



Technische Universität Dresden
Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften
Institut für Kartographie

Diplomarbeit

ERSTELLUNG DER ALPENVEREINSKARTE "NEVADO OJOS DEL SALADO"

Betreuer: Prof. Dr. Manfred Buchroithner
Dipl.-Ing. Johannes Fischer



Kristin Fleischer

Studiengang 1996

Dresden, den 29.06.2004

Danksagung

In erster Linie danke ich meinem wissenschaftlichen Betreuer Prof. Dr. Manfred Buchroithner für die ausgezeichnete Zusammenarbeit und Unterstützung.

Seitens des Alpenvereins möchte ich vor allem Johannes Fischer für die tatkräftige Unterstützung und die wertvollen Hinweise danken.

Weiterhin gilt mein Dank Dr. Nikolas Prechtel, Klaus Habermann und Ralph Franke vom Institut für Kartographie der Technischen Universität Dresden für ihre Kooperation und Unterstützung.

Für die Mithilfe bei den Geländearbeiten sei Armin Buchroithner, Manfred Buchroithner, Peter Feige, Gerald Göpfert, Helmut Hornig und Sebastian Wolf gedankt. Für die fachgerechte Übersetzung der Legende in das Englische und Spanische danke ich Josef Barth, Hubertus Bloemer, David Braslau und Erwin Heine.

Weiterhin möchte ich an dieser Stelle all jenen danken, die nicht namentlich erwähnt sind.

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage der Diplomkommission der Fachrichtung Geowissenschaften eingereichte Diplomarbeit zum Thema „Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado““ vollkommen selbständig und unter Benutzung der in der Arbeit angegebenen Literatur angefertigt habe.

Dresden, den 29.06.2004

.....

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	GESCHICHTE DER ALPENVEREINSKARTOGRAPHIE	2
2.1	VON DEN ANFÄNGEN BIS 1899.....	2
2.2	DIE PERIODE DER KLASSISCHEN ALPENVEREINSKARTOGRAPHIE	3
2.3	DIE ARBEITEN SEIT 1965.....	3
2.4	KARTEN AUßERALPNER GEBIETE	4
3	DATENERFASSUNG AUS TOPOGRAPHISCHEN KARTEN	6
3.1	CHILENISCHE UND ARGENTINISCHE TOPOGRAPHISCHE KARTEN	7
3.2	AUFBEREITUNG DER TOPOGRAPHISCHEN KARTEN	8
3.2.1	<i>Aufbereitung für die Tabletdigitalisierung</i>	9
3.2.2	<i>Aufbereitung für die OnScreen-Digitalisierung</i>	9
3.3	LAYERKONZEPT	9
3.4	ERFASSUNG DER VEKTORDATEN.....	11
3.4.1	<i>Manuelle Digitalisierung</i>	11
3.4.2	<i>On-Screen-Digitalisierung</i>	12
3.5	RESÜMEE	15
4	DATENERFASSUNG AUS LUFT- UND SATELLITENBILDERN	16
4.1	ÜBERBLICK	16
4.1.1	<i>ASTER-Satellitenbilddaten</i>	16
4.1.2	<i>Landsat TM-Satellitenbilddaten</i>	17
4.1.3	<i>Luftbilder</i>	18
4.2	MOSAIKERSTELLUNG.....	18
4.2.1	<i>Landsat TM</i>	18
4.2.2	<i>ASTER</i>	20
4.3	DATENERFASSUNG.....	20
5	DATENERFASSUNG IM GELÄNDE	24
5.1	VORBEREITUNGSPHASE.....	24
5.1.1	<i>Teambildung</i>	24
5.1.2	<i>Aufnahmekonzept und -schwerpunkte</i>	24
5.1.3	<i>Ausrüstung</i>	24
5.1.4	<i>Gesundheitliche Voraussetzungen</i>	24
5.1.5	<i>Genehmigungen</i>	24
5.2	GELÄNDEPHASE	24
5.2.1	<i>Logistik</i>	24
5.2.2	<i>Höhenmedizinische Aspekte</i>	24
5.2.2.1	<i>Höhenzonen</i>	24
5.2.2.2	<i>Höhenkrankheiten</i>	24
5.2.2.3	<i>Vorbeugende Maßnahmen</i>	24
5.2.3	<i>Vermessungsarbeiten</i>	24
5.3	NACHBEREITUNGSPHASE	24
5.3.1	<i>Datenübertragung</i>	24
5.3.2	<i>Datenaufbereitung</i>	24
5.3.3	<i>Weitere notwendige Auswertungen</i>	24
6	ERSTELLUNG DES DIGITALEN GELÄNDEMODELLS	24
6.1	GRUNDLAGEN	24
6.2	DATENZUSAMMENFÜHRUNG.....	24
6.3	DATENÜBERPRÜFUNG UND -KORREKTUR.....	24
6.3.1	<i>Auftretende Fehler</i>	24
6.3.2	<i>Datenveredelung</i>	24
6.3.3	<i>Datenhomogenisierung</i>	24
6.4	DGM-GENERIERUNG	24

6.5	FOLGEPRODUKTE	24
7	KONZEPTION UND TATSÄCHLICHE UMSETZUNG	24
7.1	LAYOUT	24
7.1.1	<i>Mathematische Grundlagen</i>	24
7.1.2	<i>Maßstab und Format</i>	24
7.1.3	<i>Rückseitengestaltung</i>	24
7.2	INHALTSBEARBEITUNG	24
7.2.1	<i>Straßen und Wege</i>	24
7.2.2	<i>Gewässer</i>	24
7.2.3	<i>Vegetation</i>	24
7.2.4	<i>Sonstige Einzelemente</i>	24
7.2.5	<i>Bodenbedeckung</i>	24
7.3	SONSTIGE VERÄNDERUNGEN	24
8	DATENZUSAMMENFÜHRUNG UND AUFTRETENDE PROBLEME	24
8.1	BELICHTUNG UND DRUCK	24
8.2	WEITERE PROBLEME	24
9	VERKAUF DER KARTE IN CHILE	24
10	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	24
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	24
	TABELLENVERZEICHNIS	24
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	24
	LITERATURVERZEICHNIS	24
	INTERNETQUELLEN	24
	ANHANG	24

Kurzfassung

Der Nevado Ojos del Salado liegt in den Hochkordilleren von Südamerika am Südrand der Atacama-Wüste, im Grenzgebiet von Chile und Argentinien, und ist mit 6893 m der höchste Vulkan der Erde. Dieses Gebirgsmassiv bietet vielfältige Möglichkeiten nicht nur für Bergsteiger und Trekkingtouristen. Seit Beginn der 90er Jahre gewinnt der Nevado Ojos del Salado zunehmend an Bedeutung in aller Welt. Demgegenüber steht jedoch, dass kaum geeignete Informationen und Karten für die Touristen vorliegen. Aus diesem Grund wurde der Wunsch nach einer geeigneten, den Ansprüchen genügenden Orientierungshilfe laut.

Um diesem Wunsch nachzukommen sollte im Auftrag des Deutschen Alpenvereins (DAV) eine Karte im Maßstab 1 : 100 000 herausgegeben werden.

Vor der Herstellungsphase einer Karte steht die konzeptionelle Phase. Die dabei entstehende Konzeption umfasst Schritte und Anweisungen für den Herstellungsprozess. Diese Konzeption wurde in Form einer Studienarbeit im Vorfeld erarbeitet.

Die Arbeit enthält die Beschreibung des Arbeitsablaufes von der Datenerfassung bis zum Druck und Vertrieb der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“.

Grundlage zur Erstellung der Alpenvereinskarte bilden die verschiedenen Ausgangsmaterialien. Diese umfassten neben topographischen Karten Satelliten- und Luftbilder sowie im Gelände erhobene Daten. Somit steht zu Beginn die Beschreibung der Datenaquisition unter Erläuterung der angewandten Verfahrensweisen aus diesen Materialien. Daran schließt sich die Bereinigung und Korrektur der Daten an, um diese zusammenführen und kombinieren zu können.

Nach der Auswertung der einzelnen Ausgangsmaterialien erfolgt die Datenvereinigung zu der eigentlichen Karte. Hier werden vor allem die aufgetretenen Probleme während der Kartenerstellung und der Druckphase näher erläutert.

Am Ende werden der Vertrieb der Karte in Deutschland und Chile sowie ein Ausblick über zukünftige Projekte und die weitere geplante Entwicklung des Darstellungsraumes beschrieben.

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Herstellungsprozess der Alpenvereinskarte "Nevado Ojos del Salado" im Maßstab 1 : 100 000. Grundlage bildet die von der Verfasserin erstellte, dieser Arbeit vorangegangene Studienarbeit "Konzeption zur Erstellung der Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado". Diese gibt Richtlinien für die Erstellung der Karte und Maßgaben zur Layoutgestaltung vor. Des Weiteren wurde die Gestaltungsweise der einzelnen Inhaltselemente festgelegt und weitestgehend vorgeschrieben. Diese Vorgaben sind den einzelnen Anhängen der oben aufgeführten Studienarbeit zu entnehmen.

Durch permanente Kommunikation zwischen der Technischen Universität Dresden (TUD) und dem Deutschen Alpenverein (DAV) als Kooperationspartner war es möglich, diese Vorlagen zu erstellen, um sie im späteren Verlauf der Bearbeitung der Karte zu nutzen. Basierend auf bereits vorhandenen Alpenvereinskarten, im speziellen Trekkingkarten und Expeditionskarten, galt es, dort wo es möglich war, deren Inhaltsdarstellung zu übernehmen. Neue Signaturen wurden nur dann entworfen, wenn die Gegebenheiten im Darstellungsgebiet eine Übernahme nicht zuließen. Weiterhin wurde angestrebt, in allen Bereichen und Belangen auf die Wünsche und Forderungen des Alpenvereins einzugehen, was weitestgehend möglich war.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Umsetzung der vorangegangenen konzeptionellen Überlegungen.

Zu Beginn wird ein kurzer geschichtlicher Abriss über die Alpenvereinskartographie gegeben (Kapitel 2). Des Weiteren wird die Bearbeitung der einzelnen Ausgangsmaterialien und die Erfassung der notwendigen Daten aus diesen beschrieben (Kapitel 3 bis 5). Anschließend erfolgt ein Einblick in die Datenzusammenführung der einzelnen Ausgangsmaterialien und der Erstellung des Digitalen Geländemodells mit den dabei auftretenden Problemen (Kapitel 6). Den Abschluss bildet die Erläuterung der Inhaltselemente (Kapitel 7) sowie die Zusammenführung aller Daten zu dem Endprodukt (Kapitel 8).

Zu beachten ist, dass es in Bezug auf die in oben erwähnter Studienarbeit getroffenen Festlegungen zu Veränderungen inhaltlicher Art für die Karte „Nevado Ojos del Salado“ kam. Dies liegt darin begründet, dass zum Teil während des Erstellungsprozesses Änderungen notwendig und sinnvoll waren. Die Umgestaltungen wurden dabei immer in Abstimmung mit dem DAV durchgeführt.

2 Geschichte der Alpenvereinskartographie

Seit ca. 140 Jahren sind der DAV und der Österreichische Alpenverein (OeAV) Herausgeber eigener Karten des Ostalpenraumes und anderer Hochgebirge der Erde. Diese Karten werden auch heute noch, mehrfach aktualisiert, verlegt. Der gebräuchlichste Maßstab ist 1 : 25 000 mit einer Höhenlinienäquidistanz von 20 bzw. 25 m. In Karten außeralpiner Hochgebirge reichen die Maßstäbe von 1 : 25 000 bis 1 : 100 000.

Seit 1935 werden Höhenlinien in den Karten verzeichnet. Am Ende der 60er Jahre begann man mittels Luftbildinterpretation, die vorhandenen Alpenvereinskarten zu aktualisieren. Bereits Mitte der 30er Jahre wurden Karten außeralpiner Hochgebirge erstellt. Heute existieren mehr als 50 Kartenblätter allein für den Ostalpenraum.

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Geschichte des Alpenvereins und seiner kartographischen Tätigkeit gegeben werden. Die Angaben beziehen sich dabei ausschließlich auf Brunner und Welsch (2002) und Arnberger (1970).

2.1 Von den Anfängen bis 1899

Im Jahr 1857 wurde in Großbritannien der erste Alpenverein, der British Alpine Club gegründet. In den folgenden Jahren entstanden auch in anderen Ländern Alpenvereine, darunter der Deutsche Alpenverein im Jahr 1869.

Neben der Förderung des Bergsteigens entwickelten die Vereine den Tourismus in den Alpen und anderen Hochgebirgen der Welt durch Erschließung und Ausbau der Infrastruktur. Zusätzlich nahm die wissenschaftliche Erforschung der Bergregion einen hohen Stellenwert ein. In diesem Zug erfolgte die Gründung der Kartographie in den Alpenvereinen und wurde ein fester Bestandteil.

Bereits 1861 veröffentlichte der OeAV seine erste Karte. In den ersten vierzig Jahren der Alpenvereinskartographie wurden die Karten in verschiedensten Maßstäben sowie diversen Kartengestaltungs- und Herstellungsverfahren erstellt. Infolge dieser Uneinheitlichkeit spricht man von dieser Zeit auch als Zeit des Experimentierens verschiedener Topographen und Kartographen.

2.2 Die Periode der klassischen Alpenvereinskartographie

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die klassische und produktive Phase der Alpenvereinskartographie eingeläutet, welche bis 1967 reichte. Der Großteil der Karten entstand im Maßstab 1 : 25 000. Vereinzelt wurde auf den Maßstab 1 : 50 000 zurückgegriffen. Diese Zeit kann grob in zwei Abschnitte eingeteilt werden. Die hergestellten Karten entstanden auf der Grundlage eigener topographischer Aufnahmen. Das typische Layout der Karten entsprach einer Kartengestaltung in drei Farben sowie die Verwendung der Lithographie als Kartentechnik.

Der erste Abschnitt reichte von 1900 bis 1936. Die Durchführung der topographischen Aufnahmen oblag dem Schweizer Topographen Leo Aegerter. In der ersten Zeit entstanden die topographischen Grundlagen zumeist durch Messtischaufnahmen. 1912 kam der Einsatz von photogrammetrischen Verfahren auf und ab 1922 erfolgte die Aufnahme ausschließlich über terrestrisch-photogrammetrische Verfahren. Dadurch wurde eine linienhafte Auswertung am Stereokartiergerät möglich, was zu einer hohen geometrischen und geomorphologischen Genauigkeit führte. Aufnahme und Auswertung übernahm Richard Finsterwalder. Gegen 1935 endete die erste produktive Phase der Alpenvereinskartographie.

Der Zeitraum von 1935 bis 1967 war geprägt durch Felszeichnung, in der auch Höhenlinien dargestellt wurden. Diese Neuerung wurde hauptsächlich durch Richard Finsterwalder eingeführt und erst durch die Nutzung der terrestrischen Photogrammetrie ermöglicht. Umgesetzt wurde dies durch den Kartolithographen Fritz Ebster. Er realisierte eine Felszeichnung, welche aus einer Schারণ von Felsschraffen mit steiler West- bis Nordwestbeleuchtung bestand. In diese ließen sich die Höhenlinien graphisch gut integrieren.

Das Ende dieser Phase ist gekennzeichnet durch den Einsatz neuer Verfahren und Techniken. So wurde z.B. die Luftbildphotogrammetrie zur Hauptmethode für die Gewinnung topographischer Informationen. Außerdem wurden moderne Verfahren der Originalherstellung und des Offsetdruckes eingesetzt.

2.3 Die Arbeiten seit 1965

Mitte der 60er Jahre hielt die Luftbildphotogrammetrie endgültig Einzug in die Alpenvereinskartographie. Es erfolgten Aktualisierungen sowie Neuerstellungen von Alpenvereinskarten, wobei das Layout früherer Karten beibehalten wurde.

Neben der ausschließlichen Verwendung der Luftbildphotogrammetrie wurde die Methode der geometrisch gebundenen Felsdarstellung durch den Kartographen Leonhard Brandstätter eingeführt. Charakteristisch hierfür ist die komplette Darstellung der Topographie mittels Höhenlinien bis zu einem Geländeneigungswinkel von ca. 75° für Karten im Maßstab 1 : 25 000. Für steilere Hänge wurde ein Scharungersatz in Form von Schraffen in Verbindung mit Zähllinien verwendet. Die Kantenzeichnung klärt dabei den Verlauf der Höhenlinien. Weniger steile Fels- und Karstgebiete wurden durch Struktur- und Gefügezeichnungen dargestellt. Die Darstellung der Bodenbedeckung erneuert, wobei zur Darstellung von Ackerfläche, Wald, Krummholz und Tundravegetation Flächenfarben verwendet wurden.

Neue Alpenvereinskarten wurden bis ca. 1990 erstellt. Seitdem steht die Laufendhaltung und Pflege der Karten im Vordergrund. Die Aktualisierung ergibt sich aus der Veränderung der alpinen Landschaft. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem anthropogenen Bereich, z.B. Siedlungsstruktur und Verkehrswegesystem, sowie den Veränderungen im natürlichen Bereich der Gletscherstände. Durchschnittlich erscheinen die Karten in einer aktualisierten Form alle acht Jahre.

Die Kartenherstellungstechnik hat sich innerhalb der letzten zehn Jahre deutlich verändert. Wurden früher noch die Karten analog erstellt, so kommen heute digitale Techniken zum Einsatz. Dabei werden die originalen Zeichnungen gescannt und im Rasterformat gespeichert und weiterverarbeitet. Die Datenerfassung erfolgt auf vielfältige Weise. Neben der Nutzung amtlicher Karten und Luftbilder spielt die Geländebegehung eine große Rolle. Momentan wird eine Georeferenzierung der einzelnen Kartenblätter durchgeführt. Diese erhalten dabei ein UTM (Universal Transversal Mercator Projection)-Gitter auf der Grundlage des WGS84 (World Geodetic System 1984).

2.4 Karten außeralpiner Gebiete

Die Nutzung der terrestrischen Photogrammetrie als Vermessungsmethode machte es möglich, auch Gebiete außerhalb des Alpenraumes zu kartieren und in Form von so genannten „Expeditionskarten“ bzw. „Trekkingkarten“ herauszugeben. Die ersten Karten erschienen 1935. Es handelte sich hierbei um zwei Blätter im Maßstab 1 : 50 000 der Cordillera Real (Bolivien) und drei Blätter in den Maßstäben 1 : 50 000 und 1 : 100 000 der Cordillera Blanca (Peru). Diese Karten wurden während Expeditionen in diesen Gebieten erstellt.

Im Jahr 1934 begleitete Richard Finsterwalder die Deutsche Himalaja Expedition, wobei er die photogrammetrischen Aufnahmen für das Blatt „Nanga Parbat“ im Maßstab 1 : 50 000 leitete. In dieser Karte wandte Ebster erstmals seine bereits in Kapitel 2.1 erwähnte Methode der Felsdarstellung an.

Während der internationalen Lhotse Expedition 1955 vollendete Erwin Schneider die photogrammetrische Vermessung zum Kartenblatt „Chomolungma-Mount Everest“ im Maßstab 1 : 25 000.

Nach dem Einzug der Luftbildphotogrammetrie entstanden Kartenblätter im Karakorum („Minapi“) 1967, im Hindukush („Koh-e-Keshnikhan“) 1970 und zwei Blätter im Pamir (1975). In den Jahren 1987 und 1990 wurden die beiden Kartenblätter der Cordillera Real aus den 30er Jahren neu aufgelegt. Diese beiden neuen Blätter basieren auf Luftbildern des Instituto Geografico Militar (IGM) in Peru.

Die bislang letzte Alpenvereinskarte außeralpiner Gebiete erschien im Jahr 2000 beim OeAV und ist eine Neuauflage des Kartenblattes Cordillera Blanca, Nord (Peru) im Maßstab 1 : 100 000.

3 Datenerfassung aus topographischen Karten

Die Erfassung von Daten ist in Abhängigkeit von der Erfassungsmethode ein arbeits- und zeitintensiver Prozess, zumal die Anforderungen an Vollständigkeit und Fehlerfreiheit sehr hoch sind. Dabei kann zwischen rein geometrischen und thematischen Daten unterschieden werden. Die verwendete Erfassungsmethode hängt dabei von den bereits existierenden Vorlagen und dem vorhandenen Budget ab. Nach Bill und Fritsch (1991, S. 159 ff.) sind folgende Kriterien für die Ausgangsdaten hinsichtlich der Beurteilung ihrer Verwendungsmöglichkeiten entscheidend:

- Genauigkeit (geometrisch und thematisch),
- Exaktheit, Vollständigkeit und Sachgerechtheit der Daten,
- Aktualität der Daten.

Unter Beachtung dieser Kriterien konnte für die vorliegende Arbeit nicht ausschließlich auf die Datenextraktion aus den in diesem Kapitel beschriebenen topographischen Karten zurückgegriffen werden. Die Luft- und Satellitenbilddauswertung sowie die Erfassung im Gelände mussten zusätzlich zum Einsatz kommen. Erst eine Kombination dieser drei Erfassungsarten konnte eine den Genauigkeitsansprüchen genügende Datenvorlage schaffen.

Bei der Methode der Erfassung kann grundsätzlich zwischen zwei Arten unterschieden werden (vgl. Bill & Fritsch, 1991, S. 160 f.):

- Originäre Erfassung und
- Sekundäre Erfassung.

Die originäre Erfassung beschreibt die unmittelbare Erfassung am Objekt in der Realität bzw. dessen unverändertem Abbild. Das trifft auf die Geländearbeiten und die Luft- und Satellitenbilddauswertung zu. Die sekundäre bzw. mittelbare Erfassung wird auf Daten in bereits erfasseter und verarbeiteter Form angewendet. Das umfasst u.a. die Methoden der Digitalisierung aus topographischen Karten.

Die Daten aus den originären und sekundären Quellen dienen als Ausgangsinformation zur Kartenherstellung und zum Aufbau eines Geographischen Informationssystems (GIS).

Die topographischen Karten bildeten eine der drei wichtigen Säulen der Ausgangsmaterialien zur Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“. Ihnen wurden hauptsächlich die Höheninformationen in Form von Höhenlinien und –punkten entnommen. Weiterhin wurden das Gewässernetz, die Staatsgrenze und die Vegetation zur Weiterverarbeitung genutzt. Aus den Höheninformationen wurde ein Digitales Geländemodell (DGM) erstellt, aus welchem im Folgeschritt die Schummerung berechnet wurde.

Zur Bearbeitung standen topographische Karten des Instituto Geografico Militar (IGM) aus Chile und Argentinien zur Verfügung.

Im Folgenden werden die Karten kurz beschrieben und anschließend die Datenextraktion aus diesen erläutert.

3.1 Chilenische und argentinische topographische Karten

In topographischen Karten sind alle für die Orientierung des Menschen im Gelände notwendigen Gegebenheiten der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Maßstab wiedergegeben. Den Hauptinhalt bilden dabei Situation (Siedlung, Gewässer etc.) und Relief. Neben der Orientierung im Gelände dienen die topographischen Karten u.a. auch als Ausgangsmaterialien für Karten verschiedener Art (vgl. Bollmann & Koch, 2002).

Die zur Entnahme der Reliefinformation geeigneten chilenischen topographischen Karten lagen im Maßstab 1 : 50 000 vor. Diese werden vom IGM in Santiago de Chile herausgegeben. Weitere Einzelheiten zu diesen Karten sind der Studienarbeit von Fleischer (2003, S. 24 ff.) zu entnehmen.

Da kaum Informationen über das argentinische Staatsgebiet in den Karten Chiles enthalten waren, musste auf die argentinischen topographischen Karten zurückgegriffen werden.

Die argentinischen topographischen Karten lagen im Maßstab 1 : 100 000 vor und unterscheiden sich damit von den chilenischen. Sie werden vom IGM in Buenos Aires herausgegeben. Auch hier sind weitere Angaben der Arbeit von Fleischer (2003, S. 27 ff.) zu entnehmen.

Wie in den chilenischen Karten waren in den argentinischen Karten ebenfalls kaum Informationen vom anderen Staatsgebiet enthalten.

Probleme ergaben sich durch die verschiedenen Bezugssysteme und Maßstäbe der topographischen Karten. Tab. 1 zeigt zusammenfassend alle wichtigen Angaben und Unterschiede der topographischen Karten aus Chile und Argentinien.

Tabelle 1: Chilenische und argentinische topographische Karten.

	Chile	Argentinien
Herausgeber	IGM Santiago de Chile	IGM Buenos Aires
Maßstab	1 : 50 000	1 : 100 000
Höhenlinienäquidistanz	50 m	50 m
Projektion	UTM 19J	Gauß-Krüger (Zone2)
Geodätisches Datum	Provisorisches Datum Südamerika 1956 (La Canoa); Internationales Ellipsoid 1924	Campo Inchauspe 1969; Internationales Ellipsoid 1924

Weitere Differenzen traten bei den einzelnen Inhaltselementen auf. So war das Gewässernetz der chilenischen Karten wesentlich dichter als das der argentinischen. Zudem waren in den argentinischen topographischen Karten die Inhaltselemente Lavafeld, Sandanschwemmung und Vegetation nicht enthalten, so dass diese aus den Satellitenbildern und den Geländedaten gewonnen werden mussten.

3.2 Aufbereitung der topographischen Karten

Die Informationsentnahme aus den Karten erfolgte über die Digitalisierung. Es handelte sich hierbei um einen sehr zeitaufwendigen und fehleranfälligen Prozess der Analog-digital-Wandlung. Wenn man aber den engen finanziellen Rahmen in Betracht zieht, ist diese Methode immer noch weit verbreitet und stellt die einzige Möglichkeit hinsichtlich der Erstellung eines DGM dar.

Zur Erzeugung digitaler Daten aus analogen Ausgangsmaterialien müssen die einzelnen Karteninhaltelemente in eine [x y]- bzw. bei höhenrelevanten Daten in eine [x y z]-Matrix gewandelt werden. Ergebnis dieses Prozesses sind Vektordaten, welche zusätzlich attribuiert werden können.

Für diese Umwandlung wurden zwei Verfahren angewendet: Die analoge Tabletdigitalisierung, welche auf Grund der technischen Voraussetzungen am Institut für Kartographie angewandt wurde. Eine weitere Möglichkeit stellte das OnScreen-Verfahren dar. Dabei wurden aus gescannten und referenzierten Bildern Daten am Bildschirm erfasst.

Die OnScreen-Digitalisierung ist grundsätzlich nicht verschieden vom analogen Verfahren. Jedoch ermöglicht sie eine wesentlich schnellere Erfassung sowie eine höhere Genauigkeit und ist zudem anwenderfreundlicher.

