher wurden zwei Möglichkeiten der Akquirierung von OpenStreetMap-Daten besprochen, eine weitere soll ebenso Erwähnung finden. Mittlerweile gibt es bereits mehrere verschiedene freie und quelloffene Alternativen zu Gesamtpaketen kommerzieller Marktführer im Bereich der GIS-Software. Viele sind meistens auf einen bestimmten Bereich spezialisiert. Die einen bieten mehr Funktionalität bei der Rasterdaten-Verarbeitung, andere hingegen sind geeigneter für Vektordaten. Ein weiteres Merkmal freier GIS-Software ist es auch, dass mit Hilfe dieser zumeist –

entweder oft auch schon als fixen Bestandteil integriert oder zumindest als optionale Erweiterung – auf die Daten der OpenStreetMap-Server zugegriffen werden kann. Dadurch kann in ein- und demselben Programm die Datenakquirierung sowie auch die weiterführende Bearbeitung durchgeführt werden.

Ein Unterschied, welcher für die reinen OpenStreetMap-Editoren spricht, ist, dass diese wirklich rein auf das Laden von OpenStreetMap-Daten spezialisiert sind und für die Handhabung dieses speziellen Datentyps auch einige zusätzliche Werkzeuge und Funktionen bieten, wie es bei GIS-Programmen, welche eigentlich für die grundsätzliche Verarbeitung von Geodaten entwickelt worden sind, nicht immer der Fall ist. Aus diesem Grund habe auch ich mich dazu entschieden, die für die Erstellung der Karten notwendigen Daten unter Zuhilfenahme des Editors „Merkaartor“ herunterzuladen. Die damit gesammelten Rohdaten sind in folgendem Screenshot (Abb. 10) ersichtlich:

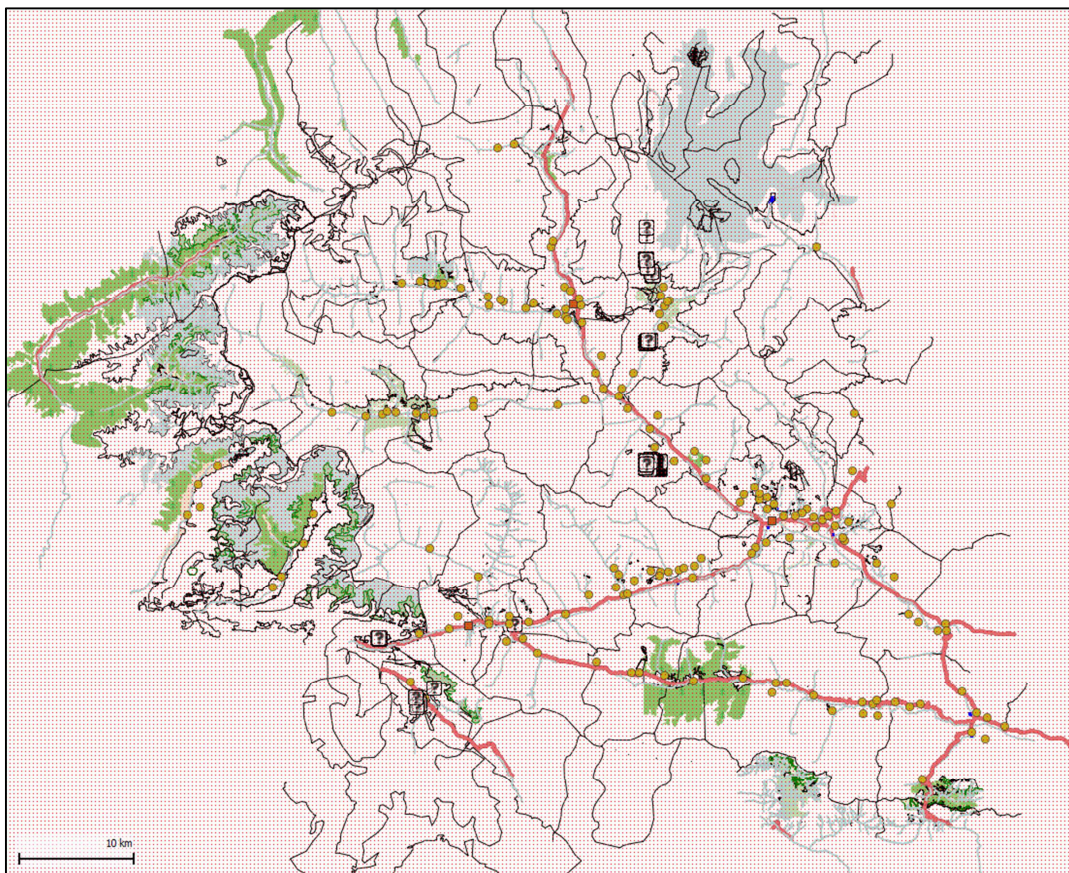


Abb. 10: Screenshot aus dem Editor „Merkaartor“ mit den gesammelten Rohdaten aus der OpenStreetMap

In einem nächsten Schritt wurden diese Datensätze mit oben beschriebenen Funktionsmöglichkeiten gefiltert und je nach Ebene einzeln abgespeichert. Das heißt beispielsweise, dass alle Bundesstraßen (die OpenStreetMap-Bezeichnung dafür lautet `primary` in der übergeordneten Gruppe `highway`) ausgewählt, aus dem kompletten Datensatz herausgenommen und schließlich separat abgespeichert worden sind. Dieselbe Prozedur erfolgte in weiterer Folge für sämtliche anderen Elemente, welche in der Endkartierung dann auch vorkommen und visualisiert werden sollten. Dazu gehören im Bereich der Infrastruktur neben den Bundesstraßen zusätzlich noch die Landesstraßen (mit der Suchfunktion `highway:secondary` nach der vorgegebenen OSM-Bezeichnung), sonstige Straßen (`highway:tertiary`), Ortsstraßen (`highway:residential`), asphaltierte Fahrwege (`highway:unclassified` kombiniert mit `highway:service`) sowie unbefestigte (Fahr-)Wege (`highway:track`). Natürlich darf hierbei auch nicht die Eisenbahntrasse (`railway:rail`) vergessen werden, die auch einen wichtigen Bestandteil vor allem zur Orientierung auf der Karte darstellt. Weitere ganz allgemeine Elemente, welche von den Servern der OpenStreetMap stammen und für die kartographischen Darstellungen zu *Osttirol 360°* bedeutsam sind, sind zum einen die verschiedenen Gewässerarten sowie auch die unterschiedlichen Grenzzüge. Zu ersteren zählen neben den Flüssen (`waterway:river`), Bächen (`waterway:stream`) und Seen (`natural:lake` beziehungsweise `natural:water`) auch Reservoirs und Wasserspeicher (`landuse:reservoir`). Grenzverläufe werden in der OpenStreetMap nach ihrem administrativen Niveau gegliedert, wonach sich in Österreich drei Ebenen ergeben. Ganz oben steht klarerweise die Staatsgrenze (`admin_level:2`), gefolgt von den Grenzen der Bundesländer (`admin_level:4`), der Bezirke (`admin_level:6`) und den Gemeindegrenzen (`admin_level:8`). Die letzten beiden Grenzverläufe werden jedoch in der angefertigten Karte keine Verwendung finden, da die Grenze des Bezirkes Lienz in diesem Bereich mit der des Bundeslandes Tirol zusammenfällt und die Gemeindegrenzen die Übersichtlichkeit auf den kartographischen Darstellungen zu sehr einschränken könnten.

