

Heft 24

München, August 1987

---

**B R E N T A -  
MONOGRAPHIE**

Grundlagenforschung auf dem  
Gebiet der Hochgebirgskartographie

mit Beiträgen von:

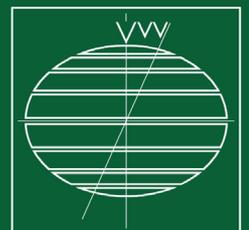
D. Beineke, H. C. Berann, W. de Concini, G. Hell,  
D. Herm, H. Immel, U. Kleim, G. Neugebauer, K. Ringle

Herausgegeben von G. Neugebauer

---

**SCHRIFTENREIHE**

Studiengang Vermessungswesen  
Universität der Bundeswehr München





Heft 24

München, August 1987

---

# B R E N T A - MONOGRAPHIE

Grundlagenforschung auf dem  
Gebiet der Hochgebirgskartographie

mit Beiträgen von:

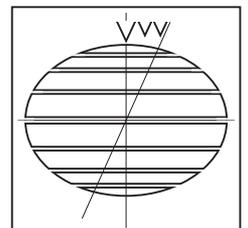
D. Beineke, H. C. Berann, W. de Concini, G. Hell,  
D. Herm, H. Immel, U. Kleim, G. Neugebauer, K. Ringle

Herausgegeben von G. Neugebauer

---

## SCHRIFTENREIHE

Studiengang Vermessungswesen  
Universität der Bundeswehr München



Der Druck dieses Heftes wurde gefördert:

- aus Haushaltsmitteln der Universität der Bundeswehr München
- aus Mitteln des Freundeskreises der Universität der Bundeswehr München
- aus Mitteln des Deutschen Alpenvereins München

Auflagenhöhe: 1000 Exemplare

Redaktion: G. Neugebauer, UniBw München

Reinschrift: M. Metz, UniBw München

Einbanddruck: AKE-DRUCK, Großhartpenning

Farbauszugs-Scannertechnik: Bayerisches Landesvermessungsamt München

Druck der Karten: Bayerisches Landesvermessungsamt München

Druck mehrfarbiger Abbildungen: AKE-DRUCK, Großhartpenning

Photo-Reproduktion der ein- und mehrfarbigen Abbildungen:

Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, A. Wollner, UniBw München

Textdruck: Universitätsdruckerei UniBw München

Verantwortlich für die Herausgabe der Schriftenreihe:

Der Prodekan des Studiengangs Vermessungswesen der UniBw München

Bezugsnachweis:

Universität der Bundeswehr München

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen

Studiengang Vermessungswesen

Werner-Heisenberg-Weg 39

D-8014 Neubiberg

ISSN 0173-1009

Besondere Unterstützung erfuhren wir durch folgende Personen  
Beziehungsweise Dienststellen:

Dr. Fritz A u r a d a , Wien

Dipl.-Ing. Ernst B e r n t , ÖAV-Museum, Innsbruck

B u n d e s a m t für Eich- und Vermessungswesen, Wien

Prof. Dr.-Ing. Walther H o f m a n n , Universität Karlsruhe

Bayerisches L a n d e s v e r m e s s u n g s a m t , München

Emer. O. Professor Dr. Wolfgang P i l l e w i z e r , Wien

Adolfo V a l c a n o v e r , Commissione Sentieri S.A.T., Trento



# Inhaltsverzeichnis

mit  
Autorenangabe

	Seite
I Einleitung <i>von G. Neugebauer</i>	7
II Die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908 in der Bearbeitung von L. Aegerter und H. Rohn <i>von G. Neugebauer</i>	13
III Die Erneuerung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908:	
III/1 Aerotriangulation "Brenta" <i>von G. Hell und K. Ringle</i>	31
III/2 Geometrisch-topometrische Genauigkeitsuntersuchung <i>von D. Beineke</i>	35
III/3 Topographisch-morphographische Untersuchung <i>von G. Neugebauer</i>	63
III/4 Geländeerkundung und topographischer Einsatzbericht <i>von G. Neugebauer</i>	93
III/5 Reproduktionstechnische Anwendungen und kartographische Bearbeitung <i>von G. Neugebauer</i>	109
III/6 Kartographische Originalherstellung <i>von U. Kleim</i>	127
III/7 Geologisch-geomorphologische Erläuterung <i>von D. Herm und H. Immel</i>	141
III/8 Zur Toponomastik in der Brentagruppe <i>von W. de Concini</i>	167
III/9 Die "Kartenprobe Brenta" in vogelschaubildlicher Darstellung <i>von H. C. Berann und G. Neugebauer</i>	173



## I EINLEITUNG

von Gustav Neugebauer, München

Der Lehrstuhl für Kartographie und Topographie an der Universität der Bundeswehr München hat es sich nach über einjähriger Vorbereitung \*) 1982 zur Aufgabe gemacht, die Hochgebirgskarte der Brentagruppe 1:25 000 von L. Aegerter und H. Rohn aus dem Jahre 1908/38 \*\*) zu erneuern und wieder herauszugeben. Diesem Entschluß ist ein Forschungsvorhaben zugrunde gelegt, das sich im Kern mit Untersuchungen zur Fortführung und Genauigkeit dieser in großer Teilen stark veralteten, in ihrer klassischen Felsdarstellung jedoch bis heute unerreichten Karte befaßt.

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens sind in der vorliegenden Monographie zusammengestellt. Mit ihren Beiträgen haben neun Verfasser elf Teilaspekte behandelt und damit eine breite Fächerung des Themas ermöglicht.

Den Anstoß zu diesem Projekt gab die erste Brentadurchquerung im Jahre 1975 mit meinem Bergfreund E. Quitt, welche mir eine hochalpine Formenwelt vor Augen führte, die, erschlossen von einem kühn angelegten Netz von Klettersteigen, stets wechselnde Szenerien einer faszinierenden Felslandschaft zeigt. Die dabei mitgeführte "Karte der Brentagruppe" 1 : 25 000 von 1908 des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins war quasi die zweite Faszination. In dieser Karte ist die Felslandschaft kartographisch in einer der Naturerscheinung angenäherten Form ausdrucksvoll wiedergegeben. Die Bearbeiter haben es verstanden, anspruchsvolle Vorstellungen von einer guten, landschaftsbezogenen Hochgebirgskarte mit hohem Anschaulichkeits- und Orientierungswert zu konkretisieren.

### Die Brentagruppe

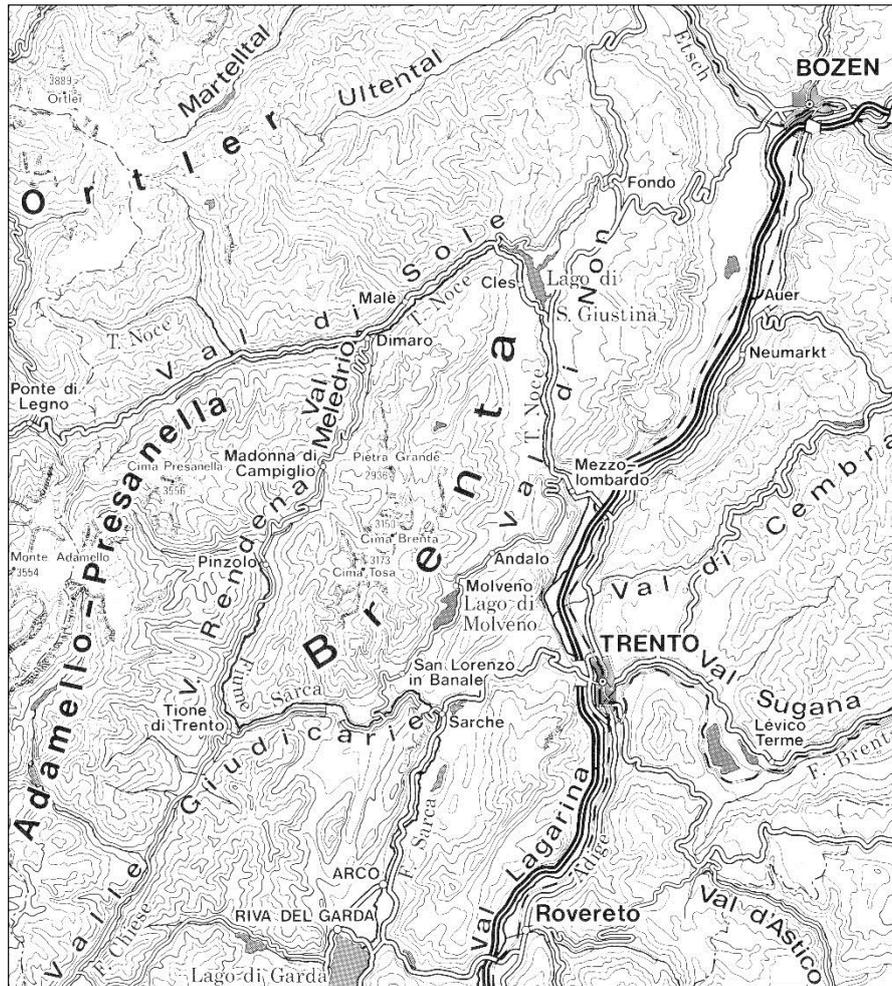
Die Brentagruppe liegt nordwestlich von Trient/Italien und gehört wie die östlich angrenzenden Dolomiten zu den südlichen Kalkalpen. Sie umfaßt ein Gebiet von rund 300 qkm mit Maximalhöhen über 3000 Meter (Cima Tosa 3173 m, Cima Brenta 3150 m) und maximalen Höhenunterschieden bis 2890 Meter (im Gebiet der Brentakarte 2400 m). Orographisch handelt es sich um ein eigenständiges Massiv, das entlang tektonischer Linien, denen Talzüge folgen, vom übrigen Gebirgskörper abgesetzt ist.

Über die regionale Lage des Brentamassivs informiert die nachstehende Kartenskizze (Karte 1).

---

\*) In diesem Zusammenhang möchte ich hier J. Fischer erwähnen, der als Kartograph am Forschungsprojekt bis 1982 beteiligt war.

\*\*) Es gibt eine begrenzt fortgeführte Auflage der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 aus dem Jahre 1938. K. Finsterwalder, Innsbruck, hat das Wegenetz im Gelände kontrolliert und wesentliche Veränderungen desselben in die Karte übernommen. Dies geht aus einem Bericht hervor, den er am 14.4.1938 an den Verwaltungsausschuß des Deutschen Alpenvereins in Stuttgart sandte.



Karte 1:

Das Bergmassiv wird begrenzt: im Süden durch das Quertal der Sarca, im Westen durch das Meledrio- und Rendena-Längstal, im Norden durch das Quertal des Noce und im Osten durch die Einsenkung Molveno-See – Non-Tal. Die Südbegrenzung liegt auf der geographischen Breite von Trient. Von hier bis zur Cima Brenta sind es rund 22 km Luftlinien in nordwestlicher Richtung.

Der Gebirgscharakter ist aufgrund des Gesteinsaufbaus, der Lagerung und Widerständigkeit des Gesteins (es handelt sich im wesentlichen um harte Triasdolomite) wild und schroff. Felsige Steilformen, die wethin einen markant gestuften Aufbau zeigen, wechseln mit Felsplateaus. Mächtige Hangschuttmassen lagern am Fuße der Steilformen und umhüllen diese. Am Ende tief eingeschnittener Felstrinnen bilden sich ausgeprägte Schuttkegel. Grobes Blockwerk auf kleiner Fläche bis hin zum "Blockmeer" tritt verbreitet auf und zeugt von reger Bergsturz­tätigkeit.

Dieses auffällige Erscheinungsbild einer ortstypischen Felsformenwelt ist kennzeichnend für die Brenta. Selbst in den östlich anschließenden, viel ausgedehnteren Dolomiten ist eine derartige Vielfalt an Fels-Grundformen und Folgeformen in vergleichbarer Ausprägung nicht zu finden.

## Voraussetzungen zur Fortführung und Neuherausgabe

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, wenn man eine topographische Hochgebirgskarte wie die der Brenta, die zudem ausländisches Hoheitsgebiet wiedergibt, erneuern will? In der Hauptsache geht es darum, daß man Zugang zu aktuellem Plan- und Kartenmaterial hat, welches den landschaftlichen sowie siedlungsmäßigen Zustand topographisch und topometrisch richtig ausweist, ferner zu Luftbildmaterial mit den zugehörigen geodätischen Grundlagen der Lage- und Höhenmessung. Es ist nicht selbstverständlich, daß man solche Unterlagen ohne weiteres zur Verfügung gestellt bekommt.

Dann ist es notwendig, daß ein entsprechend qualifiziertes Team von Mitarbeitern vorhanden ist, welches die topographische Ergänzung im Gelände durchführen kann, das photogrammetrische Auswertungen vorzunehmen in der Lage ist und das namenskundliche sowie geologisch-geomorphologische Arbeit zu leisten vermag.

Schließlich müssen kartographische Spezialisten neben der Koordinierung und Gesamtplanung die kartographische Originalherstellung, die reproduktionstechnische Verarbeitung und die drucktechnische Vervielfältigung bewerkstelligen.

Die beteiligten Topographen beziehungsweise Kartographen müssen zudem Hochgebirgserfahrung haben, denn die Geländearbeiten nehmen Monate in Anspruch und erfordern bergsteigerisches Leistungsvermögen.

Eine wesentliche Rolle spielen selbstverständlich sachgerecht ausgestattete Labore mit hochwertigen Spezialgeräten zur Bewältigung des technischen Arbeitsablaufes.

Warum soll diese Karte untersucht und erneuert werden?  
Warum gerade die Hochgebirgskarte der Brenta?

Erstens ist die kartographische Bewältigung des Hochgebirgsreliefs im Grunde bis heute ein aktuelles Thema und zweitens sind Hochgebirgskarten seit Beginn der Erschließung der Alpen und anderer Hochgebirge der Erde wegen ihrer gesteigerten Darstellungproblematik ein gesuchtes Forschungsobjekt wissenschaftlicher, bergsteigerischer oder staatlicher Institutionen vor allem des helvetischen, süddeutschen und österreichischen Raumes. Ich verweise hier auf zwei bekannte Forscher aus dem wissenschaftlichen Bereich, Prof. Eduard Imhof von der ETH Zürich († 27.4.86) und Prof. Richard Finsterwalder von der TU München († 28.10.63).

Die in den vorgenannten Einrichtungen teilweise Tradition gewordene Hochgebirgskartographie hat mit ihren Spitzenleistungen die gesamte kartographische Entwicklung positiv beeinflusst.

Als eine solche Leistung kann man die Kunst des Felszeichnens anführen, die in ihrer klassischen Hochform die naturnahe Anschaulichkeit mit der geometrischen Grundlage in zweckmäßiger Weise zu verbinden wußte. Eines der besten Beispiele dieser Art ist die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins von 1908/38.

Mit der Fortführung und Neuherausgabe dieser hervorragenden Karte soll ein Schritt getan werden, diese Leistung zu unterstreichen und fortwirkend zu erhalten. Selbstverständlich soll die Karte nach nunmehr 50 Jahren wieder einem breiten Benutzerkreis zugänglich gemacht werden.

Maßnahmen und Überlegungen im Vorfeld der kartographischen Grundlagenforschung

Die Inangriffnahme einer so umfangreichen und über mehrere Jahre laufenden kartographischen Arbeit verlangte als erstes eine eingehende Überprüfung, ob die "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 überhaupt noch fortführbar ist, welchen Umfang die Fortführungen haben und wie es um die Genauigkeit der Karte bestellt ist.

In einer 14tägigen Geländebegehung wurde im Jahre 1982 (21.07. – 03.08.) als erstes die Fortführbarkeit in einem Gebiet von ca. 41 qkm Größe untersucht. Die Untersuchung hatte den Zweck, topographisch relevante Objekte auf ihre relative Lage- und Höhengenaugkeit im Umkreis ihres Vorkommens sowie auf ihre Formtreue zu überprüfen. Dies geschah mit Hilfe identischer Punkte dieser Objekte in Karte und Gelände. Wichtiges Kriterium dabei war die Zahl der vorhandenen beziehungsweise feststellbaren identischen Punkte. Als Hilfsmittel dienten bei dieser Tätigkeit Kartenvergrößerungen 1:10 000 der alten "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 und der von diesem Gebiet teilweise vorhandenen, photogrammetrisch neu erstellten Carta d'Italia 1:25 000 ("Tavoletta") sowie Luftbilder und genau registrierende Barometer. Die Zahl der identifizierbaren Punkte im freien Berggelände und Fels war in der alten "Karte der Brentagruppe" brauchbar bis gut, in der Carta d'Italia 1:25 000 mangelhaft.

Der 14tägige Geländevergleich diente ferner dazu, den Zeitaufwand, der für die Fortführung der Gesamtkarte zu veranschlagen war, festzustellen.

Weitere Untersuchungen hatten sich mit der geometrischen, vor allem aber eingehend mit der topographischen Genauigkeit zu befassen. Die Frage, wie groß die durchschnittlichen und maximalen Lage- und Höhenfehler der Aegerter'schen Aufnahme sind, bei der er sich auf das alte österreichische Dreiecksnetz stützte, dieses aber während der Aufnahmetätigkeit durch eigene Vermessung von Neupunkten verdichtete, war zu beantworten. Außerdem galt es, den Umfang dieser Ergänzungsmessungen zu ermitteln.

Wo liegen die Schwerpunkte der Grundlagenforschung?

Für die Grundlagenforschung steht schwerpunktmäßig folgendes an:

- geometrische und topographische Genauigkeitsuntersuchung unter Zugrundelegung einer Aerotriangulation und einer zu erstellenden photogrammetrischen Präzisionskartierung 1:10 000 eines ca. 27 qkm großen Geländes (Gebiet einer Kartenprobe).
- kartographische, geomorphologische, geologische und namenskundliche Untersuchungen sowie Beschreibungen.

- Versuchsanwendung herkömmlicher und moderner Technologie wie Farbfilterphotographie und Scannertechnik für Reproduktionszwecke.

Was die Grundlagenforschung außerordentlich erschwerte sowie die Fortführung beziehungsweise Neubearbeitung komplizierte, war die Tatsache, daß der Gravurstein des Schwarzinhaltes der Hochgebirgskarte der Brenta von 1908/38 verlorengegangen und nicht mehr greifbar war. Somit mußten alte Kartendrucke als Originalersatz für die Gewinnung eines möglichst hochwertigen Schwarz auszuges der Felsen herangezogen werden.

Am 15.01.86, also vier Jahre nach Inangriffnahme des Brentaprojektes und kurz vor Auslauf desselben, wurde der Felsgravurstein durch Zufall entdeckt. Wie eine erste Inaugenscheinnahme ergab, befindet er sich in gutem Zustand. Er konnte aber für die Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 nicht mehr herangezogen werden, weil dann das bisherige Arbeitskonzept durch ein neues hätte ersetzt werden müssen. Das aber war aus Zeit- und Finanzierungsgründen 1986 nicht mehr möglich.



II DIE "KARTE DER BRENTAGRUPPE" 1 : 25 000 VON 1908  
IN DER BEARBEITUNG VON LEO AEGERTER UND HANS ROHN

von Gustav Neugebauer, München

Es ist notwendig, im Rahmen dieser Monographie vorweg etwas über die alte "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908 zu sagen, die ja in der Neubearbeitung ein anderes Gesicht haben wird (siehe III/5 "... kartographische Bearbeitung", Karte 3 – Kartenprobe).

Welche Aufgabe erfüllte diese Karte, wie sieht sie aus, welches Ziel verfolgten ihre damaligen Bearbeiter? Diese und andere Fragen sollen hier zur Sprache kommen. Um einen visuellen Eindruck von ihr zu vermitteln, wird ein Kartenausschnitt von 17 x 24 cm nachgedruckt (Karte 1). Er umfaßt das gleiche Gebiet wie die neubearbeitete Kartenprobe (siehe III/5) und hat dasselbe Format von 17 x 24 cm.

Die Gesamtkarte, Format 53 x 85 cm, befindet sich zur Zeit noch in der Fertigstellung.

#### Herausgeber und Aufgabenstellung

Die "Karte der Brentagruppe" wurde vom "Deutschen und Österreichischen Alpenverein" (DÖAV) im Jahre 1908 herausgegeben. In der späteren Ausgabe von 1938 sind lediglich bis dahin entstandene, mehr oder weniger auffällige Veränderungen im Wegebnetz, eingearbeitet.

Weitere Aktivitäten des Alpenvereins in der Brenta gingen in die geologische Richtung /7/.