3.2.1 Aufbereitung für die Tabletdigitalisierung

Die im Originalmaßstab 1 : 50 000 und 1 : 100 000 vorliegenden Karten eigneten sich nur begrenzt zur Digitalisierung. Die Höhenlinien lagen sehr dicht beieinander und es bestand eine hohe Gefahr der Fehldigitalisierung. In der Kartographisch-Technischen Einrichtung (KTE) des Instituts für Kartographie (IfK) der TUD wurden mit Hilfe der Reprokamera Vergrößerungen um den Faktor zwei der Originalkarten auf Film erstellt. Dieser Faktor reichte aus, um eine genügend genaue Erfassung am Digitalisiertablett zu gewährleisten. Die durch die Vergrößerung entstandenen Überlappungen garantierten eine bessere Anpassung der einzelnen Filme untereinander.

Insgesamt wurden vier der sieben chilenischen topographischen Karten auf 18 Filme vergrößert. Die Größe eines Films betrug 50 cm x 60 cm.

Die einzelnen Filme aller Karten wurden von Ost nach West und von Nord nach Süd durchnummeriert, womit eine spätere Zuordnung ohne Probleme möglich war.

3.2.2 Aufbereitung für die OnScreen-Digitalisierung

Die restlichen drei chilenischen und die drei argentinischen topographischen Karten wurden mittels OnScreen-Digitalisierung erfasst. Die Analog/digital-Wandlung erfolgte über einen Flachbettscanner. Dabei war die Scangröße der Vorlage auf Grund der maximalen Scangröße des Scanners auf das Format A4 beschränkt. Gescannt wurde mit einer Auflösung von 600 dpi im Graustufenmodus.

Der Einsatz von bildverbessernden Maßnahmen mit dem Bildverarbeitungsprogramm Photoshop hob die Qualität der gescannten Karten erheblich. Insgesamt entstanden 27 A4-Scans.

3.3 Layerkonzept

Neben der Erfassung für die spätere Erstellung eines DGM wurden weitere Thematiken für den Karteninhalt digitalisiert. Für die sich daraus ergebende Elementdichte musste ein Layerkonzept erstellt werden, welches für die beiden genutzten Digitalisierungsverfahren angewandt wurde. Dazu wurde das in Habermann (2000, S. 54 ff.) verwendete Konzept genutzt, welches eine offene Struktur aufweist und damit im Verlauf der Digitalisierarbeiten die Möglichkeit bestand, dieses zu modifizieren und zu erweitern.

Für die Digitalisierung der chilenischen und argentinischen topographischen Karten entstand nachstehendes Layerkonzept.

Tabelle 2: Layerkonzept für die Digitalisierung der topographischen Karten (nach: Habermann, 2000, S. 57).

Layername	Geometrie	Kartenelement	Höhenangabe
Au	2D-Polylinie, geschlossen	Auevegetation	keine
Ba1	2D-Polylinie ¹	Bach über 2 m Breite	an bekannten Punkten, sonst 0 für SCOPFORM
Ba2	2D-Polylinie ¹	Bach unter 2m Breite	an bekannten Punkten, sonst 0 für SCOPFORM
Bk	2D-Polylinie	Bruchkante	keine
Fb	2D-Polylinie, geschlossen	Sandanschwemmung	keine
Fl	2D-Polylinie ¹	Fluss	an bekannten Punkten, sonst 0 für SCOPFORM
Gf	2D-Polylinie, geschlossen	Gesteinsfeld	keine
Gp	Punkt	Grenzpfeiler	keine
Gr	3D-Polylinie, geschlossen	Gletscherrand	an bekannten Punkten, sonst 0 für SCOPFORM
Hhl	3D-Polylinie	Zählhöhenlinie	von Höhenlinie
HI	3D-Polylinie	Haupthöhenlinie	von Höhenlinie
Hp	Punkt	Höhenpunkt	von Punkt
Lf	2D-Polylinie, geschlossen	Lavafeld	keine
Lg	2D-Polylinie	Staatsgrenze	keine
Pf	2D-Polylinie	Pfad	keine
Qu	Punkt	Quelle	keine
Sln	2D-Polylinie, geschlossen	Salarufer	konstant
St	2D-Polylinie	Straße	keine
Su	2D-Polylinie, geschlossen	Seeufer	konstant
Wg	2D-Polylinie	Weg	keine

¹ spätere Umwandlung in 3D-Polylinie

Auf die für die Digitalisierung verwendeten Programme soll nachstehend näher eingegangen werden.

3.4 Erfassung der Vektordaten

Unter dem Digitalisieren wird der Prozess der Konvertierung von analogen Quellen in digitale Werte verstanden. Dabei spielt der Mensch als Erfasser eine wesentliche Rolle, denn er kann die Bedeutung einzelner Punkte, Linien und Flächen erkennen und beurteilen sowie Attributierungen vornehmen (vgl. Bill & Fritsch, 1991, S. 175 f.). Die Digitalisierung kann manuell, halbautomatisch oder vollautomatisch erfolgen.

Für die Erfassung der Vektordaten wurden zwei verschiedene Digitalisierverfahren verwendet. Damit ergab sich die Frage nach der zweckdienlichen Software, in Abhängigkeit vom Digitalisierungsverfahren. Aus Erfahrungen vorangegangener Projekte am IfK wurde für die Tabletdigitalisierung das CAD (Computer Aided Design)-Programm AutoCAD 2002 der Firma Autodesk Inc. genutzt. AutoCAD bietet die Exportmöglichkeit in das DXF (Drawing Exchange Format) und verfügt damit über eine Schnittstelle zu allen anderen verwendeten Softwareprodukten.

Für die OnScreen-Digitalisierung wurde die Software R2V (Raster to Vector) 5.5.08 der Firma Able Software Corp. eingesetzt.

3.4.1 Manuelle Digitalisierung

Die Erfassung am Digitalisiertablett wurde durch die technische Ausstattung am IfK ermöglicht. Bei der manuellen Digitalisierung werden einzelne Objekte mittels einer Messlupe erfasst. Dies geschieht entweder durch Einzelpunktaufnahme oder Inkrementalaufnahme. Bei letzterem Verfahren erfolgt die Digitalisierung nach Weg- oder Zeitintervallen und wird vor allem bei unregelmäßigen linienhaften Objekten (z.B. Höhenlinien) angewendet.

Durch Aufstellen eines Layerkonzeptes konnten die einzelnen Karteninhaltelemente nacheinander abgearbeitet werden.

Die Referenzierung der Filme am Digitalisiertablett erfolgte über je einen Gitterpunkt in den Ecken sowie zwei Punkte auf der horizontalen Mittellinie. Dadurch entstand eine hinreichend genaue Einpassung in das übergeordnete Bezugssystem.

Auf genauere Verfahrensweisen sowie Angaben zur Bedienung von AutoCAD soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Nähere Informationen sind den Monographien von Mannheim (2001, Digitalisieranweisung) und Habermann (2000, S. 58 ff.) zu entnehmen.

3.4.2 On-Screen-Digitalisierung

Bei der halbautomatischen Digitalisierung wird das manuelle Nachführen der Linie durch einen automatischen Linienverfolgungsprozess ersetzt. Der Bearbeiter platziert den Cursor auf dem Anfangspunkt der Linie. Die Linie wird verfolgt, solange eine eindeutige Zuordnung möglich ist. Kommt der Cursor an ein Linienende bzw. an Kreuzungspunkte mehrerer Elemente, wird der Vorgang abgebrochen. Bei der automatischen Digitalisierung werden alle zusammenhängenden Linienabschnitte erfasst. Dies erfordert eine unbedingte Kontrolle und Nachbereitung durch den Anwender. Vor allem an Kreuzungspunkten kann es zu Fehldigitalisierungen kommen, die manuell im Nachgang behoben werden müssen.

Das Programm R2V ist einfach über eine graphische Menüoberfläche zu bedienen. Neben der manuellen Vektorisierung bietet es auch die Möglichkeit der vollautomatischen Erkennung sowie einer interaktiven Linienverfolgung durch den Anwender. Zusätzliche Tools zur Georeferenzierung, Bildverbesserung, Texterkennung, Editierung und 3D-Darstellung sind implementiert. Dem Nutzer stehen eine Vielzahl von Import- und Exportformaten für Raster- und Vektordaten zur Verfügung (vgl. R2V User's Manual).

Da nicht nur die Höhenlinien den gescannten Karten entnommen wurden, sondern auch sämtliche andere Informationen, musste keine Informationsreduzierung zu thematisch weniger relevanten Elementen vorgenommen werden. Die gescannten Ausschnitte wurden lediglich einer Kontrastverbesserung unterzogen. Diese wurde mit einem herkömmlichen Bildverarbeitungsprogramm durchgeführt. Weiterführende Erläuterungen zur thematischen Ausscheidung einzelner Elemente sind Kunert (2002, S. 42 ff.) zu entnehmen.

Bevor mit der eigentlichen Digitalisierung begonnen werden konnte, mussten zwei Voraussetzungen erfüllt sein. Zum einen konnte die Information nur von einem Graustufenbild gewonnen werden, d. h. ein Farbbild musste in ein n-bit Graustufenbild umgewandelt werden. Dabei bleibt dem Nutzer im „Birdseye“-Übersichtsfenster immer der originale Farbeindruck erhalten. Zum anderen musste über die Funktion „Set Image Thresholds“ der Graustufenbereich festgelegt, in welchem Daten erfasst werden sollten. Abb. 1 zeigt die „Set Image Thresholds“-Funktion. Die Pixel, welche innerhalb des „Image Thresholds“ lagen, wurden rot dargestellt. Mit dieser Funktion ließen sich die Breite der zu digitalisierenden Linie steuern. Somit wurde eine aufwendigere Nachbearbeitung vermieden, weil Linien zu dick waren und mit

anderen zusammenliefern bzw. unterbrochen waren und dann manuell verbunden werden mussten.

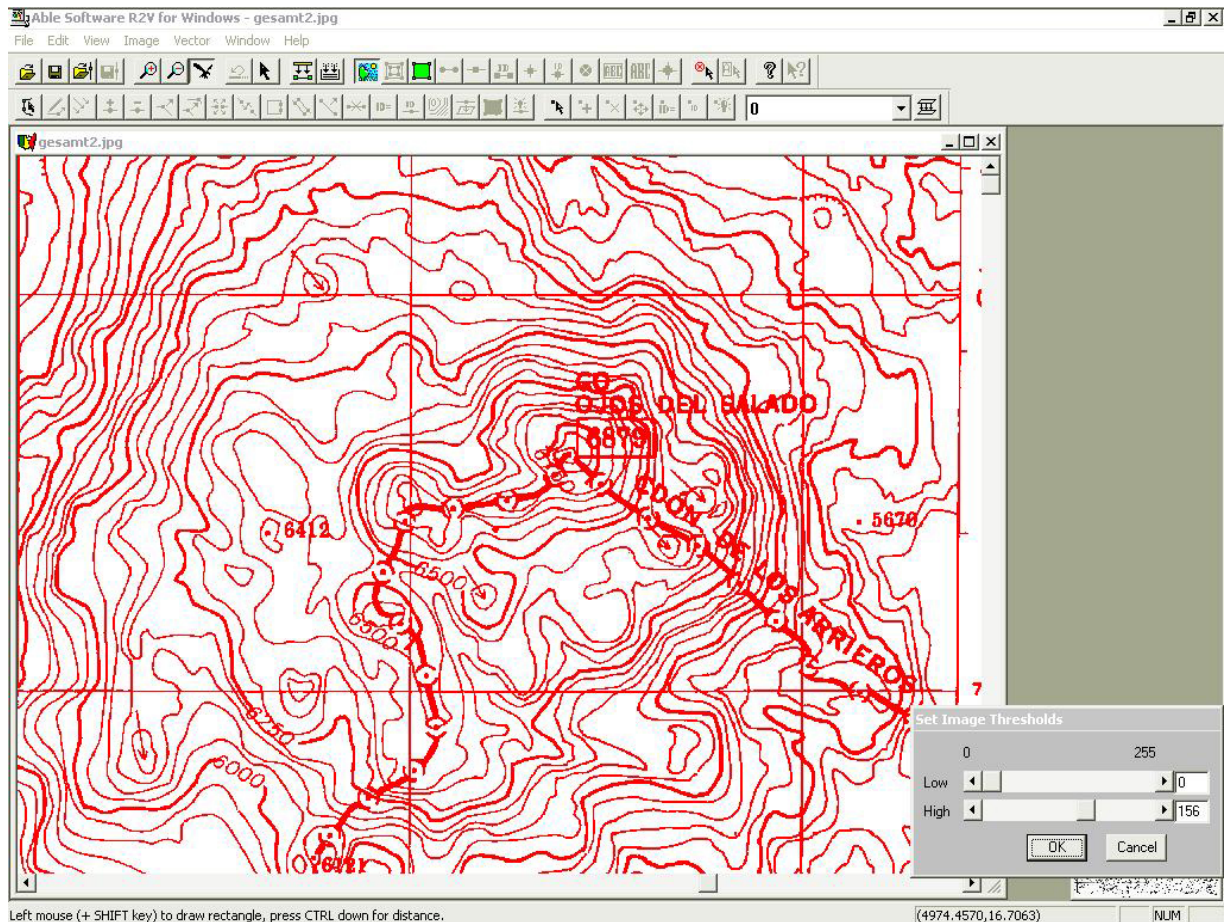


Abbildung 1: „Set Image Thresholds“-Funktion in R2V.

Für die eigentliche Digitalisierung standen mehrere Verfahren zur Verfügung. Das waren die vollautomatische „Auto Vectorize“- und die „Batch Vectorize“-Funktion. Das „Auto Vectorize“-Verfahren vektorisiert alle im geöffneten Bild befindlichen Linien und legt sie im aktuellen Layer ab. Die „Batch Vectorize“-Funktion bietet die Möglichkeit, mehrere Bilder nacheinander zu vektorisieren. Diese beiden Prozesse erfordern nach Beendigung unbedingt eine manuelle Fehlerkontrolle.

Neben diesen vollautomatischen Methoden gab es die Möglichkeit der manuellen und der halbautomatischen Digitalisierung. Beide Funktionen eigneten sich vor allem für schlechte oder thematisch komplexe Vorlagen bzw. wenn nur ein Teil des Bildes erfasst werden muss. Eine Linie wird von ihrem Startpunkt so lange vektorisiert, bis keine eindeutige Verfolgung mehr möglich ist.

Auch für die halbautomatische Vektorisierung war anschließend eine manuelle Fehlerkontrolle vorzunehmen. Über verschiedene Funktionen wie z.B. „Split Line“, „Join Line“, „Close Line“ oder „Delete Line“ kann der Anwender die vektorisierten Linien vielseitig manipulieren.

Nach dem Digitalisieren der Höhenlinien schloss die Höhenattributierung dieser an. Zum einen existiert die Variante der zeitaufwendigen und fehleranfälligeren Einzelattributierung jeder Höhenlinie. Zusätzlich ist das „Label Contours“-Tool in R2V implementiert. Hierbei können mehrere Höhenlinien zugleich attributiert werden. Mittels einer selbstgezogenen Hilfslinie gibt der Bearbeiter den Startwert und den Inkrementwert in positiver oder negativer Richtung für die Höhenlinien an (Abb. 2).

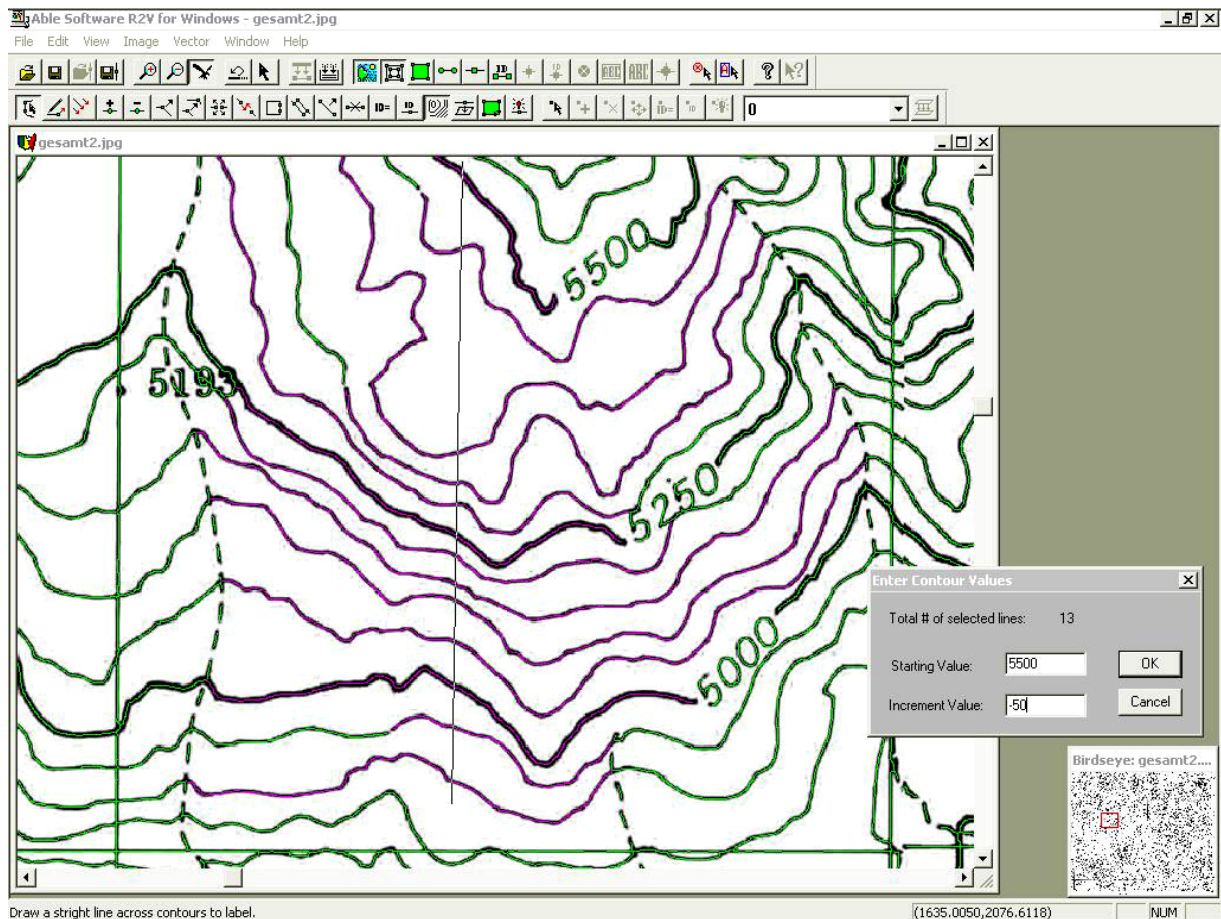


Abbildung 2: „Label Contours“-Funktion in R2V.

Auf Grund der Möglichkeit der einfachen Höhenattributierung wurden die in AutoCAD digitalisierten Höhenlinien über das DXF-Format in R2V importiert und dort über das „Label Contours“-Tool weiterbearbeitet. Somit blieb für diese erfassten Daten eine aufwendige Einzelzuweisung erspart.

3.5 Resümee

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Vektorisierung der topographischen Karten mit dem Programm R2V wesentlich einfacher, benutzerfreundlicher und zeitsparender als die Tablettdigitalisierung war.

Vor allem die Möglichkeit der Höhenattributierung ersparte sehr viel Zeit und war auch weniger fehleranfällig als die Einzelattributierung der Höhenlinien.

Auf Grund des sehr hohen Zoomfaktors waren Fehldigitalisierungen wegen schlechter Erkennbarkeit durch den Bearbeiter im Grunde kaum möglich. Auch die Möglichkeit der sofortigen Überprüfung der erfassten Daten auf Genauigkeit und Vollständigkeit war von Vorteil. Als Nachteil kann der begrenzte Ausschnitt am Bildschirm, welcher die Übersichtlichkeit einschränkt, gewertet werden.

4 Datenerfassung aus Luft- und Satellitenbildern

Um den Aktualitätsansprüchen gerecht zu werden, konnten vor allem die Gletscher- und Schneefeldbedeckung nicht den veralteten topographischen Karten entnommen werden. Auch musste die Erstreckung der Lavafelder in diesen als zu ungenau erachtet werden. Ein weiteres Problem stellte die unausgeglichene Gewässernetzdichte zwischen den chilenischen und argentinischen topographischen Karten dar.

Aus diesem Grund sollten Luft- und Satellitenbilder als flächendeckende originäre Datenerfassungsquelle eingesetzt werden. Im nachfolgenden Kapitel werden die genutzten Verfahren der Datenextraktion beschrieben.

4.1 Überblick

Für die vorliegende Arbeit standen Daten der Sensorsysteme ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)- und Landsat-Satellitenbilddaten sowie Luftbilder des IGM Santiago de Chile zur Verfügung. Anhand dieser Daten konnten alle als unzureichend erachteten Inhaltselemente der topographischen Karten wie Lavafelder, Schneebedeckung, Fels und Vegetation extrahiert werden.

4.1.1 ASTER-Satellitenbilddaten

Von den vier verwendeten ASTER-Szenen wurden je zwei Szenen im November bzw. Dezember 2000 in einem Abstand von ca. sechs Wochen aufgenommen. Zu dieser Zeit herrschte im Bearbeitungsgebiet Sommer, geprägt durch beständigen und sehr intensiven Sonnenschein. Somit war ausschließlich die permanente Schneebedeckung sichtbar, die eine optimale Schneefeld- und Gletscherklassifizierung ermöglichte. Die einzelnen Szenen zeigen keine Wolkenbedeckung. Die Bodenauflösung der ASTER-Daten erstreckt sich von 15 m bis 90 m. Weitere Angaben zu den ASTER-Bilddaten sind der Studienarbeit von Fleischer (2002, S. 29 ff.) zu entnehmen.

Wie in Abb. 3 zu erkennen, deckten die ASTER-Szenen nicht das gesamte Bearbeitungsgebiet ab. Ein schmaler Streifen östlich der Laguna Verde blieb ohne Information. Um dieses Gebiet zu erfassen, wurde eine Landsat-Szene herangezogen.



Abbildung 3: Gebietsabdeckung durch ASTER-Satellitenbilddaten.

4.1.2 Landsat TM-Satellitenbilddaten

Die vorhandene Szene ist Teil eines in mehrere Kacheln unterteilten Landsat Thematic Mapper (TM) Mosaiks, welches kostenlos über das Internet bezogen werden kann. Die Aufnahmen entstanden ca. 1990 ± 3 Jahre durch Landsat 5. Dem Nutzer stehen alle sieben Bänder zur Verfügung. Die Bodenauflösung beträgt 28 m. Weitere Informationen sind der Arbeit von Fleischer (2002, S. 31 ff.) zu entnehmen. Die Datensätze waren bereits im WGS84-Bezugssystem mit dem UTM-Koordinatensystem referenziert. Lediglich die Hochwerte differierten durch andere Zählweise mit geringeren Zahlenwerten von denen der Vektordaten. Durch Addition eines Offsetwertes konnten die richtigen Koordinatenwerte erzeugt werden.

4.1.3 Luftbilder

Die Luftbilder wurden in Kooperation mit der Technischen Universität Graz durch Viktor Kaufmann bereitgestellt. Sie wurden am 1. Mai 1961 durch das IGM de Chile aufgenommen und können über das Internet bestellt werden.

Durch früher bearbeitete Projekte an der Technischen Universität Graz waren die Bilder bereits georeferenziert. Die Referenzierung erfolgte auf der Grundlage der chilenischen topographischen Karten des Maßstabs 1 : 250 000.

Die Luftbilder sollten vor allem für die Detailkarte des Gipfelbereiches des Nevado Ojos del Salado verwendet werden. Besonderes Augenmerk lag dabei auf den Lava-, und Schneefeldern sowie auf den Felsgebieten. Sie bildeten eine geeignete Ergänzung zu den ASTER-Daten für einen größeren Maßstab.

Anhang IV zeigt das Luftbild des Nevado Ojos del Salado.

4.2 Mosaikerstellung

Da, wie bereits erwähnt, für das Darstellungsgebiet keine vollständige Abdeckung mit ASTER-Daten vorlag, musste ein Mosaik aus verschiedenen Datensätzen zusammengestellt werden.

4.2.1 Landsat TM

Die einzelnen Bänder der Landsat-Szene lagen in jeweils einer TIFF-Datei vor. Um einen mehrfarbigen Datensatz zu erhalten, mussten die einzelnen Bänder in einer Datei vereint werden. Das wurde mit Hilfe der Software PCI der Firma PCI Geomatics realisiert.

Das graphische Front-end Xpace bildet die Schnittstelle zu einer Vielzahl an PACE (Picture Analysis, Correction, and Enhancement)-Programmen in PCI, die dem Nutzer zur Anwendung bereit stehen.

Über das Tool „Create Database“ (CIM) wurde eine Datei erstellt, in welche anschließend die einzelnen Bänder der Landsat-Szene nacheinander eingelesen wurden. Wichtige Parameter, die durch den Bearbeiter zu belegen sind, waren dabei Größe, Auflösung und Anzahl der Kanäle. Abb. 4 verdeutlicht diesen Vorgang.

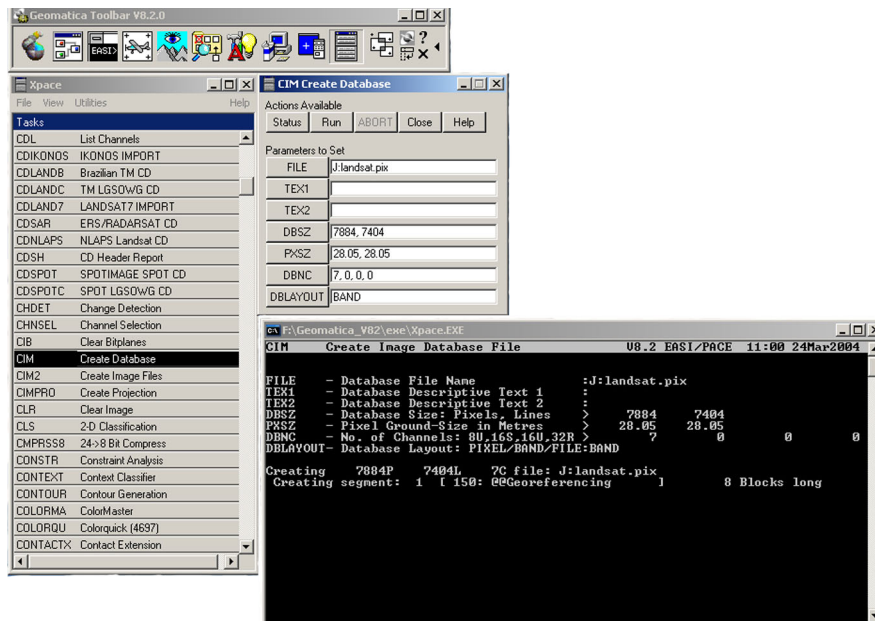


Abbildung 4: „Create Database“-Tool in PCI.