Nichtsdestotrotz gibt es noch eine weitere Grenze, welcher in einer kartographischen Darstellung über Osttirol nicht fehlen darf. Die Rede hierbei ist von jener des

Nationalparks Hohe Tauern, welcher sich zu einem großen Teil über den Bezirk Lienz erstreckt. Gerade auch wenn es wie in dieser Arbeit einen Bezug zum Wandern und Bergsteigen gibt, ist es notwendig, den Nationalpark beziehungsweise zumindest dessen Grenzen auf der Karte zu visualisieren, da mit dem Eintritt in den Bereich des Nationalparks bestimmte Restriktionen und Vorschriften verbunden sind. So dürfen beispielsweise in der so genannten Kernzone markierte Wege nicht verlassen werden. Auch der Vegetation darf kein Schaden zugefügt werden.

Damit wären nun sämtliche Grundelemente, welche für eine ausreichend gute und schnelle Orientierung notwendig sind, akquiriert. Da es sich bei *Osttirol 360°* jedoch um ein Weitwanderwegprojekt handelt, sind noch bestimmte weitere Ebenen erforderlich. Dabei zeigt sich einmal mehr, wie weit die OpenStreetMap sich in den wenigen Jahren ihres Bestehens schon entwickelt hat. Denn nicht nur Großstädte weisen einen enormen Informationsgehalt auf, sondern auch ländliche Regionen, wie es Osttirol zweifelsohne ist. Es fallen zwar immer noch einige wenige Ungenauigkeiten oder Fehler an, jedoch was die reine Quantität der Daten angeht, so lässt die OpenStreetMap kommerzielle Alternativen auch in der Peripherie ziemlich alt aussehen. Auch in entlegenen Winkeln des Bezirkes finden sich kartierte Objekte, von einzelnen Gebäuden über kurze Wegstücke bis hin zu markierten Punkten, an denen eine Quelle entspringt. Natürlich könnte man an dieser Stelle auch darüber debattieren, inwieweit solche Informationen überhaupt notwendig und sinnvoll sind, jedoch unterstreichen gerade auch solche Fakten ein Motto der OpenStreetMap-Enthusiasten, welches sinngemäß besagt, dass alles, das dich interessiert in der OpenStreetMap kartiert werden kann [vgl. BENNETT 2010]. So ist es nun auch nicht mehr verwunderlich, dass auf der Suche nach Berggipfeln (`natural:peak`) bereits mehr als 550 Treffer erzielt werden. Wer sich bisher gedacht hat, dass in einer freien von jedem beliebigen Nutzer erstell- und editierbaren Weltkarte wenn überhaupt nur die wichtigsten und höchsten Gipfel der verschiedenen Bergketten vermerkt seien, der wird hierbei angenehm überrascht sein, zumindest so lange, bis er zur Erkenntnis gelangt, dass aufgrund dieser hohen Anzahl an kartierten Punkten logischerweise eine mit hohem Zeitaufwand verbundene individuelle Auswahl getroffen werden muss, um die kartographische Darstellung inhaltlich nicht zu überlasten, damit letztlich auch ein schönes Produkt entsteht.

Neben den Berggipfeln ist ein Wanderer überdies auf die Information angewiesen, wo sich im Bedarfsfall die nächste Möglichkeit befindet, um eine Pause zu machen oder auch ein Nachtlager aufzuschlagen. Die Darstellung der teils hochalpin gelegenen Berghütten und Biwaks (`tourism:alpine_hut`) ist ein unerlässlicher Bestandteil einer jeden Karte, welche einen inhaltlichen Bezug zum Wandern und Bergsteigen aufweist. Dabei werden logischerweise besonders all jene Schutzhütten und Notunterkünfte ausgewählt und hervorgehoben, welche in unmittelbarer Erreichbarkeit zur Route des geplanten Weitwanderwegprojektes liegen.

Als letzter Punkt wurden die verschiedenen Flächensignaturen, welche die OpenStreetMap zu bieten hat, genauer untersucht. Allerdings konnte alsbald festgestellt werden, dass gerade für die für diese Arbeit relevante Region noch große Lücken bestehen. Vor allem im Vergleich zum benachbarten Südtirol können bereits auf den ersten Blick Unterschiede ausgemacht werden. Während dort Waldgebiete, Wiesenflächen, Almen und ähnliche Naturfläche bereits kartiert worden sind, so ist im Bezirk Lienz aufgrund fehlender Inhalte der Großteil der Fläche noch weiß (vgl. Abb. 10). Dieser Aspekt ist aber nur eine Momentaufnahme, denn so wurden einige Wälder inzwischen bereits kartiert. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist davon auszugehen, dass in absehbarer Zeit auch im Bezirk Lienz nach und nach mehr Flächensignaturen entstehen werden. Bereits vollständig vorhanden sind allerdings bebaute Flächen sowie Gletschergebiete. Letztere sind zudem von besonderer Bedeutung, da durch die Visualisierung dieser auf die Gefahr hingewiesen werden kann, welche eine Route durch eine solche Zone mit sich bringt.

Damit konnten alle notwendigen Vektordaten aus der OpenStreetMap gewonnen werden. Was für die weitere Vorgangsweise noch fehlte, waren Höhendaten, deren Beschaffung, wie bereits weiter oben beschrieben, mitunter mehr Schwierigkeiten bereitet. Nachdem das vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen kostenlos zur Verfügung gestellten Höhenmodell eine Auflösung von 100 Metern erreicht und zudem entlang der Staatsgrenze zugeschnitten ist – bei einer kartographischen Darstellung des Bezirkes Lienz entstünde so der Eindruck einer Inselkarte – scheidet dieses für die Verwendung in diesem Projekt bereits aus. Eine ebenfalls freie Alternative dazu stellen die ebenso bereits erwähnten Daten der „Shuttle Radar Transport Mission“ (SRTM) dar.

Diese können entweder als Rohdatensatz von verschiedenen Seiten amerikanischer Bundesbehörden wie zum Beispiel der Raumfahrtagentur (NASA) oder des Geologie- und Erdbebendienstes (USGS) im Ausmaß von festgelegten Kacheln heruntergeladen werden. Die Auflösung hierbei liegt für Gebiete außerhalb des Hoheitsgebietes der Vereinigten Staaten bei drei Bogensekunden, was in etwa 90 Metern entspricht.

Wenn mit Rohdaten gearbeitet wird, muss jedoch beachtet werden, dass diese, wie es der Name schon sagt, noch gänzlich unbearbeitet sind. Das heißt, dass beispielsweise durch bei der Übertragung der Signale aufgetretene Fehler auch im Höhenmodell ersichtlich sind. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, auf bereits bearbeitete Datensätze zurückzugreifen, bei denen beispielsweise Interpolationen durchgeführt worden sind, um kleinere Fehler auszumerzen.

Höhenmodelle dieser Art finden sich unter anderem auf den Internetauftritten von an der SRTM-Mission beteiligten Firmen, Institutionen oder Behörden. Dazu gehören zum Beispiel das USGS selbst oder auch die „Global Land Cover Facility“ (GLCF) der „University of Maryland“¹². Die Daten letzterer wurden schließlich auch verwendet, da diese keine lizenztechnischen Einschränkungen mit sich bringen und frei genutzt und verarbeitet werden dürfen. Das Höhenmodell kann von einem ftp-Server der GLCF als so genannte GeoTIFF-Datei heruntergeladen werden.

Neben den Vektordaten aus der OpenStreetMap und den SRTM-Höhendaten der GLCF fehlen nunmehr lediglich die Aufzeichnungen über die Route des Weitwanderwegprojektes selbst. Diese wurden im Zuge einer Begehung im Sommer 2011 mit Hilfe eines GPS-Gerätes aus dem Hause „Garmin“ und einer kostenlosen Smartphone-Applikation aufgenommen und als kleines Experiment miteinander verglichen. Etwaige noch fehlende Teilbereiche wurden anhand der OpenStreetMap-Daten nachträglich digitalisiert beziehungsweise wurden bestehende Wegabschnitte als Teil der Route von *Osttirol 360°* markiert.