Es ist das Verdienst dieses Vereins, daß er neben vielen grundsätzlichen Aufgaben wie Hütten- und Wegebau, Unterhaltung derselben, Ausbildungs- und Fahrtenprogramme, Bergrettungsdienst und anderes auch wissenschaftliche sowie kulturelle Vorhaben auf alpinem Gebiet seit Anbeginn gefördert und gepflegt hat. Zu letzteren zähle ich die Alpenvereinskartographie, welche eine wichtige Aufgabe innerhalb der vormaligen Alpenvereine (ÖAV, gegründet 1862; DAV, gegründet 1869) und des nachmaligen Alpenvereins (DÖAV, ab 1874) erfüllte und weiterhin erfüllt \*) und inzwischen auf eine mehr als hundertjährige Entwicklung zurückblicken kann. Die Alpenvereinskartographie vermochte die Hochgebirgskartographie allgemein positiv zu beeinflussen und dem Bergsteiger wie dem geowissenschaftlich tätigen Alpinforscher mit immer besseren, großmaßstabigen AV-Karten zu dienen. Aber nicht nur das. Sie war zudem Schrittmacher auf kartographischem Gebiet, etwa, wenn es um neue Methoden der Gelände-

---

\*) "Österreichischer Alpenverein" (ÖAV, gegründet 1862.

"Deutscher Alpenverein" (DAV, gegründet 1869.

Nach 1874 Verschmelzung zum "Deutschen und Österreichischen Alpenverein" (DÖAV).

Seit 1938 Umbenennung des DÖAV in "Deutscher Alpenverein" (DAV).

Heute, das heißt seit 1945, wieder getrennte Alpenvereine, nämlich "Deutscher Alpenverein" (DAV) und "Österreichischer Alpenverein" (ÖAV), die aber seit 1952 auf dem Gebiet des Publikationswesens eng zusammenarbeiten.

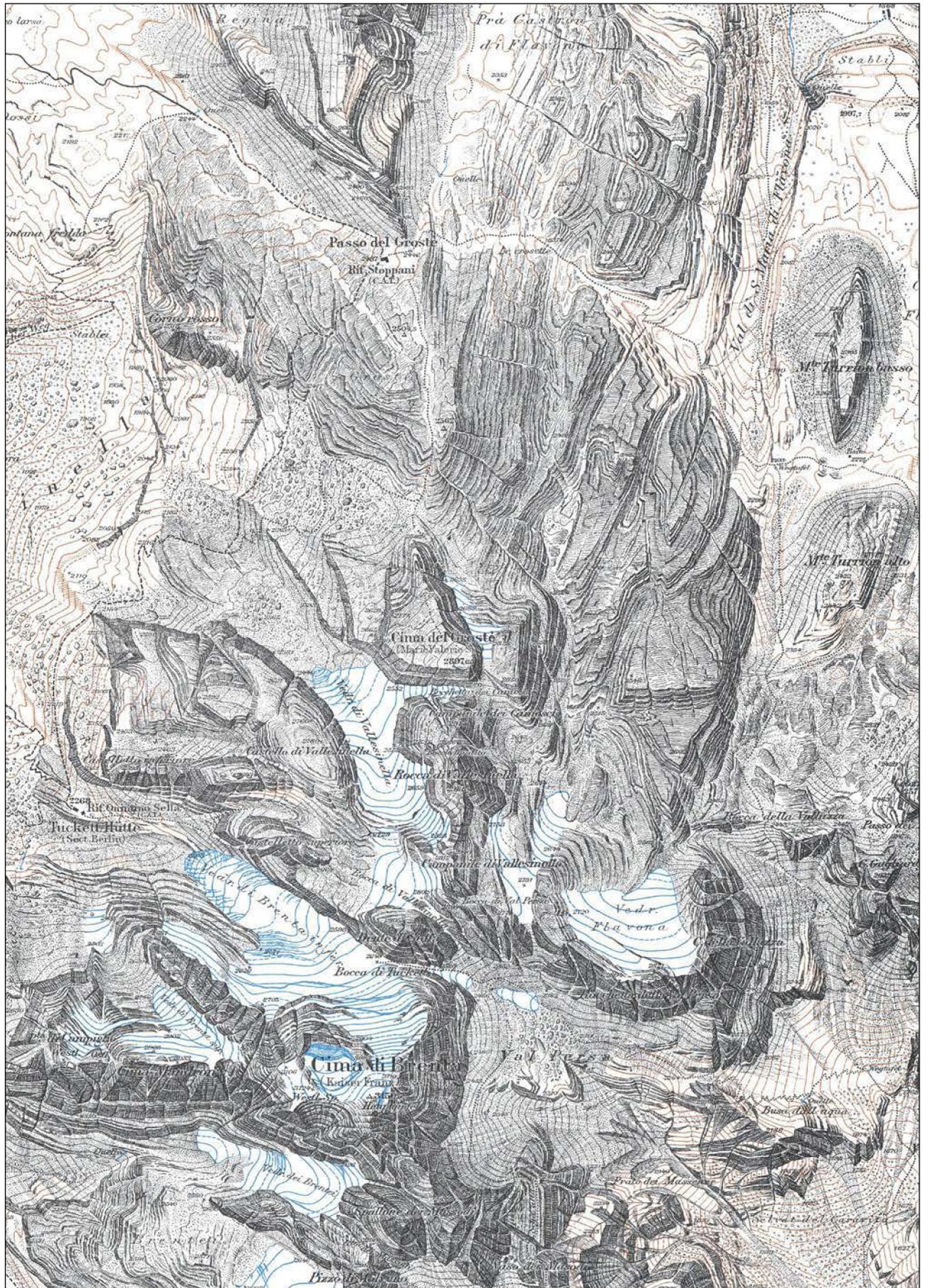
Darstellung oder verbesserte Verfahren der Geländeaufnahme ging. Bei allem aber war nicht das Mittelmaß das Ziel, sondern die besondere Leistung. Darin lag nicht nur eine Chance, sondern auch eine Gefahr, zum Beispiel die einer Fehlentwicklung. Eine solche trat ein, als man während der jüngeren Periode der AV-Kartographie (Periode der Höhenlinien im Fels ab 1937), mehr von einer Kartendarstellung verlangte, als sie zu geben in der Lage war: die kompromißlose Verbindung von Höhenlinien und Felszeichnung. Diese Entwicklung schien anfänglich erfolgversprechend, nahm aber einen kritischen Verlauf und überzeugte letztlich nicht.

Eine bedeutende Leistung erbrachte die Periode der "Klassischen Alpenvereinskartographie", welche mit dem Erscheinen der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908 einen Höhepunkt erreichte. Dieser Karte haften, mit heutigen Augen gesehen, zwar in mancher Hinsicht topometrische Mängel unterschiedlicher Größenordnung an (sie entstand nach geodätischen und topometrischen Kriterien um die Jahrhundertwende), in der Anschaulichkeit und Qualität der Felsdarstellung ist sie aber ungeschmälert noch heute als Spitzenleistung zu werten. Sie diente, wie im Prinzip alle Alpenvereinskarten, der Erschließung einer Hochgebirgsgruppe, die im Gegensatz zu anderen auf Grund ihrer bergsteigerischen Attraktivität und landschaftlichen Schönheit im Tourismus bereits eine beachtliche Rolle spielte. Aegerter schrieb zu Beginn seiner Brentaaufnahme am 8. August 1905 dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins in Innsbruck /6/, daß Madonna di Campiglio von "Sommerfrischlern überfüllt und dortselbst kein angemessenes Quartier zu finden sei." Das ist ein interessanter Rückblick. Vergleicht man heute die Fremdenverkehrsverhältnisse von Madonna di Campiglio mit damals, so hat sich im Grunde nichts geändert, nur Ortsgröße und Besucherzahl haben um ein Vielfaches zugenommen.

Eine genaue und detaillierte großmaßstabige Karte vom Brentamassiv war vor der AV-Karte von 1908 nicht vorhanden. Dagegen gab es bereits Alpenvereinskarten von benachbarten Gebirgsmassiven wie der Adamello-Presanella-Gruppe (Maßstab 1:50 000, aufgenommen von F. Becker und L. Aegerter, 1903), der Langkofel und Sellagruppe (Maßstab 1:25 000, aufgenommen von L. Aegerter, 1904) und der Marmolatagruppe (Maßstab 1:25 000, aufgenommen von L. Aegerter, 1905). Mit Bestimmtheit ist anzunehmen, daß die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 vor allem die deutschen und österreichischen Alpinisten und Alpentouristen vermehrt, ihre Planungen erleichtert und ihre Unternehmungen sicherer gemacht hat. Später als die "Karte der Brentagruppe" ist lediglich die Karte der Palagruppe (Maßstab 1:25 000, aufgenommen von L. Aegerter, 1931) von diesem Gebiet der südlichen Ostalpen erschienen. Geländeaufnahme und topographische Reinzeichnung lagen bereits 1918 vor.

#### Aussehen und Inhalt

Das kartographische Aussehen und der topographische Inhalt der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908 wurde durch zwei hervorragende Kartographen bestimmt: Leo Aegerter, ein exzellenter Topograph und Kartenzeichner seiner Zeit, sowie Hans Rohn, ein meisterhafter Steingrauer, der später auch topographisch tätig war; beide von vielseitiger Begabung und Vorbildung (siehe Kurzbiographien am Schluß). Erst durch die Zusammenarbeit dieser beiden außerordentlichen Kräfte war es möglich, auch außergewöhnliche darstellerische Ergebnisse, wie am Beispiel der "Karte der Brentagruppe", zu erzielen.



Karte 1 (siehe umseitig)

## Karte 1

Ausschnitt von 17 x 24 cm aus der dreifarbigen "Karte der BrentaGruppe" 1:25 000 von 1908/38. Es handelt sich um die Reproduktion eines alten Kartendruckes, von dem Farbauszüge für den Nachdruck mit Hilfe der Scannertechnik (CTX-330) vom Bayer. Landesvermessungsamt im Jahre 1986 angefertigt wurden.

Wie sah das Erscheinungsbild der Kartographie im DÖAV zur damaligen Zeit aus, deren Entwicklung ja zurück bis in die Gründerjahre des Österreichischen Alpenvereins (1862) und des Deutschen Alpenvereins (1869) geht.

Die AV-Kartographie läßt sich entsprechend der Auffassung von E. Arnberger /2/ und F. Aurada /3/ /4/ in verschiedene Zeitabschnitte einteilen. Jenen, den L. Aegerter und H. Rohn durch ihre Schaffensperiode bestimmten, nennt man den Abschnitt der "Klassischen Alpenvereinskartographie". Er reichte von 1900 bis 1936 und führte zu höchster kartographischer Blüte. F. Aurada gliedert diesen Abschnitt weiter in zwei Phasen. Die 1. Phase (bis 1913) unterscheidet er von der 2. Phase (ab 1913) vor allem durch die Verfahren der topographischen Geländeaufnahme. In der 1. Phase war die Meßtischtachymetrie mit ihrer relativ geringen Effektivität wegen der begrenzten Zugänglichkeit des Felsgeländes das bestimmende Meßverfahren; in der 2. Phase war es die terrestrische Photogrammetrie mit ihrer weitaus exakteren und schnelleren Aufnahme- und Auswertetechnik, auch im unzugänglichen Fels. Damit verbunden war eine höhere topometrischen Genauigkeit bei letzterer. Die felsdarstellerische Hochleistung fällt jedoch mit der "Karte der Brentagruppe" in die ausgehende 1. Phase. Diese Leistung ist es, der die Karte ihre Spitzenstellung verdankt. Darauf soll später noch näher eingegangen werden.

Die "Karte der Brentagruppe" ist eine Dreifarbenkarte, in der Siedlungen, Wegenetz, Kartenschrift, Kartenrahmen, Höhenkoten, Fels, Gesteinsschutt, Schraffuren kantiger Abriß- und Erosionsformen im Gesteinslockermaterial, Vegetation (Wald) und Höhenlinien im Schutt schwarz wiedergegeben sind.

Die Höhenlinien in 20 m-Äquidistanz mit gestrichelten 100 m-Zähllinien (Höhen über Adriapegel) sowie Schraffuren kantiger Formansätze (Bacheinschnitte, Terrassen- und Plateauränder, Hangkanten, kantige Kleinformen) im Vegetationsgelände erscheinen in brauner Farbe.

Für das Gewässernetz (Bäche, Flüsse), für Flächengewässer (Seen mit 10 m-Tiefenlinien, Zählliniennzahlen, gerasterter Seeflächenton), für beständig feuchte Böden (Wasserschraffuren) sowie für die Gletscheroberflächen (20 m-Höhenlinien, Spalten- und Bruchzeichnung) wird blau verwendet.

Dieses dreifarbiges "Sparsystem" ist in erster Linie dem zeitgenössischen Verfahren der Kartenherstellung (Steingravur) und der Drucktechnik (Steindruck) zuzuschreiben.

Beim Schwarzanteil des Karteninhaltes fällt auf, daß der Wald als dominante Vegetationsform durch haarfeine Ringelsignaturen dargestellt wird. Das war 1879 mit Erscheinen der Karte vom Kaisergebirge 1:50 000 in AV-Karten erstmalig der Fall. Diese enggesetzte Waldflächensignatur hat zwei Vorteile. Sie ist durchsichtig genug, um die braunen Höhenlinien in ihrer Lesbarkeit nicht über Gebühr zu belasten, und sie läßt sich, wie bei der "Karte der Brentagruppe" geschehen, unter Annahme einer Nordwest-Beleuchtung schattenseitig verdichten, so daß eine leichte Reliefwirkung entsteht. Das fällt in Karte 1 (Kartenausschnitt) wegen der den Ausschnitt beherrschenden Felszeichnung nicht sofort in's Auge, ist aber im nordwestlichen Teil der Gesamtkarte deutlich erkennbar. Es ist dies ein Zeichen für das Gestaltungsvermögen des graphisch versierten Künstlers und Kartographen H. Rohn, der die Aegerter'sche Vorlage mit höchster Akribie in Stein gravierte. Für die heutige Kartographie im Zeitalter des Offsetdruckes ist dieses Verfahren der Variabilität flächendeckender Signaturen allerdings nicht mehr angebracht, denn wir haben die Möglichkeit, ohne besonderen Aufwand zusätzliche Farben für Signaturen oder für Flächen, auch im Halbton,

in die Karte zu drucken.

Zum Schwarzanteil des Karteninhaltes gehört auch die Felszeichnung. Sie ist das Hauptargument unseres Bemühens, die "Karte der Brenta-Gruppe" von 1908/38 wieder zu aktivieren. L. Aegerter, der aus der Schweiz stammt und ab 1901 in den Dienst des DÖAV tritt, bringt die Erfahrungen der "genetischen Methode" des Felszeichnens mit, welche bei der Bearbeitung des Schweizer Siegfried-Atlas' 1:50 000 seit 1866 mit großem Erfolg angewendet wird.

Der DÖAV geht 1904 mit seinen Karten vom bislang vorwiegend verwendeten Maßstab 1:50 000 auf den Maßstab 1:25 000 über. Dadurch ergibt sich für Aegerter die Möglichkeit, der Felszeichnung bereits im Aufnahmeoriginal mehr individuelle Eigenheiten zu verleihen als dies im Maßstab 1:50 000 möglich war. Die für die klassische Periode der Alpenvereinskartographie kennzeichnende Methode des genetischen Felszeichnens kann sich nun im Zusammenwirken von Aegerter und Rohn voll entfalten. Man erkennt das in den in laufender Folge bearbeiteten Kartenwerken der Langkofel und Sellagruppe 1904, der Marmolatagruppe 1905, der Allgäuer und Lechtaler Alpen 1906 und 1907 und schließlich in dem wohl reifsten Werk, der "Karte der Brenta-Gruppe" von 1908. Über seine geistige Einstellung bei der Geländearbeit an dieser Karte schreibt Aegerter am 8. August 1905 unter dem Eindruck der ersten terrestrisch-photogrammetrischen Versuchsmessungen des k. u. k. Militär-Geographischen Institutes (MGI) Wien im Gebiet der Brenta an den Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins /6/ in Innsbruck: "Nun reizt es mich zu beweisen, daß auch bei der scheinbar nur mechanischen Arbeit einer Kartenaufnahme das bewußte, verständnisvolle Eindringen in die Natur doch schließlich noch die besseren Resultate herausbringt als alle mechanisch geistlose Arbeit. Natürlich, die mathematische Grundlage muß auch ich haben, darauf dringe ich". Desgleichen am 9. Oktober 1906 an die gleiche Adresse: "... die Karte der Brenta-Gruppe, die mein schönstes und genauestes Werk werden wird, ... bis in alle Winkel hinein tadellos zu vollenden." Man merkt die Zielstrebigkeit und Kompetenz, welche aus seinen Worten spricht, verspürt aber nichts von der Größe der Probleme und deren Lösung. Eine freie, genetische fundierte Felszeichnung hat ihre Probleme. L. Aegerter meisterte die genetische Felszeichnung bei seiner Aufnahmetätigkeit ohne Frage hervorragend, hat aber die geometrische Grundrißlichkeit der Felskörper wiederholt überschritten (siehe III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung"). Um die Charakteristik der natürlichen Erscheinungen beim Felszeichnen auf kleinster Fläche betont zur Darstellung zu bringen, war dies ein möglicher Kompromiß. Wenn sich Überschreitung und Betonung in gewissen Grenzen halten, können solche Maßnahmen als Generalisierungsvorgang bezeichnet werden. Auch heute sind sie in unseren topographischen Karten gang und gebe, und zwar in wichtigeren Bereichen als in der Felsregion, etwa bei der Generalisierung von Ortsgrundrissen.

#### Kartographische Zielsetzung und wissenschaftliche Bedeutung

Hier möchte ich vorerst nur auf jenen Aspekt in der Bearbeitung der "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 von 1908/38 eingehen, der kartographisch herausragt, nämlich die Felsdarstellung. Später soll auch die Wiedergabe des Vegetationsgeländes kurz angesprochen werden.

Welches Ziel verfolgten L. Aegerter und H. Rohn?

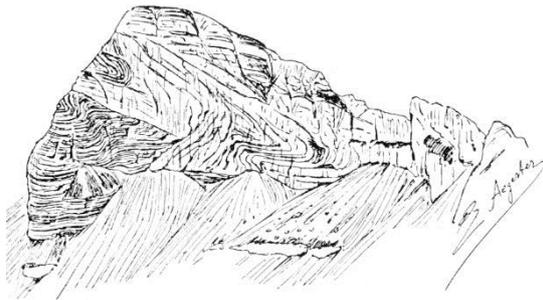
Beide waren Vertreter des genetischen Grundgedankens, der den Entstehungsvorgang

des Gebirges zu erfassen sucht, indem die tektonischen Strukturen, der Gesteinsaufbau sowie bestimmte petrographische Merkmale in der Felszeichnung zum Ausdruck gebracht werden. Der von W. Kraiszl /5/ geprägte Begriff "Methode des genetischen Felszeichnens" wurde als Pendant zur "orographischen Methode" eingeführt, die um die Mitte des 19. Jahrhunderts während der Bearbeitung der Dufourkarte 1:100 000 Verwendung fand, da nur "orographische" Formen zur Darstellung kamen. Die späteren Topographen sind bereits geologisch-geomorphologisch geschult und wissen mehr vom Gebirge, von seiner tektonischen, strukturellen und skulpturellen Entwicklung. Da sie dies auch kartographisch zum Ausdruck bringen, bezeichnete er sie als Genetiker. Es war vor allem F. Becker (1854-1922), ein Genetiker des Felszeichnens, welcher Aegerter maßgeblich beeinflusste, entstanden doch in gemeinsamer Arbeit die Alpenvereinskarten der Verwallgruppe 1:50 000 (1899) sowie der Adamello- und Presanella-Gruppe 1:50 000 (1903), letztere im Bereich der südlichen Ostalpen westlich der Brenta gelegen.

Mit der "Karte der Brentagruppe" erbringen die Bearbeiter in der Felsdarstellung eine Hochleistung, die alle bisherigen Ergebnisse übertrifft. Es handelt sich um eine freie, topometrisch gestützte genetische Felszeichnung durch L. Aegerter, der H. Rohn die klare kartographische Form verlieh.

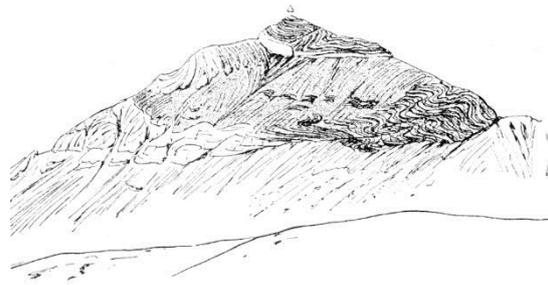
Bei der Ausführung der Felszeichnung ging L. Aegerter so vor, daß er sich markante Einzelpunkte im Fels topometrisch bestimmte und auf diesem punktuellen Grundgerüst das Felsbild konstruierte. Die Felszeichnung ist in der Kartenebene formwirksam gestaltet, das heißt, es wird unter Annahme eines gerichteten Lichteinfalls aus Nordwesten ein leichter pseudoplastischer Effekt erzeugt. Der Kartograph H. Rohn hat es dabei verstanden, die schattenseitige Tonverstärkung der Felsschraffur so in Grenzen zu halten, daß ein besonders auffälliger Widerspruch in den Neigungsverhältnissen gleich steiler Licht- und Schattenseiten nicht provoziert wird.