Mit der Funktion „Read Image File“ (IMAGERD) wurden anschließend die einzelnen Bänder nacheinander in den entsprechenden Kanal der zuvor erstellten Datei eingelesen (Abb. 5)

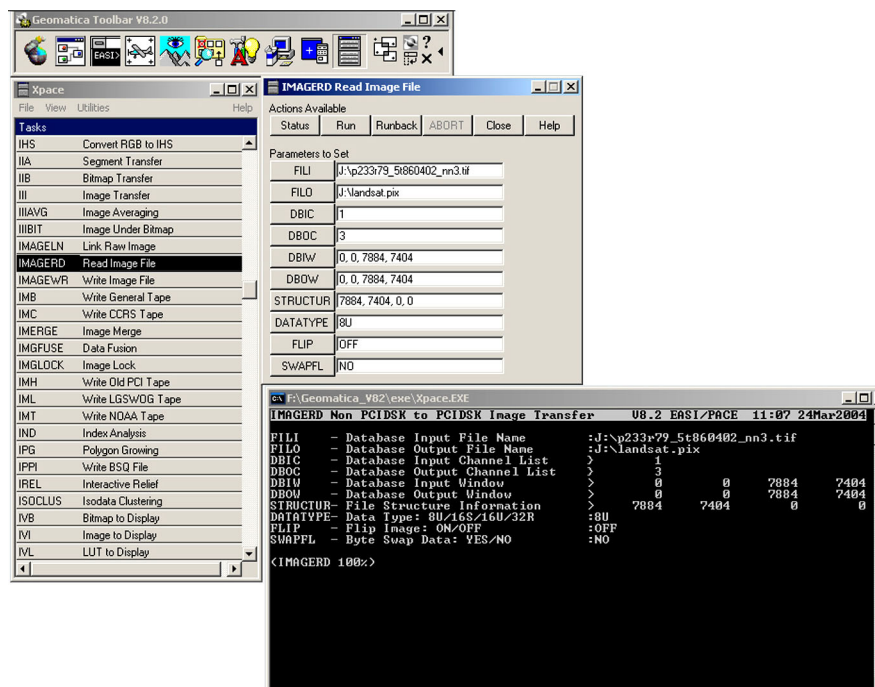


Abbildung 5: „Read Image File“-Tool in PCI.

Leider ging bei diesem Vorgang die Referenzierung der Bilder verloren. Nach dem Export in das ERDAS-Image-Format erfolgte diese an Hand eines Original TIFF-Bildes. Durch

anschließende Retransformation lag eine Landsat-Szene mit, den Vektordaten entsprechenden, Hochwerten vor.

4.2.2 ASTER

Die Mosaikierung der ASTER-Bilder erfolgte mittels des Mosaikierungstools von ERDAS IMAGINE. Sie erforderte mehrere Teilschritte, auf welche hier nicht näher eingegangen werden soll.

Zu Beginn wurden je zwei ASTER-Daten von November und Dezember getrennt voneinander zusammengefügt. Dies lag darin begründet, da für die verschiedenen Aufnahmezeitpunkte differierende Mosaikierungseinstellungen zur gegenseitigen radiometrischen Anpassung vorgenommen werden mussten. Um die Datenmengen so gering wie möglich zu halten, wurden diese zwei Mosaikere auf ihren für die Arbeiten relevanten Ausschnitt reduziert. Anschließend wurde ein Mosaik aus den zuvor erstellten November- und Dezembermosaikere berechnet.

Zur Vervollständigung musste der fehlende Streifen in den ASTER-Daten mit dem entsprechenden Ausschnitt aus der Landsat-Szene ersetzt werden. Dieser Schritt erfolgte ebenfalls über das Mosaikierungstool von ERDAS IMAGINE

4.3 Datenerfassung

Die Erfassung der Schneefelder, Gletscher und der Lavafelder erfolgte ausschließlich am Bildschirm auf rein visuellem Weg. Dabei ist zu beachten, dass Lavafelder in den argentinischen topographischen Karten nicht verzeichnet waren. Für diesen Teil musste somit eine komplette Neuerfassung stattfinden. Die Darstellung der Schnee- und Gletscherflächen erfolgte in den argentinischen topographischen Karten stark generalisiert. Sie nahmen im Vergleich zur Realität sowie zu den chilenischen topographischen Karten eine wesentlich größere Fläche ein, was zu einer kompletten Neuerfassung aus den Satellitendaten führte. Ebenso die unzureichende Aktualität der Karten erforderte die Neuerfassung. Abb. 6 zeigt beispielhaft die Schneefeldverteilung in der argentinischen topographischen Karte im Vergleich mit jener der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“.

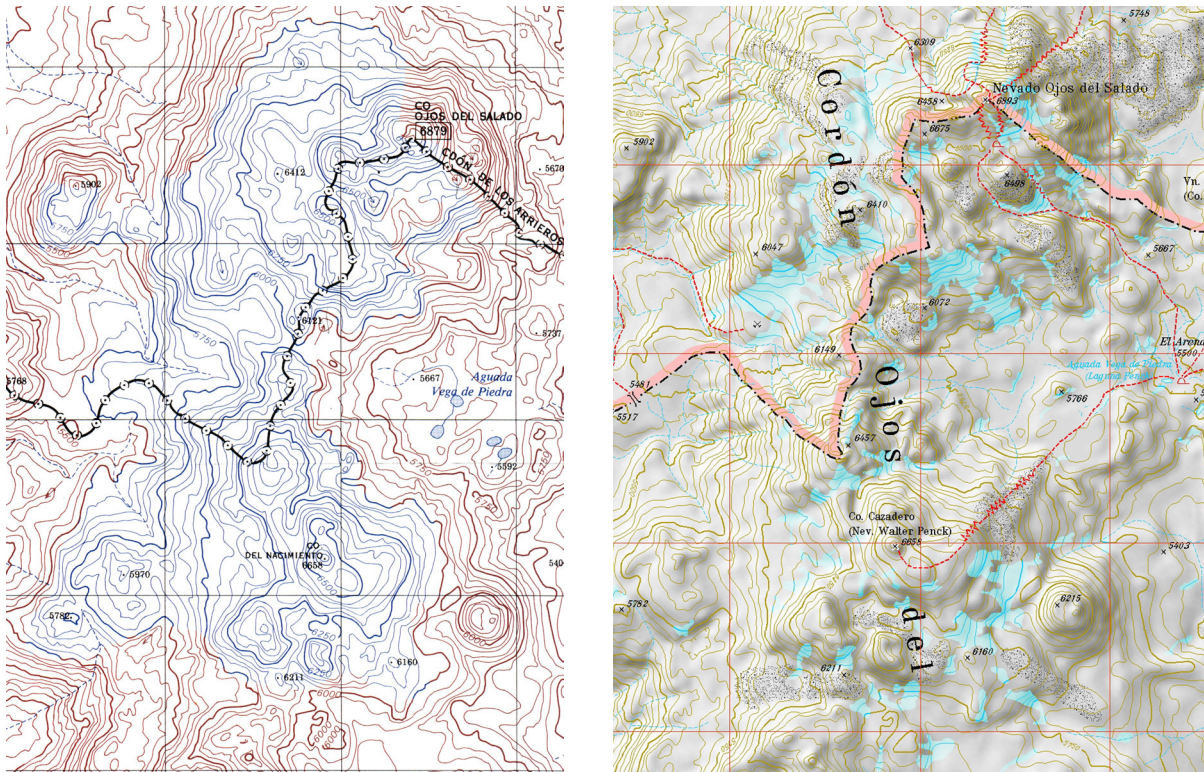


Abbildung 6: Gletscher- und Schneefeldverteilung der argentinischen topographischen Karten im Vergleich mit der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“

Zusätzlich konnten vor allem im argentinischen Teil Vegetationsvorkommen entlang von Flüssen detektiert und erfasst werden. Diese waren über weite Strecken nicht in den argentinischen topographischen Karten verzeichnet.

Besondere Aufmerksamkeit musste dem Gewässernetz gewidmet werden. Dieses wurde durch Digitalisierung aus den topographischen Karten gewonnen. Dabei trat in Chile eine zu hohe, auf argentinischer Seite dagegen eine zu geringe Dichte auf. Abb. 7 verdeutlicht die unterschiedliche Gewässernetzdichte in den topographischen Karten von Chile und Argentinien. Die Übergänge an den Digitalisierungsgrenzen der unterschiedlichen Karten treten deutlich hervor. Im nord-östlichen Teil des Darstellungsgebietes liegen keine Gewässer vor.

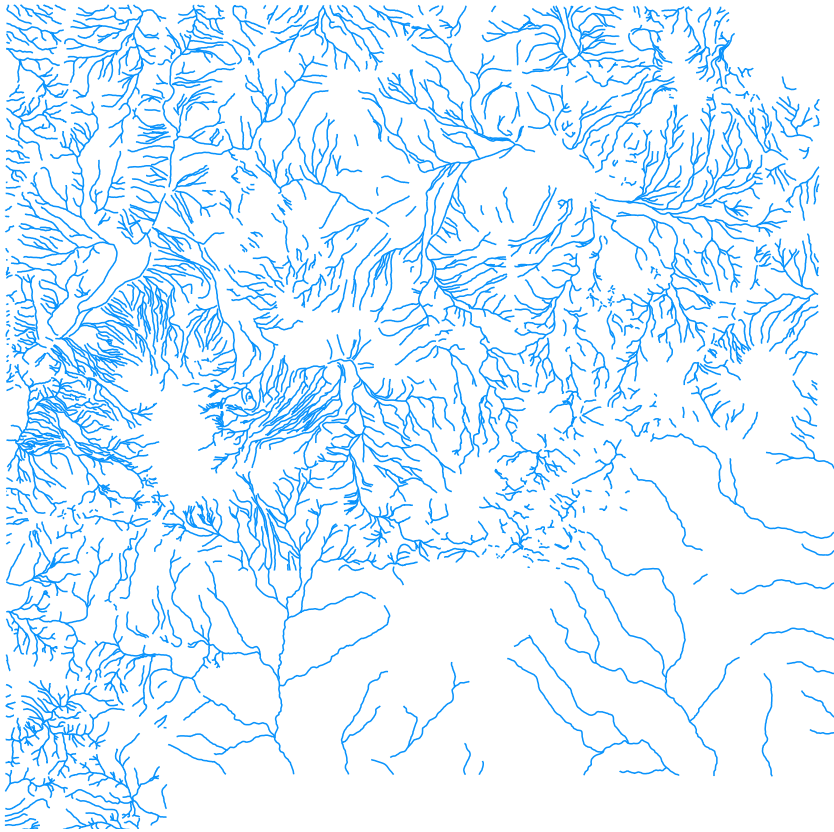


Abbildung 7: Ausgangsdatensatz der Fließgewässer auf der Basis der chilenischen und argentinischen topographischen Karten.

Die Bereinigung erfolgte in einem ersten Schritt auf analogem Weg. Dafür wurden das digitalisierte Gewässernetz und das Satellitenbildmosaik getrennt ausgedruckt. Durch Übereinanderlegen der beiden Plots konnten die Ausdünnungen bzw. Verdichtungen manuell durch einzeichnen in den Ausdruck vorgenommen werden.

In einem zweiten Schritt wurde am Bildschirm auf digitalem Weg die Bereinigung bzw. Ergänzung durchgeführt. Diese führte zur endgültigen Gewässernetzstruktur. Abb. 8 zeigt dieses Ergebnis.

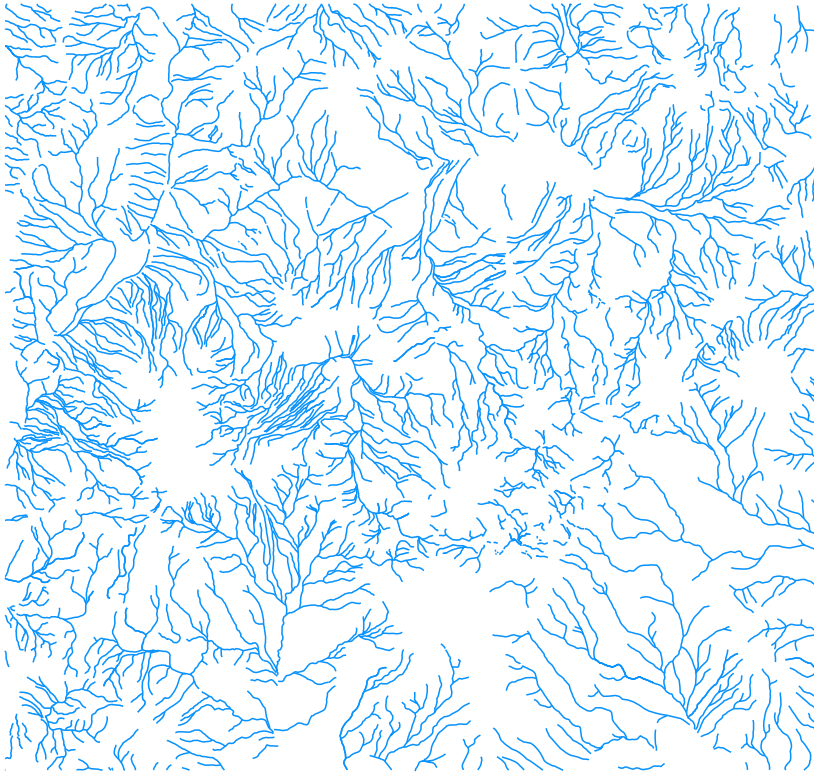


Abbildung 8: Enddatensatz der Fließgewässer nach Homogenisierung ihrer Dichte.

Bei der Bereinigung des uneinheitlichen Datensatzes war zu beachten, dass Gebiete mit einer natürlich höheren Gewässernetzdichte in ihrem Charakter sowie die für die Orientierung notwendige Wasserläufe erhalten bleiben. Dabei konnte auf die eigenen Erfahrungen im Gelände und die Geländeaufzeichnungen zurückgegriffen werden.

Während des gesamten Verdichtungs- bzw. Ausdünnungsprozesses musste beachtet werden, dass nur die Entwässerungs- und Gerinnelinien der Kategorie „Rinne, zeitweise wasserführend“ bearbeitet wurden. Flussläufe der Kategorien „Bach über 2 m Breite“ und „Bach unter 2 m Breite“ wurden ohne Veränderung in die Alpenvereinskarte übernommen.

5 Datenerfassung im Gelände

Einen wichtigen Bestandteil der Phase der Datenerfassung zur Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“ stellte die Geländephase dar. Ziel war es, die aktuelle touristisch-alpinistische Infrastruktur zu erfassen.

Zu diesem Zweck wurde ein 6-wöchiger Aufenthalt im Gebiet des Nevado Ojos del Salado angesetzt. Eine Arbeit in diesem Ausmaß erforderte einen immensen logistischen Aufwand, sowohl in der Vorbereitung der Geländeaktivität als auch während der Zeit im Felde.

Die dafür nötigen Arbeiten und Maßnahmen sowie die auftretenden Probleme werden im folgenden Kapitel näher beschrieben.

5.1 Vorbereitungsphase

Mit dem Beschluss zur Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“ stand fest, dass die Ansprüche an Aktualität und Genauigkeit nur erfüllt werden können, wenn es die Möglichkeit der Datenerfassung im Gelände gibt. Eine aktuelle und detaillierte Aufnahme der touristischen und alpinistischen Infrastruktur war mit den unter Kapitel 3 und Kapitel 4 beschriebenen zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterialien nur unvollständig möglich. Die ungenügende Aktualität der topographischen Karten aus Chile und Argentinien und die geringe Auflösung der ASTER-Satellitenbilddaten ließen nur eine unzureichende Klassifizierung des Straßen- und Wegenetzes zu. Der mit der Geländearbeit verbundene organisatorische und logistische Aufwand vor der eigentlichen Durchführung dieser wird nachstehend eingehender beschrieben.

5.1.1 Teambildung

Das Darstellungsgebiet umfasst eine Größe von ca. 68 km x 64 km. Auf Grund dieser Fläche musste ein entsprechend großes Team für die Geländearbeit gebildet werden.

Für die Arbeiten am Nevado Ojos del Salado wurde ein 7-köpfiges Team zusammengestellt. Dabei war zu beachten, dass die Mitglieder schon Erfahrungen in großen Höhen bzw. im Bergsteigen und Trekking hatten. Des Weiteren war es unerlässlich, dass zumindest der Großteil der Mitglieder mit kartographischen Grundlagen und Aufnahmetechniken vertraut war.

Sieben Personen bedeuteten zwar einerseits einen hohen logistischen Aufwand, andererseits war es dadurch möglich, für die Geländearbeiten zwei Teams zu bilden und dadurch ein effizienteres Arbeiten zu ermöglichen. Leider musste ein Teilnehmer schon nach den ersten zwei Tagen die Arbeiten krankheitsbedingt aufgeben. Somit wurden zwei Teams zu je drei Personen gebildet.

5.1.2 Aufnahmekonzept und -schwerpunkte

Wie Eingangs erwähnt, lag das Hauptaugenmerk der Geländearbeiten am Nevado Ojos del Salado auf der Aufnahme der touristischen und alpinistischen Infrastruktur, welche bisher in keiner amtlichen Karte enthalten sind. Des Weiteren mussten die Gewässerstrukturen und Vegetation überprüft werden.

Da die vorhandenen topographischen Karten aus Chile und Argentinien den Aktualitätsansprüchen nicht genügten, konnten die darin enthaltenen Elemente der Straßen, Wege und der Siedlungsstruktur nicht ohne genaue Kontrolle für die Alpenvereinskarte übernommen werden.

Für die Geländearbeiten wurde eine vorläufige und provisorische Legende erstellt. Diese entwickelte Legende sollte als Stütze und Vorgabe dienen und entsprechend den tatsächlichen Gegebenheiten erweitert bzw. vereinfacht werden. Die entworfene Legende ist in Anhang I abgebildet.

In dieser waren hauptsächlich Straßen-, Wege- und Gewässertypen enthalten, wobei eine verbindlichere Legendenstruktur erst durch die Geländebegehung möglich wurde. Gleichzeitig wurden Elemente aus anderen Alpenvereinskarten in die Legende übernommen, welche hinsichtlich ihrer Existenz vor Ort überprüft werden sollten. Dazu gehörten z.B. Bergwerke, elektrische Leitungen und Tanks. Zusätzlich wurden Elemente aus den chilenischen und argentinischen topographischen Karten entnommen.

Die im Gelände erfassten Objekte sollten zum einen analog und zum anderen digital festgehalten werden. Für die analoge Aufnahme erhielt jeder Teilnehmer Kartenkopien der topographischen Karten. Elemente wie Straßen, Vegetation, Flüsse, Gletscher etc. wurden farblich hervorgehoben. Alle Kopien wurden mittels laufender Nummerierung gekennzeichnet, um eventuelle Verwechslungen zwischen gleichen Ausschnitten zu vermeiden und einen eindeutigen Bezug zum jeweiligen Bearbeiter herstellen zu können. Das A3-Format ermöglichte dabei ein gutes Handling im Gelände. In diese Kopien sollten die vermessenen Objekte eingetragen werden. Gleichzeitig wurden die Vermessungsdaten in einem Aufnahmeprotokoll fest-

gehalten. Über die Angabe der Kartenblattnummer wurde die Referenz zu den Kartenkopien hergestellt. Anhang II zeigt ein verwendetes Aufnahmeprotokoll.

Die Detailkartierungen erfolgten über das in Anhang III dargestellte Formular „Feldriß“.

Die digitale Speicherung der aufgenommenen Objekte erfolgte mittels GPS (Globales Positionierungssystem).

5.1.3 Ausrüstung

Die extremen klimatischen Verhältnisse wie Trockenheit und Kälte im Kartierungsgebiet stellten dementsprechende Anforderungen an die alpinistische und technische Ausrüstung. So musste im Vorfeld genau abgestimmt werden, welche Gegenstände notwendig sind, was schon vorhanden und was noch ergänzt werden musste.

Von alpinentechnischer Seite wurde das Kartierungsteam dabei von dem Dresdner Bergsportladen „Die Hütte“ durch Bereitstellung diverser Ausrüstungsgegenstände unterstützt.

Um die Aufnahmen im Gelände durchzuführen wurde als Vermessungsausrüstung in erster Linie ein GPS-Gerät verwendet. Auf Anfrage stellte die Firma GARMIN Deutschland drei einhandbetriebene GPS-Empfänger vom Typ eTrex Summit für die Dauer der Geländekampagne zur Verfügung.

Für die geplanten Detailkartierungen wurden drei Maßbänder zu genaueren Abmessungen eingesetzt.

Für eine bessere Verständigung im Gelände während der Arbeiten wurden zwei einfache Funkgeräte mit einer Reichweite von drei bis fünf Kilometern genutzt. Da der Funkkontakt im Kartierungsgebiet fast störungsfrei funktionierte, erwiesen sie sich als sehr hilfreich zur Verständigung am Berg.

Für eventuelle gesundheitliche Komplikation wurde neben der üblichen speziellen Medizin ein Überdrucksack mitgenommen (siehe Kapitel 5.2.2.2). Dieser Certec-Bag wurde freundlicherweise vom DAV Summit Club für die Dauer der Arbeiten zur Verfügung gestellt.

5.1.4 Gesundheitliche Voraussetzungen

Für Arbeiten in großen Höhen sind bestimmte physische Voraussetzungen unerlässlich, das heißt ein gewisser Ausdauertrainingszustand ist Bedingung. Treibel (1995, S. 4) geht auf einige vorbereitenden Maßnahmen ein.

Vor allem untrainierte und ältere Menschen sollten vor einer Trekkingtour in größeren Höhen ihren Gesundheitsstand kontrollieren lassen. Es existieren allerdings keine gesicherten Untersuchungsmethoden, um die Reaktion eines einzelnen auf große Höhen festzustellen. Selbst erfahrene Höhenbergsteiger können in geringen Höhen höhenkrank werden.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass ein guter Ausdauertrainingszustand sehr wichtig ist, da die Leistungsfähigkeit pro 1500 Höhenmeter um ca. 10 % sinkt. Empfehlenswert für eine längere Ausdauerbelastung sind vor allem Joggen, Radfahren oder Skilanglauf. So tritt nicht nur eine Konditionssteigerung ein, sondern auch die Sauerstoffübertragung wird verbessert (Treibel (1995, S. 4).

Um gesundheitlichen Risiken vorzubeugen empfiehlt es sich, vor einer längeren Trekkingtour in großen Höhen den Zahnarzt aufzusuchen. Durch Temperatur- und Luftdruckunterschiede treten in größeren Höhen immer wieder Zahnprobleme auf. Füllungen können herausbrechen oder es kommt zu akuten Entzündungen.

Auch ist es ratsam, vor einer Reise in (sub-)tropische Gebiete den Tropenarzt zu konsultieren und sich gegen eventuelle Krankheiten wie Typhus oder Hepatitis impfen zu lassen.

5.1.5 Genehmigungen

Der Nevado Ojos del Salado und einige seiner umliegenden Gipfel liegen auf der Staatsgrenze zwischen Chile und Argentinien.

Sämtliche wissenschaftlichen, technischen und alpinistischen Expeditionen im Grenzgebiet, an denen Personen ohne chilenische Staatsbürgerschaft teilnehmen, benötigen die Genehmigung der Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado (DIFROL). Diese Genehmigungen können entweder im Vorfeld per Fax, e-mail oder Brief beim DIFROL beantragt werden oder direkt nach der Einreise in Santiago de Chile bzw. in Copiapó beim Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR).

Dabei sind Informationen zur Expedition bei DIFROL einzureichen. Diese müssen Angaben zum Zeitraum der Expedition, den Teilnehmern (Name, Nationalität, Passnummer) und die zu besteigenden Berge bzw. die geplante Route enthalten. Des Weiteren muss eine Person genannt werden, welche im Notfall benachrichtigt wird. Die Genehmigung der Expedition wird kostenlos erteilt.

5.2 Geländephase

Nach einer Vorbereitungsphase von ca. einem halben Jahr begann dann die eigentliche Geländephase. Neben den zahlreichen logistischen Aspekten dürfen die physischen und psychischen Probleme im Gelände keinesfalls außer Betracht gelassen werden.

5.2.1 Logistik

Die Expedition musste für sieben Personen geplant werden. Davon blieben zwei Personen sechs Wochen und vier Personen (siehe Kapitel 5.1.1, Ausfall einer Person) vier Wochen im Kartierungsgebiet. Somit wurde die logistische Planung zu Beginn auf die ersten vier Wochen beschränkt.

Die Geländesituation ließ eine weitgehend gute Beweglichkeit mit Fahrzeugen bis in Höhen von ca. 5800 m zu. Dafür wurden zwei sehr gute All-Rad-betriebene Pick-Up-Geländewagen gemietet. Mit diesen war es möglich, genügend Proviant, Wasser und Treibstoff sowie die gesamte Ausrüstung der Expedition in das Basislager an der Laguna Verde zu transportieren. Die einzige Einkaufsmöglichkeit lag in Copiapó, ca. 250 Straßenkilometer westlich vom Kartierungsgebiet. Hier wurden zwei Benzinfässer á 200 Liter, fünf Fässer á 100 Liter Wasser sowie Proviant für vier Wochen gekauft. Wasser und Benzin konnten jedoch nicht in ausreichender Menge gekauft werden, so dass davon ausgegangen werden musste, ein Mal nach ca. zwei Wochen nach Copiapó fahren zu müssen. Die beiden voll beladenen Geländewagen sind in Abb. 9 zu sehen.



Abbildung 9: Geländewagen (Aufnahme K. Fleischer, Februar 2002).

Während des Aufenthaltes in Copiapó konnten zahlreiche öffentliche und persönliche Kontakte geknüpft, sowie weitere Partner gewonnen werden. Durch diese war es möglich, das Projekt schneller und unkomplizierter voran zu bringen und zusätzliche Erkenntnisse über das Kartierungsgebiet zu gewinnen. Nachstehend werden alle chilenischen Partner kurz vorgestellt.

- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)**

SERNATUR ist der Tourismusverband in Chile. Er wurde am 8. November 1975 gegründet, um die touristischen Aktivitäten in Chile zu planen und zu organisieren. Es handelt sich hierbei um eine öffentliche Organisation. Die Zentrale für die Region de Atacama hat ihren Sitz in Copiapó. Hier sei in erster Linie Luis Canales und Claudio Loader zu danken. Sie unterstützten die Arbeiten vor Ort über den gesamten Aufenthaltzeitraum in jeglicher erdenklicher Weise. Vor allem Luis Canales half bei vielen organisatorischen Aufgaben. Das umfasste zum einen die Beschaffung von Autos und Trinkwasser. Zum anderen ist ihm die Knüpfung weiterer Kontakte zu öffentlichen Behörden sowie die Publikation des Projektes in der Öffentlichkeit zu verdanken.