¹² <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/srtm>

3.2. Die Datenverarbeitung

Zur Verarbeitung der im Abschnitt zuvor akquirierten Datensätze wurde die quelloffene Software „Quantum GIS“ (QGIS) in ihrer aktuellen Version „Wrocław“ (1.7.4) eingesetzt, da diese einen großen Funktionsumfang und zahlreiche Werkzeuge besitzt, mit denen sich die meisten Verarbeitungsschritte bis zur endgültigen Darstellung durchführen lassen. Außerdem besitzt sie eine sehr benutzerfreundliche Oberfläche, welche eine nur geringe Einarbeitungszeit erfordert, wenn zuvor bereits mit alternativen kommerziellen GIS-Systemen gearbeitet worden ist. Schließlich bietet QGIS durch die Integration der Werkzeuge des noch mächtigeren, jedoch etwas komplizierter aufgebauten Softwarepaketes „GRASS GIS“ ein Spektrum an Funktionen und Möglichkeiten, welches nahezu sämtliche Anforderungen an ein Programm dieser Art erfüllt. In Abbildung 11 ist ein Screenshot der Benutzeroberfläche von QGIS ersichtlich, welche übersichtlich gestaltet und intuitiv zu bedienen ist.

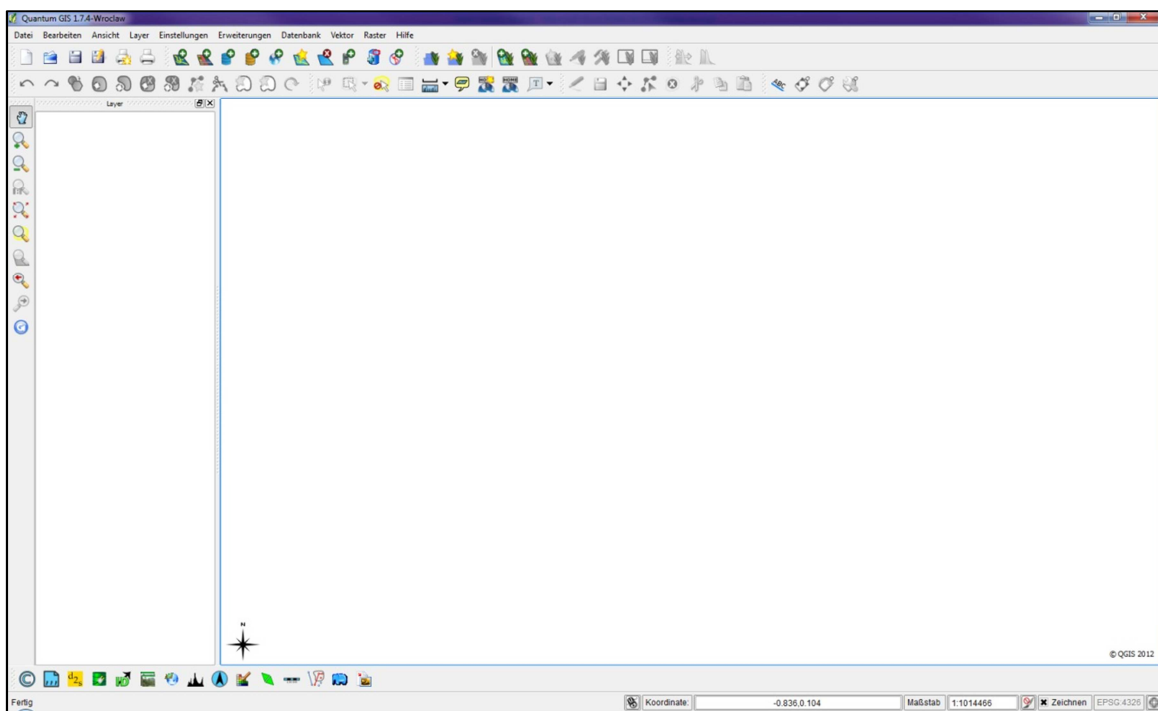


Abb. 11: Screenshot der Benutzeroberfläche von Quantum GIS

Als erster Schritt wurde die für die Region Osttirol passende Projektion beziehungsweise das adäquate Koordinatensystem ausgewählt. Die Entscheidung fiel dabei auf die für Österreich typische transversale Mercatorprojektion, dem das geodätische Datum des Militärgeographischen Institutes (MGI) zugrunde liegt. Diese Projektion liegt für das gesamte Staatsgebiet vor beziehungsweise etwas exakter definiert für drei Teilbereiche, welche sich nach den Gauß-Krüger'schen Meridianstreifen 28, 31 und 34 in West, Mitte („Central“) und Ost gliedern. Für den Bezirk Lienz bietet sich demzufolge die Projektion „MGI Austria GK Central“ (EPSG: 31255) an. Dessen genauen Parameter können in der unten stehenden Niederschrift der PROJ4-Datei herausgelesen werden:

```
+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=13.33333333333333 +k=1 +x_0=0 +y_0=-  
5000000 +ellps=bessel  
+towgs84=577.326,90.129,463.919,5.137,1.474,5.297,2.4232 +units=m  
+no_defs
```

Nachdem das Koordinatensystem und die Projektion bestimmt worden sind, werden nun die zuvor akquirierten Daten in das GIS importiert. Ich habe, wie bereits erwähnt, den Editor „Merkaartor“ verwendet, um an die OpenStreetMap-Datensätze zu gelangen. Zum Lösen der nächsten Problemstellung habe ich jedoch auf den Editor „JOSM“ zurückgegriffen, da dieser eine bessere Möglichkeit und Funktionalität bietet, um die weiteren Schritte auszuführen. In „JOSM“ wurden nun einzelne Elemente, wie beispielsweise alle Bundesstraßen mit Hilfe der Suchfunktion, im Zuge derer einfach alle der Markierung `highway:primary` entsprechenden Objekte angezeigt werden, selektiert und einzelne separate XML-Dateien gespeichert. Dieses Format habe ich deshalb gewählt, da dieses in der Weiterverarbeitung im GIS eine leichtere Handhabung verspricht als das spezielle OpenStreetMap-Format. Außerdem bietet weder „Merkaartor“ noch „JOSM“ die Möglichkeit gewählte Objekte gleich in Form von Shapedateien (Endung `.shp`) auszuspielen.

Dieser Vorgang des Selektierens und Konvertierens wurde in weiterer Folge mit allen für die Kartendarstellung benötigten Ebenen, welche zuvor bereits im Abschnitt der Datenakquirierung beschrieben wurden, wiederholt. Beide Editoren haben demzufolge logischerweise ihre Vorteile und ihre Nachteile. Mit „Merkaartor“ ist es auch für relativ unerfahrene PC-Nutzer einfach, sich zurechtzufinden, die verschiedenen Buttons assoziierend zu erkennen und schlicht damit zu arbeiten, ohne dass es auf Anhieb überfordernd wäre. Auch „JOSM“ können ähnliche Eigenschaften zugesagt werden, denn auch dieses Programm überzeugt durch Übersichtlichkeit und sich selbst erklärende Elemente auf der Benutzeroberfläche. Ein Unterschied zwischen diesen beiden Editoren ist allerdings in der Funktionalität zu finden. Dabei bietet der „JOSM“ doch deutlich mehr Möglichkeiten als „Merkaartor“. Das ist oft hilfreich, wie etwa in dem zuvor beschriebenen Vorgang, kann aber auch schnell ob der vielen Einstellungsmöglichkeiten für kurzzeitige Verwirrung sorgen.