Der Topograph L. Aegerter hat sich bei seiner langjährigen Aufnahmetätigkeit im Gebirge erfahrungs- und intuitionsmäßig so gesteigert, daß schließlich, wie er selbst sagte, in der Brentakarte sein "schönstes und genauestes Werk" entstand. Diese Leistung ist aber nicht nur das Resultat vorgenannter Kriterien. Sie ist mehr. Sie ist bereits das Ergebnis wissenschaftlichen Denkens. Aegerter war von Haus aus Ingenieur-Topograph und hat sich fachübergreifendes Grundlagenwissen in Geologie, Geomorphologie und Landschaftszeichnen angeeignet. Seine langjährige Zusammenarbeit und der verbliebene Kontakt zu Fridolin Becker, später Professor für Topographie, Plan- und Kartenzeichnen am Polytechnikum in Zürich, sowie dem bekannten Schweizer Geologen Professor Albert Heim haben sein Landschaftsverständnis und damit seine Arbeit stark gefördert. Man spürt das deutlich, wenn er in den "Begleitworten zur Karte der Brentagruppe" /1/ von seiner Tätigkeit berichtet: "Es genügt nicht, ein bloß schönes Bild zu schaffen, sondern es müssen die durch das Material, die Schichtungs-, Lagerungs- und Verwitterungsverhältnisse bedingten Momente, wie sie sich dem Beschauer zeigen, auch aus der Zeichnung zu ersehen sein." Oder: "Störungen in dem gewaltigen Kuppelbau der Brentagruppe gibt es natürlich sehr viele. Bruchspalten durchsetzen die Gruppe öfters in der Richtung von Nordwest nach Südost. Aber auch Bruchlinien, die mit der Hauptachse parallel gehen, also Begleiterscheinungen der großen Judikarienbruchlinie sein können, sind auf der Karte zu finden. Auch Faltungen bemerkt man in der Gruppe."



Figur 1

Ansichtsskizze der Cima di Lasteri vom Monte Gallino aus gesehen (aus: /1/ Begleitworte zur Karte der Brenta-gruppe, 1908)



Figur 2

Ansichtsskizze des Pallon di Mughè (2321 m), von Süden gesehen (aus: /1/ Begleitworte zur Karte der Brenta-gruppe, 1908)

Die von Aegerter während seiner Vermessungstätigkeit angefertigten Ansichtsskizzen des Felsaufbaues (siehe [Figur 1](#) und [Figur 2](#)) dienen neben photographischen Aufnahmen dem Felszeichnen in kartographisch verebener Form (man vergleiche die kartographische Darstellung an der entsprechenden Stelle in der "Karte der Brenta-gruppe" von 1908).

[Figur 1](#) zeigt kräftige Faltungsstrukturen auf Grund tektonischer Beanspruchung, Wandbildung mit Bruchstrukturen sowie Ablagerungsformen aus Wandschutt. In der beengten Grundrißdarstellung der Karte erscheinen felszeichnerisch generalisiert Faltungsstrukturen, Wandbildung und Schuttflächen.

[Figur 2](#) läßt leichte Faltungsstrukturen erkennen, wobei der gipfelbildende Faltungsrest eine deutliche Trennlinie zur unterlagernden, nicht gefalteten Gesteinsmasse erzeugt, die mit einer Steilwand im Liegenden wiederum eine deutliche Trennung zum anlagernden Hangschuttgürtel zeigt. Da der Grundriß dieser Seitenansicht in der Karte nur etwa 1,5 mm breit ist, mußten diese genetischen Formmerkmale generalisierend vereinfacht werden. In der Felszeichnung der Karte kommen nur mehr die auffälligen Faltungsstrukturen der Gipfelregion sowie die markante Steilwand im Liegenden zur Darstellung.

Wie schon vorstehend vermerkt, hatte Aegerter ein Felsbild mit genetischem Ausdruck zum Ziele, das er in der "Karte der Brenta-gruppe" beispielhaft verwirklichte. Es entstanden so Felsbilder in generalisiert-naturnaher Form, die dem Kartenbenutzer bei der Orientierung im Gelände eine große Hilfe sind. Dabei hatte er in H. Rohn jenen sachkundigen Mitarbeiter an der Seite, welcher in der Lage war, seine zeichnerischen Vorlagen für den Flachdruck seitenverkehrt und formpräzise auf den Gravurstein zu übertragen.

Einig waren sich beide aus Erfahrung auch darin, daß die von ihnen praktizierte genetische Felszeichnung die Einbeziehung von Höhenlinien nicht zuläßt.

Nun soll die "Karte der Brenta-gruppe" von 1908/38 im nichtfelsigen Bereich betrachtet werden, das heißt, in Gebieten mit Boden- und Vegetationsbedeckung. Von In-

teresse sind aber auch hier nur jene Teile, die formtypische Besonderheiten aufweisen und darum kartographisch von besonderer Bedeutung sind.

Bei der Darstellung des Vegetationsgebietes ist, wie bei der Felsregion, höchste Sorgfalt an den Tag gelegt worden. Die Geländedarstellung durch braune Höhenlinien mit 20 m-Äquidistanz wird ergänzt durch braune Formschraffen, die entweder Böschungen, Hangkanten oder sonstige Kleinformen wiedergeben, welche von den Höhenlinien nicht oder nur unvollkommen erfaßt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang vom "topographischen Unvermögen" der Höhenlinien. Wachsamem Auges und mit geomorphologischem Verständnis ist Aegerter am Werk. In seinen "Begleitworten zur Karte der Brentagruppe" /1/ sagt er: "Der Boden von Campo di Flavona, der durch sein üppiges und saftiges Grün einen wohlthuenden Gegensatz zu der sterilen Dolomitlandschaft bildet, besteht aus den der Vegetation günstigen rhätischen Schichten. Meine Karte gibt diese Partie in braunen Horizontalkurven wieder, die allerdings eine allmähliche Steigung der Schichten gegen Süden nicht auf den ersten Blick, sondern erst nach gewissem Studium erkenntlich machen. Die Schichtköpfe (ausstreichende Schichten – der Verfasser –), die sich unter einer Humusdecke befinden, kommen in kleinen braunen Schraffenreihen zum Ausdruck, welche das Widergefälle andeuten sollen. Man ersieht daraus, daß ein Hochgebirgstopograph nicht mehr ohne Kenntnis der Geologie vorwärts kommt. Verständnis für den Aufbau der Formen ist ... notwendig. Wer sich mit der künstlerischen oder wissenschaftlich bildlichen Wiedergabe der Erdoberfläche befaßt, muß mit den bis heute bekannten Naturgesetzen vertraut sein."

Seine topographischen Messungen ergänzt Aegerter auch hier durch Geländeskizzen und Photographien, wie im Zusammenhang mit der Felsdarstellung bereits erwähnt.

Aegerter lieferte eine äußerst detaillierte dreifarbig-farbvereinte topographische Zeichnung in schwarz, braun und blau. Dieses, fast mit einer kartographischen Originalzeichnung vergleichbare, in feinstem Strichführung gefertigte Topographen- beziehungsweise Aufnahmeoriginal ist sehenswert. Es soll deshalb als farbiger Nachdruck in der Ausschnittsgröße 17 x 24 cm vorgestellt werden und den Qualitätsbegriff des Bearbeiters L. Aegerter dokumentieren (Karte 2).

Ein Vergleich mit dem kartographischen Ergebnis in der Bearbeitung durch H. Rohn (Karte 1) ist empfehlenswert.

L. Aegerter hat sein Arbeitsgebiet "Brenta" nicht allein mit den Augen des Topographen und Kartographen gesehen, er hat es auch naturwissenschaftlich betrachtet. Erst aus der Summe seiner Kenntnisse und Erkenntnisse ist seine Meisterschaft zu verstehen. So haben ihn bei der "Brenta" nicht nur das äußere Erscheinungsbild mit den Oberflächenformen in ihrer vielfältigen Konfiguration interessiert, sondern auch die Ursachen ihrer Entstehung und Veränderung auf Grund erdinnerer (endogener) und erdüßerer (exogener) Vorgänge. Deswegen hat er wohl auch seine "Ansicht der Brentagruppe vom Monte Gazza" (Figur 3) bereits 1906 als eine panoramaartige Studie in Federzeichnung angefertigt, also ziemlich am Anfang der topographischen Aufnahmetätigkeit. Dazu schreibt er in seinen "Begleitworten zur Karte der Brentagruppe" /1/: "Die Brentagruppe habe ich, wie schon andere vor mir, als schwache kuppelförmige Aufwölbung aufgefaßt, die fast genau von Nord nach Süd wie auch von Ost nach West gegen alle Seiten hin abfällt. Auf der Panoramazeichnung sieht man besonders gut, wie sich in kühnem Schwunge die mächtige Wand des Liaskalks aus einer Eozänfalte in der Gegend von Moline heraufbäumt. Die darüberliegenden Schichten des Hauptdolomits, aus welchem fast alle Hauptgipfel der Gruppe bestehen, machen diese Be-

wegung mit. An der Cima Tosa erscheinen diese Schichten horizontal, dann folgt die Bruchspalte durch Pozza tramontana – Bocca di Brenta – Val Brenta; von dort bis zur Cima di Brenta zeigt sich noch einmal ein schwaches Aufwärtssteigen."

Die kartographische Wissenschaft hat in der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 ein hervorragendes Musterbeispiel der genetischen Felszeichnung, das trotz oder gerade wegen der heute so rasant sich vollziehenden, unaufhaltsamen Weiterentwicklung und Umstrukturierung der kartographischen Aufnahme, Herstellungs- und Fortführungstechniken seinen Stellenwert nicht verloren hat. Es zeigt, daß vor fast 80 Jahren kartographische Leistungen vollbracht wurden, die der Kartographie von heute auch unter veränderten Verhältnissen noch orientierenswert und beispielgebend sind.



Karte 2 (siehe umseitig)

## Karte 2

Reproduktion des dreifarbigen Aufnahmeoriginals 1:25 000 zur "Karte der Brenta-gruppe" aus dem Jahr 1907 im Ausschnitt. Schwarz-, Blau-, Braun-Federzeichnung von L. Aegerter in Tusche auf Karton. Man beachte dieses präzise und detailliert ausgearbeitete topographische Ergebnis. Reproduziert im Farbauszugsverfahren mittels Hell-Scanner CTX-330 durch das Bayer. Landesvermessungsamt 1986. Reproduktion mit freundlicher Genehmigung durch das Alpenvereinsmuseum des ÖAV in Innsbruck 1986.



Figur 3

Ansicht der Brentagruppe vom Monte Gazza. Nach der Aufnahme von L. Aegerter 1906. Aus: L. Aegerter - "Begleitworte zur Karte der Brentagruppe". Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, XXXIX. Band, 1908. München

Bruckmann impr.



## Zur Person der Bearbeiter (Kurzbiographien)

Aegerter, Leo

Am 6. Februar 1875 in Paris geboren, Schweizer Staatsbürger mit Heimatrecht in Röthenbach/Emmenthal, erlernte das Kartenzeichnen und Topographieren in der Schweiz und führte die Berufsbezeichnung Ingenieur-Topograph. Er arbeitete bereits 1897, das heißt mit 22 Jahren, für den DÖAV, zuerst an der Karte des Schlern und der Rosengartengruppe 1:25 000 als Gehilfe von Simon Simon, später an der Karte der Verwallgruppe 1:50 000 und der Adamello- und Presanella-Gruppe 1:50 000 mit Fridolin Becker. Am 1. Juli 1901 erhält Aegerter eine feste Anstellung beim DÖAV.

Aegerter bringt die Erfahrung der "genetischen Methode" des Felszeichnens mit und wird neben Hans Rohn, Wien, maßgeblicher Vertreter der "Klassischen Alpenvereinskartographie". In einer außerordentlichen Schaffensperiode, die von hoher Leistung gekennzeichnet ist, nimmt er zwischen 1901 und 1936 siebzehn weitere AV-Karten im Gebirge auf und zeichnet sie als Topographenoriginale mit größter Feinheit und Klarheit in's Reine. Daneben erstellte er mehrere vorbildliche alpine Reliefs. Besonders bekannt geworden ist das der Dachsteingruppe.



L. Aegerter im vorgeschrittenen Lebensalter nach einer Bleistiftzeichnung – von H. Rohn?  
(Privater Nachlaß, 1986)

Während seines Berufslebens hat sich Aegerter fachübergreifend weitergebildet. So eignete er sich wissenschaftliches Grundlagenwissen in den Fächern Geologie und Geomorphologie an und vertiefte sich auf dem Gebiet des Landschaftszeichnens. Der Gewinn, den er daraus zog, schlug sich in den hervorragenden Ergebnissen seiner topographisch-kartographischen Tätigkeit nieder.

Aegerter führt während seiner Tätigkeit einen umfangreichen Schriftverkehr mit dem Zentralausschuß des DÖAV. Aus ihm geht nicht nur sein Pflichtbewußtsein diesem gegenüber hervor, sondern auch ein bestimmter Zug seiner Persönlichkeit, der ihn oft als kritisch bis streitbar erscheinen läßt. Das mag ein gelegentliches Wesensmerkmal dieses Mannes gewesen sein, der mit außergewöhnlichem Einsatz Außergewöhnliches geleistet hat.

Aegerter starb am 30. Mai 1953 in Zirl bei Innsbruck im Alter von 78 Jahren eines plötzlichen Todes und ist auf dem Friedhof des Ortes begraben. Seine kartographische Hinterlassenschaft ist leider nicht so bewahrt worden, wie es seiner Bedeutung für die AV-Kartographie entsprochen hätte.

Siehe auch:

Leo Aegerter †. Mitteilungen des Deutschen Alpenvereins, 5. Jahrgang, S. 122, 1953. München.

Rohn, Hans

Sein Geburtsdatum ist der 25. Februar 1868, der Geburtsort ist Wien.

Nach einer Lehre als Kartolithograph wird er bei der bekannten Firma G. Freytag, Wien, als Steingraveur für Hochgebirgskarten eingesetzt.

Rohn gebührt das große Verdienst, die Geländeaufnahmen Aegerter's unverfälscht und wirkungsvoll mittels Steingravur in kartographische Originale umgesetzt zu haben. Neben seiner beruflichen Tätigkeit besucht er später geologische Vorlesungen an der Universität und erwirbt an der Akademie der Bildenden Künste den Titel eines akademischen Malers. Damit eignet sich Rohn jene Voraussetzungen an, die ihn befähigen, bei den kommenden Aufgaben in der Alpinkartographie, vor allem der Felszeichnung, außergewöhnliche Ergebnisse zu erzielen.



H. Rohn im Alter von etwa 40 Jahren (Archiv Freytag-Berndt u. Artaria, Wien 1986)

Seine große Zeit beginnt, als Rohn gemeinsam mit Aegerter die Gestaltung der AV-Karten bestimmt. Da beide die gleiche Überzeugung von einer modernen kartographischen Geländedarstellung haben, in der Höhenlinien und anschauliche genetische Felsdarstellung eigenständige, sich ausschließende Elemente sind, kommt es zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit. Die lange Reihe der fertiggestellten vorzüglichen AV-Karten, beginnend mit der Karte der Langkofel- und Sellagruppe (1904) und endend mit der Karte des Brennergebietes (1920), beweist dies. Dabei entwickelt und verbessert er ständig seinen eigenen Stil, was man beim Vergleich mit den Aegerter'schen Aufnahmeoriginalen feststellen kann.

Mit der 1924 erschienenen Karte der Schladminger Tauern – wir befinden uns bereits in der 2. Phase der klassischen AV-Kartographie – übernimmt Rohn auch die topographischen Feldarbeiten für die AV-Karten und vereinigt somit Geländeaufnahme und kartographische Bearbeitung in einer Hand. Damit verbunden ist ein Erfahrungszuwachs, der sich bereits in dieser Karte durch größere Reichhaltigkeit im Detail bei der Felszeichnung auswirkt.

Es gelingt ihm auch, auf der Grundlage des terrestrisch-photogrammetrischen Höhenlinienplanes im Fels auf einer grundrißgerechten Darstellungsfläche eine anschauliche Felszeichnung ohne allzugroßen Bildverlust zu realisieren. Die Karte der Loferer Steinberge (1925) und die Karte der Leogranger Steinberge (1926) zeigen dies recht deutlich. Im dreiteiligen Kartenwerk der Zillertaler Alpen (1930 – 1934) erreicht Rohn's Schaffen einen großartigen Höhepunkt.

Rohn wird 87 Jahre alt. Er hat sich bis in die letzten Jahre seines Lebens kartographisch betätigt. Am 23. Dezember 1955 ereilt ihn der Tod. Mit seinen hervorragenden kartographischen Leistungen hat er sich selbst ein Denkmal gesetzt.

Siehe auch:

In memoriam Hans Rohn. Edelweiß-Nachrichten der Sektion Edelweiß des ÖAV, 10. Jahrgang, 1956, Folge 1, Seite 29.

Kartograph und akademischer Maler Hans Rohn. Mitteilungen Österreichischer Alpenverein, 11. Jahrgang, 1956, Heft ½, Seite 6.

Hans Rohn †. Kartographische Nachrichten, Jahrgang 1956, Heft 2, Seite 65. Verlag Velhagen & Klasing, Bielefeld.

#### Literaturverzeichnis

- /1/ A e g e r t e r , Leo: Begleitworte zur Karte der Brentagruppe. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Band XXXIX, 1908. München
- /2/ A r n b e r g e r , Erik: Die Kartographie im Alpenverein. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Heft 22, Deutscher Alpenverein und Österreichischer Alpenverein, 1970. München und Innsbruck
- /3/ A u r a d a , Fritz: Entwicklungsphasen der Alpenvereinskartographie. Kartographische Nachrichten, Heft 6, 1963. Verlag Bertelsmann, Gütersloh
- /4/ A u r a d a , Fritz: Die "Alpenvereinskartographie" in Südtirol. Aus: Südtirol in Wort und Bild, Heft 3, Teil I und Heft 4, Teil III, 1981. Südtirol-Verlag, Innsbruck
- /5/ K r a i s z l , Willi: Historische Entwicklung der Felsdarstellung auf Plänen und Karten unter besonderer Berücksichtigung schweizerischer Verhältnisse. Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, XXVIII, Heft 1, 1930
- /6/ Svchriftverkehr Leo Aegerter's mit dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins in Innsbruck und München 1905-1908, sowie interner Schriftverkehr des DÖAV und mit anderen. Archiv des Österreichischen Alpenvereins. Innsbruck
- /7/ W i e b o l s , John und v a n H o u t e n , L.: Geologische Karte der Brentagruppe 1:25 000. Herausgegeben vom Deutschen Alpenverein, 1939. München

## Weitere Literatur

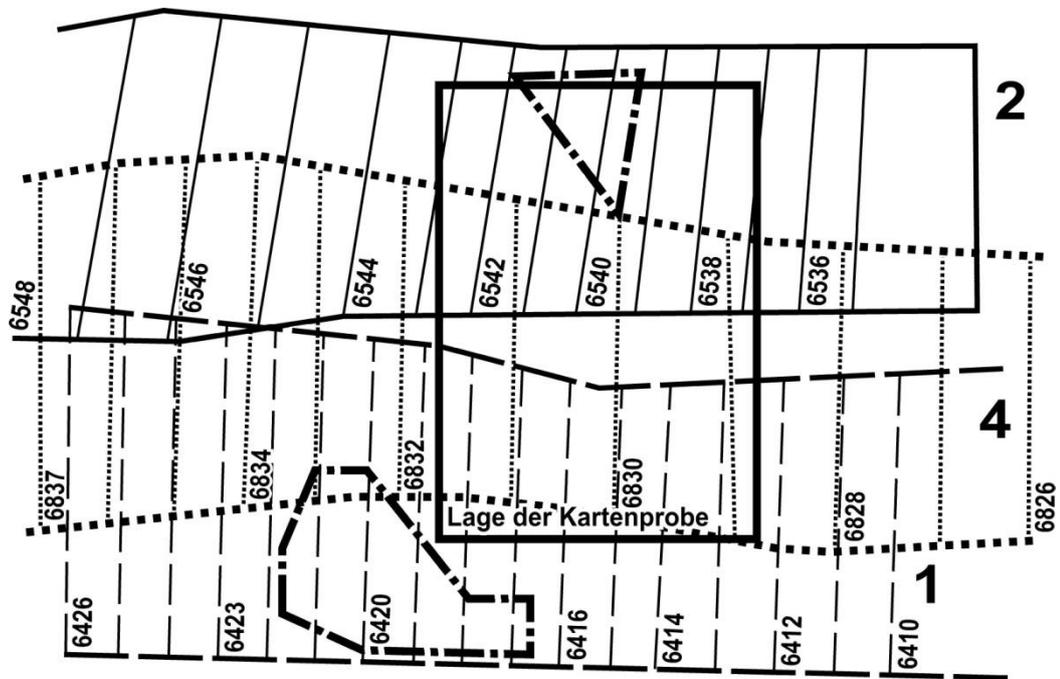
- A r n b e r g e r , Erik: Der Weg der Alpenvereinskartographie in der Aufnahme und Darstellung von Berggruppen der Ostalpen. Kartengeschichte und Kartenbearbeitung. Festschrift zum 80. Geburtstag von Wilhelm Bonacker, 1968. Kirschbaum-Verlag, Bad Godesberg
- A u r a d a , Fritz: Hundert Jahre Alpenvereinskartographie. (Die Alpenvereinskarte und ihre Entwicklung). Arbeiten der Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und Alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des ÖAV, Nr. 6, 1982. Wien
- A u r a d a , Fritz: Die Stellung der Alpenvereinskartographie in den Ostalpen. In: Österreichische Beiträge zur Geographie der Ostalpen. IGU-Congress 1984. Wiener Geographische Schriftenreihen 59/60. Wien
- F i n s t e r w a l d e r , Richard: Alpenvereinskartographie und die ihr dienenden Methoden. Sammlung Wichmann, Band 3, 1953. Berlin