- **Corporación Nacional Forestal (CONAF)**

CONAF, die staatliche Forstverwaltung, betreut u. a. die Nationalparks in Chile. Im Kartierungsgebiet befindet sich der Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Vor allem Héctor Oyarzo Rodriguez und Marcela Pinones sei für ihre Mitarbeit gedankt. Sie stellten vielzählige Karten und Schriftstücke über das Gebiet des Parque Nacional Nevado de Tres Cruces zur Verfügung.

- **Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)**

Der geologische und mineralogische Service der Region de Atacama unterstützte die Arbeiten ebenfalls durch Bereitstellung von Karten und Informationen. Die Bekanntmachung der Geländearbeiten bei dieser mächtigen Behörde war sehr wesentlich, weil ihr Einspruch in dem an potentiellen Edelmetallvorkommen sehr reichen Gebiet das ganze Unternehmen in Frage gestellt hätte.

- **Museo Regional de Atacama**

Der Direktor des Museums für Regionalgeschichte Miguel Cervellino trug als Archäologe viel Wissen und Informationen zur Geschichte der Ureinwohner Südamerikas,

insbesondere der Inka, bei. Durch ihn wurde erst die Aufmerksamkeit auf die sich im Kartierungsgebiet befindlichen präspanischen Ruinen gelenkt.

- **Southern Cross Adventure, Aventurismo Expediciones, Atacama Expedition**

Seit den letzten Jahren nehmen immer mehr Trekkingtouristen das Angebot örtlicher Reiseveranstalter wahr, mit diesen eine Tour zum Nevado Ojos del Salado durchzuführen. Die drei oben genannten Veranstalter waren des Öfteren im Kartierungsgebiet anzutreffen. Hier muss vor allem Kenneth Lein von Southern Cross Adventure hervorgehoben werden. Er gab für die Kartenerstellung wertvolle Hinweise und Beschreibungen zu Wegen am Nevado Ojos del Salado und seinen benachbarten Gipfeln. Zudem spielt er eine wichtige Rolle im Vertrieb der Alpenvereinskarte vor Ort.

- **Intendencia III. Región de Atacama**

Die Gouverneurin der III. Región de Atacama, Yasna Provoste Campillay, sorgte dafür, dass das Kartierungsprojekt an die Öffentlichkeit gelangte. Nach den ersten vier Wochen gab sie im Beisein des Projektleiters eine Pressekonferenz für alle regionalen Zeitungen sowie Funk- und Fernsehsender. Durch ihre Unterstützungen konnten einige bürokratische Wege vereinfacht werden.

Dem Anhang V sind chilenische Presseberichte vom März 2002 zu entnehmen.

- **Carabineros de Chile**

An der Laguna Verde befindet sich die letzte Grenzstation vor der argentinischen Grenze. Alle ausländischen Trekkingtouristen und Bergsteiger, die auf den Nevado Ojos del Salado oder einen seiner benachbarten Berge wollen, müssen sich hier registrieren lassen und ihre Genehmigung vorlegen.

5.2.2 Höhenmedizinische Aspekte

Da das Arbeitsgebiet in großer Höhe liegt, musste immer mit höhenbedingten Problemen und Komplikationen gerechnet werden. Entsprechende Verhaltensweisen, um gesundheitliche Gefährdungen zu verringern bzw. zu vermeiden, waren unabdingbar und mussten streng befolgt werden. Doch kann es trotz aller Maßnahmen zu Komplikationen kommen. Auf verschiedene höhenmedizinische Aspekte soll im Folgenden eingegangen werden.

Die Informationen des nachfolgenden Kapitels stützen sich auf Treibel (1995).

5.2.2.1 Höhenzonen

Mit steigender Höhe nimmt der Luftdruck ab. Auf Meereshöhe herrscht der größte Luftdruck mit einem mittleren Wert von 1013 Millibar. Auf einer Höhe von ca. 5000 m erreicht der Druck nur noch etwa die Hälfte des Normaldrucks. Der Sauerstoffanteil bleibt zwar bis zu einer Höhe von 15 km gleich, jedoch nimmt auch hier der Sauerstoffpartialdruck ab wodurch letztendlich Sauerstoffmangelercheinungen im Gewebe auftreten. Diese Mangelercheinungen rufen verschiedene Probleme in der Höhe hervor.

Die unterschiedlichen Höhenstufen sind in Abb. 10 aufgeführt.

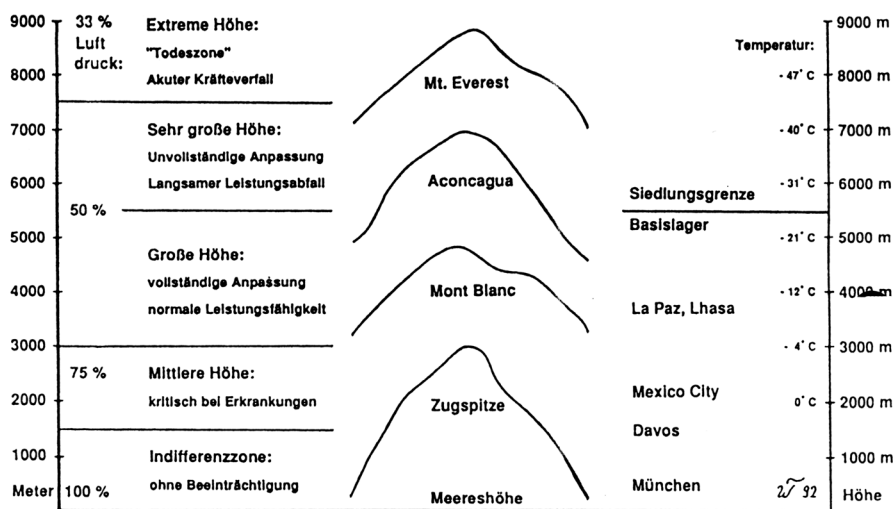


Abbildung 10: Höhenzonen und ihre Charakteristika (aus Treibel, 1995, S. 2).

Unter einer Höhe von ca. 1500 m gibt es normalerweise keine Komplikationen. Darüber können auf einer mittleren Höhe bis ca. 3000 m bei bestimmten Erkrankungen die ersten Probleme auftreten. Der Bereich zwischen 3000 m und 5500 m ist der Bereich der großen Höhe. Hier kann sich ein gesunder Mensch nach einer Akklimationszeit von ca. einer Woche vollständig den Verhältnissen anpassen und bleibt normal leistungsfähig. Darüber ist eine vollständige Anpassung nicht mehr möglich und der Körper beginnt kontinuierlich physisch und psychisch abzubauen. Deshalb liegt die Obergrenze der menschlichen Dauerbesiedlung bei 5500 m.

Ab ca. 3000 m macht sich der Sauerstoffmangel im Körper bemerkbar. Die Symptome sind zum Teil sehr komplex. Anfangs tritt eine stark erhöhte und tiefere Atmung auf. Nach ein paar Tagen erfolgt ein Anstieg der roten Blutkörperchen mit Erhöhung der Sauerstofftransportfähigkeit. Die relativ hohe Anzahl roter Blutkörperchen sowie die durch Flüssigkeitsver-

luste verstärkte Atmung kann zu einer Verdickung des Blutes und anschließender Blutgerinnungsfähigkeit führen. Zusätzlich kommt es zu einer Mehrbelastung von Herz und Kreislauf sowie zu einer erhöhten Erfrierungsgefahr wegen geringerer Durchblutung der Extremitäten. Ein weiteres Merkmal ist ein deutlicher Gewichtsverlust. Damit einher geht eine Reduzierung der Muskelmasse um ca. 10%.

Die Sauerstoffversorgung des Gehirnes ist durch geringere Durchblutung teilweise eingeschränkt und mindert z.T. deutlich Beurteilungs- und Leistungsvermögen und führt somit zu Gefahrensituationen, hervorgerufen durch Fehlverhalten des Betroffenen. Die Todesrate ist jedoch mit 0,01% beim Trekking und 2-3% bei Expeditionen aller Betroffenen relativ gering.

5.2.2.2 Höhenkrankheiten

Höhenkrankheiten können in der Regel ab einer Höhe von 2500-3000 m auftreten. Der häufigste Fall ist die akute Höhenkrankheit (AMS, Acute Mountain Sickness).

Vor der Höhenkrankheit ist niemand geschützt. Es handelt sich hierbei um eine Überbelastung des Organismus bzw. Dekompression des Gehirnes durch Sauerstoffmangel. Sie tritt bei über 75% aller Menschen auf und resultiert aus einem zu raschen Aufstieg über 3000 m. Frühzeichen für AMS sind u.a. starke Kopfschmerzen, Pulsbeschleunigung, Übelkeit und unruhiger Schlaf. Nach 2-3 Tagen ohne Höhenänderung (Ruhetage) sollten diese Symptome wieder zurückgehen. Warnsymptome dagegen erfordern eine Behandlung. Sie zeigen sich u.a. durch rapiden Leistungsabfall, schwere, lang anhaltende Kopfschmerzen, Gleichgewichtsstörungen und Herzjagen. Diese Warnsymptome erfordern einen sofortigen Abstieg in tiefere Lagen um mindestens 500 m bzw. bis zur Verbesserung des Zustandes der betroffenen Person.

Das Höhenlungenödem (HAPE, High Altitude Pulmonary Edema) entsteht „... durch verminderten Luftdruck in der Lunge, erhöhten Widerstand der Lungenblutgefäße bei ungleicher Gefäßverengung sowie Störungen der Kapillarmembran ...“ (Treibel, 1995, S. 10). Durch die Ansammlung von Wasser in den Lungenbläschen wird die Luft verdrängt und die Atmungsfunktion verringert. Die Symptome wie Atemnot, rasselnder Husten sowie blaue Lippen und Fingernägel sind leicht zu unterschätzen. Innerhalb von 24 Stunden kann es bis zur vollen Ausprägung der Krankheit kommen. Die Todesrate liegt bei 25%. Ohne Behandlung besteht Lebensgefahr. Die Grundtherapie ist sofortiger Abstieg. Medikamente und zusätzlicher Sauerstoff können die Zeit bis zum Abtransport überbrücken.

Das Höhenhirnödem (HACE, High Altitude Cerebral Edema) tritt meist erst oberhalb von 5000 m auf. Es ist zwar seltener als HAPE, führt aber in 40% der Fälle zum Tode. „Durch

eine veränderte Durchblutung und Wasserverteilung kommt es allmählich zu einer Schwellung und Drucksteigerung im Gehirn“ (Treibel, 1995, S. 11). Symptome sind Doppeltsehen, Halluzinationen, Apathie bis zur Bewusstlosigkeit. Die Folgen sind Koordinationsstörungen sowie Gang- und Gleichgewichtstörungen. Auch hier hilft nur wie bei HAPE der sofortige Abstieg sowie Sauerstoff und Medikamente.

Das sicherste Therapiemittel bei allen drei Höhenkrankheiten ist der sofortige Abstieg. Sollte dieser aus Witterungs- oder Geländebedingungen nicht sofort möglich sein, so muss mit gängigen Medikamenten und zusätzlichem Sauerstoff behandelt werden.

Eine alternative Behandlungsmethode ist der Überdrucksack. In diesen wird der Erkrankte gelegt und der Sack wird luftdicht verschlossen. Darauf wird der Innendruck auf eine simulierte Höhe (abhängig von der Ausgangshöhe) gebracht. Die Behandlung mit dem Überdrucksack ist allerdings nur kurzzeitig wirkungsvoll und kann einen Abtransport nur verzögern, aber nicht ersetzen.

5.2.2.3 Vorbeugende Maßnahmen

Höhenkrankheiten könne durch geeignete Maßnahmen zwar verhindert bzw. abgeschwächt werden, sind aber nie ganz auszuschließen.

Das wichtigste ist eine gute Akklimatisation. Dabei muss die Adaption langsam und in Stufen erfolgen. Während dieser Zeit sollten maximale Belastungen vermieden werden. Bei Aufstiegen über 3000 m sollte der tägliche Schlafhöhengewinn zwischen 300 m und 500 m liegen. Das Schlagwort hierfür lautet: „Go high, sleep low“, das heißt die maximale Tageshöhe muss über der Schlafhöhe liegen. Es ist auch wichtig im Aufstieg ab und zu einen Ruhetag einzulegen, und es sollte nicht zu schnell aufgestiegen werden.

Weiterhin ist es sehr wichtig, eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu gewährleisten. Untersuchungen von Bärtsch 1991 (in: Gieseler, Dr. Ulf) ergaben eine benötigte tägliche Flüssigkeitszufuhr von 53ml/kg/Tag in einer Höhe von 4500 m.

Es ist allerdings immer noch zu bedenken, dass ausreichend Flüssigkeit keine Höhenkrankheiten verhindern kann. Es wird dagegen das Risiko von Thrombosen und Lungenembolien verringert und Erfrierungen vorgebeugt.

Eine gute Höhenanpassung ist erfolgt, wenn die trainingsgemäße Ausdauerleistung wieder erreicht wird und die Atmung in Ruhe und Belastung vertieft ist. Eine gute Orientierung ist der Ruhepuls. Der Ausgangswert wird dabei in gewohnter Umgebung am Morgen gemessen. Ist der morgendliche Puls in der Höhe nur wenig vom gemessenen Normalwert abweichend,

ist eine gute Akklimation erreicht. Abb. 11 verdeutlicht die Zeit von Ankunft in der neuen Höhe bis zur vollständigen Akklimation.

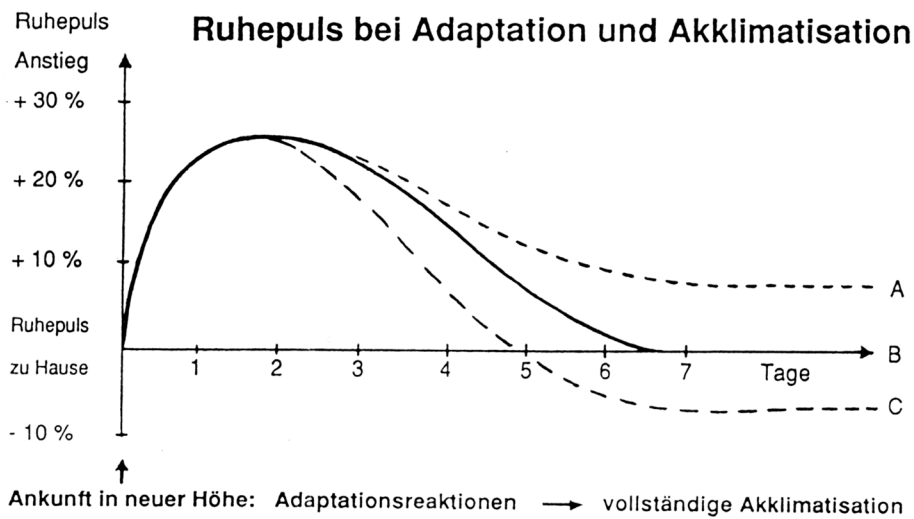


Abbildung 11: Ruhepuls (aus Treibel, 1995, S. 7).

In Kurve A liegt der Ruhepuls trotz abgeschlossener Adaptionreaktion gegenüber dem Normalwert um ca. 10% höher. In Kurve B erreicht der Ruhepuls wieder den Normalwert. Wie in Kurve C verdeutlicht, kann eine Höhenanpassung auch zu einer Erniedrigung des Ruhepulses um 5-10% führen (Trainingseffekt).

5.2.3 Vermessungsarbeiten

Die Vermessungsarbeiten im Gelände wurden vorwiegend mittels GPS-Empfängern vom Typ eTrex Summit durchgeführt. Die Geräte wurden von der Firma Garmin Deutschland zur Verfügung gestellt. Sie enthalten neben einem voll funktionsfähigen GPS einen elektronischen Kompass und einen barometrischen Höhenmesser. Insgesamt können 500 Wegpunkte, zehn Tracks und 20 Routen á 50 Wegepunkte im GPS gespeichert werden. Folgende Genauigkeitsangaben werden von Garmin zum eTrex Summit gegeben (Bedienungsanleitung eTrex Summit, S. 53):

- **Positionsgenauigkeit** 15 Meter RMS2,
- **Kompass** ± 5 Grad,
- **Höhenmesser** ± 10 Fuß.

Der durchschnittliche RMS (Root-Mean-Square)-Fehler der Messungen im Kartierungsgebiet lag im Bereich von 7 – 15 Metern. Punkte mit einem wesentlich höheren RMS wurden aus den Messergebnissen nachträglich ausgeschlossen.

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden zusätzlich weitere barometrische Höhenmesser und Kompass genutzt. Es musste jedoch während der Geländearbeiten festgestellt werden, dass die Höhenmessungen nicht immer verwendbar waren. Dies lag an den sehr stark schwankenden Druckverhältnissen einiger Tage, welche die Höhenaufzeichnungen unbrauchbar machten. Dies trat vorwiegend dann auf, wenn der Höhenmesser nur einmal am Morgen auf die Referenzhöhe Laguna Verde geeicht werden konnte.

Punkthafte Elemente wie Biwak- und Lagerplätze, Gipfel, Trigonometrische Punkte (TP) und Gebäude wurden durch die Funktion „Waypoint“ im eTrex Summit gespeichert. Dabei wurden zu jedem aufgenommenen Punkt die entsprechenden Koordinaten, Höhe, Bezeichnung und das Symbol aufgezeichnet. Die Bezeichnung erfolgte automatisch über eine aufsteigende Nummerierung. Wahlweise konnte eine eigene autoplausiblere Punktbezeichnung sowie ein entsprechendes Symbol vergeben werden. Es standen im eTrex Summit 29 verschiedene Symbole zu Verfügung.

Linienhafte Objekte wie Straßen und Wege wurden über die vollautomatische „Tracklog“-Funktion aufgezeichnet. Bei dieser Wegaufzeichnung wird eine elektronische Spur des zurückgelegten Weges erzeugt. Die Aufzeichnung beginnt, wenn der erste Standort durch GPS-Ortung festgelegt ist. Zusätzliche Wegpunkte wurden an markanten Stellen wie Kreuzungen oder Richtungsänderungen eingefügt. Daneben wurden alle im eTrex Summit gespeicherten Punkte in einem Aufnahmeprotokoll und in den Kartenkopien vermerkt. In das Protokoll wurden Punktbezeichnung aus GPS und Karte, Koordinaten, Höhe und Bemerkungen zu jedem Punkt eingetragen. Es wurde versucht das Verfahren der manuellen Protokollierung, soweit wie möglich, auch in großen Höhen ab 5500 m durchzuführen, was jedoch auf Grund physischer Belastung bzw. aus Witterungsgründen nicht immer möglich war. In diesen Fällen wurde auf die alleinige GPS-Aufzeichnung zurückgegriffen und diese im Nachhinein in die Protokolle eingetragen. Die Referenz der in GPS, Protokoll und Kartenkopien eingetragenen Punkte erfolgte über die Punktbezeichnung.

Ein Problem stellte der hohe Energieverbrauch der GPS-Empfänger dar. Betrieben wurden die Geräte mit je zwei 1,5-Volt-Batterien. Bei sinkender Außentemperatur verlieren die Batterien erheblich an Kapazität. Die Verwendung von Lithiumbatterien verbessert die Situation. Deshalb wurden neben Einwegbatterien auch Akkus und zwei solarzellenbetriebene Ladegeräte mitgeführt, die sich wegen der intensiven Sonneneinstrahlung als sehr geeignet erwiesen.

Die Detailkartierungen wurden in Feldrissen festgehalten. Markante Punkte wurden mittels GPS gemessen. Die Messung sämtlicher Strecken und Entfernung erfolgte mit Maßbändern von 20 m, 30 m und 50 m Länge.

Um eine bessere Veranschaulichung der vermessenen Objekte für die spätere Auswertung zu erzielen, fand eine umfangreiche fotografische Dokumentation statt.

5.3 Nachbereitungsphase

Nach Beendigung der Kartierungsarbeiten im Gelände mussten die kartierten und vermessenen Daten sorgfältig gesichtet und sortiert werden. Dabei hatte eine genaue Zuordnung der einzelnen Speicherungs- und Protokolliervorgänge zueinander zu erfolgen. Die mittels GPS aufgenommenen Daten lagen nur in Form von Rohdaten vor. Im Folgenden sollen die einzelnen Schritte der Datenprozessierung näher erläutert werden.

5.3.1 Datenübertragung

Für die Datenübertragung von GPS auf einen Rechner wurde die Software FUGAWI von Northport Systems Inc. genutzt. Die Daten wurden mit dem geodätischen Datum WGS84 überspielt. Dabei wurde zwischen folgenden drei Datensätzen unterschieden:

- **Waypoints** mit der Dateiendung WPT,
- **Tracks** mit der Dateiendung TRK und
- **Routes** mit der Dateiendung RTE.

Diese entsprechen den im Gelände verwendeten Aufnahmeverfahren der Waypoints und Tracklog. In Fugawi besteht die Exportmöglichkeit in eine Textdatei. Dabei können die zur Weiterverarbeitung benötigten Parameter bestimmt werden.

Die Anhänge VII und VIII zeigen die Datensatzstruktur der Wegpunktedatei sowie die Struktur der Trackdatei. Für die Weiterverarbeitung waren allerdings nur die Namen, die UTM-Koordinaten im WGS84-System und die Höhenangaben notwendig.

Insgesamt wurden während der Geländephase 155 Wegpunkte und 1887 Trackpunkte mittels GPS aufgezeichnet und gespeichert.

Im nächsten Schritt wurde nun über eine Visualisierung der aufgenommenen Punkte eine Sortierung dieser vorgenommen. Dabei wurden doppelte und ungeeignete Punkte eliminiert und

einzelne Wegabschnitte voneinander getrennt. Jeder Punkt erhielt eine eigene ID-Nummer zugewiesen werden. Dieser Schritt erfolgte in einem Tabellenkalkulationsprogramm bzw. mit einem Texteditor.

5.3.2 Datenaufbereitung

Die aus FUGAWI ausgelesenen Textdateien mussten anschließend zur endgültigen Verwendung für die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado aufbereitet werden, d.h. es erfolgte die Umwandlung in das Shape-Format. Dafür sollte die Software ArcView 3.2 der Firma ESRI genutzt werden.

Die exportierten Wegpunkte- und Trackdateien mussten für den Import in ArcView aufbereitet werden. Mit Hilfe des FUGAWI-Tools Fug2av lassen sich die Textdateien einfach in das entsprechende Datenformat schreiben. Leider stand dieses Tool nicht zur Verfügung und die Umschreibung erfolgte mit einem Tabellenkalkulationsprogramm und einem Texteditor. Nachfolgend sind die Datenformate der Wegpunkte- und Trackdateien beispielhaft wiedergegeben:

- **Wegpunkte**

```
1,538511.40,7016576.69
2,538609.06,7015789.70
3,538359.19,7015550.43
4,538267.22,7015415.24
5,538146.50,7014930.76
6,537371.95,7014376.95
```

- **Tracks**

```
1
536878.89,7023378.86
537091.10,7023088.28
538731.88,7020397.70
538946.85,7020339.99
539966.80,7020888.18
540041.51,7020935.47
END
2
538511.40,7016576.69
538609.06,7015789.70
538359.19,7015550.43
538267.22,7015415.24
538146.50,7014930.76
537371.95,7014376.95
537110.03,7014365.85
536922.67,7014366.40
END
END
```

Für die Wegpunkte gilt dabei, dass jeder einzelne Punkt mit einer fortlaufenden ID gekennzeichnet wird. Die einzelnen Punkte eines Track werden fortlaufend geschrieben. Die Tracks können ebenfalls über fortlaufende Nummerierung voneinander getrennt werden. Das Ende eines Tracks ist mit dem Schlüsselwort „END“ gekennzeichnet. So ist es möglich, mehrere Tracks in eine Datei zu schreiben. Der Abschluss einer Trackdatei wird ebenfalls durch das Schlüsselwort „END“ beschrieben.

Insgesamt entstanden durch die Datenaufbereitung zwanzig Punkt- und neun Liniendateien.

Um die Textdateien in ArcView zu importieren standen das Avenue-Skript „gps2shp“ und die Extention „g2sv50.avx“ zur Verfügung.

In der vorliegenden Arbeit wurde „g2sv50.avx“ genutzt, wobei 2D- oder 3D-Daten aus einer Textdatei in das entsprechende Shapeformat umgewandelt wurden. Die Textdateien wiesen dabei die oben aufgezeigte Struktur auf.

5.3.3 Weitere notwendige Auswertungen

Parallel zu der Auswertung der GPS-Daten wurden die Geländeaufzeichnungen in den Kartenkopien betrachtet. Diese Aufzeichnungen dienten zur Vervollständigung der Messungen und tabellarischen Mitschriften sowie der besseren räumlichen Vorstellung bei der Nachbearbeitung.

Hierbei fand ein Abgleich mit den GPS-Daten auf Vollständigkeit statt. Zusätzliche Bemerkungen bzw. Eintragungen wurden später in ArcMap in Vektorform oder als Attribut ergänzt.

6 **Erstellung des Digitalen Geländemodells**

Für die Berechnung der Schummerung für die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado war die Erstellung eines Digitalen Geländemodells (DGM) erforderlich. Die über das Internet zu findenden kostenfreien Produkte, wie zum Beispiel das GTOPO30, erwiesen sich für die vorliegende Arbeit als nicht zweckdienlich, da deren Bodenauflösung zu gering war. Höherauflösende Daten wie SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) konnten aus Kostengründen nicht bezogen werden. Somit musste auf eine vollständige Neuerfassung des DGM aus den chilenischen und argentinischen topographischen Karten zurückgegriffen werden. Die dafür notwendigen Arbeiten sollen in diesem Kapitel dargelegt werden.

6.1 **Grundlagen**

Nach Bollmann und Koch (1996) entsteht ein DGM durch computergestützte Berechnungsmethoden, die zu einem digitalen Modell von zusammenhängenden Ausschnitten der Geländeoberfläche führen. Es enthält neben Massenpunkten vor allem Geländelinien.

Nach Kraus (2000) handelt es sich um ein veredeltes DHM (Digitales Höhenmodell), in dem neben Massenpunkten attributierte Objektklassen gespeichert sind.

Dabei werden in einem DHM lediglich die Lagekoordinaten x und y und deren korrespondierende Höhenwerte z gespeichert. Das DSM (Digitales Situationsmodell) umfasst die Speicherung anderer Erscheinungsformen der Landschaft, d.h. Elemente können untereinander in Beziehung gesetzt werden bzw. werden ihnen geländecharakteristische Eigenschaften zugeordnet.