Bei „Merkaartor“ ist mir im Zuge meiner Arbeiten aufgefallen, dass es des Öfteren zu Problemen gekommen ist, wenn ich mit größeren Datenmengen zu arbeiten versucht habe. Dabei wurde zumeist ein Programmabsturz verursacht, was zur Folge hatte, dass nicht das komplette Untersuchungsgebiet Osttirol auf einmal, sondern in drei Teilen heruntergeladen werden musste. Allerdings konnte auch hier wieder „JOSM“ als Lösung eingesetzt werden, da diese Software es ermöglicht, drei einzelne OpenStreetMap-Ebenen zu einer zusammenzufassen.

Damit standen nun alle Ebenen für die kartographische Darstellung separat zur Verfügung und konnten unkompliziert in QGIS importiert werden. Um die Handhabung noch weiter zu vereinfachen wurden sämtliche Ebenen in das Shapedatei-Format konvertiert. Um eine optimale Visualisierung auf dem Endprodukt zu realisieren, werden nun die Ebenen zunächst geordnet beziehungsweise in ihrer Reihenfolge verändert, sodass beispielsweise Straßenzüge oberhalb von Flüssen oder Bächen liegen, da dies umgekehrt unlogisch und unter Umständen verwirrend wirken kann. Bei der Signaturenwahl habe ich einerseits auf Vorgaben in QGIS zurückgegriffen, wobei diese leicht abgeändert worden sind, andererseits habe ich auch eigene Stiltypen kreiert.

Die Farbwahl besitzt einen weitestgehend assoziierenden Charakter, weshalb Gewässer logischerweise in Blautönen gehalten worden sind und die Grenze des Nationalparks in exakt jenem Grünton dargestellt wird, welcher auch für das Logo dessen in Verwendung ist. Auch das Rot der Bundesstraßen und administrativen Grenzen sowie das Gelb der Landesstraßen sind charakteristische Darstellungsweisen für die jeweiligen Elemente. Des Weiteren finden sich auf der Karte neben den Gemeindenamen auch die für den Weitwanderweg relevantesten Ortsteile. Diese sind zur besseren Unterscheidung etwas kleinerer sowie zusätzlich in kursiver Schrift gehalten. Größere Orte hingegen sowie Marktgemeinden sind fett gedruckt, um auch hier die Klassifizierung sichtbar zu machen. Die Bezirkshauptstadt Lienz ist durchgehend in Großbuchstaben geschrieben, um auf den ersten Blick feststellen zu können, dass Lienz als Bezirksstadt offensichtlich einen besonderen Status inne hat. Die für den Inhalt der angestrebten kartographischen Darstellung wichtigen Elemente wie Berggipfel, Berghütten und schließlich natürlich die Route von *Osttirol 360°* selbst liegen, wenn die Reihenfolge der einzelnen Ebenen näher betrachtet werden, an oberster Stelle, da diese in meinem Fall die wichtigsten Informationen darstellen und es nicht sinnvoll wäre, diese durch andere Signaturen zu überlagern. Die Symbolisierungseinstellungen von der hierfür als Beispiel verwendeten Staatsgrenze sind in Abbildung 12 zu erkennen.

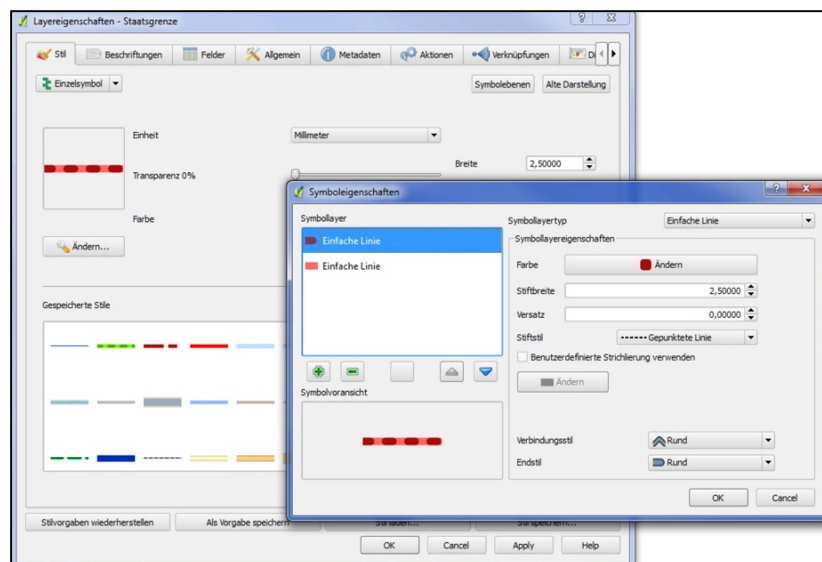


Abb. 12: Screenshot der Symbolisierungseigenschaften der Ebene „Staatsgrenze“ in QGIS

Die Visualisierung der einzelnen Elemente wurde im Großen und Ganzen schlicht gehalten. So werden die einzelnen Berggipfel lediglich durch ein kleines in einem

Braunton ausgefülltes Dreieck symbolisiert. Ziel war es, das Kartenbild nicht zu voll und unübersichtlich erscheinen zu lassen. Dies ist notwendig, da den Signaturen für Berggipfel und -hütten auch noch deren Namen beigegefügt wurden, was in den meisten Fällen viel Platz benötigt und den visuellen Eindruck der Karte trübt.

Schließlich galt es, die geplante Weitwanderwegroute adäquat darzustellen, wobei eine Klassifizierung in drei Bereiche durchgeführt wurde. Der größte und wichtigste Teil stellt jener Weg dar, der für jeden Wanderer geeignet ist, da dieser nicht durch Gefahrenzonen wie beispielsweise Gletschergebiete oder allzu felsiges, steiles und unwegsames Gelände führt. Außerdem bewegt sich der Wanderer, welcher dieser in der Karte blau dargestellten Route folgt, nur in vereinzelt kurzen Abschnitten oberhalb einer Seehöhe von 3.000 Metern. Eine zweite Markierung, welche in Rot visualisiert worden ist, zeigt nun genau die gegenteiligen Abschnitte und Varianten der soeben beschriebenen Route. Diese sind nun nur mehr für den fortgeschrittenen Bergsteiger zu empfehlen, da dieser Weg immer wieder Gletscherüberquerungen erfordert und die höchsten Gipfel erklommen werden müssen. Die körperliche und psychische Eignung muss hier vorausgesetzt werden können. Aus diesem Grund erachte ich es auch für wichtig, solche Passagen in der Karte gesondert, in diesem Fall in einem anderen Farbton darzustellen, um auf die potentiellen Gefahren, welche diese Abschnitte mit sich bringen können, hinzuweisen.

Der dritte Teilbereich, welcher nun einen gelben Farbton aufweist, zeigt eine empfohlene Zustiegsroute an, welche immer zu Fuß, jedoch manchmal auch per Hüttentaxi und/oder einem eigenen Fahrzeug zurückgelegt werden kann. Ob letzteres möglich ist, lässt sich leicht aus der Zusatzinformation ablesen, welche unterhalb der entlang von *Osttirol 360°* gelegenen Hütten dargestellt ist. Diese weist überdies darauf hin, ob es in der betreffenden Unterkunft eine Übernachtungsmöglichkeit sowie eine Küche gibt und ob beziehungsweise welchem alpinen Verein die Hütte zugeordnet ist. Natürlich darf hierbei auch nicht die Information der Seehöhe nicht fehlen, welche ebenfalls im Bereich der Zusatzinformationen abgebildet ist. Auch für jene Orte und Ortsteile, welche exakt auf der Route des Weitwanderweges liegen, sind Zusatzinformationen vorhanden, welche wiederum die Seehöhe sowie die Erreichbarkeit mit Bus und/oder Bahn zum Thema haben. Da alle Vektordaten nun ihre

entsprechende Signatur und Darstellungsreihenfolge erhalten haben, was alles mit der Software QGIS einwandfrei und ohne Probleme ausgeführt werden konnte, fehlten nun noch die rasterbasierten Höhendaten, die als Schummerung mit Höhenstufen im Hintergrund für den topographischen Eindruck der Karte sorgen sollten. Auch hier konnte ich wieder von der Funktionalität von QGIS profitieren, dieses Mal allerdings konkret von den integrierten Werkzeugen des GRASS GIS-Systems, die sich für die Bearbeitung am geeignetsten erwiesen haben. Nachdem die etwas eigenwillige Ordnerstruktur von GRASS GIS erfolgreich erstellt wurde, konnten in einem nächsten Schritt die rohen Höhendaten in den GRASS Datenbaum hineingeladen werden.