### III/1 AEROTRIANGULATION "BRENTA"

von Günter Hell und Konrad Ringle, Karlsruhe

#### 1. Aufgabe und Unterlagen

Die Aerotriangulation für die Kartenprobe "Brenta" 1:25 000 (siehe 111/5 " ... kartographische Bearbeitung", Karte 3 - Kartenprobe) sollte zwei Aufgaben erfüllen: erstens die Voraussetzung für eine Luftbildauswertung 1:10 000 (Präzisionsauswertung) schaffen und zweitens für zirka 170 Geländepunkte die Koordinaten zum Zwecke von Genauigkeitsuntersuchungen bestimmen. Diese natürlichen Punkte - meist in der Felsregion - waren auf Lichtpauskopien der "Karte der BrentaGruppe" 1:25 000 markiert und numeriert. Eine Übersicht der Flugstreifen gibt Figur 1, wobei die strichpunktier-ten Gebiete die Lage der zu bestimmenden natürlichen Punkte angeben. \*)



Figur 1  
Übersicht der Flugstreifen 1, 2, 4

\*) Auf Grund der Beschränkung des ursprünglich größer ausgelegten Untersuchungsgebietes auf das kleinere der Kartenprobe, konnten nur die koordinatenmäßig bestimmten Punkte des innerhalb der Kartenprobe gelegenen strichpunktier-ten Gebietes in die Genauigkeitsuntersuchung mit einbezogen werden. Da dieses Gebiet aber nur einen relativ kleinen Ausschnitt der gesamten Kartenprobe repräsentiert, wurden (siehe III/2 "Geometrisch-topometrische Genauigkeitsuntersuchung") noch weitere, über den ganzen Probeausschnitt verteilte topographische Paßpunkte für die Untersuchung herangezogen (der Redakteur).

Die Flughöhe lag bei rund 5000 m über NN, wobei der Streifen 4 zu einem anderen Zeitpunkt geflogen worden war. Da im engeren Bereich der zu bestimmenden natürlichen Punkte keine ausreichende Anzahl von Paßpunkten vorhanden war, mußte die Triangulation zu den Rändern hin ausgedehnt werden, um eine befriedigende Stützung zu erreichen. Für die rund 90 Paßpunkte, davon 20 nur Höhenpaßpunkte, lagen italienische Punktbeschreibungen vor, wobei die Paßpunktskizzen nicht immer ganz eindeutig zu interpretieren waren. Zur Mitte des Blocks hin steigt das Gelände von minimal 600 bis auf 3100 m an, um dann wieder auf Höhen bis unter 1000 m abzufallen. Daraus resultieren Bildmaßstabszahlen zwischen 1:12 000 und 1:29 000.

## 2. Arbeitsablauf

### 2.1 Verknüpfungspunkte

Vor der eigentlichen Messung mußten zu den bereits auf Luftbildabzügen markierten Kontroll- und Paßpunkten noch weitere Verknüpfungspunkte gefunden werden. Hierzu wurden natürliche Punkte verwendet. Die Auswahl wurde bei einer Durchsicht der einzelnen Streifen unter dem Spiegelstereoskop getroffen. Eine besondere Schwierigkeit trat dadurch auf, daß der die beiden Randstreifen verknüpfende Mittelstreifen zu einem anderen Zeitpunkt geflogen worden war. So war es nicht immer ganz einfach, identische Punkte bei einer zum Teil noch vorhandenen Schneedecke zu finden. Von den rund 130 zusätzlichen Verknüpfungspunkten waren

- ~ 50% Steine, helle Sandflecken
- ~ 25% Felsspitzen, Felsvorsprünge
- ~ 10% Schneeflecken (nur für jeweils einen Streifen)
- der Rest verteilte sich auf Gebäude, Bäume und Wegkreuzungen.

### 2.2. Messungen

In den Höhenlagen mußten alle möglichen Modelle gemessen werden, um überhaupt eine Verknüpfung zu erreichen, während dieses in den Tallagen wegen einer zum Teil 90%igen Überdeckung nicht nötig war.

Gemessen wurden

- im Streifen 1 (17 Bilder) 12 Modelle
- im Streifen 2 (15 Bilder) 12 Modelle
- im Streifen 4 (12 Bilder) 11 Modelle.

Als Meßinstrument wurde der Stereokomparator PSK 2 (Zeiss) des Instituts für Photogrammetrie und Topographie der Universität Karlsruhe verwendet. Die Meßdaten wurden online auf die institutseigene Rechenanlage Prime 500 übertragen. Dabei wurden die Doppelmessungen sofort auf Übereinstimmung geprüft und notwendige Nachmessungen ausgeführt.

### 2.3 Berechnung

Nach der Berechnung der Rahmenmarken konnten die Komparatorkoordinaten in Bildkoordinaten transformiert werden. Da eine Bündeltriangulation (G. Hell /1/) vorgesehen war, mußten die Punkte der einzelnen Bilder zuerst aus den jeweiligen Modellen zusammensortiert werden. Mehrfach gemessene Punkte wurden gemittelt.

Die einzelnen Streifen wurden, da hierfür genügend Paßpunkte vorhanden waren, zuerst getrennt berechnet. Grob falsche Punkte konnten dabei leichter gefunden und gute Näherungskordinaten gewonnen werden. Für die Gesamttriangulation wurden dann rund 1100 Bildkoordinaten von 38 Bildern bei ca. 390 Punkten verwendet. Die Berechnung erfolgte auf der Rechenanlage UNIVAC 1108 des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe. Hierbei ließen sich dann doch einige weitere Fehler feststellen, welche auf Identifizierungsschwierigkeiten bei den zu verschiedenen Zeitpunkten geflogenen Flugstreifen zurückzuführen sind.

Der erreichte Gewichtseinheitsfehler der Bildkoordinaten liegt bei  $\pm 0.020 \mu\text{m}$ . Die Restabweichungen bei den Paßpunkten liegen bei  $\pm 2,3 \text{ m}$  in der Lage und  $\pm 1,5 \text{ m}$  in der Höhe, was bei der großen Zahl und bei der Verteilung der Paßpunkte für die zu bestimmenden natürlichen Punkte eine Genauigkeit der gleichen Größenordnung erwarten läßt.

Für den heutigen Leistungsstand der Aerotriangulation sind dies relativ hohe Werte. Doch darf dabei nicht vergessen werden, daß die Definitionsgenauigkeit der natürlichen Punkte sicher nicht besser als rund  $\pm 0,3 \text{ m}$  ist, was mit der erreichten Genauigkeit ganz gut übereinstimmt. Ein Ausgleichungsverfahren kann nicht mehr leisten als an Punktdefinition bei der Messung der Punkte hineingesteckt wird. Für den angestrebten Zweck reicht die erhaltene Güte der Koordinaten aus.

## L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

/ 1/ H e i l , Günter : Terrestrische Bildtriangulation mit zusätzlichen Beobachtungen. Deutsche Geodätische Kommission (DGK), Reihe C, Heft 253, 1979. München



## III/2 GEOMETRISCH-TOPOMETRISCHE GENAUGIGKEITSUNTERSUCHUNG

von Dieter Beineke, Ottobrunn

### Inhalt:

1. Die geodätischen Grundlagen
  - 1.1 Die österreichische Landesaufnahme
  - 1.2 Das Präzisions-Nivellement
2. Zur geometrischen Genauigkeit
  - 2.1 Das Festpunktfeld
  - 2.2 Der Kartenrahmen
3. Zur topometrischen Genauigkeit
  - 3.1 Topographische Lage-Paßpunkte
  - 3.2 Topographische Höhen-Paßpunkte
4. Literaturverzeichnis
5. Anhang

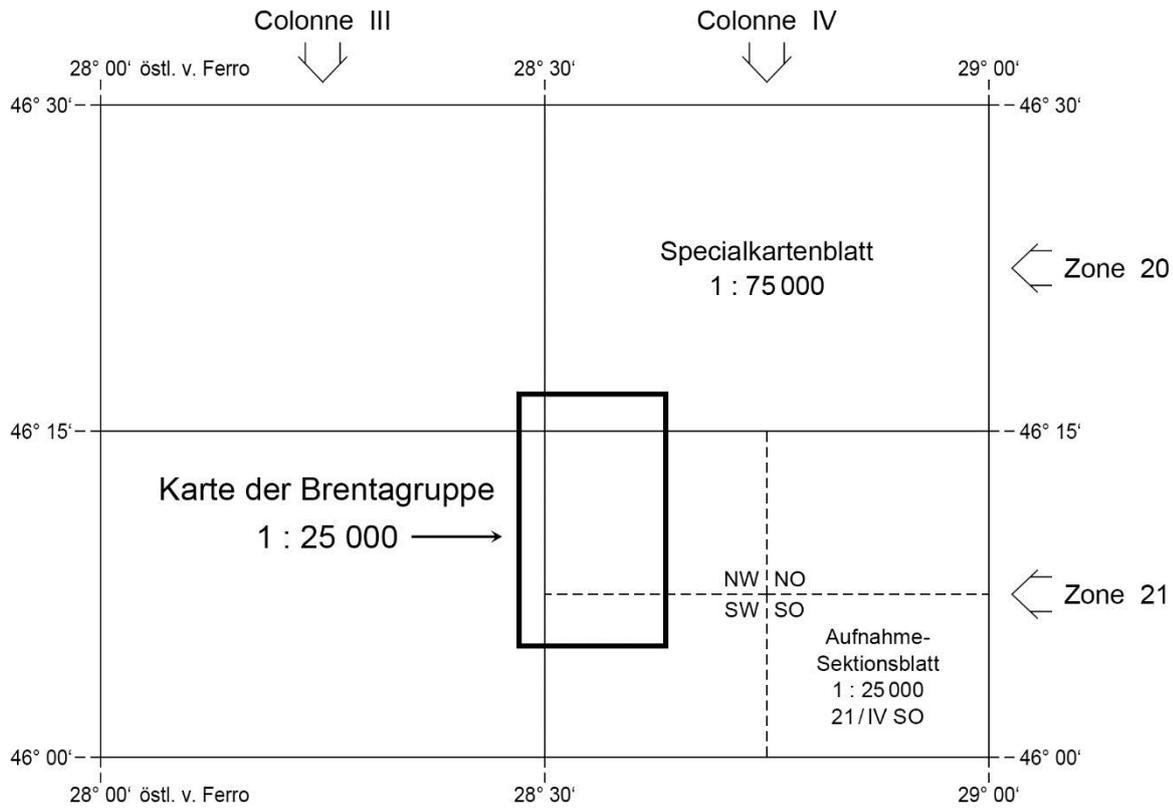
### 1. Die geodätischen Grundlagen

#### 1.1 Die österreichische Landesaufnahme

Zu Beginn der topographischen Arbeiten an der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 (im folgenden auch kurz "Brentakarte" genannt) standen dem Alpenvereins-Topographen Leo Aegerter im Jahre 1905 zunächst nur die Ergebnisse der 3. Österreichischen Landesaufnahme zur Verfügung /4/, die in den Jahren 1869-1887 vom "k. u. k. Militärgeographischen Institut in Wien" (MGI) durchgeführt wurde. Diese 3. oder Franzisco-Josephinische Landesaufnahme diente der Herstellung einer neuen Specialkarte von Österreich-Ungarn im Maßstab 1:75 000, die auch für zivile Zwecke brauchbar sein sollte.

Mit der Einführung des metrischen Systems wurde erstmals der Maßstab 1:25 000 für die Aufnahmesektionsblätter eingeführt. Die [Figur 1](#) zeigt die Lage der "Brentakarte" im System der Specialkarten- und Aufnahmesektionsblätter. Als Bezugsfläche für die Berechnung der geographischen Koordinaten diente das Besselellipsoid. Zur Ergänzung von Netzlücken wurden vom MGI lediglich kleine Triangulierungen durchgeführt, ansonsten stützten sich die Arbeiten auf die Triangulierung 1. Ordnung der 2. Landesaufnahme (1848-1861) und auf die Katastraltriangulierung (ab 1817). Doch die Ansprüche, die zum Ende der 3. Landesaufnahme vor allem aus den nichtmilitärischen Bereichen (Wirtschaft, Technik, Verkehrswesen, Bergtouristik) an das MGI herangetragen wurden, verlangten eine wesentliche Verbesserung des Karteninhaltes. Mit der Erfindung und dem Einsatz neuer meßtechnischer Verfahren, wie z.B. optische Distanzmessung, Meßtischphotogrammetrie oder die seit 1902 eingeführte terrestrische Stereophotogrammetrie, konnte diesen Belangen Rechnung getragen werden. Dies führte schließlich zur 4. Landesaufnahme oder Präzisionsaufnahme, die 1896 be-

gonnen und im Jahre 1915 infolge des Ersten Weltkrieges abgebrochen werden mußte. Der Aufnahmemaßstab dieser Präzisionsaufnahme war 1:25 000 und die Grundlage der Triangulierung war ein Netz 3. Ordnung, welches mit Hilfe des Netzes 2. Ordnung an das vorhandene Netz 1. Ordnung angeschlossen wurde.



Figur 1

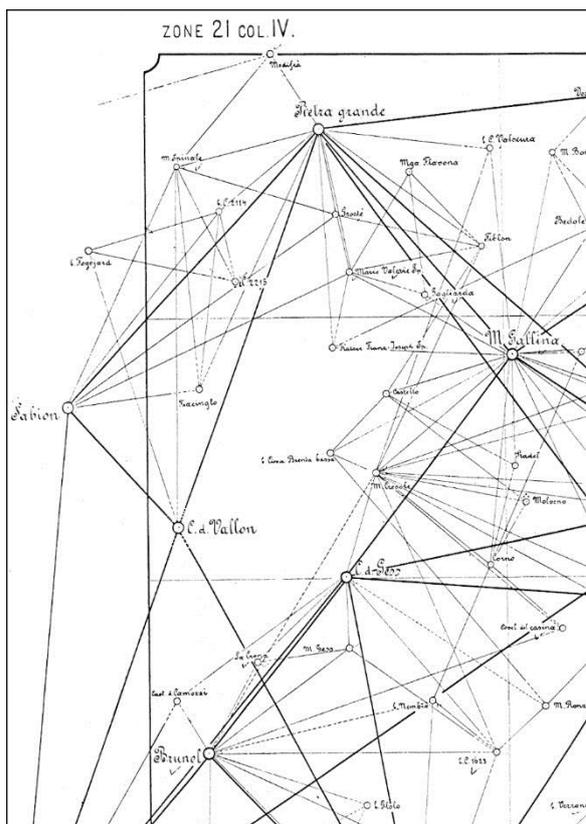
Lage der "Karte der Brentagruppe"	1:25 000
im System der Spezialkartenblätter	1:75 000
und der Aufnahmesektionsblätter	1:25 000
der österreich-ungarischen Monarchie	

Das Netz 1. Ordnung wurde aus dem sogenannten Gradmessungsnetz abgeleitet, an dem das MGI seit 1862 im Zuge des weltweit betriebenen wissenschaftlichen Projektes der "Internationalen Erdmessung" beteiligt war. Die Netzkonfiguration des Gradmessungsnetzes wurde so gewählt, daß es sowohl für die Zwecke der Landesvermessung als auch für das Kataster Verwendung finden konnte, denn das gesamte Netz 1. Ordnung sollte in einem einheitlichen Koordinatensystem dargestellt werden.

Eine Ausgleichung des Gradmessungsnetzes in einem Guß für das gesamte Gebiet der Monarchie war damals nicht möglich, denn es umfaßte mehr als 2000 Bedingungengleichungen. Es wurde daher in 62 Teilnetze zergliedert, die mit Anschlußzwang und geringfügiger Überlappung getrennt ausgeglichen wurden. Bezugsfläche für die Berech-

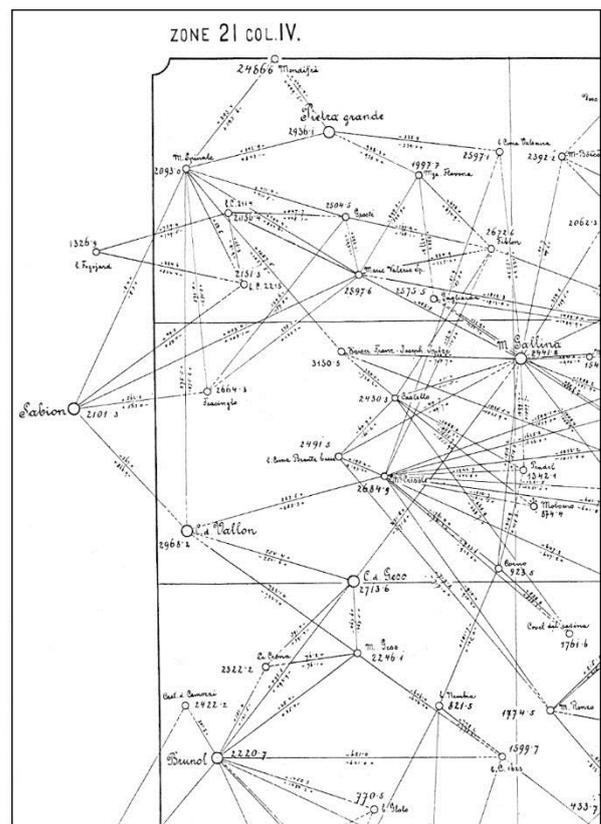
nung der geographischen Koordinaten war das Besselellipsoid. Der Maßstab wurde aus der Grundlinie bei Josefstadt (Böhmen) abgeleitet.

Das für die Zwecke der Landesvermessung modifizierte Gradmessungsnetz hätte nun neu ausgeglichen werden müssen, da zusätzliche Grundlinien und Polygonschlußbedingungen ursprünglich nicht eingearbeitet waren. Der Aufwand dazu wäre aber zu hoch gewesen und man entschloß sich daher für eine speziell beim MGI entwickelte Näherungslösung durch schrittweise Anpassung mit anschließender Glättung (militärische Ausgleichung).



Figur 2.1

Übersichts (Lage)-Skelett der Landesvermessung des MGI in der österr.-ungar. Monarchie im Jahre 1903 (Ausschnitt vom Gebiet der Brentagruppe)



Figur 2.2

Höhen-Skelett der Landesvermessung des MGI in der österr.-ungar. Monarchie im Jahre 1903 (Ausschnitt vom Gebiet der Brentagruppe)

Das Gebiet der Brentagruppe befindet sich im äußersten Westen der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie. Dieser für eine Genauigkeitsuntersuchung der "Brentakarte" relevante Westteil der Monarchie zeigte in einer vergleichenden Untersuchung für das Netz der Landesvermessung bei 1817 Richtungen eine mittlere Richtungsverbesserung von 0,713" (im Gradmessungsnetz 0,616"). Auf der Grundlage des Besselellipsoids und des seit 1896 eingeführten internationalen Meters wurden mit den ausgeglichenen Beobachtungen die geographischen Koordinaten aller Punkte für die Landesvermessung berechnet. Für den Westteil der Monarchie erschienen diese Ergeb-

nisse bereits im Jahre 1901. Sie bildeten die Grundlagen für die folgenden Triangulationsarbeiten 2. U. 3. Ordnung, die u.a. in Südtirol durchgeführt wurden /6/.