Aus einem DGM lassen sich Folgeprodukte wie Höhenlinien, Neigungs-, Expositionsmodelle, Schummerung bis hin zu Perspektiven und Animationen ableiten. Für den Bereich der Geographischen Informationssysteme (GIS) können mit Hilfe des DGM vom Gelände abhängige Prozesse modelliert, analysiert und visualisiert werden (Kraus, 2000, S. 346 ff.).

Aumann (1994, S. 11) unterscheidet grundsätzlich für die Strukturierung der vorhandenen Primärdaten eines DGM folgende drei Verfahrenweisen:

- Gitternetze,
- Dreiecksnetze und
- Hybride Netze.

Weiterhin können auch Rasternetze zur Strukturierung eingesetzt werden.

Wird auf den Höhen eines Geländemodells ein regelmäßiges Gitter aufgebaut, spricht man von einem Gittermodell. Die DGM-Punkte werden dabei durch Interpolationsverfahren aus den unregelmäßig angeordneten Primärdaten gewonnen. Die Maschenweite des Gitternetzes kann variiert werden. Die interpolierten Gitterpunkte stehen allerdings nicht mehr in direktem Zusammenhang mit den Ausgangsdaten, weshalb auch von einem abgeleiteten DGM gesprochen wird. Zusätzliche Linien- und Punktinformation, z.B. von Bruchkanten oder markanten Höhenpunkten, können integriert werden.

Dreiecksnetze (TIN – Triangular Irregular Network) entstehen durch Verknüpfung der einzelnen Punkte mittels Dreiecksvermaschung. Jeder Eckpunkt repräsentiert einen aus der Datenerfassung stammenden Punkt. Fließende Linien (z.B. Höhenlinien) in die Berechnung mit ein, ist gefordert, dass sie Dreiecksseiten bilden.

Die primäre Struktur hybrider Netze ist die Gitternetzstruktur. Linieninformationen sind durch lokale Dreiecksvermaschung enthalten.

Die Grundlagen zur Erstellung des DGM für die vorliegende Alpenvereinskarte bildeten die topographischen Karten im Maßstab 1 : 50 000 und 1 : 100 000. Ausschlussgebiete, d.h. Gebiete in denen keine Höheninformation vorlag, waren nicht vorhanden. Somit waren keine weiteren Ausgangsmaterialien notwendig.

Zu beachten war das unterschiedliche Bezugssystem der chilenischen und argentinischen Karten. Zwar wiesen die Karten die gleiche Höhenlinienäquidistanz auf, jedoch traten allein durch den Maßstabsunterschied Ungleichheiten an den Schnittstellen des Höhenlinienbildes auf. Dies ist auf die verschiedenartigen Generalisierungsgrade zurückzuführen. Weiterhin war das inhomogene Gewässernetz auffällig.

Die Datenerfassung erfolgte ausschließlich über die manuelle Digitalisierung und das Scannen mit anschließender On-Screen-Digitalisierung. Die dazu angewandten Verfahren und vorbereitenden Maßnahmen sind Kapitel 4 zu entnehmen. Im Folgenden sollen die einzelnen Schritte der Datenaufbereitung, der Fehlerkorrektur und die DGM-Erstellung erläutert werden.

6.2 Datenzusammenführung

Bedingt durch die technischen Voraussetzungen von Digitalisiertablett und Scanner sowie die geforderten Genauigkeitsansprüche, konnten die einzelnen topographischen Karten nicht

im Ganzen erfasst werden, sondern mussten in zahlreiche kleinere Einheiten zerlegt werden. Die mögliche Größe der Scanvorlagen beschränkte sich auf DIN A4.

Somit mussten nach abgeschlossener Digitalisierung alle einzelnen Dateien zu einer Gesamtdatei vereinigt werden, um eine Weiterverarbeitung zu ermöglichen. Dabei wurden die Dateien der chilenischen und argentinischen Karten getrennt behandelt. Dies ist durch die verschiedenen Bezugssysteme zu begründen. Die Koordinatentransformation der zusammengefassten Dateien erfolgte mittels der ArcToolBox von ESRI. Die Transformation für beide Kartenserien lag dann bereits im endgültigen Bezugssystem, dem WGS84 mit UTM-Koordinatensystem, vor.

Dieser Vorgang der Zusammenführung erfolgte mit der Software AutoCAD. Der Export aus R2V und der Import in AutoCAD wurden über das DXF-Format ermöglicht. Dabei wurden die Daten aus R2V einer einfachen Transformation, d.h. einer Drehung und Spiegelung, unterzogen.

Da immer mit einem schmalen Überlappungsbereich digitalisiert wurde, traten an den Randbereichen der Digitalisierungsabschnitte keine Lücken auf.

In den Randbereichen der chilenischen zu den argentinischen Karten kam es zu Versetzungen. Diese entstanden durch die verschiedenen Generalisierungsgrade der chilenischen und argentinischen topographischen Karten. Vielfach wurde ein gemittelter Verlauf der aneinandergrenzenden Höhenlinien gewählt. Prioritäten hatten hierbei immer die genaueren Karten aus Chile.

6.3 Datenüberprüfung und -korrektur

Bevor ein DGM berechnet werden kann, sind die erfassten Daten hinsichtlich ihrer Richtigkeit und Genauigkeit zu überprüfen und ggf. anschließend zu verbessern. Über die Schritte der Datenveredelung und der anschließenden Datenhomogenisierung wurden die Rohdaten optimiert.

In die Berechnung des DGM wurden die digitalisierten Höhenlinien, Höhenpunkte und die erfassten Flüsse mit einbezogen. Folglich waren diese ebenfalls den Prüfmechanismen zu unterziehen.

Die Datenüberprüfung und die Berechnung des DGM wurden in erster Linie von Dipl.-Ing. Klaus Habermann am Institut für Kartographie der TU-Dresden durchgeführt. Für die Fehlerkorrektur stand Ralph Franke vom Institut für Kartographie helfend zur Seite. Die in diesem

Kapitel beschriebenen Arbeitsschritte stützen sich auf Habermann (2000, S. 46 ff.) sowie freundliche mündliche Mitteilungen von Habermann (2004).

6.3.1 Auftretende Fehler

Die unterschiedlichen Verfahrensweisen der Digitalisierung führten zu einem inhomogenen Datensatz hinsichtlich der Punktdichte. Die Daten der On-Screen-Digitalisierung wiesen eine wesentlich höhere Punktdichte auf als die Daten der Tablettdigitalisierung. Ebenso traten durch Konzentrationsfehler bei der Digitalisierung vereinzelt fehlerhafte Höhenzuweisungen auf.

Die Fehlersuche an Höhenlinien und Flüssen wurde getrennt durchgeführt. Da die Höhenzuweisung der Flüsse an Hand der Höhenlinien erfolgte, war die Reihenfolge der Bearbeitung dahingehend festgelegt, dass zu Beginn ein korrekter Höhenlinienplan stehen musste. Die häufigste Form fehlerhafter Höhen entsteht durch Eingabe falscher Höhenwerte auf Grund von Tippfehlern. Diese Fehlzusweisungen spiegeln sich in folgenden Fehlerbildern wieder:

- aufeinander folgende Höhenlinien mit gleicher Höhe,
- falsche Äquidistanz benachbarter Höhenlinien,
- keine zugewiesene Höhe und
- stark heraus stechende Höhen wie z.B. 13564 m.

Eine einfache Kontrollmethode ist die rein visuelle Überprüfung. Über die Berechnung eines DGM mit anschließender Ableitung einer Schummerung konnten Fehler sichtbar gemacht werden. In der Schummerung spiegelten sich falsche Höhen und damit falsche Äquidistanzen durch unnatürliche Spitzen, Trichter und Stufenbildungen im Bild wieder.

Die Höhe von Flüssen ist an jedem Stützpunkt unterschiedlich. Der Prozess der Höhenzuordnung für jeden einzelnen Stützpunkt wäre zu arbeits- und zeitaufwendig. Aus diesem Grund greift man auf die bekannten Höhen zurück, die Zwischenhöhen werden interpoliert. Damit entspricht der maximale Punktabstand zweier bekannter Höhen der Äquidistanz.

Für die Digitalisierung bedeutete dies, Flüsse mit der Erhebung 0 zu erfassen. An Punkten mit bekannter Höhe (Schnittpunkt mit Höhenlinien), an Zusammenflüssen sowie an Quell- und Verschwindpunkten musste eine Höhe verschieden von 0, d.h. die tatsächliche Höhe, angegeben werden. Diese waren dem Kartenbild zu entnehmen.

Mögliche Fehlerquellen und deren Auswirkungen traten ebenfalls bei der Höhenattributierung auf, wie z.B.:

- Fehlende Start- oder Endhöhe,
- einheitliche Höhe,
- falsche Zuweisung an falsch belegter Höhenlinie,
- falsche Fließrichtung und
- Gefällewechsel innerhalb eines Flusslaufes durch falsche Zuweisung an einmündenden Flüssen.

Um diese Fehler zu detektieren und zu bereinigen kamen im folgenden Kapitel beschriebene Programme zum Einsatz.

6.3.2 Datenveredelung

Die DGM-Erstellung wurde über das Photogrammetrie-Programm SCOP realisiert. In diesem Programm stehen mehrere Module zur Datenprüfung und –verbesserung zur Verfügung.

Für die Fehlererkennung in den Stützpunkten der Flüsse kamen die Module SCOPFORM und SCOPFLOW zum Einsatz. SCOPFORM erkennt die Stützpunkte mit der HÖHE 0 zwischen Stützpunkten mit bekannter Höhe und interpoliert die fehlenden Höhenwerte. SCOPFLOW überprüft die richtige Fließrichtung. Es ordnet die Stützpunkte von der Quelle zur Mündung.

Beide Module schreiben Fehlerprotokolle heraus. Aus diesen konnten die entsprechenden Fehlstellen in der AutoCAD-Datei erkannt und manuell berichtigt werden. SCOPFORM zeigt fehlende Start- und Endhöhen sowie doppelte Punkte in Flussläufen auf, welche nicht bearbeitet werden konnten. SCOPFLOW detektiert Gefällewechsel innerhalb eines Flusslaufes.

Abb. 12 und Abb. 13 zeigen Ausschnitte der Fehlerprotokolle aus SCOPFORM und SCOPFLOW.

```

CH_FLB.INF - Editor
Datei Bearbeiten Format ?
infofile aus programmlauf scpform !
eingabefilename:      ch_fl.inp
stringlaenge eingabe:      36
ausgabefilename:      ch_flb.inp
datensatz mit      102875 zeilen.
von      2495 elementen
werden      2484 neu interpoliert.

*e|.      1 mit code 99999991 nicht bearbeitet
*e|.      2 mit code 00000972 nicht bearbeitet
*e|.      3 mit code 99999992 nicht bearbeitet
*e|.      4 mit code 00000001 nicht bearbeitet
*e|.      5 mit code 00000000 nicht bearbeitet
*e|.      6 mit code 00000001 nicht bearbeitet
*e|.      7 mit code 00000000 nicht bearbeitet
*e|.      8 mit code 99999998 nicht bearbeitet
|e|.      209 mit hoehen zw. 4975 und 4495
e|.      210 mit hoehen zw. 4950 und 4975
e|.      211 mit hoehen zw. 4495 und 4950
e|.      212 mit hoehen zw. 4750 und 4750
e|.      213 mit hoehen zw. 4300 und 4300
*e|.      214 mit code 41000205, punkt 88 doppelt
e|.      214 mit hoehen zw. 4580 und 4580
e|.      215 mit hoehen zw. 4900 und 4900
e|.      216 mit hoehen zw. 4600 und 4250
e|.      217 mit hoehen zw. 4700 und 4700
e|.      218 mit hoehen zw. 4900 und 4900
e|.      219 mit hoehen zw. 5550 und 5550
e|.      220 mit hoehen zw. 5750 und 5750
e|.      221 mit hoehen zw. 5400 und 5750
*e|.      222 mit code 41000213, punkt 43 doppelt
e|.      222 mit hoehen zw. 5700 und 5385
e|.      223 mit hoehen zw. 4525 und 4525
e|.      224 mit hoehen zw. 4702 und 5385
e|.      225 mit hoehen zw. 5385 und 5385
*FATAL: e|. mit code 41000217 hat starthoehe 0.
*FATAL: e|. mit code 41000218 hat starthoehe 0.
e|.      228 mit hoehen zw. 5700 und 5448

```

Abbildung 12: Fehlerprotokoll aus SCOPFORM.

```

hflbc.inf - Editor
Datei Bearbeiten Format ?
infofile aus programmlauf scpflow !
eingabefilename:      hflbc.inp
stringlaenge eingabe:      36
ausgabefilename:      hflbc.inp
datensatz mit      103573 zeilen.
von      2511 elementen
werden      2503 auf gefaelle geprueft.

*e|.      1 code 99999991 nicht bearbeitet !
*e|.      2 code 00000918 nicht bearbeitet !
*e|.      3 code 99999992 nicht bearbeitet !
*e|.      4 code 00000001 nicht bearbeitet !
*e|.      5 code 00000000 nicht bearbeitet !
*e|.      6 code 00000001 nicht bearbeitet !
*e|.      7 code 00000000 nicht bearbeitet !
*e|.      8 code 99999998 nicht bearbeitet !
*e|.      13 code 41000004 pkt.      12 gefaelle 0 !
*e|.      16 code 41000007 pkt.      2 gefaelle 0 !
*e|.      16 code 41000007 pkt.      3 gefaelle 0 !
*e|.      16 code 41000007 pkt.      4 gefaelle 0 !
*e|.      16 code 41000007 pkt.in konstanter hoehe !
*e|.      17 code 41000008 pkt.      63 gefaelle +- !
*e|.      17 code 41000008 pkt.      66 gefaelle +- !
*e|.      17 code 41000008 gefaelle a. starth.-endh.
*e|.      18 code 41000009 pkt.      7 gefaelle 0 !
*e|.      18 code 41000009 pkt.      16 gefaelle 0 !
*e|.      18 code 41000009 pkt.      22 gefaelle 0 !

```

Abbildung 13: Fehlerprotokoll aus SCOPFLOW.

Die markierten Zeilen weisen auf Gefällewechsel innerhalb einer Linie hin.

6.3.3 Datenhomogenisierung

Unter dem Begriff Datenhomogenisierung ist die Schaffung eines möglichst homogenen Datensatzes bezüglich der Verteilung der einzelnen Stützpunkte unter Beachtung des geomorphologischen Formenschatzes zu verstehen. Der Einsatz zweier unterschiedlicher Digitalisierungsvarianten führte zu einer deutlich verschiedenen Anzahl von Stützpunkten. Dabei war die Stützpunktzahl der Abschnitte, welche mittels On-Screen-Digitalisierung erfasst wurden, wesentlich höher als die der manuellen Digitalisierung. Im Normalfall sind nach erfolgter Digitalisierung wesentlich mehr Punkte vorhanden als benötigt werden. Um eine Homogenisierung der Daten zu schaffen bzw. um redundante Informationen zu beseitigen, kamen die Module SCOPHIN und SCOPDENS zum Einsatz.

SCOPHIN führt zu einer selektiven Ausdünnung von Stützpunkten entlang einer Linie ohne Berücksichtigung von Nachbarschaftsbeziehungen. Die Ausdünnung erfolgt über den von Aumann (1994, S. 19) beschriebenen Strip-Algorithmus.

Abb. 14 verdeutlicht das Verfahren des Strip-Algorithmus. Der erste Punkt einer Linie P_a bildet zusammen mit dem unmittelbar nachfolgenden Punkt P_{a+1} die kritische Linie. Der Parameter d ist der orthogonale Abstand, welcher über Erhalt oder Löschung eines nachfolgenden Linienpunktes P_n entscheidet und wird von Bearbeiter festgelegt. Liegen nachfolgende Linienpunkte innerhalb des Streifens, so werden sie gelöscht. Wird ein Punkt erreicht, der außerhalb des Streifens liegt, wird eine neue Bezugsgerade aus dem letzten innerhalb und dem ersten außerhalb liegenden Punkt gebildet.

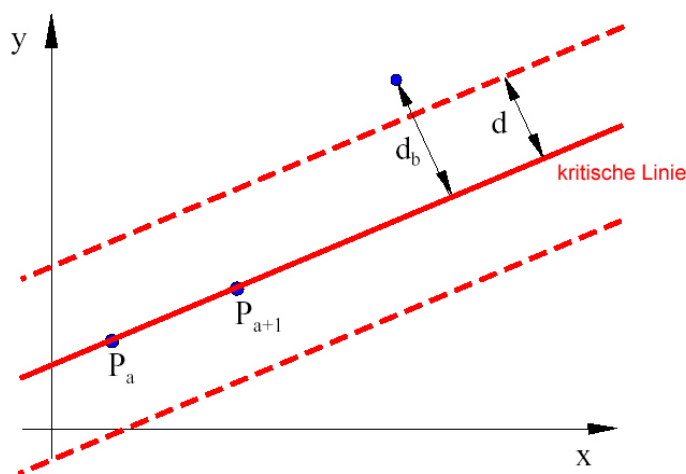


Abbildung 14: Strip-Algorithmus (nach: Franke, S.4)

Mit SCOPDENS werden Nachbarschaftsbeziehungen nebeneinander liegender Linien untersucht, d.h. es erfolgt eine Homogenisierung der Stützpunktdichte im Hinblick auf die benachbarten Höhenlinien. Die Punktdichte entlang einer Höhenlinie variiert in Abhängigkeit von ihrem Verlauf. Dies tritt vor allem in Gelände mit starken Neigungsunterschieden und häufigen Neigungswechseln auf. Auch das Gebiet um den Nevado Ojos del Salado ist geprägt von einem Wechsel von ausgedehnten Peneplains mit steilen Berghängen.

Ist die Stützpunktverteilung entlang einzelner Isohypsen inhomogen gegenüber den angrenzenden Isohypsen verteilt, so ergänzt SCOPDENS automatisch Stützpunkte. Den Parameter dafür bildet ein Winkel, der von einem Stützpunkt einer Linie zu zwei benachbarten Stützpunkten auf einer anderen Linie aufgespannt wird. Überschreitet dieser einen vom Benutzer festgelegten Wert, so wird am Lotfußpunkt der untersuchten Linie ein neuer Stützpunkt eingefügt. Eine genaue Beschreibung des Prinzips von SCOPDENS ist der Arbeit von Habermann (2000, S.63 ff.) zu entnehmen.

Da SCOPTHIN die in SCOPDENS ergänzten Stützpunkte wieder entfernen würde, musste zuerst SCOPTHIN auf den Datensatz angewandt werden.

Der Eingangsdatsatz der Höhenlinien und Flüsse für das DGM der Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado umfasste ca. 900 000 Stützpunkte und konnte auf ca. ein Drittel reduziert werden.

6.4 DGM-Generierung

Ist das Gelände, für welches ein DGM berechnet wird, in seinem Reliefcharakter stark unterschiedlich geprägt, so kommt es bei der Berechnung zu deutlich sichtbaren und nicht akzeptablen Interpolationsfehlern. Dies traf auch auf das Gebiet um den Nevado Ojos del Salado zu. Aus diesem Grund musste es zu einer Datenverdichtung über den gesamten Raum kommen. Dafür wurde das Modul SCOP.TRI eingesetzt.

SCOP.TRI erzeugt aus den dreidimensionalen Eingangsdaten eine Triangulation. Die vorhandenen Linien dienen als Zwangskanten. Über diese Dreiecksvermaschung ist es möglich, zusätzliche Massenpunkte in einer vorher festgelegten Rasterweite zu berechnen. Zusätzlich können mit SCOP die Höhenlinieninformationen ausgewertet werden, und somit zusätzlich Gerippelinien, Kammverläufe etc. abgeleitet werden. Diese abgeleiteten Informationen werden in die Berechnung des DGM mit einbezogen und sorgen für zusätzliche Stabilität.

Die in SCOP.TRI berechneten Massenpunkte verdichten das Punktenetz in den weiten Ebenen mit einer geringen Stützpunktdichte. Das führte auch für das Kartenblatt Nevado Ojos del

Salado zu einer wesentlich verbesserten Darstellung des DGM. Hierfür erwies sich eine Rasterweite von 300 m als günstig.

Die eigentliche DGM-Generierung erfolgte über SCOP.DTM. Dem Nutzer stehen zwei Interpolationsmethoden zur Verfügung: eine schnelle Methode, die eher zur Datenüberprüfung herangezogen werden kann, und eine rechenaufwendige, hochwertige Methode mittels Prädiktion. Für das DGM des Nevado Ojos del Salado fand das Prädiktionsverfahren Anwendung. Als dazugehörige Grundfunktion wurde die Glockenkurve festgelegt. Weitere Ausführungen sind Habermann (2000, S.79 ff.) zu entnehmen.

Des Weiteren kann der Nutzer die DGM-Struktur definieren. Grundsätzlich teilt SCOP den Datensatz in regelmäßige Recheneinheiten. Diese werden wiederum intern durch das DGM-Raster gegliedert. Die ursprünglich für den Nevado Ojos del Salado gewählte Rasterweite von 25 m musste auf Grund von auftretenden Artefakten bei der Randanpassung der einzelnen Recheneinheiten auf 50 m vergrößert werden.

Das DGM für die Nebenkarte des Gipfelbereiches des Nevado Ojos del Salado wurde freundlicherweise von Viktor Kaufmann der TU-Graz bereitgestellt. Dieses wurde aus Luftbildern des IGM Santiago de Chile erstellt und wies eine Auflösung von 10 m auf. Für die Nebenkarte wurde daraus ein DGM mit einer Auflösung von 10 m abgeleitet.

6.5 Folgeprodukte

Die generierten Geländemodelle beinhalten zahlreiche Reliefinformationen, die auf den ersten Blick nicht sichtbar sind. Über die Ableitung von Folgeprodukten können diese Informationen sichtbar gemacht werden (vgl. Kraus, 2000, S. 346 ff.).

Die häufigsten Ableitungen aus einem DGM bilden die Höhenlinien. Sie vermitteln dem Anwender eine objektive Sicht eines DGM und sind für die Kartenerstellung von großer Bedeutung.

Ein weiteres, für die Erstellung der Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado bedeutendes Folgeprodukt des DGM stellt die Schummerung dar. Bei der Schummerung handelt es sich um eine „Wiedergabe der Reliefform in einer verlaufenden Helldunkeldarstellung.“ (Boll-

mann & Koch, 2000). Für die Erstellung einer vollautomatischen analytischen Schummerung bedeutet dies die Ausgabe eines Rasterbildes in einem Graustufenbereich von 0 – 255.

Für die vorliegende Karte wurde das Prinzip der Schräglichtschummerung mit Ebenenton verwendet. Die Schummerung wurde von Dr. Nikolas Prectel, Institut für Kartographie der TU-Dresden, mit einer von ihm entwickelten Software berechnet. Um ein besseres optisches Ergebnis zu erzielen, wurde die Auflösung nachträglich in Photoshop auf 20 m verbessert.

Eine Besonderheit stellen die in die Schummerung einbezogenen Gletscher dar. Diese wurden zur Berechnung der Schummerung dahingehend eingesetzt, dass ihre Umrandung in Form von Vektordaten die Gebiete markierten, die von der normalen Grauschummerung ausgeschlossen werden sollten. Die Gletschergebiete wurden mit einer leicht türkis, sich von den Wasserflächen unterscheidenden Farbe geschummert (Abb. 15).

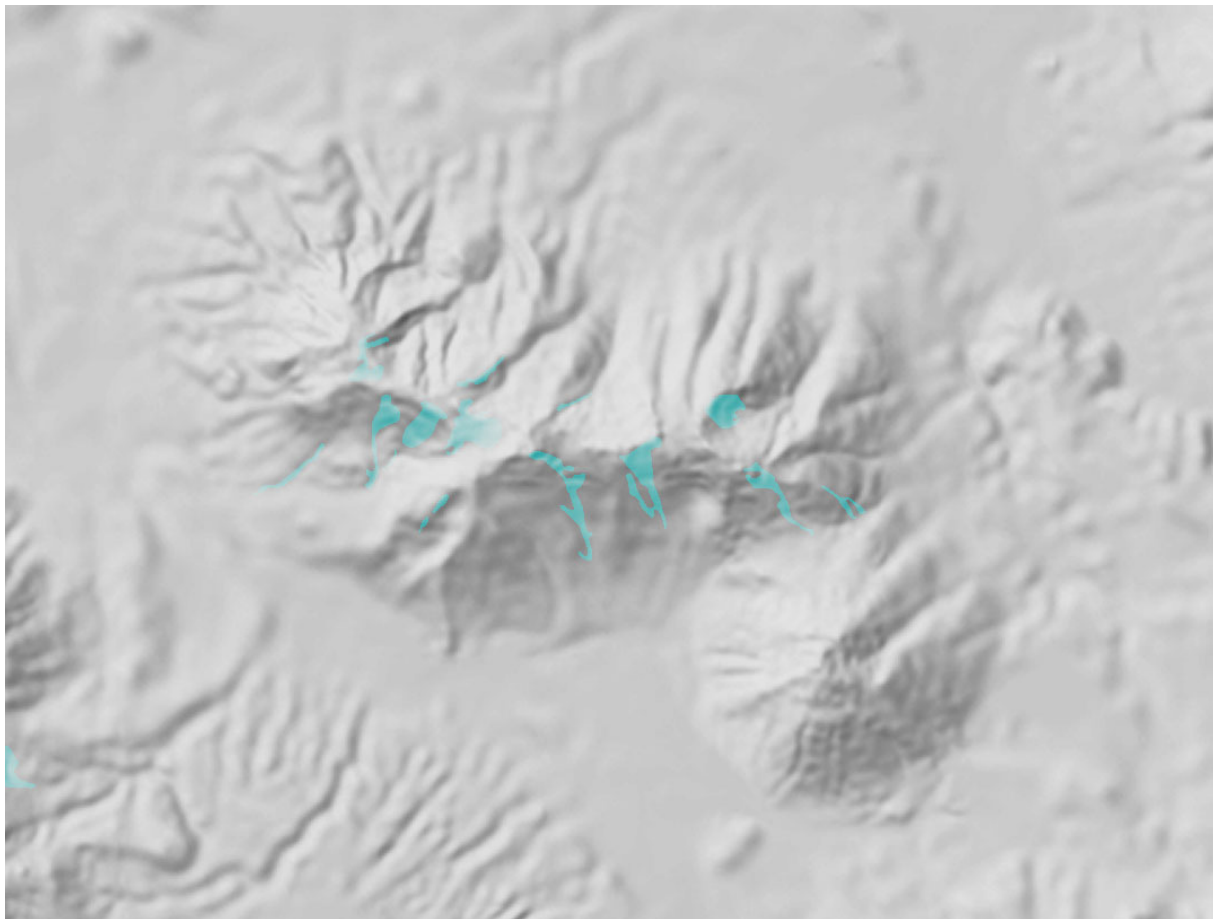


Abbildung 15: Schummerung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“. Ausschnitt Cerros de Barrancas Blancas. Höhenunterschied zwischen tiefsten und höchsten Punkt ca. 1200 m.