Mit dem Werkzeug `r.shaded.relief` kann aus dem Höhendatensatz ein, wie es der Name schon vermuten lässt, Relief mit Schatteneffekten erzeugt werden. Im sich nun öffnenden Reiter können die Einstellungen für den Azimuthwinkel sowie der Einstrahlwinkel der Sonne festgelegt werden. Für Letzteren wurde eine Bestrahlung aus Nordwest gewählt, da dadurch die außerordentlichen topographischen Besonderheiten der Region am besten zur Geltung kommen. Die dementsprechende Winkeleinstellung beträgt demnach 270° , während der Azimuth, die Höhe der Sonne über dem Horizont, mit 30° festgesetzt worden ist (vgl. Abb. 13).

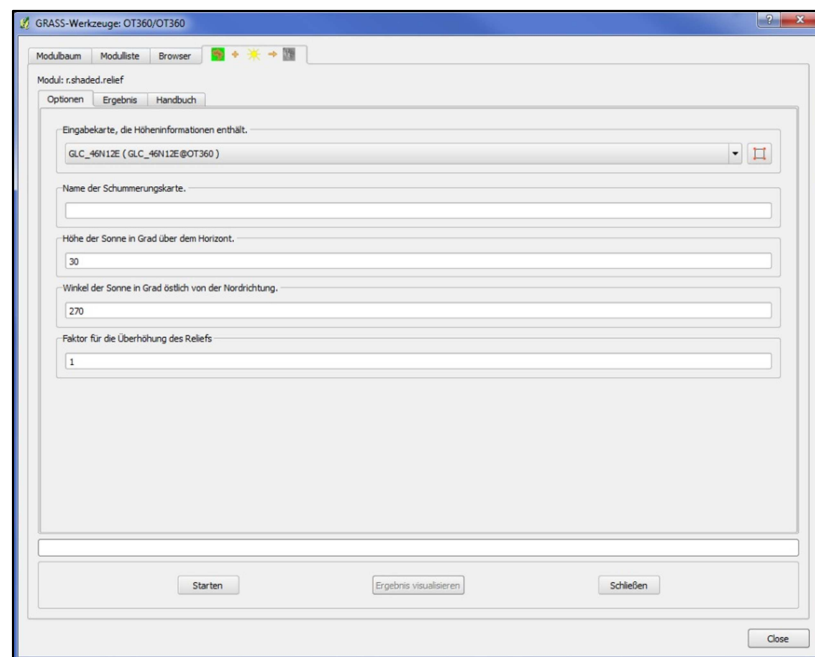


Abb. 13: Screenshot des Werkzeuges zur Erstellung eines Reliefs in QGIS

Das nun erstellte Relief musste in weiterer Folge nur mehr in der Reihenfolge unterhalb des Ausgangshöhenrasters platziert werden, um den visuellen Eindruck einer typischen Schummerung zu erzeugen. Da für den gesamten Bezirk zwei Kacheln des Höhendatensatzes benötigt werden, musste dieser Vorgang wiederholt werden, um auch tatsächlich eine Schummerung für das komplette Gebiet zu erhalten. Da es, wie in einem vorhergegangenen Kapitel beschrieben, in der OpenStreetMap Mängel gibt, was kartierte Flächennutzungen im Bezirk Lienz angeht und daher nur vereinzelt zum Beispiel Waldgebiete zur Verfügung stehen, habe ich mich dazu entschieden, diese wenigen überhaupt wegzulassen und stattdessen eine Höhenstufenkolorierung durchzuführen. Dabei wurden fünf unterschiedliche Klassen erstellt, welche den Lienzer Talboden, die Haupttäler, die durchschnittliche Baumgrenze auf einer Seehöhe von 2000 Metern, die mittelhohen Gebirgsgruppen und die Hochgebirgszonen bereits auf den ersten Blick visuell voneinander trennen. Die Farbskala reicht von einem hellen Grün auf der niedrigsten Stufe über dunkler und brauner werdende Farbtöne bis hin zu einer hellbraun, fast weiß wirkenden Flächenfüllung im Bereich des Hochgebirges, welches zusätzlich durch die leicht transparent gehaltenen Signaturen der Gletscherzonen, welche ja vollständig in der OpenStreetMap verfügbaren waren, überlagert wird (vgl. Abb. 14).