Die das Gebiet der Brentagruppe betreffenden Feldarbeiten und Berechnungen entstanden in der Zeit zwischen 1902 und 1905 unter der Leitung des k. und k. Obersten Dr. Robert von Sterneck /5/. Die Konfiguration des Triangulations- und des Höhennetzes, die den größten Teil der Brentagruppe umfaßten (Aufnahmesektionsblatt: Zone 21, Colonne IV, NW), gehen aus den Figuren 2.1 und 2.2 hervor.

Diese Ergebnisse der Triangulation (einschließlich der Höhenfestpunkte) und darüber hinaus 183 terrestrisch-photogrammetrische Aufnahmen aus der Brentagruppe mit bezeichneten Paßpunkten, deren Lage und >Höhe im Maßstab 1:25 000 aus den Konstruktionsblättern auf 4 Oleaten (Deckblätter, Pausleinwände) vom MGI übertragen wurden, standen Leo Aegerter bei seinen topographischen Aufnahmen schließlich im Jahre 1906 zur Verfügung /4/.

## 1.2 Das Präzisions-Nivellement (1873-1895)

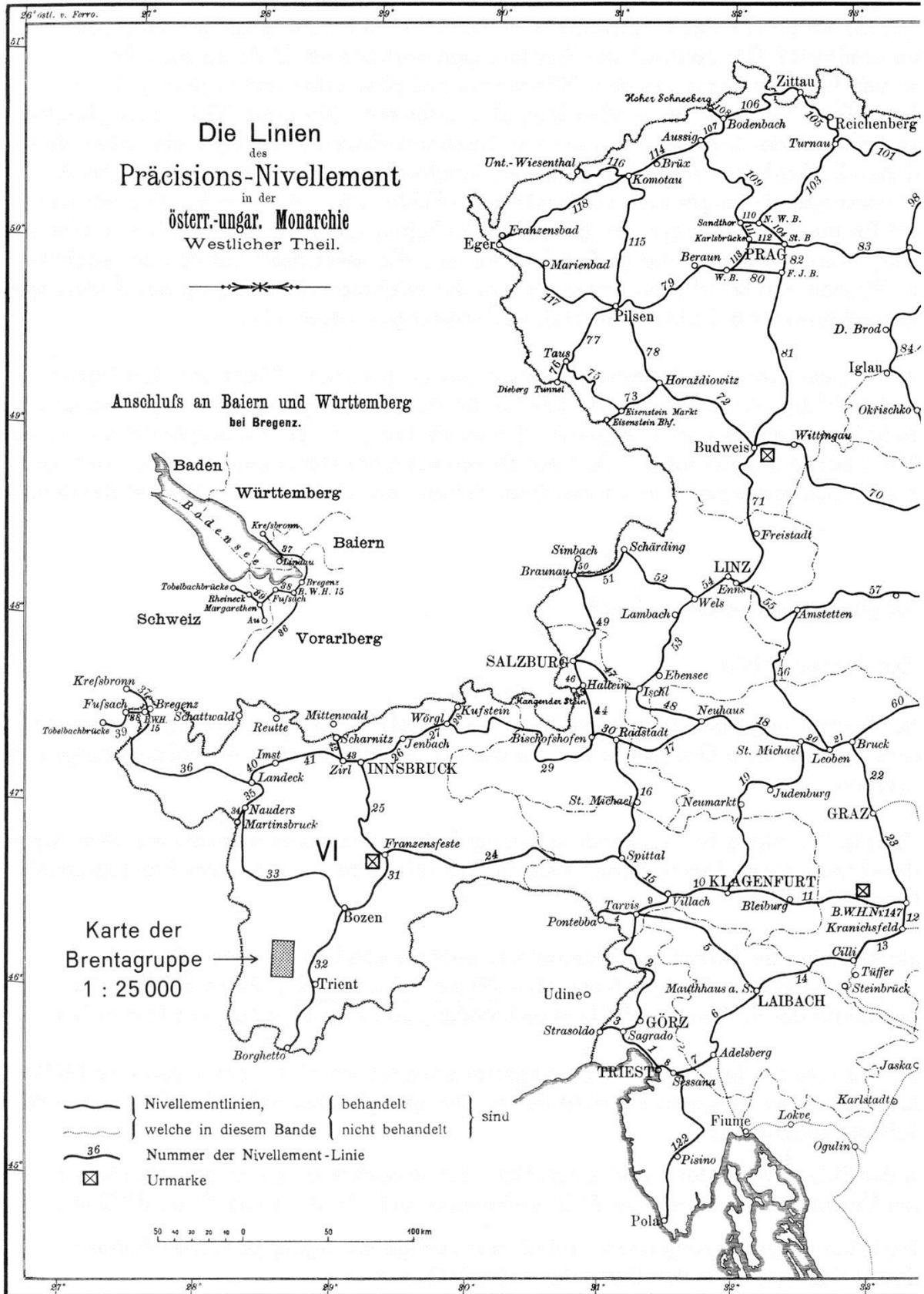
Grundlage für die Berechnung der absoluten Höhen der Triangulationspunkte während der 4. österreichischen Landesaufnahme war das Präzisions-Nivellement des MGI, an das alle trigonometrisch bestimmten Höhendifferenzen angeschlossen wurden.

Das Präzisions-Nivellement war in Österreich-Ungarn die erste Operation dieser Art. Die Veröffentlichung der Ergebnisse für den Westteil der Monarchie im Jahre 1896 beabsichtigte, diese Resultate für gemeinnützige Zwecke und praktische Bedürfnisse nutzbar zu machen. Aus diesem Grunde sind die Beobachtungen nur provisorisch ausgeglichen worden, denn eine definitive Bearbeitung der Nivellements für Erdmessungszwecke (Gradmessungs-Nivellement) sollte einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben /2/.

Vor der Ausgleichung wurden die einzelnen Nivellementslinien sphäroidisch korrigiert, um vom Nivellementsweg unabhängige Höhenkoten zu bekommen. Dann wurden die insgesamt 27 Schleifen des Westteils der Monarchie nach bedingten Beobachtungen ausgeglichen.

Die absoluten Höhen wurden von der Ausgangshöhenmarke am Molo Sortorio in Triest abgeleitet. Die Höhe der Ausgangsmarke war auf der Grundlage einer nur einjährigen Beobachtung des Mittelwasserstandes mit 3,352 m über dem Mittelwasser der Adria ermittelt worden. Nachfolgende mehrjährige Beobachtungen des Mittelwasserstandes haben allerdings gezeigt, daß diese Höhe um fast 9 cm fehlerhaft berechnet wurde. Wegen der Hebung des Adriapegels in den letzten Jahrzehnten ist der heutige Fehler sogar auf ca. 30 cm angestiegen, so daß alle Absoluthöhenangaben von damals zu groß geworden sind. Für die Genauigkeitsuntersuchung der "Brentakarte" ist dieser Fehler allerdings von untergeordneter Bedeutung, da die meisten Höhenkoten in der Karte auf volle Meter auf- beziehungsweise abgerundet sind.

Die Figur 3 zeigt einen Ausschnitt des westlichen Präzisionsnivellements mit der Lage der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 innerhalb des Netzsystems. Wie man deutlich



Figur 3

Die Lage der "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 im Liniensystem des Präzisions-Nivellements der österreich-ungarischen Monarchie (westlicher Teil, Ausschnitt)

Erkennt, führen alle Nivellementslinien außerhalb der Brentagruppe vorbei. Wie genau wurde nun das Präzisions-Nivellement in der unmittelbaren Nähe der Brenta ermittelt? Die nördlich der Brentagruppe verlaufende Linie 33 zwischen Bozen und Nauders ergab aus den Differenzen zwischen Hin- und Rückweg einen mittleren Fehler von  $\pm 1,59$  mm/km Doppelnivellement. Die Linie 33 ist aber gleichzeitig Teillinie der Schleife VI (zwischen Innsbruck-Bozen-Nauders), die neben den restlichen 26 Schleifen einer gemeinsamen Ausgleichung unterzogen wurde. Das Ausgleichungsergebnis zeigte hier einen mittleren Fehler von  $\pm 4,1$  mm/km Doppelnivellement für das gesamte Netz, so daß auf einen hohen systematischen Fehler zu schließen war, dessen Ursachen die großen Zielweiten, die Messungen auf den aufgeschütteten Dämmen von Bahnlinien und vor allem die Nichtberücksichtigung der Änderungen der Lattenkorrektur bei einem Großteil der Messungen waren /6/.

Die östlich der Brenta verlaufende Linie 32 zwischen Bozen, Trient und dem italienischen Anschlußpunkt Borghetto ist nicht in die Ausgleichung mit einbezogen worden, da sie keine eigene Schleife darstellt. Sie wurde lediglich an die ausgeglichene Schleife VI bei Bozen angeschlossen. Aus den Differenzen der Höhenunterschiede zwischen Hin- und Rückweg ergab sich ein mittlerer Fehler von  $\pm 1,5$  mm/km Doppelnivellement /2/.

## 2. Zur geometrischen Genauigkeit

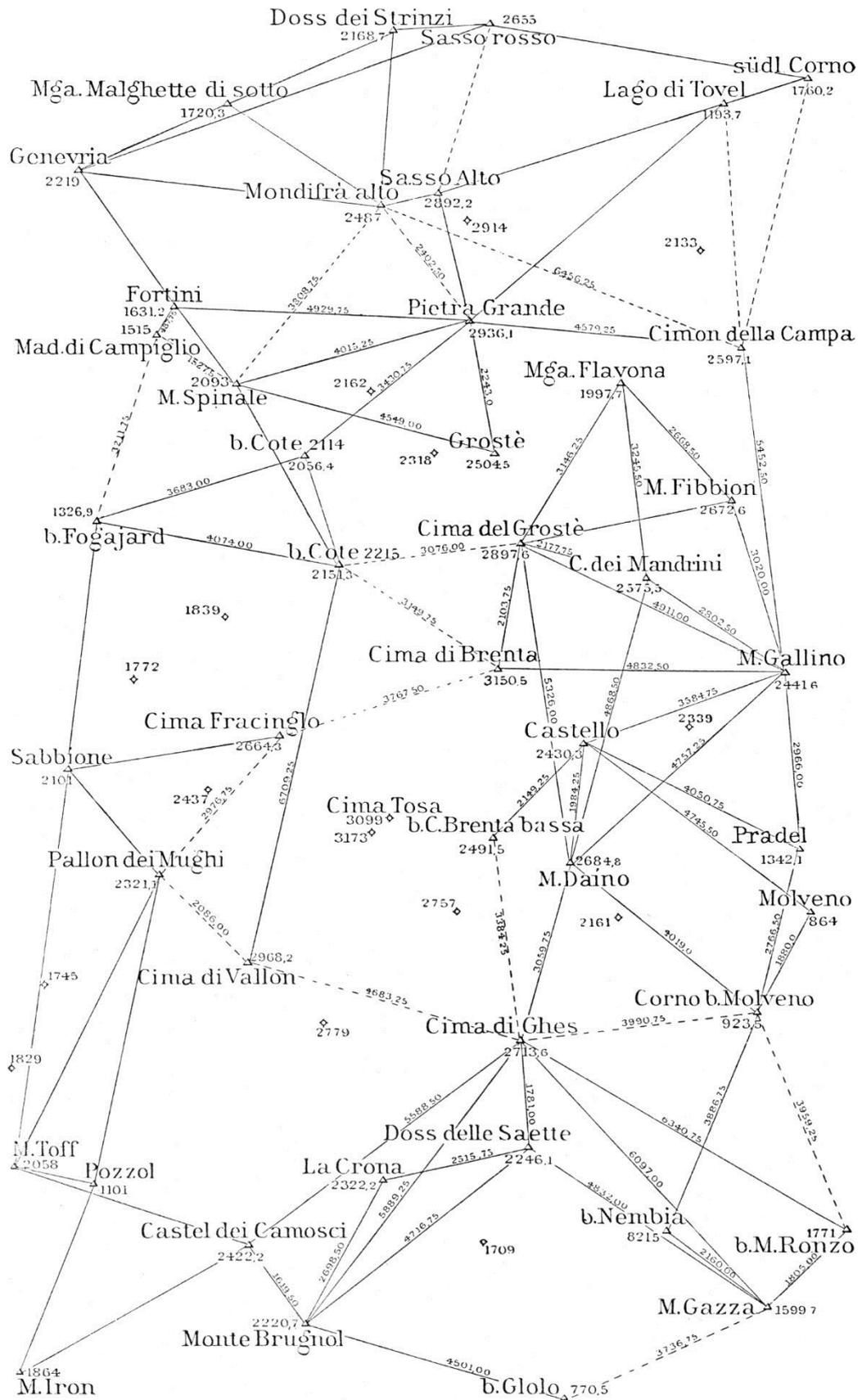
### 2.1 Das Festpunktfeld

Bei der Herstellung einer topographischen Karte stellt das trigonometrische Festpunktfeld das geometrische Grundnetz dar, in das die topographischen Aufnahmen eingebunden werden.

Das für die "Brentakarte" verwendete Triangulationsnetz wurde erstmals von dem Alpenvereins-Topographen Leo Aegerter 1908 in "Begleitworte zur Karte der Brentagruppe" veröffentlicht /1/.

Vergleicht man die Skizze des Triangulationsnetzes von Leo Aegerter ([Figur 4](#)) mit den Lage- und Höhen-Skeletten des MGI ([Figur 2.1](#) und [2.2](#)), die in der gleichen Zeit während der 4. Landesaufnahme entstanden, so läßt sich folgendes feststellen:

1. Die Punktverbindungslinien nach Aegerter entsprechen nicht immer den vom MGI durchgeführten Beobachtungsrichtungen. Das gilt gleichermaßen für die Lage- und Höhenbeobachtungen.
2. In der Skizze Aegerter's sind zusätzliche Höhenpunkte eingetragen, die nicht in den Übersichts-Skeletten des MGI vorhanden sind (z.B.: Cima Tosa, 3173 m).
3. Die Höhenangaben Aegerter's sind bis auf wenige geringfügige Abweichungen absolut identisch mit den Ergebnissen des MGI.
4. Im Gegensatz zum Lage-Skelett des MGI enthält das Netz Aegerter's zusätzlich Streckenangaben zwischen den Festpunkten.
5. Das von Aegerter dargestellte Triangulationsnetz, von ihm "Netz der Hauptpunkte"



Figur 4

Triangulationsnetz der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von Leo Aegerter aus dem Jahre 1908 /1/

Genannt, entspricht nicht der Klassifizierung des MGI, das streng zwischen Hauptpunkten (Netz 1. Ordnung) und Nebenpunkten (Netz 2. Und 3. Ordnung) unterscheidet. Im Gebiet der Brentakarte fallen von den über 40 Festpunkten nur 6 in das amtliche MGI-Netz der Hauptpunkte 1. Ordnung (Pietra Grande, Monte Gallino, Sabbione, Cima di Ghes und Monte Brugnol).

6. Die Nomenklatur der Festpunkte ist zwischen Aegerter und dem MGI nicht immer einheitlich gewählt.

Im wesentlichen kann aus dem bisher Gesagten geschlossen werden, daß Leo Aegerter zwar auf der Grundlage der amtlichen österreichischen Landesaufnahme gearbeitet hatte, dann aber durch zusätzliche trigonometrische Vermessungen sein "eigenes" Netz der Hauptpunkte geschaffen hat, in das er seine topographischen Aufnahmen einbinden konnte.

Der erste Gegenstand zur Genauigkeitsuntersuchung sollte daher das Festpunktfeld der "Brentakarte" sein. Da die Höhenangaben, wie oben unter 3. Beschrieben, im wesentlichen identisch mit den Ergebnissen des MGI waren, konnte sich die Untersuchung des Festpunktfeldes allein auf die Lagegenauigkeit der Punkte beschränken. Im Rahmen der topometrischen Genauigkeitsuntersuchung wird später (siehe 3.3.2) auf die Höhen Genauigkeit von topographischen Paßpunkten eingegangen.

Um nun zu einer Genauigkeitsaussage zu gelangen, wurden 42 identische Festpunkte (Paßpunkte) ausgewählt, die sowohl in der "Brentakarte" als auch nach den Ergebnissen der Triangulationsarbeiten des MGI eindeutig identifizierbar waren. Damit standen zunächst zwei unterschiedliche Koordinatensysteme zum Vergleich an. Im Laufe der Untersuchung kamen aber noch weitere Koordinatensysteme hinzu. Eine Zusammenstellung aller Systeme befindet sich in 5. Anhang, Tablelle 1.0 – 1.6. Um einen eindeutig verifizierbaren Bezug zwischen den im Text angesprochenen Koordinatensystemen und den im Anhang explizit aufgelisteten Koordinaten zu erleichtern, beziehen sich die im folgenden angegebenen Abkürzungen "S<sub>0</sub>", "S<sub>1</sub>", "S<sub>2</sub>" usw. auf die im Anhang aufgeführten Koordinatensysteme.

Das Ausgangs-Koordinatensystem ("S<sub>0</sub>") waren ellipsoidisch-geographische Koordinaten des amtlichen Festpunktfeldes (Tablelle 1.0), die nach den Unterlagen des MGI relativ leicht beschafft werden konnten /5/.

Das im Rahmen dieser Untersuchung zu analysierende Koordinatensystem "S<sub>2</sub>" waren die ebenen kartesischen Koordinaten der in der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 kartierten Festpunkte, die mit Hilfe einer Digitalisierung gefunden wurden. Die Digitalisiervorlage war ein Film-Diapositiv des Scanner-Schwarzauszuges eines ca. 50 Jahre alten Druckexemplares der "Brentakarte", das als Grundlage für die Neubearbeitung diente (siehe auch I "Einleitung" und III/5 "Reproduktionstechnische und kartographische Bearbeitung").

Aber gerade diese Digitalisierung bereitete anfangs die größten Schwierigkeiten, obwohl man beim heutigen Stand der automatischen Datenverarbeitung annehmen sollte, daß diese simple Aufgabenstellung von einem graphischen Datenverarbeitungssystem ohne weiteres gemeistert würde.

Es wurden mehrere Versuche mit unterschiedlichen Gerätesystemen unternommen, die

aber alle nicht zufriedenstellend verliefen. Entweder wurde die geforderte Genauigkeit von  $\pm 0,1$  mm nicht erreicht, oder das Format des Digitalisiertabletts war zu klein, oder es war nicht möglich, auf relativ einfache Weise an die Original-Tischkoordinaten zu kommen, die aber gerade für die Genauigkeitsuntersuchung benötigt wurden. Die Systemkonzeptionen sahen diese Möglichkeit der Ausgabe nicht vor, da bei diesen graphischen Arbeitsplatz-Systemen die Tischkoordinaten über Referenzpunkte unmittelbar in ein übergeordnetes Koordinatensystem mit Hilfe einer Helmert- beziehungsweise Affintransformation überführt wurden.

Mit freundlicher Unterstützung des Lehrstuhls für Geographie und Geographische Fernerkundung am Institut für Geographie der Universität München konnten schließlich die gesuchten Tisch-Koordinaten aller für die Genauigkeitsuntersuchung der "Brentakarte" relevanten Punkte mit Hilfe der "Intelligenten Digitalisierstation ARISTOGRID CD 103" der Firma ARISTO erfaßt werden (Tabelle 1.2). Nach den Herstellerangaben besitzt dieses Koordinatenerfassungsgerät eine Auflösung von 0,054 mm und eine max. Positionsabweichung von  $\pm 0,12$  mm.

Die Überprüfung dieser Genauigkeit wurde mit Hilfe von 63 Paßpunkten eines 10 cm-Testgitters vorgenommen, das mit einer Quadratnetzschablone (mittlere Punktgenauigkeit:  $\pm 0,02$  mm) kartiert wurde. Jeder Punkt wurde nun mit der Fadenkreuzlupe des Digitizers dreimal erfaßt. Eine anschließende Affintransformation, die wegen der gerätebedingten Maßstabskorrektur in x- und y-Richtung notwendig ist, ergab mit allen gemittelten Punktkoordinaten einen mittleren Einstellfehler von  $\pm 0,05$  mm.

Die kartographische Darstellung eines trigonometrischen Punktes in der "Brentakarte" ist die in topographischen Karten übliche Signatur eines gleichschenkligen Dreiecks, allerdings hier ohne den im Schwerpunkt liegenden TP-Punkt. Um diesen Punkt koordinatenmäßig bestimmen zu können, wurden beim Digitalisieren die drei Eckpunkte der Signatur jeweils dreimal erfaßt und aus den neun Koordinatenpaaren das arithmetische Mittel gebildet. Die so gewonnenen Schwerpunktskoordinaten wurden für die weiteren Rechnungen als Karten-Koordinaten des Festpunktfeldes der "Brentakarte" eingeführt (Tabelle 1.2, "S<sub>2</sub>") und der mittlere Punktfehler aufgrund der oben beschriebenen Genauigkeitsuntersuchung der Digitalisierung mit  $\pm 0,05$  mm festgelegt (Tabelle 1.2).