Weitere aus einem DGM generierbare Folgeprodukte können nach Kraus (2000, S. 358 ff.) und Aumann (1994, S. 14) u.a.

- Neigungsmodelle,
- Expositionsmodelle,
- Krümmungsmodelle,
- Profile,
- Volumina und Höhendifferenzen,
- Perspektivdarstellungen und
- Animationen

sein. Prinzipiell sind all diese aus dem öffentlich verfügbaren Kartendatensatz ableitbar.

7 Konzeption und tatsächliche Umsetzung

Vor der eigentlichen Kartenbearbeitung und dem Druck, erfolgt im Kartenherstellungsprozess die redaktionelle Arbeit. Diese umfasst meistens Konzeption, Materialbereitstellung und –bewertung, Festlegung der Gestaltungsrichtlinien sowie die Vorgaben zu den technologischen Verfahren. Verdeutlicht werden diese Festlegungen in der Konzeption durch Musterbeispiele wie Signaturen- und Schriftschlüssel, durch Legendenentwurf und Standbogen. Zusätzlich beinhalten die redaktionellen Dokumente eine Beschreibung des eigentlichen Darstellungsgegenstandes. Bei topographischen Karten umfasst dies eine kurze Charakterisierung des Darstellungsraumes, ebenso eine Bestimmung und Eingrenzung der Benutzer- und Zielgruppe sowie deren Ansprüche an das Endprodukt und den Marktbedarf.

Für die Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“ wurde als redaktionelles Dokument die Konzeption im Vorfeld ausgearbeitet. Dies erfolgte im Rahmen einer Studienarbeit durch die Verfasserin. Ihr sind weitere Bemerkungen zu konzeptionellen Belangen (Fleischer, 2003) zu entnehmen.

An die Phase der Vorüberlegungen und Redaktion schließt die Phase der Kartenbearbeitung mit folgendem Druck der Karte an. Diese Schritte werden in der vorliegenden Arbeit eingehender beleuchtet.

Bei der Ausführung der in der Konzeption festgelegten Arbeiten mit den entsprechenden Vorschriften kann es in der Phase der Bearbeitung zu mehr oder weniger starken Abweichungen von der Konzeption kommen. Dies war auch bei der Produktion der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“ der Fall. Aus diesem Grund wird in diesem Kapitel ein kurzer Vergleich zwischen Konzeption und Endergebnis gezogen. Zum Teil noch offene bzw. unklare Fragen zum Ende der redaktionellen Phase können nachfolgend beantwortet werden.

7.1 Layout

Das Layout beschreibt die äußere Form des Produktes. Dabei müssen Platzbedarf der einzelnen Komponenten (Legende, Neben- und Übersichtskarten, Impressum), ästhetische Gestaltungsgrundsätze sowie die optimale Funktionalität (Papierformatausnutzung) berücksichtigt werden. Das Ergebnis spiegelt sich im Standbogen wieder (vgl. Fleischer 2003, S. 19). Der Gliederung der Studienarbeit entsprechend werden alle veränderten Punkte aufgeführt.

Zu Beginn werden noch einmal die allgemeinen Angaben zur Karte mit leichten Veränderungen aufgeführt.

Titel:	Nevado Ojos del Salado
Untertitel:	Chile/Argentinien
Nummer:	0/13
Herausgeber:	DAV
Redaktion:	Manfred Buchroithner (TUD), Kristin Fleischer (TUD), Johannes Fischer (DAV)
Kartographische Bearbeitung:	Kristin Fleischer (TUD)
Redaktionsschluss:	2004
Copyright:	DAV
Nebenkarte (Titel):	Gipfelbereich Nevado Ojos del Salado

7.1.1 Mathematische Grundlagen

Das zu verwendende Bezugssystem ist nach Vorgabe des DAV das WGS 84, der Kartennetzentwurf die UTM-Projektion.

Die Karte enthält ein Netz aus geographischen und geodätischen (UTM-Gitternetz) Koordinaten. Um jedoch eine bessere Ablesegenauigkeit zu erzielen, wurde eine andere Netzunterteilung als in der Konzeption vorgeschlagen gewählt. Die neue Unterteilung erfolgte geographisch in fünf-Minuten- und geodätisch in vier-Kilometer-Schritten.

7.1.2 Maßstab und Format

Nach Zusammenführung aller Datensätze zur Karte konnten die endgültigen Formate festgelegt werden. Für den Maßstab 1 : 100 000 ergab sich für die Hauptkarte ein Kartenfeldformat von 676,1 mm x 640,2 mm. Die Kartenrahmenangaben sind mit einem Rahmen der Ausmaße 695,4 mm x 659,7 mm begrenzt. Zusammen mit den Kartenrandangaben ergab sich ein Papierformat von 1000 mm x 700 mm.

Der Maßstab der Nebenkarte „Gipfelbereich Nevado Ojos del Salado“ wurde aus Platzgründen von ursprünglich geplanten 1 : 25 000 auf 1 : 35 000 herabgesetzt. Genauere Routenabbildungen am Nevado Ojos del Salado sind jedoch weiterhin gegeben. Es ergab sich ein Kartenfeldformat für die Nebenkarte von 119,1 mm x 149,1 mm. Die Nebenkarte ist in der Nordwestlichen Ecke der Hauptkarte angebracht.

Die beiden anderen vorgesehenen Nebenkarten „Cascada Rio Lama“ und „Therme Laguna Verde“ entfielen aus Platzgründen.

7.1.3 Rückseitengestaltung

Von einer Rückseitengestaltung wurde, in Absprache mit dem DAV, wie bei allen Alpenvereinskarten üblich, Abstand genommen.

7.2 Inhaltsbearbeitung

Die Inhaltsbearbeitung beschreibt den methodischen Aufbau der einzelnen kartographischen Darstellungen. Optimale Aussagekraft und Anschaulichkeit müssen angestrebt und auf den Zweck und die Nutzung des Produktes abgestimmt werden. Auch bei der Darstellung der einzelnen Sachverhalte kam es zu Abweichungen gegenüber der Konzeption.

Die Gestaltung und thematische Unterteilung der Inhaltselemente beruht hauptsächlich auf Vorgaben durch bereits existierende Alpenvereinskarten und deutscher Wanderkarten. Einige Signaturen wurden auf Grund der örtlichen Verhältnisse neu erstellt. Ebenso ergab sich u.a. eine adaptierte Unterteilung der thematischen Gruppe Straßen und Wege.

7.2.1 Straßen und Wege

Die Untergliederung der Straßen wurde gegenüber der Konzeption nicht verändert.

Die ursprüngliche Untergliederung der Wegtypen sah folgendermaßen aus:

- Auf- und Abstiegsroute
- Nur Abstiegsroute
- Eisroute
- Kletterroute (mit befestigten Seilen).

Hier wurde der Typ „Nur Abstiegsroute“ weggelassen. Eine derartige Unterteilung stellte sich als nicht zweckmäßig und darstellungswürdig heraus.

7.2.2 Gewässer

Die in der Konzeption festgelegte Untergliederung der Gewässer wurde ohne Änderungen beibehalten.

7.2.3 Vegetation

Bei der Vegetation entfiel der Typ „Steppengras“. Eine Ausweisung dieses stellte sich als nur schwer durchführbar bzw. nicht notwendig heraus. Das Element „Sumpfvegetation“ wurde in „Grasvegetation (Quellflur)“ umbenannt. Dieser Begriff erschien für die damit gemeinte Vegetationsart geeigneter.

7.2.4 Sonstige Einzelemente

In der Gruppe der sonstigen Einzelemente trat lediglich eine Änderung der Bezeichnung auf. Der Begriff Bruchkante wurde in „Abbruch“ umbenannt. Damit kommt er den tatsächlichen Begebenheiten im Gelände näher.

Zusätzlich wurde das Element „aufgelassenes Bergwerk“ in die Karte aufgenommen.

7.2.5 Bodenbedeckung

Eine markante Veränderung trat bei der Darstellung der Schnee- und Eisflächen auf. Hier wird nur die Einheit „Permanentes Schneefeld / Gletscher“ zusammengefasst und ausgeschieden. Eine einzelne Differenzierung in

- Permanentes Schneefeld
- Büßereis auf Grund
- Gletscher

war nicht möglich. Zum einen konnten während der Geländephase nicht sämtliche Schnee- und Eisfelder hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit überprüft werden, zum anderen war eine Unterscheidung der oft recht kleinen Felder aus den Luft- und Satellitenbildern nicht möglich.

Der Typ „Markante Vollform (Grat, Kante, Fels)“ wurde in „Fels“ umbenannt. Es erfolgte eine Felszeichnung für die Nebenkarte des Gipfelbereiches des Nevado Ojos del Salado. Es handelt sich hierbei um eine kombinierte Darstellung aus einer einfachen Felszeichnung hinterlegt mit einer Flächenfärbung in einem bräunlichen Ton. Die Felszeichnung erfolgte mittels schwarzer, gezitterter Striche, welche zum einen die Begrenzung entlang der Ober

schwarzer, gezitterter Striche, welche zum einen die Begrenzung entlang der Ober- und Unterkante der Felsregionen wiedergeben und zum anderen Gratlinien und Füllstriche in Falllinie enthalten.

7.3 Sonstige Veränderungen

Neben den reinen inhaltlichen Veränderungen traten zahlreiche formale Änderungen auf. So wurden die Darstellungen einiger Signaturen in Bezug auf Farbe und Form verändert.

Zum Teil wurden, wie bereits schon an einigen Beispielen erläutert, die Begrifflichkeit einzelner Inhaltselemente angepasst. Ebenso wurden die dem Deutschen entsprechenden spanischen und englischen Bezeichnungen nach eingehender Prüfung durch mehrere Spezialisten, die gleichzeitig Muttersprachler waren, korrigiert.

Der Höhenlinienabstand der Hauptkarte beträgt 50 m, jener der Nebenkarte wurde auf 25 m festgelegt.

Beim Legendenaufbau wurde die thematische Untergruppe „Sonstiges“ mit „Bodenbedeckung“ getauscht.

Der geplante Informationstext auf dem Kartenrand musste aus Platzgründen entfallen.

Um die graphischen und inhaltlichen Änderungen im Legendenaufbau zu verdeutlichen, ist im Anhang VI die endgültige Legende als Vergleich zum Legendenentwurf wiedergegeben.

Aus rechtlichen Gründen von offizieller chilenischer Seite musste ein Genehmigungsvermerk auf der Karte angebracht werden (vgl. Kapitel 9).

8 Datenzusammenführung und auftretende Probleme

Der finale Schritt auf dem Weg von den Ursprungsdaten hin zur fertigen Alpenvereinskarte ist die Vereinigung der Ausgangsdaten, die Festlegung der graphischen Gestaltung der einzelnen Darstellungselemente sowie die Kompilation sämtlicher Kartenrandangaben (Maßstab, Legende etc.).

Dieser Schritt wurde mit der Software ArcGIS der Firma ESRI realisiert. Eine genauere Beschreibung der Software ist auf Grund ihrer Komplexität und der vorhandenen detaillierten Dokumentation nicht zweckmäßig und notwendig. Daher sollen in diesem Kapitel lediglich die aufgetretenen Probleme erläutert und ggf. dokumentiert werden.

Im Lexikon der Kartographie und Geomatik (Bollmann und Koch, 2002) wird der Begriff GIS von Andreas Müller wie folgt definiert:

„Im engeren Sinne wird unter Geoinformationssystem (GIS), ... , ein Informationssystem als Software verstanden, mit dessen Hilfe Geodaten erfasst, verwaltet und ausgegeben werden können. Geoinformationssysteme verfügen darüber hinaus über umfangreiche Funktionen zur Datenanalyse ...“.

Generell wird in einem GIS zwischen Geometrie-, Sach-, und Graphikdaten unterschieden. Die Geometriedaten werden dabei nach dem Ebenenkonzept strukturiert, wobei die Daten in einzelnen, gleichberechtigten Layern gespeichert werden und beliebig zusammengeführt werden können. Sachdaten werden dagegen in Form von Tabellen innerhalb einer Datenbank verwaltet und gespeichert. Grundsätzlich können Geodaten in Form von Raster- bzw. Vektordaten vorliegen. GIS, welche beide Formen enthalten können, werden hybride GIS genannt (vgl. Bollmann & Koch, 2002).

8.1 Belichtung und Druck

Um die Karte drucken zu können, muss vorher die Druckplatte belichtet werden. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten der Belichtung: entweder direkt aus der Datei auf die Druckplatte (CTP – Computer to Plate) oder von Datei auf Film (CTF – Computer to Film). Für die Alpenvereinskarte wurde die zweite Variante genutzt, wodurch die Möglichkeit des Cromalin-Proofs genutzt werden konnte.

Der Kooperationsvertrag zwischen DAV und TUD sah vor, dass der Druck im Bayerischen Landesvermessungsamt München durchgeführt wurde. Die Lieferung der druckfertigen Filme

erfolgte durch die TUD. Mit der Herstellung der Druckfilme war die Dresdner Firma c-macs beauftragt worden.

Als kritischer Schritt stellte sich der Export der ArcMap-Datei in das PDF (Portable Document Format)- bzw. PS (PostScript)-Dateiformat heraus. Da an dieser Stelle sehr viele Probleme auftraten, soll nachfolgend eine genaue Anleitung gegeben werden. Diese Vorgehensweise wurde im Falle der Alpenvereinskarte als am günstigsten befunden. Es war zum Ende durch zeitliche Beschränkungen nicht mehr möglich, weitere Varianten zu suchen und zu testen.

Bei der Filmbelichtung wird jede zu druckende Farbe auf einen Film belichtet. Die maximal mögliche Filmanzahl lag auf Grund der technischen Ausstattung des Bayerischen Landesvermessungsamtes bei acht Filmen und demzufolge bei acht Farben. Für die Alpenvereinskarte waren sieben Filme geplant, was jedoch im Laufe der Arbeiten geändert werden musste. Neben den Farben der Euroskala sollten drei Sonderfarben zum Einsatz kommen. Die Filme umfassten im Einzelnen:

- CMYS-Farbraum: Cyan
Magenta
Yellow
Schwarz
- Sonderfarben: Pantone 354 (grün)
M3306 Cartoset von Sunchemical Hartmann (braun-rotbraun)
Mischung zu gleichen Teilen aus HKS50 und HKS92 (grau-blau).

Bei Pantone 354 handelt es sich um das Titelgrün der Alpenvereinskarten. Für die Höhenlinien wurde eine speziell für das Bayerische Landesvermessungsamt hergestellte Farbe von der Firma Sunchemical Hartmann (M3306) verwendet. Die letzte Sonderfarbe wurde für die Schummerung verwendet. Diese drei Farben waren Vorgaben vom DAV. Neben den Höhenlinien erhielten noch die Signatur für „Abbruch“, die Höhenlinienzahlen, die Farbhinterlegung des Edelweiß im Titel und die Umrandungen des Kartenausschnittes im Titel sowie in der Übersichtskarte die Sonderfarbe M3306 Cartoset zugewiesen.

Um die einzelnen Filme belichten zu können, musste von jeder Druckfarbe, d.h. von allen Elementen einer Farbe, eine eigene Datei in das PS- bzw. PDF-Dateiformat geschrieben werden. Dabei konnten die Karteninhaltelemente des CMYK-Farbraumes in einer Datei abgelegt werden. Somit war die Ursprungsdatei aus ArcMap auf insgesamt vier Dateien aufzuteilen.

Bei der Erzeugung der PDF-Dateien für die Belichtung traten seitens ArcMap erhebliche Probleme auf. Aus diesem Grunde wird nachstehend auf aufgetretene Probleme eingegangen und eine genaue Beschreibung des Ablaufes und der einzelnen programmseitigen Einstellungen gegeben.

Erzeugen der Druckvorlagen

Die Druckvorlagen werden in Form von Dateien an die Druckereien gegeben, was mit Risiken verbunden ist. Abbildungen und Fonts können fehlerhaft sein und Kompatibilitätsprobleme zwischen verschiedenen Programmversionen treten auf. Wurde die Dateien mit speziellen Programmen erstellt, sind diese meist gar nicht in der Druckerei vorhanden. Aus diesem Grund hat sich die Übertragung über eine unabhängige Schnittstelle mittels dem PostScript-Format durchgesetzt. Aber auch das PostScript Dateiformat kann gerätespezifische Befehle enthalten, was wiederum zu einer fehlerhaften Ausgabe führt. Hinzu kommt, dass PS-Dateien meist sehr groß sind. Eine Alternative dazu bietet das PDF-Dateiformat. Der Vorteil dieses Formates liegt vor allem in seiner Geräte- und Plattformunabhängigkeit sowie in seiner geringen Speicherkapazität. Mit dem kostenlosen Adobe Acrobat Reader können PDF-Dateien auf vierzehn verschiedenen Computerplattformen betrachtet werden (Jaeggli, 1999). Der einfachste Weg zur PDF-Datei ist die Verwendung des Acrobat Distiller. Die Originaldatei wird in eine PostScript-Datei gedruckt, welche mit dem Distiller in eine PDF-Datei konvertiert wird.

Auch eine PDF-Datei ist nicht fehlerfrei. Wurde schon die PS-Datei fehlerhaft erzeugt bzw. ist die Originaldatei falsch angelegt, treten diese Fehler auch in der PDF-Datei auf. Voraussetzung ist somit eine fehlerfreie Originaldatei. Nachfolgend sind einige Voraussetzungen aufgelistet, welche für eine fehlerfreie PDF-Datei notwendig sind:

- korrekte Papiergröße einstellen,
- möglichst PostScript-Schriften verwenden und TrueType-Fonts (TTF) vermeiden,
- Schriftmodifikationen (fett, kursiv) vermeiden,

- keine Haarlinien verwenden und
- unnötige Elemente und leere Seiten löschen.

Das PDF-Format bildet eine Schnittstelle zwischen generierten Dateien und Druck.

PS-Druck

Um eine Datei in eine PS-Datei zu drucken, muss ein postscriptfähiger Drucker mit der entsprechenden PPD (PostScript Printer Description)-Datei installiert sein. In einer PPD sind die gerätespezifischen Befehle des Ausgabegerätes (Auflösung, Papierformat etc.) und PostScript-Befehle zur Gerätesteuerung enthalten. Hierfür eignet sich am besten der Acrobat Distiller-Druckertreiber. Dieser ist nicht geräteabhängig und ermöglicht eine flexible Ausgabe beliebig großer Dateien. Gerade für die großformatige Datei der Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado eignet sich der Distiller-Druckertreiber am besten. Dieser funktioniert unabhängig von Auflösung und Papierformat der zu druckenden Datei.

In ArcMap hat der Benutzer die Möglichkeit, verschiedene Drucker mit der entsprechenden PPD auszuwählen, welche standardmäßig installiert sind. Der Acrobat Distiller gehört leider nicht zu diesen Standarddruckern. Eine Nachinstallation führte zwar dazu, dass der Drucker im Druckerauswahlmenü aufgeführt wird, die dazugehörige PPD aber nicht erschien. Es musste festgestellt werden, dass es in ArcMap nicht möglich war, zu einem beliebig installierten Drucker dessen PPD zu laden.

Das hatte zur Folge, dass auf einem Drucker ausgegeben werden musste, dessen PPD in ArcMap installiert ist. Da man auf diesem Weg abhängig vom Format des Druckers ist, konnte wiederum nur einer gewählt werden, der ein Maximalausgabeformat in Größe der Alpenvereinskarte oder größer hatte.

Für die PS-Ausgabe der Alpenvereinskarte wurde der HP DesignJet 2500CP PS3 verwendet. Das Standardausgabeformat ist DIN A4 und musste unter Eingabe der benutzerdefinierten Seitengröße angepasst werden. Die genauen Einstellungen sind aus Abb. 16 zu ersehen.

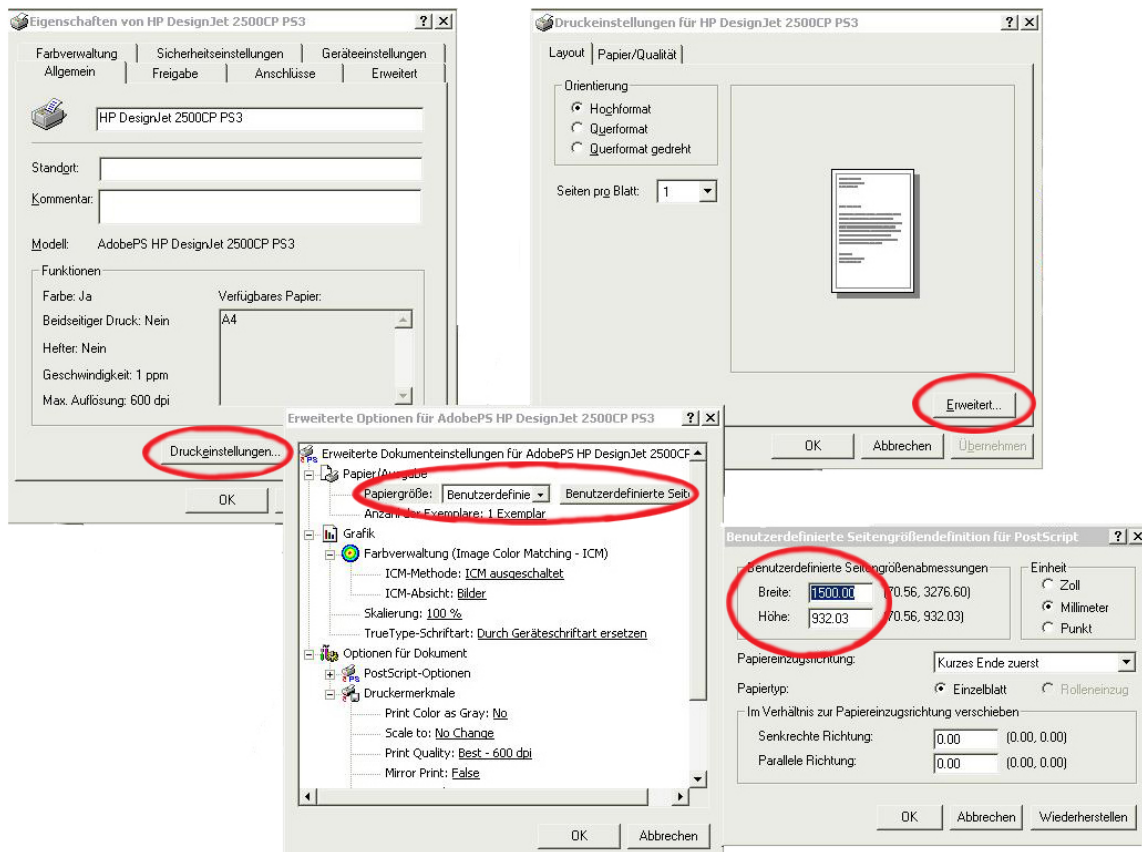


Abbildung 16: Druckereigenschaften des HP DesignJet 2500CP PS3.

Das Format der Alpenvereinskarte beträgt 1000 mm x 700 mm. Es stellte sich heraus, dass die Angaben der Breite und Höhe für das Druckformat entsprechend den Abmaßen der Karte nicht verwendbar waren. Es musste auf 1500 mm x 930 mm erweitert werden, damit die Karte in nur eine Datei gedruckt wurde. Bei kleinerer Formatangabe erfolgte eine unerwünschte Aufspaltung in mehrere Dateien.

Die Erzeugung der PS-Datei erfolgt in ArcMap. Durch den Benutzer werden der Drucker, die Seitenausrichtung und das Druckformat festgelegt. Diese Einstellungen müssen als erstes vorgenommen werden (vgl. Abb. 17 und 18).

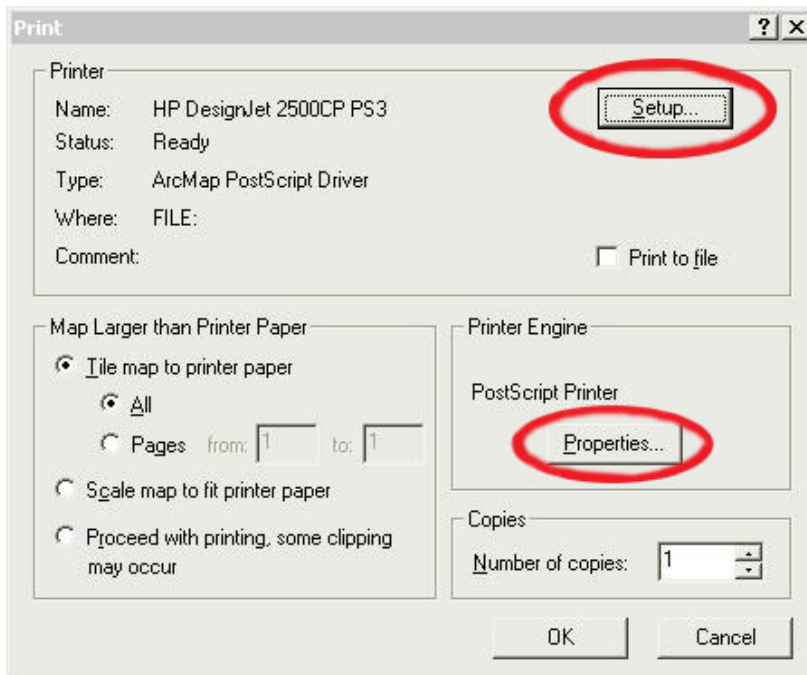


Abbildung 17: Druckmenü in ArcMap.

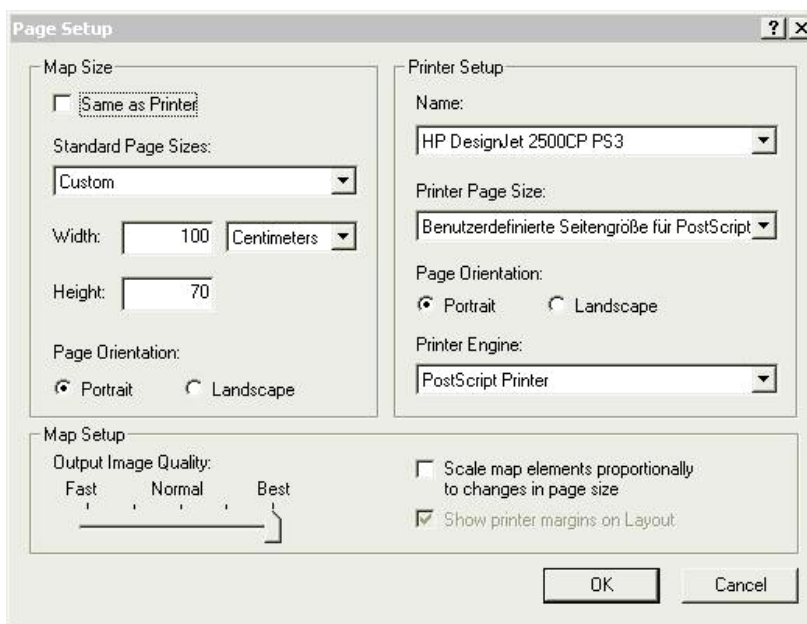


Abbildung 18: Druckereinstellungen in ArcMap.