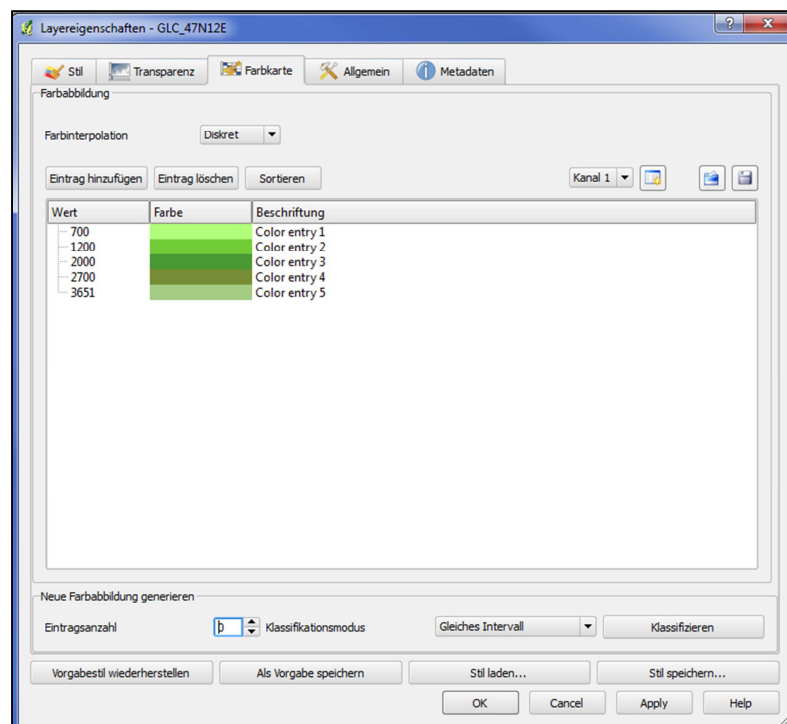


Abb. 14: Farbkarte für die Höhenstufenkolorierung

Neben der Schummerung wurden die Höhendatensätze des Weiteren auch dazu verwendet, um Höhenlinien zu berechnen, welche auf den Detailkarten der einzelnen Abschnitte dargestellt werden. Diese wurden nun nicht mehr mit einem Werkzeug des GRASS GIS erstellt, sondern mit Hilfe der ebenso in QGIS integrierten GDAL-Bibliothek. GDAL steht für „Geospatial Data Abstraction Library“ und ist „eine Übersetzungsbibliothek für räumliche Rasterdatenformate“ [MITCHELL 2008, S. 32]. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind die Unterstützung von mehr als 60 verschiedenen Rasterformaten, die Möglichkeit zur Einbindung von anderer Software (wie zum Beispiel eben bei QGIS) sowie Hilfsprogramme, welche den Umgang mit den GDAL-Programmierbibliotheken dahingehend vereinfachen, dass vom Nutzer keinerlei Programmierkenntnisse vorausgesetzt werden [vgl. MITCHELL 2008]. Mit Hilfe dieses Werkzeuges wurden nun aus dem Höhendatensatz, welcher zunächst als normale Rasterdatei in das QGIS-Projekt integriert worden ist, Höhenlinien extrahiert. Als Äquidistanz wurden 20 Meter festgelegt, damit auf der einen Seite die Geländeformen und deren Eigenheiten deutlich ersichtlich sind und auf der anderen Seite es in steileren Hängen oder in Felsgebieten nicht zu übermäßigen Scharungen der Linien kommt. Zur Darstellung muss noch erwähnt werden, dass die Höhenlinien in einen hellem Grauton gehalten sind und zudem die 100-Meter-Linien, also in unserem Fall jede fünfte, eine etwas dicker gehaltene Strichstärke aufweist, um die tatsächlichen Höhen besser herauslesen zu können.

3.3. Die Layoutgestaltung

Das eigentliche Layout der Karte wurde zunächst noch in QGIS mit Hilfe des so genannten „Print Composer“, also der Druckzusammenstellungsanwendung, angepasst. Dort wurde als erster Schritt das Seitenformat DIN-A1 festgelegt, welches die optimale Größe aufweist, um alle Informationen auf der Karte adäquat und in lesbarer Größe wiederzugeben. Auch weitere Kartenelemente, wie der Maßstab, ein Nordpfeil sowie die Legende wurden mit QGIS angefertigt und positioniert.

Erst dann wurde die vorhandene Zusammenstellung als SVG-Datei ausgespielt, um diese in einem Vektorbearbeitungsprogramm zu finalisieren. SVG ist das Kürzel für „Scaleable Vector Graphics“, was so viel bedeutet, dass sämtliche Elemente als Vektoren abgespeichert werden, welche sich unabhängig von der Zoomstufe ohne Qualitätsverlust darstellen lassen und alle einzeln bearbeitet werden können [vgl. RAMM & TOPF 2010].

Zur weiteren Bearbeitung wurde wieder eine quelloffene Alternative zu Rate gezogen. Die Software „Inkscape“ bietet so gut wie sämtliche erforderliche Werkzeuge, welche benötigt werden, um Vektorgrafiken zu bearbeiten, zu verändern, zu erstellen oder anzupassen. Die Benutzeroberfläche lässt nicht viel zu wünschen übrig und wirkt nicht überfordernd, zumindest wenn man schon einmal mit einem Programm dieser Art gearbeitet hat (vgl. Abb. 15). Die einzelnen Elemente sind in „Inkscape“ in einer Tabelle aufgelistet und können dort nach Belieben in ihrer Reihenfolge verändert werden. Diese Tabelle kann auch sehr hilfreich sein, um ein bestimmtes Objekt zu suchen oder aber auch, um gleich mehrere Objekte dieser Art zu selektieren. Die Hauptaufgabe mit „Inkscape“ war es nun, das Layout zu vervollständigen, Stilelemente einzufügen und alle Elemente, vor allem die Beschriftungen auf der Karte so zu positionieren, dass es keine Überschneidungen mehr gibt. Letztere wurden in ihrem Stil auch noch ein wenig angepasst, manche erhielten Konturen oder wurden in ihrer Größe leicht verändert. Auch die weiter oben bereits erwähnten Zusatzinformationen zu den Berghütten und den Orten beziehungsweise Ortsteilen entlang der Route von *Osttirol 360°* wurden mit diesem Programm erstellt.

Nachdem die letzten Logos des Projektes und dessen Träger und Sponsoren eingefügt worden sind, sowie auch die letzten Kartenelemente wie die Urheberrechtsnachweise und Quellen ihre endgültige Position gefunden haben, ist das Layout der Vorderseite nun so gut wie finalisiert (vgl. Abb. 15). Für die Rückseite sind naturgemäß ähnliche Schritte notwendig sein, nur gilt es zunächst festzulegen, in welcher Form und Reihenfolge die insgesamt neun Einzelabbildungen auf der gesamten Seite optimal platziert werden. Die Rückseite gliedert sich demnach in neun Bereiche, welche jeder für sich eine einzelne Etappe von *Osttirol 360°* zum Thema hat. Dafür wurden nun nicht mehr die Höhenstufen als Kartenhintergrund gewählt, sondern die Höhenliniendarstellung um auch in diesem Bereich die Detailgenauigkeit zu erhöhen. Zusätzlich neben der genauen Routenführung und den Werten für die Distanz und die Aufstiegshöhenmeter wurde aus den ebenfalls aufgezeichneten Zusatzinformationen für die Parameter Seehöhe und zurückgelegte Strecke ein Höhenprofil errechnet und visualisiert. Dieses wurde natürlich gemäß der Vorgabe des Arbeitens mit freier Software mit dem Kalkulationsprogramm des „OpenOffice“-Paketes erstellt.

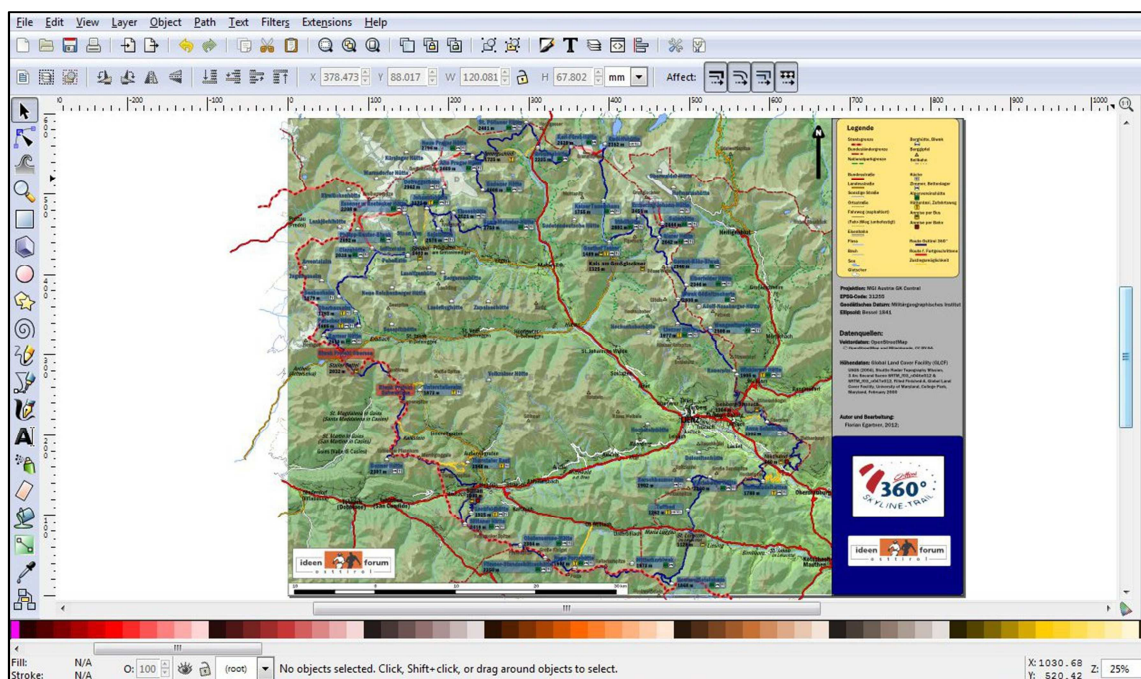


Abb. 15: Screenshot des Endlayouts in „Inkscape“

3.4. Die KML-Dateien

Zusätzlich zur analogen Karte, welche das Hauptprodukt der praktischen Arbeiten darstellt, wurden auch digitale Darstellungsmöglichkeiten als Ergänzung zu dieser genutzt und umgesetzt. Dabei handelt es sich um so genannte KML-Dateien, welche sich für die Darstellung auf dem virtuellen Globus von „Google Earth“ eignen. Bei der „Keyhole Markup Language“ handelt es sich um „ein Austauschformat für die Clientkomponente von Google Earth“ [MITCHELL 2008, S.157]. Es ist also ein eigens für diese Software konzipiertes Datenformat, welches den Austausch der Informationen sowie die Kommunikation mit den hinter dem Programm stehenden Datenservern ermöglicht. Inzwischen wird das KML-Format bereits von zahlreichen Softwarepaketen unterstützt, was den Prozess des Erstellens erheblich vereinfacht und beschleunigt.