Um diese beiden Koordinatensysteme ("S<sub>0</sub>" und "S<sub>2</sub>") miteinander vergleichen zu können, mußten zunächst die ellipsoidisch-geographischen Koordinaten des MGI in ebene rechtwinklige Koordinaten transformiert werden. Nach allen Recherchen, die im Österreichischen Staatsarchiv (Kriegsarchiv) in Wien und am "Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen Wien" in den Jahren 1985/86 durchgeführt wurden, sowie nach eingehendem Studium sämtlicher zu diesem Thema zur Verfügung stehender Literatur, konnte nicht festgestellt werden, nach welcher exakten Abbildungsvorschrift die geographischen Koordinaten für die "Brentakarte" in ebene Koordinaten transformiert wurden. Außerdem ist nicht bekannt, woher die Entfernungsangaben in Figur 4 stammen. Vermutlich sind sie nach Unterlagen des MGI von Aegerter selbst berechnet worden.

Aufgrund der Nachforschungen im Wiener Kriegsarchiv konnte aber eruiert werden, wie die geographischen Koordinaten für die Aufnahmesektionsblätter 1:25 000 des MGI in ebene Koordinaten umgerechnet wurden:

Ausgehend von der Blattmitte als Nullpunkt eines ebenen rechtwinkligen Koordinaten-

systems wurden zunächst die geographischen Koordinatendifferenzen  $\Delta\lambda''$  und  $\Delta\varphi''$  bezüglich des Nullpunktes berechnet und mit den Einheitsbogenlängen (1") für die Ordinaten beziehungsweise Abszissen multipliziert. Die logarithmisch berechneten Y/X-Koordinaten konnten anschließend direkt kartiert werden. Die Einheitsbogenlängen, die sich auf die geographischen Koordinaten des Blattmittelpunktes bezogen und für den Maßstab 1:25 000 beziehungsweise 1:12 500 berechnet waren, wurden für das jeweilige Aufnahmesektionsblatt einer Tafel entnommen ("Engel-Tabelle").

Es kann daher angenommen werden, daß die Festpunkte der "Brentakarte" in gleicher Weise übertragen wurden; denn obwohl bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts die von C. F. Gauß abgeleiteten Transformationsformeln für eine konforme Abbildung bekannt waren, wurde in Österreich nach ersten Versuchen in den Jahren 1910/11 erst ab 1921 die Gauß-Krüger-Abbildung eingeführt.

Im Kartenmaßstab 1:25 000 und bei dem relativ kleinen Blattschnitt der "Brentakarte" von 10' (geogr. Länge) mal 11' (geogr. Breite) bleiben aber die Abweichungen von einer strengen konformen Abbildung innerhalb der Zeichengenauigkeit von  $\pm 0,1$  mm.

Die ellipsoidisch-geographischen Koordinaten wurden deshalb mit Hilfe der Gauß'schen Abbildung in ebene konforme Koordinaten transformiert und als Koordinatensystem "S<sub>1</sub>" eingeführt. Als Bezugsfläche diente das Besselipsoid. Die Rechenergebnisse sind in der Tabelle 1.1 zusammengestellt. Der Hauptmeridian wurde dabei so gelegt, daß er genau durch den Festpunkt der Cima Brenta (Punkt 21, Tabelle 1.0 bzw. 1.1) verlief, der etwa in der Mitte der gesamten "Brentakarte" liegt.

In der von Leo Aegerter veröffentlichten Skizze der Hauptpunkte (Figur 4) befinden sich bei einem Großteil der Richtungsstrahlen zusätzlich Streckenangaben zwischen den Festpunkten, deren Berechnungsgrundlage, wie oben schon erwähnt, unbekannt ist. Diese Strecken konnten nun mit den Streckenberechnungen aus den konform transformierten Koordinaten des MGI ("S<sub>1</sub>") direkt verglichen werden. Es zeigte sich (Tabelle 2), daß bei 53 von insgesamt 56 zu vergleichenden Strecken die Abweichungen kleiner als 1,25 m waren. Der aus den Differenzen berechnete mittlere Fehler einer einzelnen Streckenbeobachtung ergab  $\pm 0,23$  m, der somit weit unter der Zeichengenauigkeit im Maßstab 1:25 000 liegt. Bei den 3 restlichen Streckendifferenzen (lfd. Nr.: 34, 35, 47; Tabelle 2) ergaben sich Abweichungen bis zu 60 m. Hierbei konnte es sich nur um Ausreißer handeln, die auf einen Berechnungs- oder zeichnerischen Übertragungsfehler bei der Erstellung dieser Festpunktskizze zurückzuführen waren.

Damit war sichergestellt, daß die konform transformierten Koordinaten des MGI ("S<sub>1</sub>") als Grundlage (Soll-Koordinaten) für den Vergleich mit den digitalisierten Festpunkten ("S<sub>2</sub>") der "Brentakarte" (Ist-Koordinaten) herangezogen werden konnten.

Da die digitalisierten Festpunkte von einem ca. 50 Jahre alten Druckexemplar abgeleitet waren, mußte erwartungsgemäß mit einem Papierverzug gerechnet werden. Es wurde daher eine ausgleichende Affintransformation zwischen den Koordinatensystemen "S<sub>1</sub>" und "S<sub>2</sub>" durchgeführt, wobei aus allen 42 identischen Paßpunkten die Transformationsparameter abgeleitet wurden, um die Koordinaten von "S<sub>2</sub>" nach "S<sub>1</sub>" zu transformieren. Die aus der Ausgleichung resultierenden Restklaffungen ergaben einen

mittleren Radialfehler von  $\pm 0,63$  mm und einen mittleren Paßpunktfehler von  $\pm 0,45$  mm im Kartenmaßstab 1:25 000.

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen wurde der Gewichtsansatz zwischen den beiden System so gewählt, daß "S<sub>1</sub>" gegenüber "S<sub>2</sub>" als fehlerfrei eingeführt wurde. Die Restklaffungen sind hier als Verbesserungen des transformierten Koordinatensystems "S<sub>2</sub>" zu verstehen, dargestellt im System "S<sub>1</sub>" (Figur 5.1). Der mittlere Radialfehler (auch Gewichtseinheitsfehler) und der mittlere Paßpunktfehler sind nach folgenden Formeln berechnet:

$$\text{mittlerer Radialfehler:} \quad m_r = \pm \sqrt{[v_x^2 + v_y^2] / (2n - u)}$$

$$\text{mittlerer Paßpunktfehler:} \quad m_p = \pm m_r / \sqrt{2}$$

Es bedeuten:  $v_x$  ... Verbesserung in x-Richtung

$v_y$  ... Verbesserung in y-Richtung

$n$  ... Anzahl der identischen Paßpunkte

$u$  ... Anzahl der Unbekannten:

$u = 4$  (Helmerttransformation)

$u = 6$  (Affintransformation)

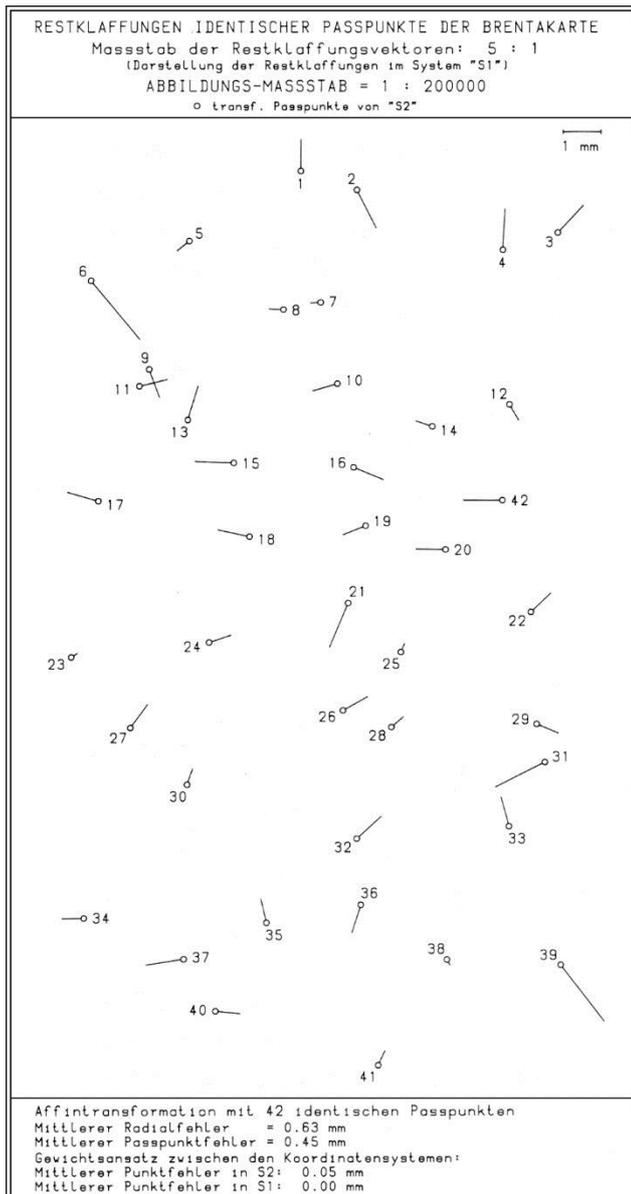
$u = 8$  (Projektive Transformation)

Die eckigen Klammern bedeuten die Summation aller Verbesserungsquadrate

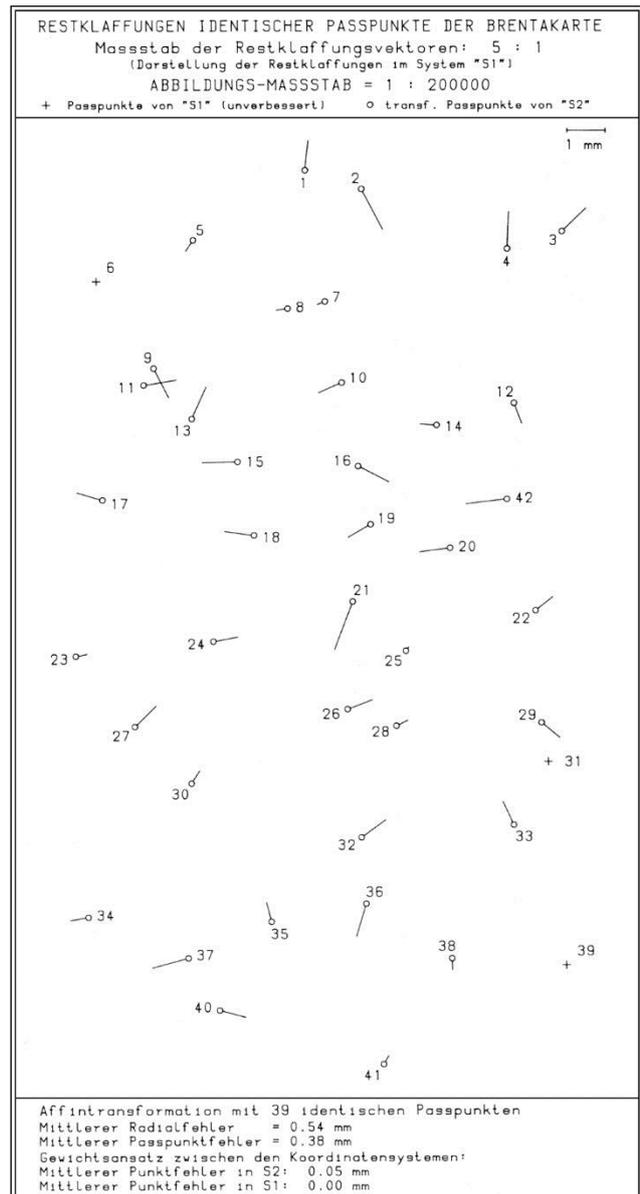
Die Analyse von Restklaffungen stellt bekanntlich ein schwieriges Problem dar, weil durch die Ausgleichung die größeren Fehler auf Kosten der kleineren Fehler gemildert werden und daher schwieriger zu entdecken sind. Je größer aber die Anzahl der Beobachtungen ist, desto leichter lassen sich grobe Fehler erkennen. Bei der relativ hohen Zahl von 42 Paßpunkten konnte erwartet werden, daß größte Fehler und regionale Verschiebungstendenzen aufgedeckt werden, die in Betrag und Richtung den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen.

Bei der Betrachtung der Restklaffungsvektoren der Figur 5.1 fällt zunächst auf, daß an einigen Stellen homogene regionale Verschiebungstendenzen zu erkennen sind. Der Gesamteindruck bleibt aber zufällig verteilt und die größten Abweichungen von ca. 2 mm lassen die Punkte 6, 31 und 39 erkennen, bei denen man vermutlich auf grobe Kartierfehler schließen kann. Eine erneute Affintransformation ohne diese Punkte brachte erwartungsgemäß keine wesentliche Verbesserung der Ergebnisse (mittlerer Radialfehler:  $\pm 0,54$  mm; mittlerer Paßpunktfehler:  $\pm 0,38$  mm). Die Restklaffungen sind in Figur 5.2 abgebildet.

Eine weitere Reduzierung der Paßpunkte erschien nicht mehr sinnvoll, denn 86% aller Vektoren hatten einen Betrag zwischen 0,2 und 1,0 mm, wovon die Hälfte größer als 0,7 mm war. Als Ergebnis dieser Untersuchung ist somit festzustellen, daß der mittlere Paßpunktfehler des in der "Brentakarte" (Scanner-Schwarzauszug) kartierten Fest-



Figur 5.1



Figur 5.2

Punktfeldes mit  $\pm 0,4$  mm (=  $\pm 10$  m im Naturmaß) angenommen werden kann. Dieser im Vergleich zur kartographischen Kartiergenauigkeit von  $\pm 0,1$  mm hohe Fehler läßt sich zunächst auf den gesamten karten- und reproduktionstechnischen Prozeß bei der damaligen Herstellung einer Karte zurückführen. Um das zu verdeutlichen, ist es notwendig, die einzelnen Schritte in der Reihenfolge des Arbeitsprozesses einmal aufzuführen:

1. Kartierung der Festpunkte auf den Aufnahmeblättern
2. Topographische Meßtischaufnahme des Geländes und mehrfarbig ausgestaltete kartographische Reinzeichnung
3. Photochemische Übertragung der einzelnen Aufnahmeblätter auf den Gravurstein
4. Steingravur

5. Übertragung der Steingravur mit Umdruckpapier auf eine Flachdruckplatte (nur bei hohen Auflagen)
6. Druck

Von der Kartierung der Festpunkte bis letztendlich zum Druck ist es ein langer Weg und die damals verwendeten Zeichenträger und Reproduktionsmaterialien waren keineswegs maßhaltig. Die Aufnahmeblätter der "Brentakarte" bestanden z.B. aus einem 0,7 mm starken Zeichenkarton ohne Aluminium-Einlage, die bei den topographischen Arbeiten Aegerter's im Hochgebirge – obwohl mit der Meßtischplatte verklebt – über lange Zeit den unterschiedlichsten Temperaturen ausgesetzt waren.

Die schlechte Maßhaltigkeit der karten- und reproduktionstechnischen Materialien stellen in ihrem Zusammenwirken aber nur eine Fehlerquelle für den hohen Paßpunktfehler dar. Eine weitere gravierende Fehlerursache wurde deutlich, als die zwei Original-Aufnahmeblätter der "Brentakarte" (Nord- und Südteil) für einen direkten graphischen Vergleich mit dem Scanner-Schwarzauszug herangezogen wurden.

Wie bereits bei der Analyse der Restklaffungen ([Figur 5.1](#)) deutlich wurde, lagen in einigen Punkten extreme Abweichungen bis 2 mm vor. Durch partielles Einpassen des Scanner-Schwarzauszuges mit den Original-Aufnahmeblättern zeigte sich, daß die Lageabweichungen in diesen Punkten weitaus größer waren (bis ca. 4 mm). In einem Fall (Punkt 31: Molveno-Kirche) fehlte sogar in der Originalzeichnung die TP-Signatur (einschließlich des Einstichpunktes), während sie im Druck (bzw. Scannerauszug) vorhanden war.

Dies läßt sich damit erklären, daß Leo Aegerter (siehe auch 1.1 "Die österreichische Landesaufnahme") zu Beginn seiner Arbeiten nur von den Festpunkten ausgehen konnte, die aus der Zeit der 3. Landesaufnahme stammten. Im Zuge der 4. Landesaufnahme, in die auch die Entstehung der "Brentakarte" fällt, wurden teilweise die alten Festpunkte durch neue ersetzt, die aber in der Regel nicht auf derselben Stelle, sondern in der Nähe der ursprünglichen Standpunkte aufgestellt wurden.

Leo Aegerter bemängelte in einigen Fällen die schlechte Standortwahl der amtlichen Festpunkte und hat sich daher in unmittelbarer Nähe dieser Punkte eigene Standorte geschaffen, von denen er sich einen besseren Einblick in das Gelände für die topographischen Ausnahmen versprach /4/.

Die Kartierung des Festpunktfeldes auf den Aufnahmeblättern entstammt somit einer Mischung von Ergebnissen, die auf der Grundlage der 3. Und 4. österreichischen Landesaufnahme sowie auf L. Aegerter's eigenen Vermessungen beruhen.

Bei der Ausführung der Steingravur hat man aber offensichtlich die aktuellsten Ergebnisse der 4. Landesaufnahme des MGI berücksichtigt und an den Stellen, wo es möglich war, die verbesserte Lage der TP's graviert und gleichzeitig – falls erforderlich – die Höhenkoten korrigiert. Wenn dadurch die absolute Lagegenauigkeit des Festpunktfeldes auch etwas verbessert wurde, so geschah das auf Kosten der relativen Lagegenauigkeit; denn an einigen Stellen stehen die TP's nachweislich in krassem Widerspruch zum topographisch-geometrischen Höhenlinienbild (z.B. Punkt 38, bei Nembia, Höhenkote 821,5 m).

Weitere Fehlereinflüsse liegen vermutlich darin, daß das gescannte Druckexemplar der Brentakarte ursprünglich gefaltet war und dadurch kleine lokale Deformationen entstanden sind, die zwar in der Darstellung der Restklaffungen kaum zu erkennen sind, die aber durchaus ihren Anteil an dem Gesamtfehler haben.

Damit wäre die Genauigkeitsuntersuchung zum Festpunktfeld abgeschlossen gewesen, wenn nicht Anfang 1986 der Originalstein für den Schwarzdruck der "Brentakarte" gefunden worden wäre (siehe I "Einleitung"). Dadurch war die Möglichkeit gegeben, die Untersuchung auf die Original-Steingravur zurückzuführen. Doch eine erneute Koordinatenerfassung der Festpunkte konnte aus technischen Gründen nicht realisiert werden. Eine elektronische Digitalisierung schied in erster Linie wegen des ca. 8 cm starken und 70 x 100 cm großen Gravursteins aus und analoge Koordinatenerfassungsgeräte standen wegen der Formatgröße nicht zur Verfügung. Um aber trotzdem zu einer Aussage zu gelangen, wurde ein Weg eingeschlagen, der in erster Linie für die Genauigkeitsuntersuchung des Kartenrahmens gedacht war, der aber gleichzeitig die Möglichkeit bot, die bisher gewonnenen Ergebnisse zu kontrollieren.

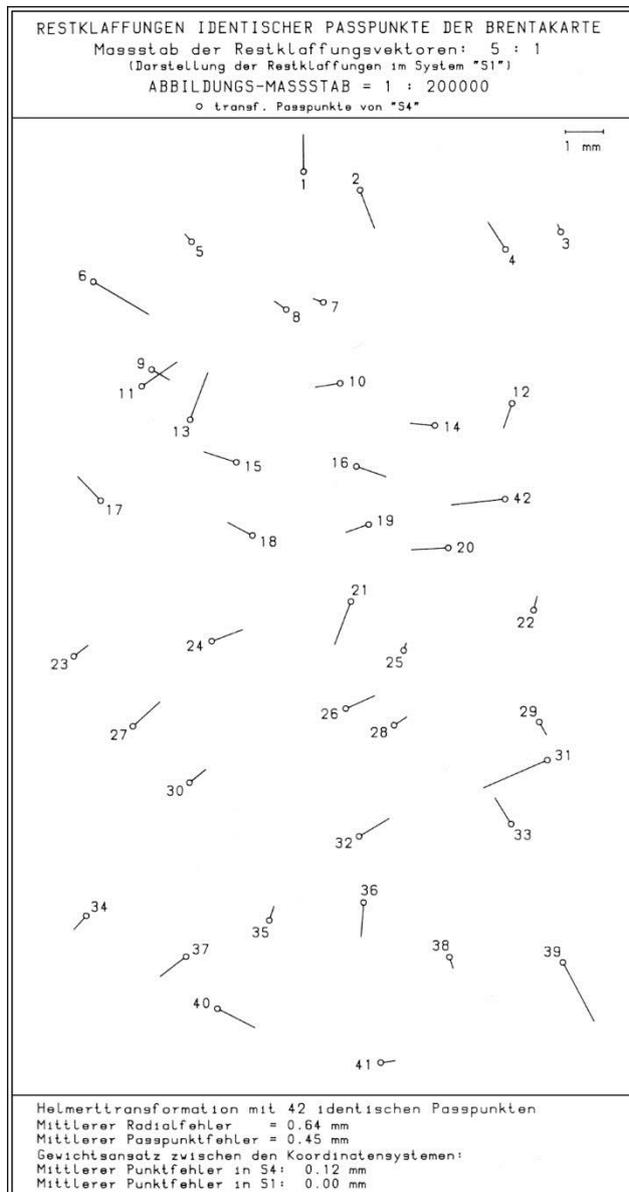
Auf eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Schritte zur Gewinnung eines Koordinatensystems, bei dem anzunehmen war, daß es weitgehend mit der Kartierung auf dem Original-Gravurstein übereinstimmte, möchte ich hier verzichten und deshalb auf 2.2 "Der Kartenrahmen" verweisen (siehe auch [Figur 9](#)).