Danach erfolgt die Festlegung der Parameter zur Drucksteuerung (Abb. 19)

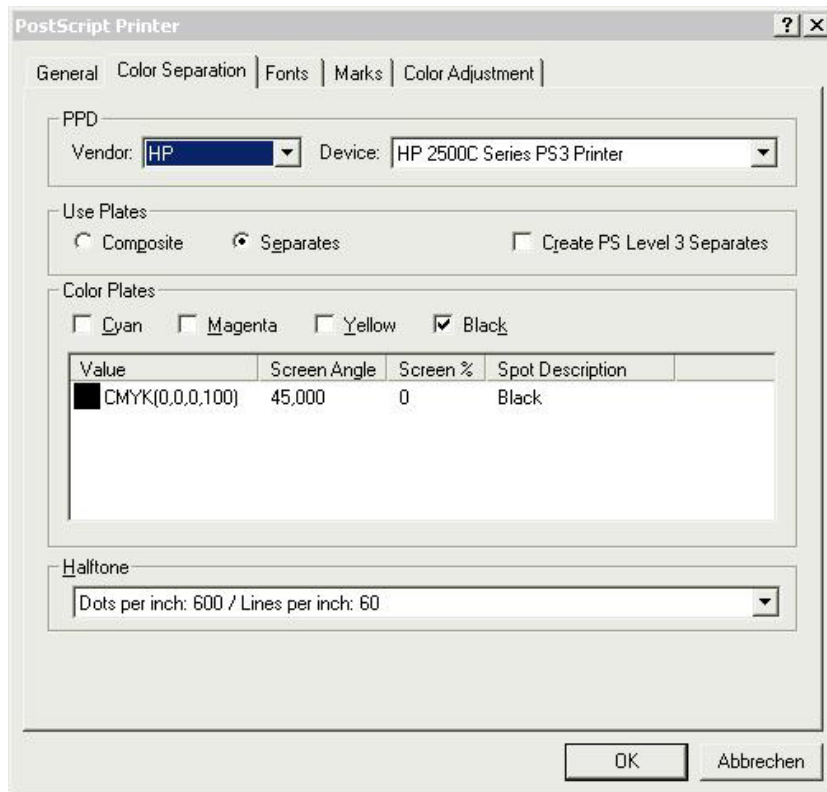


Abbildung 19: Drucksteuerung.

Es wurde festgestellt, dass eine farbseparierte Ausgabe der CMYK-Datei nicht möglich war. Die Farbseparation führte zu einer fehlerhaften PostScript-Ausgabe wie beispielhaft in Abb. 20 verdeutlicht ist. Da diese Funktion für die Belichtung nicht zwingend notwendig war, konnte darauf verzichtet werden.

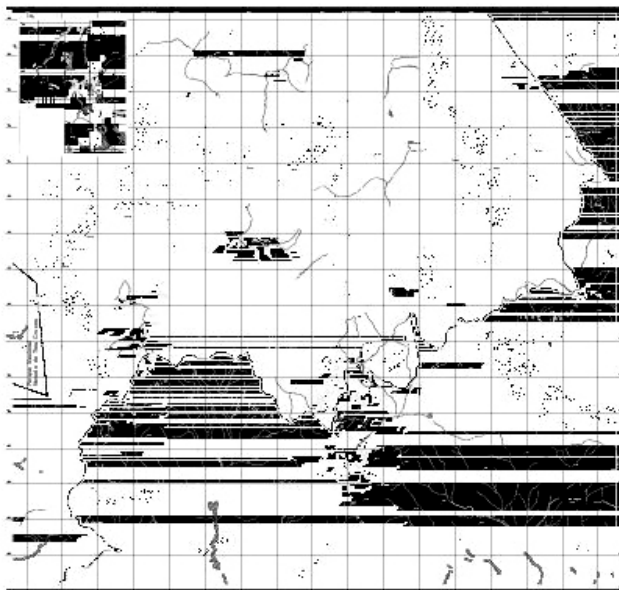


Abbildung 20: Fehlerhafte PostScript-Datei.

Auf diesem beschriebenen Weg konnten die CMYK-PostScript-Datei sowie die Dateien für die Sonderfarbe Braun und Grün erzeugt werden.

Einige übereinander liegende Inhaltselemente wurden für den Druck freigestellt. Das war vor allem bei der Schummerung der Fall, welche über die gesamte Fläche im Hintergrund lag. Da weiße Farbe nicht gedruckt werden kann, würde an diesen Stellen die darunter liegende Farbe zum Vorschein kommen. Um das zu vermeiden, wurden diese Elemente in den darunter liegenden Ebenen freigestellt. In der Schummerung und den Höhenlinien wurden flächenhafte Gewässer und breite Straßen (asphaltierte und nicht asphaltierte Straße) freigestellt. Auf dem Titelblatt mussten das Edelweiß und die Frontkarte ausgespart werden.

Für die Erstellung der Sonderfarben wurden alle nicht druckrelevanten Elemente entfernt. Die zu druckenden Inhaltselemente wurden mit der Farbe schwarz belegt, um bei der Belichtung nur einen Schwarzauszug erstellen zu müssen. Die Elemente, welche freigestellt wurden, sind mit der Farbe rot belegt. Für die CYMK-Ausgabe durften ebenfalls nur die druckrelevanten Elemente enthalten sein, und die der Sonderfarben wurden entfernt.

Im Verlauf der Arbeiten wurde festgestellt, dass diese Vorgehensweise der PS-Erzeugung nur für die reinen Vektordateien möglich war. Für die Schummerung konnte der PS-Druck nicht angewandt werden. Hier traten ähnliche Fehler im PS-Code auf wie schon bei der Farbseparation. Auch Veränderungen der oben aufgeführten Druckeinstellungen führten zu keinem besseren Ergebnis.

Die Ausgabe der Rasterdatei wurde über die Speicherung im EPS-Format ermöglicht. Ein Nachteil hierbei entstand durch die Limitierung der Auflösungseinstellung. In mehreren Versuchen wurde eine maximale Auflösung von 600dpi ermittelt, bei welcher ein fehlerfreier Datensatz geschrieben wurde. Auch sind die Druckparametereinstellungsmöglichkeiten wesentlich geringer.

Beim Export der Karte konnte durch die Einstellung ‚Download characters used‘ die Schriftsubstitution verhindert werden, so dass alle Originalschriften verwendet wurden. Es war in ArcMap nicht möglich, Schriften in Kurven zu wandeln und auf diese Weise die Schrifteinbettung zu umgehen.

Wie bereits vorranstehend erwähnt, sollten Schriftmodifikationen wie fett, kursiv etc. vermieden werden. Ist eine Modifikation vorgenommen worden, wird die Schrift beim Export nicht

mehr erkannt und durch eine andere Schrift ersetzt. Aus diesem Grund mussten vor der Belichtung alle angewandten Modifikationen in jeweils einer extra Schrift gespeichert werden.

Die Umwandlung der PS-Dateien in das PDF-Format erfolgte über den Acrobat Distiller. Dabei wurden die Einstellungen der Firma c-macs als belichtende Firma verwendet. Die dafür notwendige Datei kann von der c-macs Homepage geladen werden.

Lediglich für die EPS-Datei wurde die PDF-Erzeugung weggelassen, um ein brauchbares Ergebnis für die Belichtung zu erzielen.

8.2 Weitere Probleme

In diesem Kapitel sollen kurz weitere aufgetretene Probleme genannt und erläutert werden.

Die größten Probleme traten wie bereits ausführlich im vorherigen Unterkapitel beschrieben, bei der Belichtung der druckfertigen Dateien auf Film, insbesondere bei der Speicherung der Daten in das PS- bzw. EPS-Dateiformat.

ArcMap bietet dem Nutzer zahlreiche Möglichkeiten der Gestaltung von Elementen des Kartenrandes und von Signaturen. Zu verschiedenen Themengebieten wie Forst, Geologie und Transport werden Signaturen verschiedener Art bereitgestellt. Ebenso gibt es eine Anzahl von graphischen und numerischen Maßstabs- und Rahmengestaltungsvorgaben. Für eine derart spezielle Karte, wie es die Alpenvereinskarten sind, mit mehr oder weniger genauen Vorgaben zu Rahmen-, Legende-, Signaturen- und Maßstabsgestaltung, waren diese von ESRI vorgefertigten Beispiele so gut wie nicht verwendbar. Das hatte zur Folge, dass alles manuell erstellt werden mussten, was einen immensen Zeitaufwand ergab.

Für die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado musste die Signatur des Höhenpunktes vor allem im Verlauf des Grenzbandes der Staatsgrenze freigestellt werden. Eine Schriftfreistellung hat jedoch zur Folge, dass sämtliche darunter liegende Layer freigestellt werden. Für die Schummerung darf das jedoch nicht der Fall sein. Somit musste für die Signatur „Höhenpunkt“ eine weitere Signatur mit einer breiteren Strichstärke in Weiß entworfen werden, welche dann hinter die eigentlichen Höhenpunkte gelegt wurde.

Der Barcode und das auf dem Deckblatt erscheinende Edelweiß wurden vom DAV bereitgestellt. Diese beiden Elemente lagen im Rasterdatenformat vor. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Auflösung zu gering, bzw. die importierte Datei nicht bearbeitbar war. Somit war

eine Neuzeichnung der beiden Objekte notwendig. Das Edelweiß wurde direkt in ArcMap gezeichnet. Der Barcode konnte in CorelDraw automatisch erstellt werden und danach direkt in ArcMap übernommen werden.

Beim Druck in acht Farben wird das Druckpapier aufs höchste beansprucht. Durch den ständigen Farbauftrag kann das Papier nie richtig trocknen und es können dadurch Verformungen auftreten. Diese Verformungen werden durch das so genannte „Blitzen“ sichtbar und sind von Karte zu Karte verschieden. Um das Risiko des Blitzens zu minimieren, wurde an zwei aufeinander folgenden Tagen gedruckt.

Zusätzlich gibt es noch das Phänomen des regelmäßigen „Blitzens“. Dieses wird durch die Belichtung auf mehrere verschiedene Filme verursacht. Durch die Aufsplittung einer Originaldatei in mehrere Belichtungsdateien konnte es während der Datenkonvertierung zu Verschiebungen der einzelnen Layer zueinander kommen.

9 Verkauf der Karte in Chile

Obwohl die Karte Nevado Ojos del Salado ein Produkt des Deutschen Alpenvereins ist und damit durch diesen in Deutschland vertrieben wird, ist der Verkauf der Karte in Chile von sehr großer Bedeutung. Zwar kommt ein nicht unbedeutender Anteil der Bergsteiger und Trekkingtouristen aus Deutschland und Österreich, aber auch viele Süd- und Nordamerikaner, Australier und Japaner sind in Chile und dem Gebiet des Nevado Ojos del Salado unterwegs. Dies beruht letztendlich zum Teil auf der Tatsache, dass der Nevado Ojos del Salado der höchste Vulkan der Erde und relativ einfach zu besteigen ist. Trekker und Bergsteiger aus genannten Erdteilen können Karten nur vor Ort erwerben. Aus diesem Grund wurde dem Vertrieb in Chile eine wesentliche Bedeutung zugemessen.

Hierzu wird ein zentraler Vertriebspartner benötigt. Der staatliche Touristenverband SERNATUR ist nicht befugt, Karten zu verkaufen. Folglich kann dies nur über Buchläden, Bergsportläden und über Trekking- und Bergsportagenturen realisiert werden.

Als zentraler Vertriebsleiter konnte der chilenische Bergführer Kenneth Lein gewonnen werden. Er ist Chef von Southern Cross Adventure, einer Reiseagentur mit Sitz in Santiago de Chile. Durch seine Verbindungen konnten die ersten 90 nach Chile gebrachten Karten erfolgreich an verschiedene Buch- und Bergsportläden sowie andere Institutionen vergeben werden. Ein Problem bereitet jedoch der Transport nach Chile. Der Transport über die Post ist zu teuer und lohnt sich nicht. Somit bleibt nur die Möglichkeit, nach Chile Reisenden die Karten mitzugeben. Auf diese Weise ist es jedoch meist nicht möglich, mehr als hundert Karten mitzugeben, weil allein diese schon über 10 kg wiegen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass seitens der chilenischen Grenzbehörde DIFROL Bedingungen gestellt werden. Die Bestimmungen sind in einem Gesetz durch das chilenische Außenministerium geregelt. Danach müssen Veröffentlichungen und Verkäufe in Chile von Büchern, Karten etc., welche die Grenzen Chiles zu Nachbarstaaten sowie innerchilenische Grenzen beinhalten, durch DIFROL autorisiert werden. Dafür muss bei DIFROL ein Exemplar der Karte vorliegen. Nach eingehender Prüfung kann das Produkt genehmigt werden. Dies muss durch Anbringung eines Textes auf der Karte angezeigt werden. Danach sollte der Verkauf keine Probleme von staatlicher Seite hervorrufen.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Die Erstellung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“ erforderte großen zeitlichen und arbeitstechnischen Aufwand.

Zu Beginn der Arbeiten standen die konzeptionellen Überlegungen. Diese wurden vor Beginn der eigentlichen Herstellungsarbeit schriftlich festgehalten und gelten für den Verlauf der Arbeiten als verbindlich. Anhand von Beispielen wurde die graphische Gestaltung einzelner Inhaltselemente festgelegt und verdeutlicht. Das schloss jedoch inhaltliche und technologische Änderungen nicht aus.

Die Aufgabe zu Beginn der Arbeiten bestand darin, sämtliche verfügbare Ausgangs- und Grundlagenmaterialien zu eruieren und zusammenzutragen. Diese umfassten für die vorliegende Arbeit neben topographischen Karten auch Luft- und Satellitenbilder, letztere von verschiedenen Aufnahmesystemen. Zusätzlich standen zahlreiche Quellen- und Informationsmaterialien aus dem Internet, verschiedener In- und Ausländischer Institutionen bereit.

Befindet sich das Darstellungsgebiet in weitgehend unbekannter Gegend und stehen zudem meist veraltete bzw. den Genauigkeitsansprüchen ungenügende Ausgangsmaterialien zur Verfügung, bleibt es nicht aus, vor Ort Datenmaterial zu beschaffen. Für die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado erfolgte dies während eines 6-wöchigen Aufenthaltes im Darstellungsgebiet.

Nach Beendigung der Datenerfassung schloss die Phase der Datenauswertung an. Dabei mussten sämtliche erfasste Daten aus Karten, Luft- und Satellitenbildern, Gelände und sonstiger Quellen so aufbereitet werden, dass sie für die anschließende Zusammenführung und Erstellung der Karte verwendbar waren. Für diesen Abschnitt war ein wesentlicher Zeitaufwand einzuplanen und zu berücksichtigen.

Den letzten Schritt im Herstellungsprozess bildete die Datenzusammenführung zur eigentlichen Karte. Die Daten wurden in ihre endgültige graphische Darstellungsform gebracht. Zusätzlich wurden sämtliche Kartenrandangaben erstellt. In dieser Phase waren Kontrollplots zur Überprüfung sehr entscheidend. Die letzte Kontrollmöglichkeit vor dem abschließenden Druck bildete das Cromalin.

Die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado ist nicht zuletzt auch für die Region um Copiapó und speziell für das Gebiet um den Nevado Ojos del Salado von großer Bedeutung. Die Existenz einer aktuellen und anspruchsvollen Karte vom höchsten Vulkan der Erde wird mehr Trekkingtouristen und Bergsteiger zum Nevado Ojos del Salado ziehen, aber auch

Tagestouristen und Ausflügler können sich auf neues Kartenmaterial stützen. Dies spiegelte sich während der Präsentation der Karte in Chile im März 2004 wieder. Von chilenischer Seite wurde der Wunsch nach weiteren Karten anderer Gebiete geäußert. So besteht Interesse an Karten vom Nationalpark Nevado de Tres Cruces und vom Cerro Licancábur (5916 m), ca. 480 km nördlich vom Nevado Ojos del Salado gelegen. Letzterer gilt auch als Ziel für Akklimationstouren für den Nevado Ojos del Salado und wird von zahlreichen großen und kleinen Expeditionsgruppen angesteuert.

Für die Aufwertung der Region und den Ausbau der touristischen Infrastruktur liegen verschiedene Pläne diverser Organisationen vor. Einen detaillierten Plan gibt es von Aventurismo Expediciones (2004), einer Trekkingagentur mit Sitz in Santiago de Chile. Nach diesem Vorschlag sollen neben den Berg- und Trekkingtouristen zukünftig auch Fototouristen, Off-Road-Fahrer, Mountain Biker und wissenschaftsbegeisterte Touristen (z.B. Astronomen) angesprochen werden. Um jedoch einen bedeutenden Anstieg der Touristenzahlen zu erreichen, müssen infrastrukturelle Ausbaumaßnahmen ergriffen werden. Neben der Erweiterung des Straßen- und Wegenetzes werden folgenden Maßnahmen vorgeschlagen:

- Ausbau der Laguna Verde als Basislager für sämtliche Aktivitäten,
- feste Einrichtung in den Basislagern mit Küche und Bad,
- Funkstation,
- Satellitentelefon,
- Medizinische Grundausstattung (Druckausgleichskammer, Sauerstoff u.a.),
- Anbringung von Wegmarkierungen,
- Einrichtung eines regelmäßigen Transfers zur Laguna Verde und
- Einrichtung von Tankmöglichkeiten.

Die Alpenvereinskarte Nevado Ojos del Salado soll diese angestrebten Veränderungen zur Aufwertung der Region unterstützen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „Set Image Thresholds“-Funktion in R2V.....	13
Abbildung 2: „Label Contours“-Funktion in R2V.....	14
Abbildung 3: Gebietsabdeckung durch ASTER-Satellitenbilddaten.....	17
Abbildung 4: „Create Database“-Tool in PCI.....	19
Abbildung 5: „Read Image File“-Tool in PCI.....	19
Abbildung 6: Gletscher- und Schneefeldverteilung der argentinischen topographischen Karten im Vergleich mit der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“.....	21
Abbildung 7: Ausgangsdatensatz der Fließgewässer auf der Basis der chilenischen und argentinischen topographischen Karten.....	22
Abbildung 8: Enddatensatz der Fließgewässer nach Homogenisierung ihrer Dichte.....	23
Abbildung 9: Geländewagen (Aufnahme K. Fleischer, Februar 2002).....	24
Abbildung 10: Höhenzonen und ihre Charakteristika (aus Treibel, 1995, S. 2).....	24
Abbildung 11: Ruhepuls (aus Treibel, 1995, S. 7).....	24
Abbildung 12: Fehlerprotokoll aus SCOPFORM.....	24
Abbildung 13: Fehlerprotokoll aus SCOPFLOW.....	24
Abbildung 14: Strip-Algorithmus (nach: Franke, S.4).....	24
Abbildung 15: Schummerung der Alpenvereinskarte „Nevado Ojos del Salado“. Ausschnitt Cerros de Barrancas Blancas. Höhenunterschied zwischen tiefsten und höchsten Punkt ca. 1200 m.....	24
Abbildung 16: Druckereigenschaften des HP DesignJet 2500CP PS3.....	24
Abbildung 17: Druckmenü in ArcMap.....	24
Abbildung 18: Druckereinstellungen in ArcMap.....	24
Abbildung 19: Drucksteuerung.....	24
Abbildung 20: Fehlerhafte PostScript-Datei.....	24

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Chilenische und argentinische topographische Karten.</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 2: Layerkonzept für die Digitalisierung der topographischen Karten (nach: Habermann, 2000, S. 57).</i>	<i>10</i>

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Acute Mountain Sickness
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
CAD	Computer Aided Design
CIM	Create Database
CMYK	Cyan Magenta Yellow Black
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CTF	Computer-to-Film
CTP	Computer-to-Plate
DAV	Deutscher Alpenverein
DGM	Digitales Geländemodell
DHM	Digitales Höhenmodell
DIFROL	Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado
dpi	dots per inch
DSM	Digitales Situationsmodell
DXF	Drawing Exchange Format
EPS	Encapsulated PostScript
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Globales Positionierungssystem
GTOPO30	Global Topography – 30 arc seconds
HACE	High altitude cerebal edema
HAPE	High altitude pulmonary edema
IfK	Institut für Kartographie
IGM	Instituto Geografico Militar
IMAGERD	Read Image File
KTE	Kartographisch-Technischen Einrichtung
OeAV	Österreichischer Alpenverein
PACE	Picture Analysis, Correction and Enhancement
PDF	Portable Document Format
PPD	Postscript Printer Description
PS	PostScript
R2V	Raster to Vector

RMS	Root-Mean-Square
SCOP	Stuttgarter Contur Programm
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geologia y Minería
SERNATUR	Servicio Nacional de Turismo
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TIFF	Tagged Image File Format
TIN	Triangular Irregular Network
TM	Thematic Mapper
TP	Trigonometrischer Punkt
TTF	TrueType Font
TUD	Technische Universität Dresden
UTM	Universal Transversal MercatorProjection
WGS84	World Geodetic System 1984

Literaturverzeichnis

- Arnberger, E. (1970): *Die Kartographie im Alpenverein*. In: Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Band 22, München: Deutscher Alpenverein
- Aumann, G. (1994): *Aufbau qualitativ hochwertiger digitaler Geländemodelle aus Höhenlinien*. Dissertation, München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
- Aventurismo Expediciones (2004): *Centro de ecoaventura Ojos del Salado, III Region Chile*. Projektantrag zum touristischen Ausbau des Gebietes um den Nevado Ojos del Salado, Copiapó: Aventurismo Expediciones, unveröffentlicht
- Bill, R.; Fritsch, D. (1991): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Hardware, Software und Daten*. Bd.1. Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag GmbH
- Bill, R.; Fritsch, D. (1996): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen*. Bd.2. Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag GmbH
- Bollmann, J.; Koch, W.G. (2002): *Lexikon der Kartographie und Geomatik.. A bis Z*. CD-ROM-Ausgabe, Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH
- Brunner, K.; Welsch, W. (2002): *High-mountain cartography of the German and the Austrian Alpine Clubs*. In: ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 57, S.126-133. Amsterdam: Elsevier
- Conrad, G. (1999): *SCOP.TRI*. Manuskript und Vortrag im Fach Geo-Informatik, Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, unveröffentlicht
- Fischer, J. (2003): mündliche und schriftliche Mitteilungen, Dresden/München
- Fleischer, K. (2003): *Konzeption zur Erstellung der Alpenvereinskarte "Nevado Ojos del Salado"*. Dresden: Institut für Kartographie, Technische Universität Dresden, unveröffentlicht
- Garmin: Bedienungsanleitung eTrex Summit
- Göpfert, W. (1991): *Raumbezogene Informationssysteme: Grundlagen der integrierten Verarbeitung von Punkt- Vektor- und Rasterdaten, Anwendungen in Kartographie, Fernerkundung und Umweltplanung*. 2. Auflage, Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag GmbH
- Habermann, K. (2000): *Aufbau komplexer Vektor- und Bilddatensätze des Rayon Ust Koksa (Gebirgsaltai, Sibirien) für geowissenschaftliche Anwendungen*. Diplomarbeit, Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie, unveröffentlicht
- Habermann, K.: mündliche Auskünfte aus mehreren Gesprächen zwischen Oktober 2003 und Mai 2004

- Kammerer, P. (1987): *Computergestützte Reliefanalyse unter Verwendung des Digitalen Geländemodells*. In: Münchner Geographische Abhandlungen, Reihe A, Band A36, München: Institut für Geographie der Universität München
- Kaufmann, V. (1998): *Topographic Mapping of The Volcano Nevado Ojos del Salado Using Optical and Microwave Image Data*. In: Geocarto International Vol. 13, No. 2. Hong Kong: Selbstverlag
- Kraus, K. (2000): *Photogrammetrie. Topographische Informationssysteme*. Bd. 3. Köln: Verlag H. Stam GmbH
- Kunert, A. (2002): *Erstellung eines digitalen Geländemodells des Cordon del Plata in den argentinischen Zentralanden*. Studienarbeit, Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie, unveröffentlicht
- Mannheim, S. (2001): *Kartierung der aktuellen Waldbedeckung im zentralen Altai (Südsibirien) mittels Fernerkundung und Feldaufnahmen*. Diplomarbeit, Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie, unveröffentlicht
- Ogrissek, R. (Hrsg.) (1983): *abc Kartenkunde*. Leipzig: VEB F.A. Brockhaus Verlag
- Penck, W. (1933): *Puna de Atacama: Bergfahrten und Jagden in der Cordillere von Südamerika*. Stuttgart: Engelhorn
- Treibel, Dr. med. W. (1995): *Medizinische Aspekte bei Trekking und Expeditionen*. München: eigene Zusammenstellung des Autors
- Turismo y Comunicaciones S.A. (Hrsg.) (2001): *Turistel 2001 Chile: Norte, Arica a los Molles*. Santiago de Chile: Selbstverlag

Internetquellen

Able Software Corp.

R2V for Windows (9X, NT, 2000) User's Manual

<http://www.ablesw.com/r2v/R2Vmanual2.pdf> (Stand: 13.05. 2004)

Able Software Corp.

R2V Publications in PDF Format

<http://www.ablesw.com/r2v/r2vpub.html> (Stand: 23.03. 2004)

Able Software Corp.

R2V: Automated Raster To Vector Conversion Software For Maps

<http://www.ablesw.com/r2v/r2vinfo.pdf> (Stand: 13.05. 2004)

Aventurismo Expediciones

<http://www.aventurismo.cl/> (Stand: 04.03. 2004)

Berghold, F.; Schaffert, W.:

Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin

http://oegahm.uibk.ac.at/do_fachi/NotfalltherapieBeiAkuterHoehenkrankheit.pdf

(Stand: 16.02. 2004)

Brunner, K.

Die Kartographie im Deutschen Alpenverein

<http://www.bauv.unibw-muenchen.de/institute/inst10/wwwSites-I10->

[deutsch/Kartographie/Professurseiten/PDF-Dateien/DAV-Kartographie.PDF](http://www.bauv.unibw-muenchen.de/institute/inst10/wwwSites-I10-deutsch/Kartographie/Professurseiten/PDF-Dateien/DAV-Kartographie.PDF) (Stand: 16.04. 2004)

c-macs publishingservice

http://www.c-macs.de/cmaccs/grafikversion/down/download_fs.html (Stand: 16.04. 2004)

Deutsche Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin e. V.