Dies geht sogar so weit, dass einzelne Programme, darunter unter anderem QGIS, bereits eigene Export- und Konvertierungswerkzeuge für dieses Dateiformat integriert haben. Demzufolge ist es mittels weniger Klicks möglich direkt aus dem GIS heraus KML-Dateien zu erzeugen. Um den Wegverlauf in seinen drei Unterscheidungen in „Google Earth“ sehen zu können, müssen zunächst beispielsweise die empfohlenen Zustiegsrouten, welche in weiterer Folge wieder gelb markiert werden, selektiert werden und als KML-Datei gespeichert werden. Dasselbe Verfahren wird bei den gefährlicheren Abschnitten (in Rot) und natürlich der eigentlichen Hauptroute von *Osttirol 360°* (in Blau) angewandt. Schließlich existieren nun drei separate KML-Dateien, welchen nun in ein ZIP-Archiv gepackt werden. Um dieses nun wieder für „Google Earth“ lesbar und nutzbar zu machen, muss einfach die Dateiendung in *.kmz* geändert werden und der Rundwanderweg kann zumindest schon virtuell in Angriff genommen werden.

Zusätzlich zur Route soll auch die Höhenstufenkolorierung als zusätzliche Ebene in „Google Earth“ angezeigt werden können. Da es sich dabei ja um Rasterdaten handelt, ist die Vorgehensweise nicht ganz so einfach wie noch zuvor bei den Vektorlinien. Als erster Schritt wird das dieses Mal entlang der Grenzen des Bezirkes Lienz zugeschnitten Höhenmodell in die Form eines ASCII-Modells konvertiert. Dies geschieht schnell und

einfach mit Hilfe eines in QGIS integrierten GDAL-Befehles. Dieses Höhenmodell wird nun wieder mit denselben Farbeinstellungen wie schon zuvor koloriert und anschließend als PNG-Datei ausgespielt und abgespeichert. Da das Höhenmodell wie erwähnt für diese Darstellungsvariante zugeschnitten worden ist, müssen nun die weiß eingefärbten Nullwert-Flächen entfernt werden, da QGIS für den Export aus einem Rasterformat keinen Alphakanal beziehungsweise Transparenzeinstellungen unterstützt. Dazu wurde das kostenlose und quelloffene Bildverarbeitungspaket „GIMP“ verwendet. Um die Darstellung in „Google Earth“ zu ermöglichen muss eine KML-Datei geschrieben werden, welche alle Ebenen und vor allem ihre exakte Ausdehnung definiert. Letztere kann beim Export der PNG-Datei erzeugt werden, indem dem GDAL-Befehl, welcher in QGIS auch angezeigt wird, die Syntax TFW=YES hinzugefügt wird. Damit erhält man als Ergebnis des Prozesses zwei Dateien, zum einen das PNG-Bild und zum anderen nun auch ein so genanntes „Worldfile“ mit der Endung `.tfw`, welches die genauen Werte für die Ausdehnung in Richtung Norden sowie Westen und die Zellengröße beinhaltet. All diese sind für die vollständige Erstellung der KML-Datei notwendig. Da für die Darstellung in „Google Earth“ allerdings die Ausdehnungsparameter in zwei Himmelsrichtungen nicht ausreichen, müssen die beiden verbliebenen berechnet werden. Dies geschieht mit Hilfe folgender Formeln:

$$\text{Süden} = \text{Norden} - (\text{Zellengröße} * \text{Anzahl der Pixel})$$

$$\text{Osten} = \text{Westen} + (\text{Zellengröße} * \text{Anzahl der Pixel})$$

Dabei wird deutlich, weshalb das „Worldfile“ auch ausgespielt werden musste, da ansonsten diese Berechnungen nicht durchgeführt hätten werden können. Nun ist die KML-Datei fertig und der letzte Schritt beinhaltet wiederum das Zusammenstellen der benötigten Dateien (PNG-Bild, TFW- sowie KML-Datei) in einem ZIP-Archiv mit anschließendem Umbenennen in eine KMZ-Datei. Die KML-Datei sowie die endgültige Ansicht in „Google Earth“ sind in den untenstehenden Abbildungen 16 und 17 ersichtlich.