Hier sei nur erwähnt, daß anhand von 10 identischen Paßpunkten des Kartenrahmens, die sowohl im Koordinatensystem des Originalsteins ("S<sub>3</sub>") als auch im Koordinatensystem des digitalisierten Scanner-Schwarzauszuges ("S<sub>2</sub>") zur Verfügung standen, eine ausgleichende "projektive Transformation" durchgeführt wurde, welche die Transformationsparameter (8 Unbekannte) ermittelte, mit deren Hilfe die 42 digitalisierten Festpunktkoordinaten ("S<sub>2</sub>") in das System des Originalsteins überführt werden konnten.

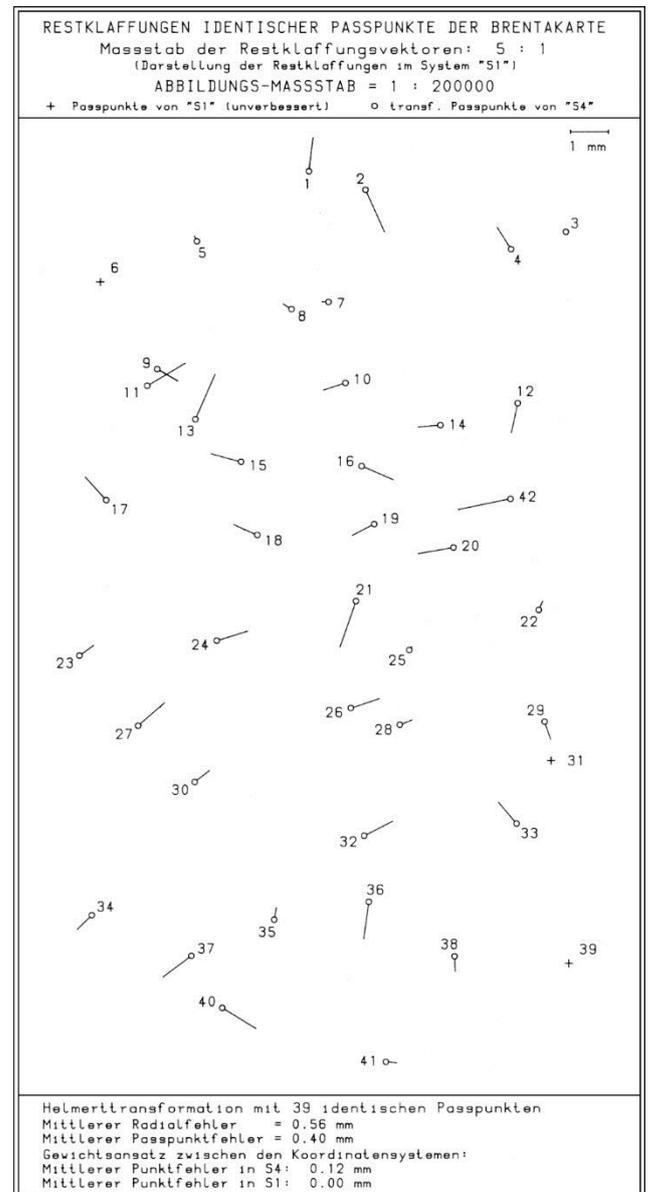
Diese neu gefundenen Koordinaten mußten anschließend noch mit einer ausgleichenden Helmerttransformation über alle 42 Punkte in das konforme Koordinatensystem des MGI transformiert werden, um einen Vergleich mit "S<sub>1</sub>" zu ermöglichen. Die Ausgleichung ergab im Kartenmaßstab 1:25 000 einen mittleren Radialfehler von  $\pm 0,64$  mm (mittlerer Paßpunktfehler:  $\pm 0,45$  mm) und bestätigte damit die Ergebnisse der anfangs auf der Grundlage des gescannten Druckexemplars der "Brentakarte" durchgeführten Affintransformation. Die Restklaffungen sind in [Figur 6.1](#) dargestellt. Ein Vergleich mit [Figur 5.1](#) läßt erkennen, daß sich die Richtungen und Beträge der Vektoren nur geringfügig unterscheiden und die größten Restklaffungen ebenfalls in den Punkten 6, 31 und 39 auftreten. Bei einer erneuten Durchrechnung ohne diese 3 Punkte verringerte sich der mittlere Radialfehler auf  $\pm 0,56$  mm und der mittlere Paßpunktfehler auf  $\pm 0,40$  mm (=  $\pm 10$  m im Naturmaß), die somit für die Original-Steingravur als endgültig zu betrachten sind (siehe [Figur 6.2](#)).

Bei der Neubearbeitung der "Brentakarte", die auf der Grundlage des Scanner-Schwarzauszuges erfolgt, können die in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse berücksichtigt und die größten Fehler weitgehend korrigiert werden. Da ein Teil der Festpunkte in der Karte aber an ihre topographische Lage gebunden sind (z.B. Gipfel-  
punkte), wird eine Verbesserung der Lagegenauigkeit nur in beschränktem Maße möglich sein. Der oben angeführte mittlere Paßpunktfehler für das trigonometrische Fest-

punktfeld wird deshalb auch für die neue "Karte der Brentagruppe" 1:25000 gültig bleiben.



Figur 6.1



Figur 6.2

## 2.2 Der Kartenrahmen

Der Kartenrahmen einer topographischen Karte besteht in der Regel aus der Innenleiste, dem Mittelfeld und der Außenleiste. Die Innenleiste ist die Begrenzungslinie für den gesamten Kartenspiegel. Das Mittelfeld enthält Richtungshinweise und Koordinatangaben. Die Außenleiste ist ein optisch-ästhetisches Gestaltungsmittel, zur Abrundung des Gesamteindrucks einer Karte.

Eine geometrische Genauigkeitsuntersuchung des Kartenrahmens kann sich aber nur mit der Form der Innenleiste sowie den im Mittelfeld befindlichen Koordinatangaben be-

schäftigen. Ziel der Untersuchung war es daher,

- die Form des Kartenrahmens zu bestimmen,
- die im Mittelfeld des Kartenrahmens angegebenen geographischen Koordinaten zu überprüfen.

Um die Form des Kartenrahmens zu bestimmen, stand zunächst nur das Koordinatensystem "S<sub>2</sub>" zur Verfügung (kartesische Tischkoordinaten des digitalisierten Scanner-Schwarzauszuges der "Brentakarte"; siehe Tabelle 1.2). "S<sub>2</sub>" enthielt neben den Paßpunktkoordinaten des Festpunktfeldes auch alle für die Untersuchung des Kartenrahmens relevanten Punkte. Das waren auf der Innenleiste zunächst die 4 Eckpunkte des Rahmens (Ifd. Nr.: 49-52, Figur 7) und außerdem 6 Punkte, die die geographische Lage der "Brentakarte" definierten (Ifd. Nr.: 43-48, Figur 7).

Über die Koordinaten von "S<sub>2</sub>" konnte die Form des Rahmens abgeleitet werden. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigten nun, daß kein rechtwinkliger Rahmen vorlag. Im einzelnen:

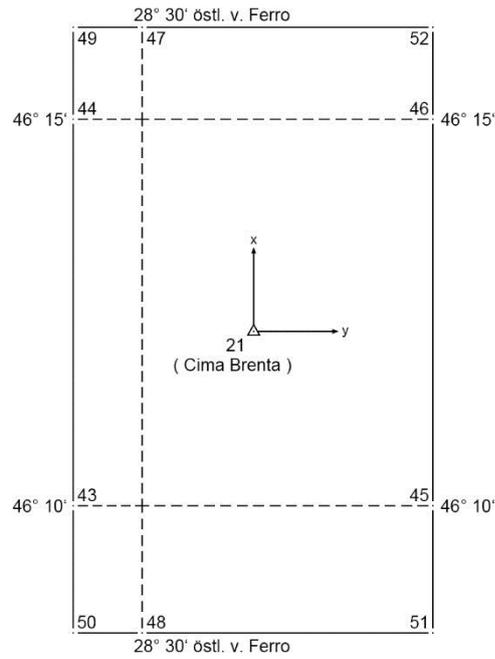
1. Gegenüberliegende Seiten waren unterschiedlich lang (max. Differenz: 1,3 mm).
2. Die Nord-Ost-Diagonale war um 3,1 mm länger als die Süd-Ost-Diagonale.
3. Die westlichen und östlichen Längsseiten waren in westlicher Richtung leicht gekrümmt (max. Abweichung von der Geraden: 0,3 mm).

Diese Ergebnisse allein mit Papierverzug zu erklären, der zudem noch diagonal über das Kartenblatt hätte verlaufen müssen, konnte nicht befriedigen. Erst als Anfang 1986 der Original-Gravurstein für den Schwarzdruck gefunden wurde, stand eindeutig fest, daß der Rahmen "windschief" konstruiert war (siehe Figur 8).

Aus den 6 Streckenmessungen (4 Rahmenseiten und 2 Diagonalen) konnten Näherungskordinaten der Eckpunkte des Kartenrahmens berechnet werden, wobei die linke untere Ecke (Pkt. 50) als Nullpunkt und die Orientierung mit der westlichen Innenleiste als Nullrichtung festgelegt wurde. Da zur Bestimmung des Kartenrahmens 5 Strecken genügt hätten, lag also eine überschüssige Beobachtung vor. Es wurde daher eine Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen durchgeführt, welche die verbesserten Strecken und Eckpunkt-Koordinaten lieferte.

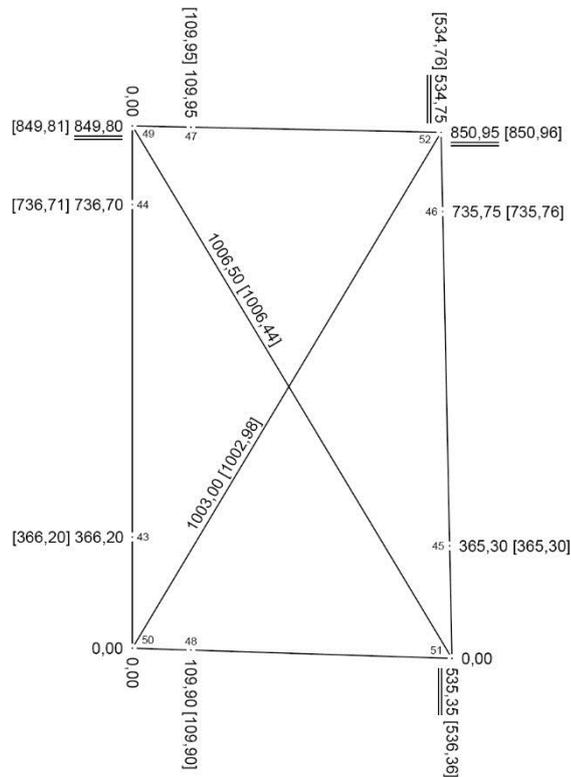
In dieses aus 4 Punkten bestehende ausgeglichene Koordinatensystem wurden noch 6 weitere Punkte eingerechnet, die auf den geradlinig verlaufenden Innenleisten des Original-Kartenrahmens lagen. Dies waren die Schnittpunkte der geographischen Breitengrade 46° 10' und 46° 15' sowie des Längengrades 28° 30' (östlich von Ferro) mit der Innenleiste des Kartenrahmens (Figur 7 bzw. 8, Pkt.: 43-48). Die Koordinaten dieser Punkte wurden aufgrund der ausgeglichenen Eck-Koordinaten proportional zu den gemessenen Strecken abgeleitet. Zusammen mit den 4 Eckpunkten wurden sie als Koordinatensystem "S<sub>3</sub>" eingeführt (Tabelle 1.3).

Dieses Koordinatensystem konnte nun für den 2. Teil der Genauigkeitsuntersuchung des Kartenrahmens herangezogen werden: der Überprüfung der geographischen Lage der "Brentakarte".



Figur 7

Beschreibung der Punktnummern und der geographischen Koordinatenangaben im Kartenrahmen der "Brentakarte"



Figur 8

Maße des Original-Gravursteins für den Schwarzdruck der "Brentakarte" in mm (die Maße in eckigen Klammern sind ausgeglichene Strecken)

Da im Innenfeld der Karte weder Gitterlinien noch Gitterkreuze eingetragen waren, stellten die im Mittelfeld des Kartenrahmens angegebenen Koordinaten den einzigen geographischen Bezug dar. Für die Eckpunkte des Kartenrahmens waren keine geographischen Koordinaten vorhanden.

Die Genauigkeit der runden geographischen Bezugskordinaten im Kartenrahmen der "Brentakarte" konnte deshalb nur über das trigonometrische Festpunktfeld des MGI kontrolliert werden. Die Berechnungen sollten außerdem die ausgeglichenen Maße des Originalrahmens ("S<sub>3</sub>") der Steingravur berücksichtigen. Die geforderte Transformation von "S<sub>2</sub>" nach "S<sub>0</sub>" wurde über eine Zwischentransformation nach "S<sub>3</sub>" realisiert (siehe [Figur 9](#)):

#### 1. Schritt:

Da sowohl in "S<sub>2</sub>" als auch in "S<sub>3</sub>" aufgrund der oben beschriebenen Berechnungen 10 identische Paßpunkte des Kartenrahmens vorhanden waren ([Figur 7 bzw. 8](#), lfd. Nr.: 43-52), wurde mit Hilfe dieser Punkte eine ausgleichende "projektive Transformation" zwischen beiden Koordinatensystemen durchgeführt, um die digitalisierten Rahmenkoordinaten in das System des Original-Gravursteins zu überführen. Die Ausgleichung ergab einen mittleren Radialfehler von ±0,17 mm (mittlerer Paßpunktfehler: ±0,12 mm).

#### 2. Schritt:

Mit Hilfe der aus dieser Ausgleichung gewonnenen Transformationsparameter (8 Unbekannte) wurden nun sämtliche Festpunktkoordinaten des digitalisierten Scanner-Schwarz- auszuges ("S<sub>2</sub>") in das System des Original-Gravursteins ("S<sub>3</sub>") überführt. Dieser Datensatz wurde als "S<sub>4</sub>" definiert ([Tabelle 1.4](#)).

#### 3. Schritt:

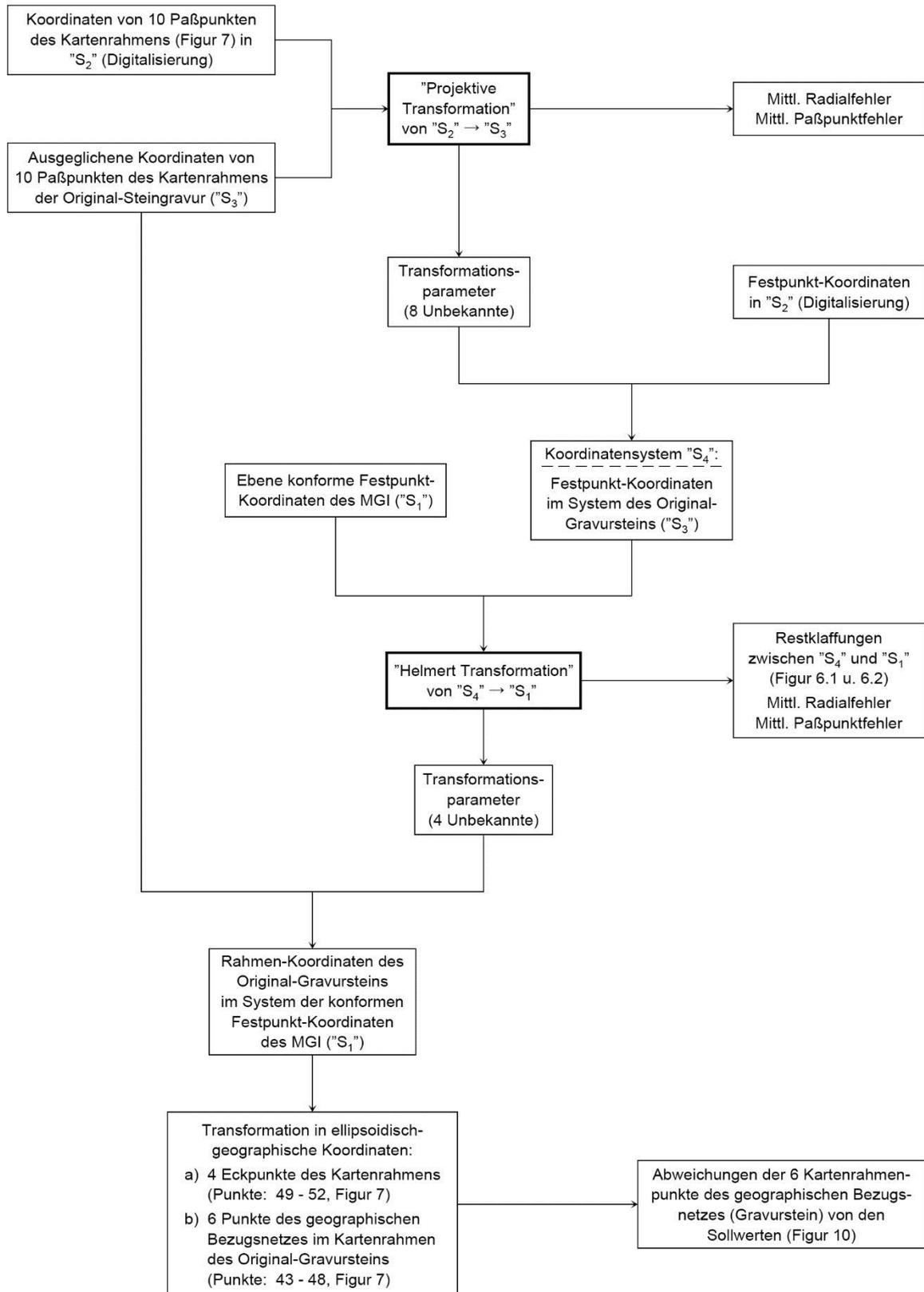
Eine ausgleichende Helmertstransformation von "S<sub>4</sub>" nach "S<sub>1</sub>" mit 39 identischen Paßpunkten des Festpunktfeldes (zur Auswahl der Punkte siehe dazu 2.1 "Das Festpunktfeld") lieferte die Transformationsparameter (4 Unbekannte), um die 10 Punkte des Kartenrahmens in "S<sub>1</sub>" abzubilden (mittlerer Radialfehler: ±0,55 mm; mittlerer Paßpunktfehler: ±0,39 mm; Maßstabsfaktor: 0.99966).

#### 4. Schritt:

Eine anschließende Rücktransformation dieser Punkte in ellipsoidisch-geographische Koordinaten ergab schließlich – zurückgeführt auf den Original-Gravurstein – die "Ist-Koordinaten" des geographischen Bezugsnetzes der "Brentakarte" einschließlich der Eckpunkt-Koordinaten des Kartenrahmens (siehe [Tabelle 3](#)).