<http://www.bexmed.de/Information/hoehenkrankheiten.htm> (Stand: 16.02. 2004)

Die Hütte Dresden

<http://www.die-huette.net/> (Stand: 03.03. 2004)

Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado

<http://www.difrol.cl/index3.htm> (Stand: 02.03. 2004)

<http://www.difrol.cl/index9.htm> (Stand: 02.03. 2004)

Earth Science Applications Directorate

<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> (Stand: 21.03. 2004)

ESRI Downloadsite

<http://arcscripits.esri.com/details.asp?dbid=10606> (Stand: 11.03. 2004)

Franke, K.-H.

Kontursegmentierung / Konturapproximation

<http://kb-bmts.rz.tu-ilmenau.de/franke/Scripte/BV2/Kontursegmentierung.pdf> (Stand: 02.05. 2004)

Gieseler, Dr. Ulf:

Trinken und Bergsteigen – einige neue Gedanken zu einem alten Thema

http://oegahm.uibk.ac.at/do_fachi/TinkenUndBergsteigen.pdf (Stand: 16.02. 2004)

Info-Scoop Homepage; Generate to shape.doc

<http://www.info-scoop.com/free/> (Stand: 11.05. 2003)

Instituto Geografico Militar de Chile

<http://www.igmm.cl/catalogo.asp> (Stand: 21.03. 2004)

Jaeggli, S. (1999)

PDF-Workflow / Creation

http://www.c-macs.de/cmacs/grafikversion/down/anleitungen/PDF_CREATION.pdf (Stand: 13.05. 2004)

PCI Geomatics

<http://www.pcigeomatics.com/> (Stand: 23.03. 2004)

Servicio Nacional de Turismo

<http://www.sernatur.cl/> (Stand: 03.03. 2004)

Southern Cross Adventure

<http://www.scadventure.com/> (Stand: 04.03. 2004)

Treibel, Dr. med. W.:

Deutsche Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin e. V.

http://www.bexmed.de/Information/weitere_artikel.htm (Stand: 16.02. 2004)


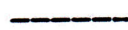








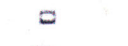











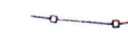


WebPortal des Fachgebiets Geoinformationssysteme der Technischen Universität München

<http://www.gis1.bv.tum.de/Aktuelles/Infos/Dokumente/Geoinformationssysteme.htm> (Stand: 02.04. 2004)

Anhang

- I Legende für Geländearbeiten
- II Aufnahmeprotokoll
- III Feldriss
- IV Luftbild Nevado Ojos del Salado
- V Chilenische Presseberichte, 2002
- VI Endgültige Legende
- VII Datenstruktur der Wegpunktdatei
- VIII Datenstruktur der Trackdatei

I Legende für Geländearbeiten

	Straße unbefestigt
	Fußweg
	Pfad, Fußsteig
	Furt (für Fußgänger, für Fahrzeuge)
	Fluss
	Bach (permanent)
	Bach (zeitweise)
	See
	Salzsee
	Gebäude
	Ruine
	fixes Basislager, Biwakschachtel
	Quelle, Brunnen (mit Schöpfrad), Artesischer Brunnen
	heiße Quelle
	Steppengras
	Flussaue
	Steilabfall
	Anschwemmung, Düne
	Stein, Lava
	Schneefeld, Eisfeld
	Grenzstein/Geodätischer Punkt
	Bergwerk (in Betrieb, aufgelassen)
	elektrische Leitung, Telefonleitung
	Energiequelle (elektrisch, Wind)
	Tank (Wasser, Treibstoff)
	[Garten]

II Aufnahmeprotokoll

Datum: 9.1. (5km)
 Uhrzeit:
 Kartenblattnummer:
 Bemerkungen:

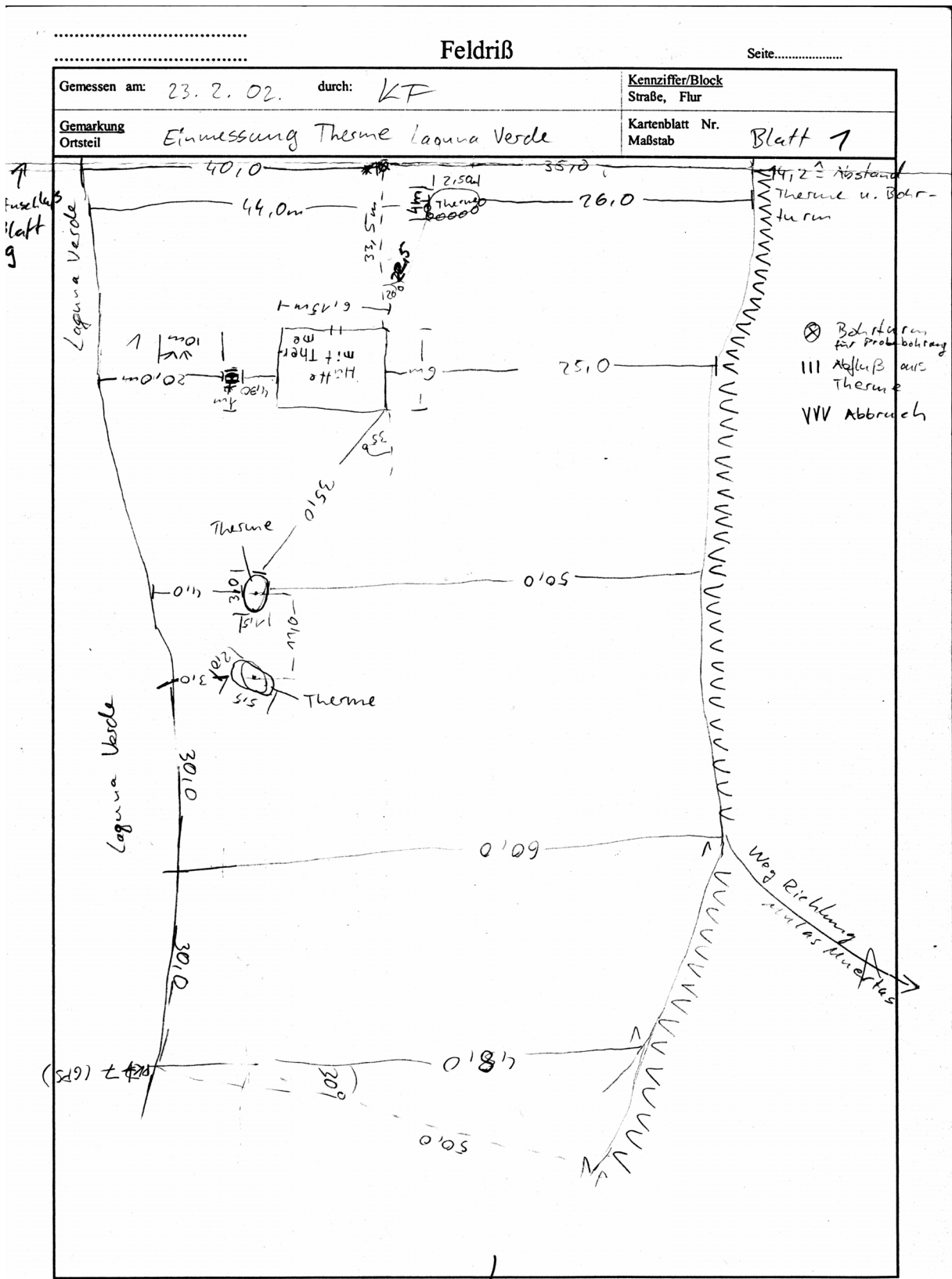
Punktnr.	x-Koordinate	y-Koordinate	z-Koordinate	GPS-Genauigkeit	Bemerkungen
K1	550842	7025502	4389	9m	km 259
K2	547109	7025229	4478	11m	km 2585
K3	545585	7023834	4520	10m	Abzweig ganz alle Straße (Barrancas Barrancas) (alt. Host. Murray)
K4	543537	7022700	4505	17m	Abzweig mit lokaler Straße bzw. Qosabwa. (mit Fahrsp.)
K5	542932	7022773	4473	10m	km 250
K6	542007	7022896	4479	10m	Schild Qos del Salado (Schiffzug)
K7	540475	7023089	4478	26m	Abzweig Qos del S. mit Schild (Schiffzug) ohne Fahrsp.
K8	538745	7023306	4492	17m	Abzweig zum Host. Murray mit Fahrsp. ohne Schild
K9	537942	7023370	4502	17m	km 245
K10	537032	7023434	4519	17m	Abzweig hinter B.B.-Klippen Richtung alle Str.
K11	536904	7023424	4526	17m	Abzweig ——— Richtung Post. Murr. + km 244
K12	535477	7023828	4559	10m	Zusammenschluss neue u. ganz alte I 37
K13	532993	7023223	4589	9m	km 240
K14	529259	7022685	4580	9m	Abzweig
K15	528257	7022645	4589	9m	km 235
K16	523872	7019776	4526	9m	km 230

Kilometerschilder aller 5 km dunkelgrün
 restl. Kilometerschilder gelb

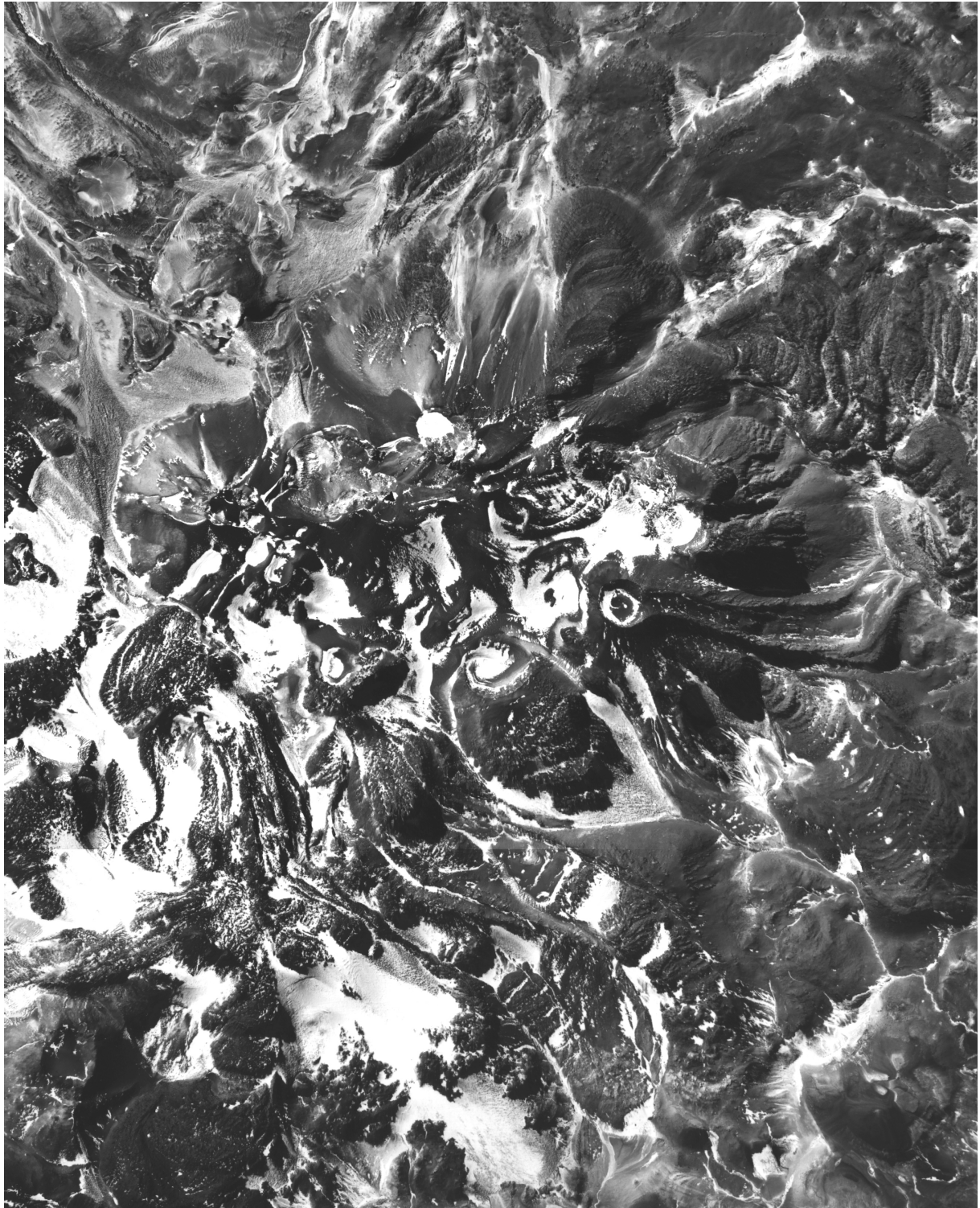
I

in
 Punkt
 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16

III Feldriß



IV Luftbild Nevado Ojos del Salado



V Chilenische Presseberichte, 2002

Finalizó expedición a Ojos del Salado:

En tres años estaría lista cartografía

En tres años más estaría lista una cartografía completa, la que se publicaría en tres idiomas y con información detallada de la zona del volcán Ojos del Salado, el sector de Tres Cruces, Laguna Verde y parte del sector argentino, según indicó el Doctor en Cartografía y líder de la expedición alemana en la zona, Manfred Buchroithner.

La cartografía, que estaría escrita en Alemán, Inglés y Español, consideraría más allá de la frontera, debido a que la expedición está haciendo un plano detallado que permitirá a la gente que viene a hacer cumbre y otras actividades a la zona poder identificar las rutas y los senderos a seguir en forma precisa.

Según el Director de Sernatur Atacama, Claudio Loader, "ellos nos hablaban de participar en una feria internacional de montaña en Austria, que se desarrolla en noviembre, y ya que estamos en el año internacional de la montaña, es muy importante que podamos participar con el volcán más alto del mundo, ya que es bastante grande la posibilidad de promocionarnos y vender este producto como un circuito turístico".

En tanto, la Intendenta Regional, Yasna Provoste, indicó que "nos encantaría estar en esa feria internacional del turismo especializado y mostrar

nuestras riquezas. Yo creo que es el desafío que tenemos con nuestro Director de Sernatur".

La máxima autoridad regional señaló que es importante también que los expedicionarios se conviertan en embajadores de Atacama, no sólo en Alemania, sino en todos los lugares y con toda la posibilidad de ir generando intercambios y que "a partir de este volcán más alto podamos mirar al resto del mundo".



Para montañistas que lo visiten: **Especialistas elaboran mapa del volcán Ojos del Salado**

**La expedición hecha a la alta cumbre estuvo a cargo del doctor austríaco en cartografía, Manfred Buchroithner; quien elaboró un mapa de los senderos de ascensión a la montaña, el cual dará a conocer en Alemania y otros países europeos.*

Luego de una ascensión realizada al volcán Ojos del Salado, considerado el más alto del mundo, con 6.893 metros, durante la semana pasada, el doctor austríaco en cartografía, Manfred Buchroithner, elaboró un mapa específico de la alta montaña, en el cual se encuentran señalados los senderos de ascensión y otros datos específicos de la montaña, tanto por el lado chileno como argentino.

La cartografía será promovida y dada a conocer en diferentes países del viejo continente, principalmente en Alemania, con la finalidad de que los especialistas europeos en montañismo visiten uno de los volcanes más difíciles de acceder y ascender, producto de las externas condiciones que presentan los parajes que le rodean, según mencionó el especialista.

En este ámbito el cartógrafo europeo afirmó que lo complicado, pero a la vez atrayente de escalar el volcán Ojos del Salado, es la triple combinación de cualidades que se dan en él, lo que lo hace más interesante, ya que se

encuentra rodeado por el desierto más árido del mundo, por cordones volcánicos que poseen altas cumbres, en las que se producen fuertes corrientes de viento.

TURISMO

El director del Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) en Atacama, Claudio Loader, recalcó que este mapa elaborado por los especialistas europeos constituye una gran puerta para las pretensiones turísticas de la Región de Atacama en el extranjero, ya que éste permitirá a las personas del viejo continente, sobre todo a los montañistas, saber y conocer de las bondades de los parajes que tiene nuestra región, sobre todo de una de las cumbres volcánicas de mayor altitud en el mundo.


Al respecto, Buchroithner hizo ver a la Intendente Yasna Provoste, en una reunión que sostuvieron para dialogar respecto al tema, que si bien existen mapas que indican las bondades de la zona, tales como el volcán antes citado, salares y lagunas entre otros parajes o atracciones naturales, éstas son poco específicas para los especialistas, ante lo cual se está desperdiciando percibir una gran cantidad de turistas por este motivo.


En este marco, se espera que el mapa cartográfico, junto con las experiencias de los especialistas que vinieron a elaborarlo, constituirán una gran publicidad para la Región de Atacama, ya que este mapa, junto con las imágenes captadas por el reportero de la expedición, serán dadas a conocer en la Feria Internacional de la Montaña que se realizará en un país europeo, actividad enmarcada en el Año de la Montaña.





VI Endgültige Legende


Straßen und Wege Carreteras y caminos Roads and trails


- 


Asphaltierte Straße mit kilometertafeln
Carretera asfaltada con indicadores de distancia
Paved road with distance signs
- 


Nicht asphaltierte Straße für Autos ohne 4WD mit kilometertafeln
Carretera no asfaltada con indicadores de distancia para vehículos sin 4WD
Unpaved road with distance signs for cars without 4WD
- 


Ausgeschobene Fahrspur für Autos mit 4WD
Pista de terrasería para vehículos con 4WD
Track for vehicles with 4WD
- 

Schwierig befahrbare Fahrspur für Autos mit 4WD
Pista de difícil tránsito para vehículos con 4WD
Difficult track for vehicles with 4WD
- 

Sehr schwierig befahrbare Fahrspur für Autos mit 4WD
Pista de muy difícil tránsito para vehículos con 4WD
Very difficult route, barely passable for vehicles with 4WD
- 


Auf- und Abstiegsroute (nicht markiert)
Ruta con pendientes de subida y bajada (no señalizados)
Ascend and descent route (not marked)
- 


Eisroute
Ruta con hielo
Iceroute
- 


Kletterroute (mit befestigten Seilen)
Ruta de escalada (con cuerdas de amarre)
Climbing route (with fixed ropes)
- 


Nationalstraßennummer / Provinzialstraßennummer
Número de ruta nacional/número de ruta provincial
National Route number/Provincial Route number


Gewässer Agua Water


- 


Bach über 2 m Breite
Arroyo de más de 2 m de ancho
Creek more 2 m wide
- 


Bach unter 2 m Breite
Arroyo de menos de 2 m de ancho
Creek less than 2 m wide
- 

Rinne, zeitweise wasserführend
Cárcava, con presencia de arroyos temporales
Intermittent watercourse
- 

See, salzhaltig
Laguna, salado
Lake, salty
- 



Salzpfanne
Salar
Salt pan
- 

Quelle / Thermalquelle (kein Trinkwasser)
Vertiente / Fuente termal (no potable)
Spring / Hot spring (no drinking water)
- 




Wasserfall
Cascada
Waterfall
- 

Durchlass / Furt
Pasaje ó boquete / Paso
Culvert / Ford


Grenzen
Límites
Borders

-  Staatsgrenze
Frontera internacional
International border
-  Grenze des Nationalparks Nevado de Tres Cruces
Límite del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces
Boundary of Nevado de Tres Cruces National Park

Gebäude / Lagermöglichkeit
Edificios / Campamento
Buildings / Camp possibility

- Gebäude
Edificio
Building
-  Carabineros
Carabineros
Carabineros
- **Biw.** Biwakschachtel
Refugio
Refuge
-  Basislager Laguna Verde
Campamento Base Laguna Verde
Basecamp Laguna Verde
- T Lagerplatz (Zeltmöglichkeit)
Campamento (posibilidad de acampar)
Campsite (tent possibility)
-  Ruine
Ruina
Ruin
- F Präspanische Ruine
Ruina prehispánicas
Prehispanic ruin



Vegetation
Vegetación
Vegetation

-  Grasvegetation (Quellflur)
Vegetación herbácea (Vegetación de las fuentes)
Gras vegetation (Spring vegetation)

Bodenbedeckung
 Cobertura del suelo
 Soil cover

- 
 Permanentes Schneefeld / Gletscher
 Campo de nieve permanente / Glaciar
 Permanent Snowfield / Glacier
- 
 Markantes Blocklavafeld
 Bloque de lava notable
 Prominent blocklava field
- 
 Fels
 Roca
 Rock
- 
 Sandanschwemmung
 Depósito de arena
 Sand deposit
- 
 Salzsumpf
 Pantano salino
 Salt swamp

Sonstiges
 Otros
 Other

- 
 Abbruch
 Escarpadura
 Escarpment
- R Trigonometrischer Punkt
 Punto trigonométrico
 Trigonometric point
- 5357
 U Höhenpunkt
 Cota
 Elevation point
- P Pass
 Paso
 Pass
- 
 Schranke
 Tranquera
 Gate
- Q Grenzpfleiler
 Mojón
 Boundary marker
- V Prospektionsbohrung
 Perforación
 Drill hole
- e Aufgelassenes Bergwerk
 Mina abandonada
 Abandoned mine

VII Datenstruktur der Wegpunktdatei

```
#Jeder Datensatz enthält die folgenden Felder:
#
# Wagnpunktname
# Wagnpunktcommentar
# Geogr. Breite in Grad und Dezimalstellen (südl. Hemisphäre neg. Vorzeichen)
# Geogr. Länge in Grad und Dezimalstellen (neg. Vorzeichen: westl. Greenwich)
# UTM Rechtswerte (WGS84)
# UTM Hochwerte (WGS84)
# UTM Zone
# UTM Rechtswerte (NAD27)
# UTM Hochwerte (NAD27)
# UTM Zone
# Höhe in Metern
# Datum vor Ort (yyyymmdd)
# Ortszeit (hhmmss)
# Datum UTC (yyyymmdd)
# Uhrzeit UTC (hhmmss)
0JOHPT,,-26.9279103,-
    68.5852083,541180.06,7021481.81,19J,541180.82,7021648.72,19J,4564.2,20
    020403,153440,20020403,133440
4X4XTR,,-26.8259878,-
    68.4506009,554592.89,7032719.85,19J,554593.90,7032886.29,19J,4557.9,20
    020403,153440,20020403,133440
ABGE03,,-26.8765108,-
    68.7841369,521440.27,7027223.94,19J,521440.67,7027390.62,19J,4428.4,20
    020403,153441,20020403,133441
ABGE01,,-26.9272695,-
    68.7903188,520816.95,7021603.04,19J,520817.34,7021769.95,19J,4441.9,20
    020403,153441,20020403,133441
ABGE02,,-26.8819438,-
    68.7853011,521323.62,7026622.39,19J,521324.02,7026789.09,19J,4426.2,20
    020403,153441,20020403,133441
ABOJOS,,-26.9172425,-
    68.5620950,543478.84,7022655.64,19J,543479.64,7022822.50,19J,4492.8,20
    020403,153441,20020403,133441
ABZGEO,,-26.9521942,-
    68.7860044,521240.61,7018841.69,19J,521241.01,7019008.71,19J,4474.3,20
    020403,153441,20020403,133441
ABZW01,,-26.8685984,-
    68.2371637,575774.06,7027890.58,19J,575775.46,7028057.21,19J,4602.6,20
    020403,153441,20020403,133441
BOHR01,,-26.9186777,-
    68.8100455,518859.93,7022557.75,19J,518860.28,7022724.62,19J,4423.4,20
    020403,153441,20020403,133441
GABOJO,,-26.9590235,-
    68.5813516,541551.54,7018034.44,19J,541552.31,7018201.49,19J,4643.5,20
    020403,153442,20020403,133442
INKA,,-26.8863741,-
    68.5667800,543025.36,7026076.21,19J,543026.16,7026242.93,19J,4357.5,20
    020403,153442,20020403,133442
JUNCAL,-26.7586329,-
    68.7814644,521728.18,7040279.28,19J,521728.58,7040445.41,19J,4494.3,20020403,153442,20020403,
    133442
```

VIII Datenstruktur der Trackdatei

```

#Jeder Datensatz enthält die folgenden Felder:
#
# Geogr. Breite in Grad und Dezimalstellen (südl. Hemisphäre neg. Vorzeichen)
# Geogr. Länge in Grad und Dezimalstellen (neg. Vorzeichen: westl. Greenwich)
# UTM Rechtswerte (WGS84)
# UTM Hochwerte (WGS84)
# UTM Zone
# Höhe in Metern
# Datum UTC (yyymmdd)
# Uhrzeit UTC (hhmmss)
# Datum vor Ort (yyyymmdd)
# Ortszeit (hhmmss)
# Geschwindigkeit
# Peilung von Punkt zu Punkt in Grad mit Dezimalstellen
# Angabe Geogr./Magnetisch
# Entfernung in Metern
# Gesamtentfernung zum Punkt in Metern
# UTM Rechtswerte (NAD27)
# UTM Hochwerte (NAD27)
# UTM Zone
-26.9345284,-
    68.7881255,521033.36,7020798.69,19J,4448.1,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,0.0,G,0.0,0.0,521033.74,7020965.64,19J
-26.9274473,-
    68.7902713,520821.64,7021583.33,19J,4439.0,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,344.8,G,813.0,813.0,520822.02,7021750.24,19J
-26.9272971,-
    68.7903571,520813.15,7021599.99,19J,4439.0,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,332.9,G,18.7,831.7,520813.53,7021766.89,19J
-26.9272971,-
    68.7903571,520813.15,7021599.99,19J,4445.7,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,0.0,G,0.0,831.7,520813.53,7021766.89,19J
-26.9272971,-
    68.7903571,520813.15,7021599.99,19J,4438.5,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,0.0,G,0.0,831.7,520813.53,7021766.89,19J
-26.9272971,-
    68.7903357,520815.28,7021599.98,19J,4442.8,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,90.0,G,2.1,833.9,520815.66,7021766.89,19J
-26.9272757,-
    68.7903357,520815.28,7021602.36,19J,4439.5,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,0.0,G,2.4,836.2,520815.66,7021769.27,19J
-26.9224477,-
    68.8008070,519776.53,7022138.78,19J,4426.5,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,297.2,G,1169.5,2005.8,519776.90,7022305.66,19J
-26.9190359,-
    68.8089180,518971.82,7022517.90,19J,4421.2,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,295.1,G,889.9,2895.7,518972.17,7022684.77,19J
-26.9186282,-
    68.8098836,518876.01,7022563.20,19J,4418.3,19891230,19891230,235959,21
    5959,0.0,295.2,G,106.0,3001.7,518876.36,7022730.07,19J

```