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
3  <Document>
4  <name>Osttirol Overlay</name>
5  <description>Osttirol Höhenstufen-Overlay</description>
6  <GroundOverlay>
7  <name>Osttirol Overlay</name>
8  <description>Osttirol Höhenstufen-Overlay</description>
9  <Icon>
10 <href>Osttirol.png</href>
11 </Icon>
12 <LatLonBox>
13 <north>47.1575493460</north>
14 <south>46.65114104</south>
15 <east>12.95895663</east>
16 <west>12.1214567665</west>
17 </LatLonBox>
18 </GroundOverlay>
19 </Document>
20 </kml>

```

Abb. 16: Screenshot der KML-Datei der Höhenstufenkarte

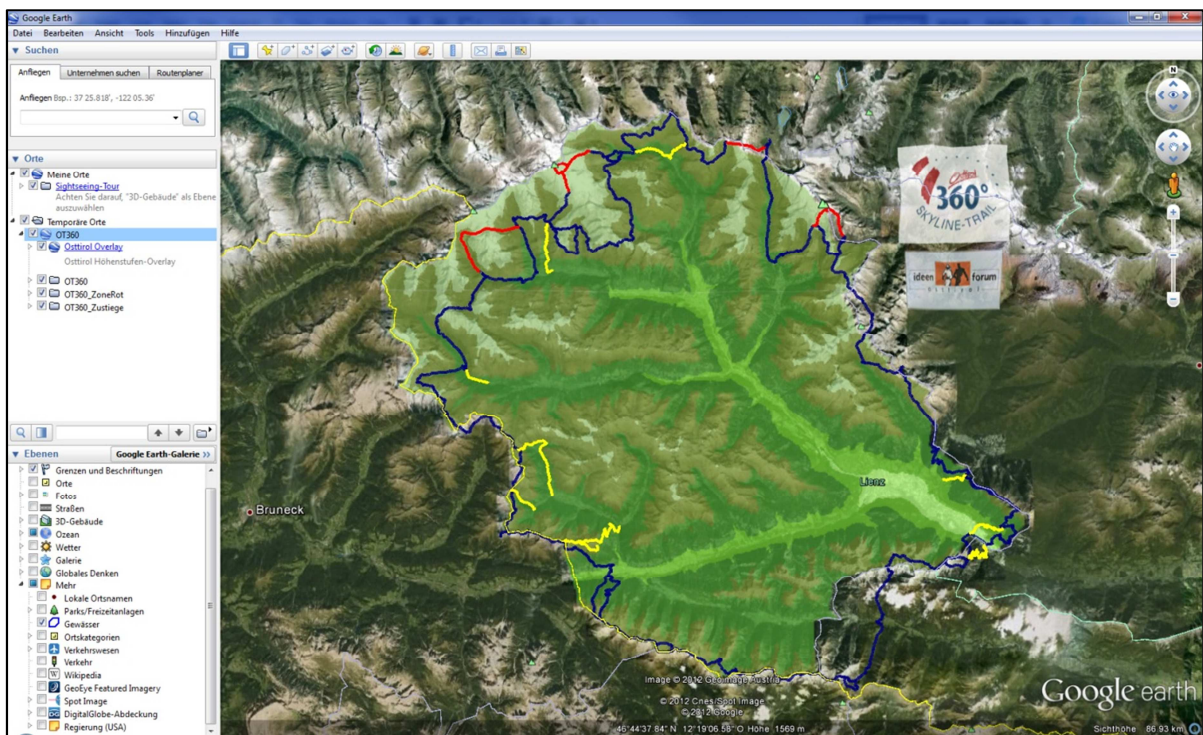


Abb. 17: Darstellung der Route und der Höhenstufenkarte in „Google Earth“

4. Zusammenfassung

Nach dem Prinzip der „freien Kartographie“ zu arbeiten ist nach wie vor ein aufregendes Vorhaben, welches nicht immer einfach ist aber in der heutigen Zeit durchaus schon als ausgezeichnet durchführbar gewertet werden kann. Zwar mag es noch die einen oder anderen Probleme bei einzelnen Funktionen der freien Software geben, dennoch befindet sich diese und vor allem deren Entwickler auf den richtigen Weg über kurz oder lang zu den kommerziellen „Konkurrenten“ gänzlich aufzuschließen, zumindest wo dies bis dato noch nicht passiert ist. Die Herangehensweise beim Arbeiten mit freien Daten und freier Software weist nicht allzu große Unterschiede auf, sondern es erfordert mehr in manchen Bereichen mehr ein Umdenken im Umgang und der Weiterverarbeitung der Daten mit freien Programmen. Allerdings stellt dies keine allzu große Hürde dar, da quelloffene Software heutzutage auch schon übersichtliche Benutzeroberflächen, unkomplizierte Abläufe und dergleichen beinhaltet, was die anfängliche Ungewohntheit schnell verschwinden lässt.

Das Potential hinter Begriffen wie „OpenData“ und „OpenSource“ ist noch lange nicht erschöpft, denn Projekte wie die OpenStreetMap weisen weiterhin rasant steigende Nutzerzahlen und vor allem Datenmengen auf, was doch auch verdeutlicht, wie groß die Nachfrage nach Projekten wie diesen ist. Natürlich wird es noch ein wenig dauern, bis diese zahlreichen freien und quelloffenen Alternativen jene Zuverlässigkeit und jene Funktionalität erreicht haben, wie sie von kommerziellen Produkten erwartet wird. Nichtsdestotrotz ist „freie Kartographie“ sicher kein unmögliches Vorhaben mehr, sondern es ist bereits sehr gut möglich nach diesem Prinzip mit wenn überhaupt minimalem Mehraufwand qualitativ hochwertige und vollständige kartographische Darstellungen zu erstellen, nicht nur in Ballungsräumen und Großstädten sondern ebenso einfach und effizient in peripheren Hochgebirgsregionen.

5. Literatur

ARNBERGER, E. u. KRETSCHMER, I. (1975): *Wesen und Aufgaben der Kartographie. Topographische Karten*. Band 1, Franz Deuticke – Wien, 536 S.

BAUER, M. (1997): *Vermessung und Ortung mit Satelliten. NAVSTAR-GPS und andere satellitengestützte Navigationssysteme. Eine Einführung für die Praxis*. 4. Auflage, Wichmann – Heidelberg, 423 S.

BENNETT, J. (2010): *OpenStreetMap. Be your own Cartographer*. Packt Publishing – Birmingham, 234 S.

BILL, R. (1999): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1 – Hardware, Software und Daten*. 4. Auflage, Wichmann – Heidelberg, 454 S.

BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1993): *70 Jahre Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen – Wien, 239 S.

HAKE, G. (Hrsg.) u. GRÜNREICH, D. (1994): *Kartographie*. 7. Auflage, de Gruyter – Berlin, 600 S.

KOHLSTOCK, P. (2004): *Kartographie. Eine Einführung*. Ferdinand Schöningh – Paderborn (=UTB 2568), 229 S.

KRAAK, M.-J. u. ORMELING, F. (2003): *Cartography. Visualization of Geospatial Data*. 2. Auflage, Pearson – Harlow, 205 S.

LINDER, W. (1999): *Geo-Informationssysteme. Ein Studien- und Arbeitsbuch*. Springer – Berlin, Heidelberg, 170 S.

MITCHELL, T. (2008): *Web Mapping mit Open Source-GIS-Tools*. dt. Überarbeitung, O'Reilly – Köln, 456 S.

RAMM, F. u. TOPF, J. (2010): *OpenStreetMap. Die freie Weltkarte nutzen und mitgestalten*. 3. Auflage, Lehmanns Media – Berlin, 337 S.

WILHELMY, H. (1996): *Kartographie in Stichworten*. Ferdinand Hirt – Zug, 392 S.

WITT, W. (1979): *Lexikon der Kartographie*. Franz Deuticke – Wien, 707 S.

Internetquellen (alle Stand: 13.05.2012):

- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen – www.bev.gv.at
- Ideenforum Osttirol – www.ideenforum-osttirol.at
- Inkscape – inkscape.org/?lang=de
- JOSM-Editor – josm.openstreetmap.de
- LEADER-Datenblatt der Europäischen Kommission für Landwirtschaft und ländliche Entwicklung – ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/leader/2006_de.pdf
- Merkaartor – www.merkaartor.be
- OpenStreetMap – www.openstreetmap.org
- OpenStreetMap Wiki – wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page
- Osttirol 360° – www.osttirol-360grad.com
- Quantum GIS – www.qgis.org
- „Shuttle Radar Topography Mission“ (SRTM) – www2.jpl.nasa.gov/srtm
- SRTM-Webseite des „United States Geological Survey“ (USGS) – srtm.usgs.gov
- SRTM-Webseite der „Global Land Cover Facility“ (GLCF) der „University of Maryland“ – glcf.umiacs.umd.edu/data/srtm
- TeleAtlas (TomTom) – mapsby.tomtom.com/de
- Wiktionary „Kartographie“ – de.wiktionary.org/wiki/Kartographie
- Wikipedia „Kartographie“ – de.wikipedia.org/wiki/Kartografie

Lebenslauf



Ad personam

Name **Florian Egartner**
Adresse Schulgasse 42/19; 1180 Wien
E-Mail flo.egartner@gmail.com
Geburtsdatum 11.09.1987 in Lienz, Osttirol
Staatsbürgerschaft Österreich
Religionsbekenntnis röm.-kath.

Ausbildung

Studium der Kartographie und Geoinformation am Institut für
Geographie und Regionalforschung der Universität Wien
2006-2012
Grundwehrdienst beim Österreichischen Bundesheer
05.09.2005-04.05.2006
Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Lienz
1997-2005; Matura am 20.06.2005
Volksschule in Ainet
1993-1997

bisherige Tätigkeiten

LUFTBILDDATENBANK Dr. Carls GmbH, 1130 Wien
Geringfügige Anstellung seit Dezember 2011
LUFTBILDDATENBANK Dr. Carls GmbH, 1130 Wien
Praktikum (03.10.2011-25.11.2011)
Österreichische Post AG, Zustellbasis Lienz
jeweils in den Sommermonaten 2006-2009

Hobbies

Klettern, Schifahren, Mountainbiking

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum

Unterschrift