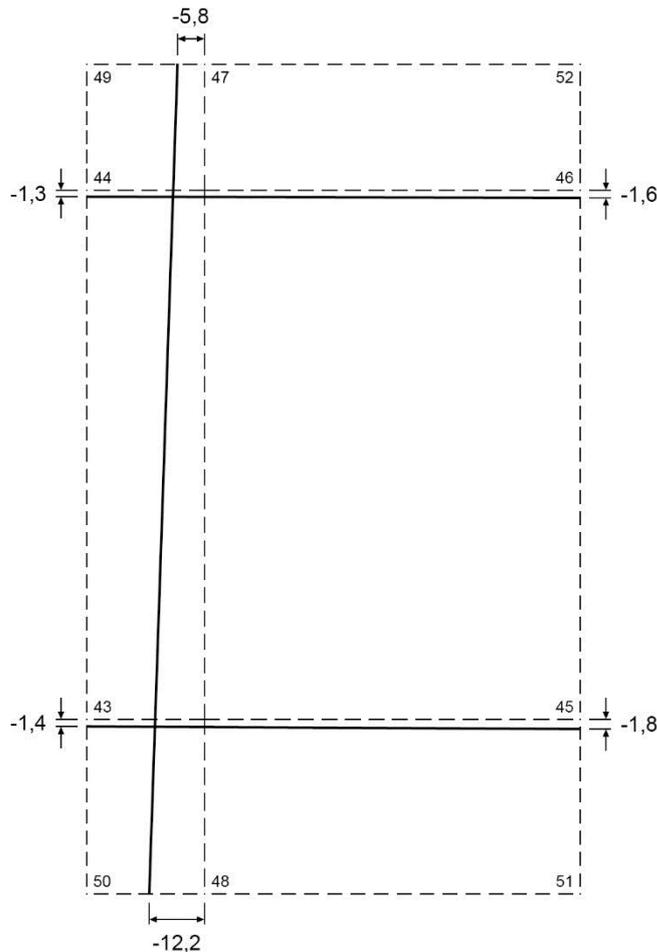
Der Vergleich mit den Originalangaben im Kartenrahmen zeigte, daß die Breitengrade Verbesserungen bis ca. -1,4" (= -1,8 mm in x-Richtung im Maßstab 1:25 000) aufwiesen, der Längengrad dagegen an der Nordleiste des Rahmens um ca. +6,7" (= 5,8 mm in y-Richtung) und an der Südleiste um ca. +14,2" (= 12,2 mm in y-Richtung) zu weit östlich kartiert waren (siehe [Figur 10](#)).

Die "Brentakarte" ist somit auch nicht streng nach geographisch Nord ausgerichtet. Im Mittel weicht sie von der Nordrichtung um ca. -0,4° ab.



Figur 9

Ablaufdiagramm zur Genauigkeitsuntersuchung des Festpunktfeldes und des Kartenrahmens der "Brentakarte" auf der Grundlage des Gravursteins



Figur 10

Abweichungen (Verbesserungen) des geographischen Bezugsnetzes im Kartenrahmen der "Brentakarte" (alle Differenzen in mm)

Darstellung des geographischen Bezugsnetzes nach:

- - - - Original-Kartenrahmen (Gravurstein)
- verbessertem Festpunktfeld (stark übertrieben dargestellt)

Die in der vorstehenden Untersuchung entdeckten Mängel können bei der anstehenden Neubearbeitung der "Brentakarte" weitgehend berücksichtigt werden. Neben einem exakt rechtwinkligen Rahmen werden die runden geographischen Bezugskoordinaten im Mittelfeld des Kartenrahmens auf der Grundlage des verbesserten Festpunktfeldes neu graviert. Auf eine verbesserte Orientierung der "Brentakarte" nach geographisch Nord wird aber wegen der damit zwangsläufig verbundenen Blattschnittverkleinerung zugunsten des topographischen Inhaltes verzichtet.

### 3. Zur topometrischen Genauigkeit

Die Genauigkeit der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 wurde bisher auf der Grundlage des trigonometrischen Festpunktfeldes beurteilt, in das die topographischen Auf-

nahmen Leo Aegerter's eingebunden waren. Bei der topometrischen Genauigkeitsuntersuchung stellt sich die Frage nach der Zuverlässigkeit oder allgemein nach der Qualität des mit kartographischen Ausdrucksmitteln in der Karte dargestellten topographischen Inhaltes.

Die Prüfungsarten zur Genauigkeit /3/ kann man einteilen in:

- a) Allgemeine Durchsicht oder Geländebegehung
- b) Punktweise Prüfung
- c) Linienweise Prüfung
- d) Flächenweise Prüfung

Da auf a), c) und d) in den Kapiteln III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung" und III/4 "Geländeerkundung ..." unter besonderer Berücksichtigung des morphographischen Aspektes detailliert eingegangen ist, beschäftigt sich die folgende Untersuchung allein mit der punktweisen Genauigkeitsprüfung.

Voraussetzung für diese Untersuchung war eine photogrammetrische Luftbildauswertung (Stereokartierung) im Maßstab 1:10 000, die sich auf einen für die "Brentakarte" repräsentativen Probeausschnitt – die "Kartenprobe" – beschränkte (siehe III/1 "Aerotriangulation ..." und III/5 "Reproduktionstechnische Anwendungen und kartographische Bearbeitung").

Während in III/3 am Beispiel von sechs Vergleichsgebieten der "Kartenprobe" die relative Genauigkeit von flächenhaften Linearstrukturen auf ihre topographisch-morphographische Qualität hin untersucht wird, kommt es hier darauf an, auf der Grundlage der "Kartenprobe" eine repräsentative Aussage über die absolute Lage- und Höhen-genauigkeit des topographischen Inhaltes der gesamten "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 zu gewinnen. Zu diesem Zweck mußten sowohl in der "Kartenprobe" als auch in der Stereokartierung identische topographische Paßpunkte gefunden werden.

### 3.1 Topographische Lage-Paßpunkte

Wie in III/1 "Aerotriangulation ..." schon beschrieben, war ursprünglich geplant, das Untersuchungsgebiet auf einen größeren Ausschnitt als den der hier veröffentlichten "Kartenprobe" auszudehnen. Die Beschränkung auf den kleineren Ausschnitt hatte zur Folge, daß einerseits die im Zuge der Aerotriangulation nun noch verbleibenden natürlichen topographischen Paßpunkte ein relativ kleines Gebiet der "Kartenprobe" repräsentierten und andererseits eine weitere Punktreduzierung notwendig geworden wäre, da sich bei einer Nachprüfung herausstellte, daß nicht alle Punkte für einen eindeutig identischen Vergleich geeignet waren.

Es wurde stattdessen im Zuge der Stereokartierung eine vollständig neue Koordinatenerfassung von insgesamt 38 identischen topographischen Paßpunkten in der photogrammetrischen Präzisionskartierung ("S<sub>6</sub>", [Tabelle 1.6](#)) und der "Brentakarte" ("S<sub>5</sub>", [Tabelle 1.5](#)) vorgenommen. Diese topographischen Vergleichspunkte waren deutlich definierte natürliche Geländepunkte (z.B. Gipfelpunkte), die keinen Zweifel an einem eindeutig identischen Bezug zwischen Luftbild und Karte aufkommen ließen. Die Ko-

ordinatenerfassung dieser topographischen Paßpunkte wurde mit dem Präzisions-Koordinatographen Z2 des Stereoplanigraphen C8 durchgeführt.

Eine ausgleichende Helmerttransformation mit allen 38 identischen Paßpunkten von "S<sub>5</sub>" ("Kartenprobe") nach "S<sub>6</sub>" (Stereokartierung) ergab im Maßstab 1:25 000 einen mittleren Radialfehler von  $\pm 1,2$  mm und einen mittleren Paßpunktfehler von  $\pm 0,9$  mm, wobei "S<sub>6</sub>" wegen der weitaus höheren Punktgenauigkeit im Vergleich zu "S<sub>5</sub>" als fehlerfrei unterstellt wurde. Die Restklaffungen sind daher als Verbesserungen der transformierten topographischen Paßpunkte der "Kartenprobe" ("S<sub>5</sub>") zu verstehen, dargestellt in "S<sub>6</sub>".

Wie deutlich aus [Figur 11](#) hervorgeht, treten die größten Restklaffungen in den Punkten 110 (Nordspitze des Monte Turrion basso), 115 (westlich Cima Grostè) und 127 (Castelletto superiore) auf, wobei mit 6 mm (= 150 m in der Natur!) in Punkt 115 der größte Verbesserungsbetrag auftritt.

Diese gravierenden Fehler sind wohl eindeutig auf das damalige Meßverfahren der "graphischen Einschneidemethode" zurückzuführen. Da bei diesem Verfahren von verschiedenen Standpunkten aus ein und dieselben Geländepunkte anvisiert werden mußten, kam es zwangsläufig manchmal zu Identifizierungsfaehlern, die entweder bei der Messung selbst oder durch Verwechslung von punktbestimmenden Richtungsstrahlen auf den Aufnahmeblättern entstanden (siehe dazu auch III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung", Beschreibung zur [Karte 4](#) bis [Karte 9](#)).

Eine erneute Helmerttransformation ohne diese Punkte reduzierte den mittleren Radialfehler auf  $\pm 0,8$  mm (mittlerer Paßpunktfehler:  $\pm 0,5$  mm) im Kartenmaßstab 1:25 000. Die Maximallänge der Restklaffungsvektoren verringerte sich auf ca. 2 mm, wobei 50% der Vektoren kleiner als 0,75 mm waren. Sieht man von den größten Fehlern einmal ab, so dürfte für die topographischen Geländepunkte der "Brentakarte" ein mittlerer Lagefehler von ca.  $\pm 1$  mm (=  $\pm 25$  m in der Natur) als realistisch gelten.

### 3.2 Topographische Höhen-Paßpunkte

Für die Untersuchung zur Höhengenaugigkeit von natürlichen topographischen Geländepunkten der "Brentakarte" konnten ebenfalls die bisher zur Lagegenauigkeit verwendeten Paßpunkte der "Kartenprobe" benutzt werden, da die Höhen als Auswahlkriterium für die topographischen Vergleichspunkte mit herangezogen wurden. Allerdings reduzierte sich die Anzahl der zu untersuchenden Höhenpunkte auf 34, da an einigen Stellen explizit angegebene Vergleichshöhen in der "Brentakarte" fehlten.

Eine Zusammenstellung der Höhen und Höhendifferenzen zwischen der Stereokartierung (Soll-Höhen) und den identischen Höhen-Paßpunkten der "Kartenprobe" (Ist-Höhen) befindet sich in 5. Anhang, [Tabelle 4](#).

Von den 34 Höhendifferenzen (im folgenden als Absolutbeträge verstanden) sind 65% kleiner als 5 m, 23% liegen zwischen 6 m und 10 m und 12% sind größer als 12 m. Die Maximaldifferenz beträgt 18 m im Punkt 110 (Nordspitze des Monte Turrion basso), bei dem (siehe auch 3.1) gleichzeitig ein gravierender Lagefehler von ca. 100 m fest-

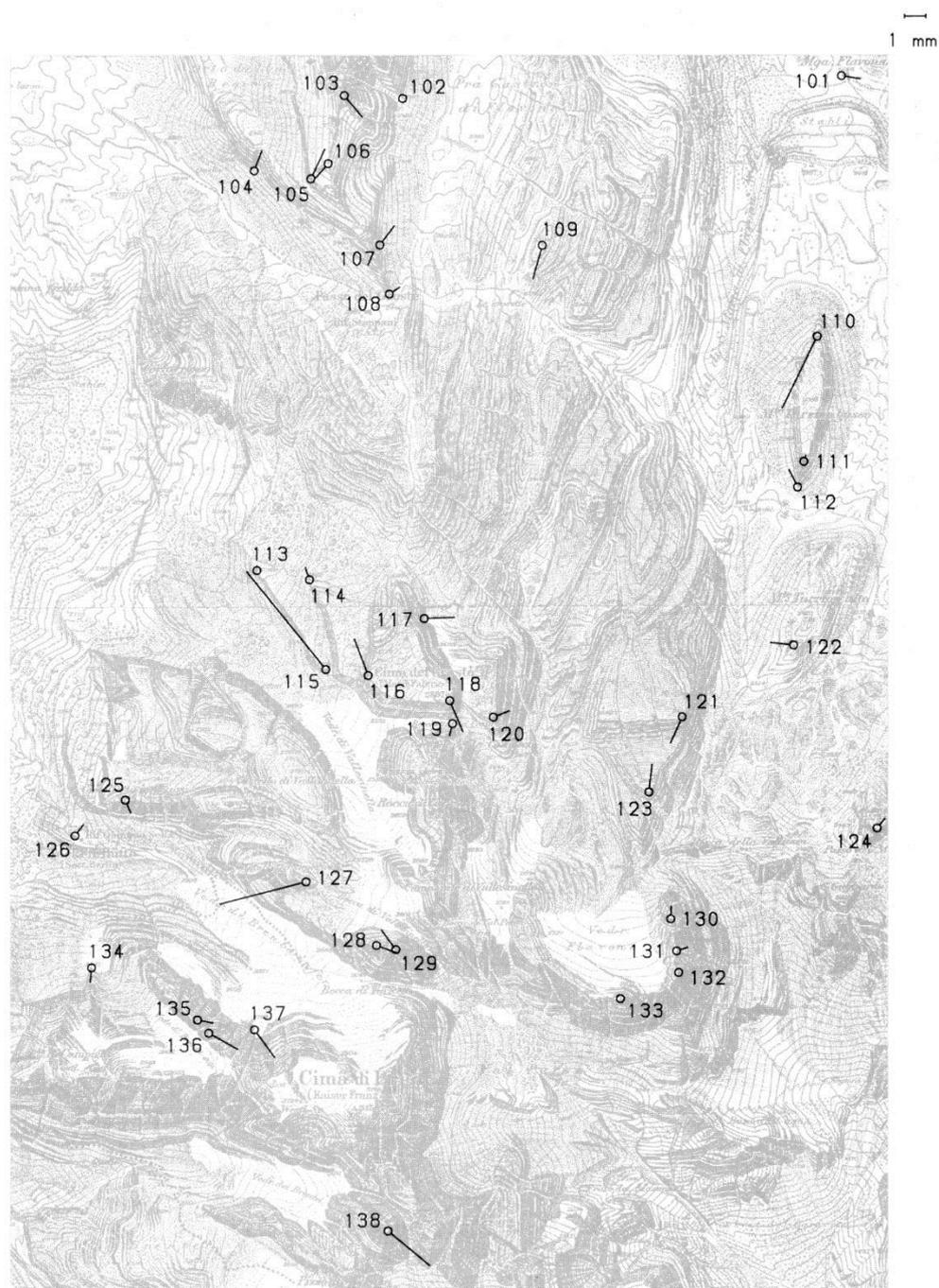
RESTKLAFFUNGEN TOPOGR. PASSPUNKTE DER BRENTAKARTE

Massstab der Restklaffungsvektoren: 3 : 1

(Darstellung der Restklaffungen im System "S6")

ABBILDUNGS-MASSSTAB = 1 : 35000

o transf. Passpunkte von "S5"



Helmertransformierung mit 38 identischen Passpunkten

Mittlerer Radialfehler = 1.22 mm

Mittlerer Passpunktfehler = 0.86 mm

Gewichtsansatz zwischen den Koordinatensystemen:

Mittlerer Punktfehler in S5: 0.06 mm

Mittlerer Punktfehler in S6: 0.00 mm

Figur 11

gestellt wurde.

Der aus den Vergleichshöhen abgeleitete mittlere Fehler einer Höhendifferenz ergab  $\pm 6,9$  m. Da bei dieser Größenordnung der aus der Aerotriangulation berechnete Höhenfehler für die Stereokartierung von  $\pm 1,5$  m quasi nicht ins Gewicht fällt, kann der mittlere Höhenfehler für natürliche Geländepunkte auf ca.  $\pm 7$  m abgeschätzt werden.

Dieses Ergebnis gilt streng genommen natürlich nur für die "Kartenprobe". Die Auswahl der topographischen Paßpunkte wurde aber unter dem Gesichtspunkt eines für die gesamte "Brentakarte" repräsentativen Querschnittes vorgenommen, so daß das oben stehende Resultat als endgültig zu betrachten ist.

Bedenkt man die damaligen Meßmethoden und die sehr geringe Zahl von Aufnahmepunkten in der "Brentakarte" (ca. 27 Punkte/qkm; siehe auch III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung"), so ist das erzielte topometrische Ergebnis dennoch als eine außergewöhnliche Leistung anzuerkennen.

#### 4. Literaturverzeichnis

- /1/ A e g e r t e r , Leo: Begleitworte zur Karte der Brentagruppe. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Band XXXIX, Jahrgang 1908, Seite 80 – 91. München
- /2/ Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. und k. Militärgeographischen Institutes in Wien. Band 8: "Das Präzisions-Nivellement in der österreich-ungarischen Monarchie, II. Westlicher Teil", 1896. Wien
- /3/ Handbuch für die topographische Aufnahme der Deutschen Grundkarte, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, 1956/67. Stuttgart
- /4/ Schriftverkehr zwischen dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins (DuÖAV) und Leo Aegerter
- /5/ Triangulierung 1., 2. U. 3. Ordnung in Tirol unter der Leitung des Herrn k. und k. Obersten Dr. Robert von Sterneek. Österreichisches Staatsarchiv (Kriegsarchiv), Band: 337, 339, 341, 342; 1903-1905. Wien
- /6/ Z e g e r , Josef: Triangulierung I, Durchführung von Triangulierungsarbeiten. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 1979. Wien

#### Weitere Literatur

- A r n b e r g e r , Erik: Die Kartographie und ihre Randgebiete. Band I/1, Franz Deutike, 1975. Wien
- A r n b e r g e r , Erik: Die Kartographie im Alpenverein. DuÖAV, 1970. München-Innsbruck
- Das k.u.k. Militärgeographische Institut in Wien im Jahre 1914. Druck und Verlag des Institutes
- F i n s t e r w a l d e r , Richard / H o f m a n n , Walther: Photogrammetrie. 3. Auflage, Walter de Gruyter & Co., 1968. Berlin
- G r o ß m a n n , Walter: Grundzüge der Ausgleichsrechnung. 3. Auflage, Springer-Verlag, 1968. Berlin-Heidelberg-New York
- M e s s n e r , Robert: "Die österreichische Landesaufnahme – Ihre Entwicklung bis zur Gründung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (1923)", aus: 75 Jahre Kartographie am Hamerlinplatz (1905-1980), 1980. Wien
- U m a n n , Ludwig: "Die Specialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie im Maße 1:75 000". K.u.k. Hof- und Universitäts-Buchhandlung, 1891. Wien

## 5. Anhang

**Tabelle 1.0 (Koordinatensystem "S<sub>0</sub>")**

Ellipsoidisch-geographische Koordinaten des trigonometrischen Festpunktfeldes (Figur 4) der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 nach den Berechnungen des Militärgeographischen Institutes Wien/5/. Die geographischen Längen beziehen sich auf den Nullmeridian bei Ferro und die Höhen auf den Mittelwasserstand der Adria.

Punkt Nr.	Länge ° ' "	Breite ° ' "	Höhe [m]	Name des Punktes nach Leo Aegerter (Figur 4)
1	28 33 03.8154	46 16 56.1821	2168.7	Dos dei Strinzi
2	28 34 13.3877	46 16 38.7527	2655.2	Sasso rosso
3	28 38 19.8020	46 16 03.8911	1760.2	südl. Corno
4	28 37 11.8183	46 15 49.5684	1193.7	Lago di Tovet
5	28 30 46.5065	46 15 55.8360	1720.3	Mga. Malghette di sotto
6	28 28 47.9503	46 15 21.0901	2218.8	Genevria
7	28 33 27.7320	46 15 04.0558	2892.2	Sasso Alto
8	28 32 42.1684	46 14 58.0683	2486.6	Mondifrà alto
9	28 29 58.3722	46 14 06.6453	1631.8	Fortini
10	28 33 47.8626	46 13 54.9952	2936.1	Pietra Grande
11	28 29 46.7651	46 13 53.0568	1545.0	Mad. di Campiglio
12	28 37 20.0295	46 13 37.1166	2597.1	Cimon della Campa
13	28 30 45.5157	46 13 25.0011	2093.0	M. Spinale
14	28 35 44.5638	46 13 19.0225	1997.7	Mga. Flavona
15	28 31 40.1344	46 12 47.9947	2056.4	b. Cote 2114
16	28 34 09.3618	46 12 43.8924	2504.5	Grosta
17	28 28 54.7880	46 12 15.5145	1326.9	b. Fogajard
18	28 31 59.8539	46 11 45.5189	2151.3	b. Cote 2215
19	28 34 22.7545	46 11 54.4033	2897.6	Cima del Grosta
20	28 36 00.1951	46 11 34.4646	2575.5	C. dei Mandrini
21	28 34 01.1397	46 10 47.9361	3150.5	Cima di Brenta
22	28 37 46.2904	46 10 41.4484	2441.8	M. Gallino
23	28 28 23.0986	46 10 02.4457	2101.3	Sabbione
24	28 31 11.8988	46 10 15.2758	2664.3	Cima Fracinglo
25	28 35 06.6107	46 10 07.1511	2430.3	Castello
26	28 33 56.0347	46 09 17.7413	2491.5	b. C. Brenta bassa
27	28 29 35.7134	46 09 02.9108	2321.1	Pallon dei Mughì
28	28 34 55.2413	46 09 03.3681	2684.9	M. Daino
29	28 37 53.2348	46 09 05.4584	1342.1	Pradel
30	28 30 44.8225	46 08 14.5481	2968.2	Cima di Vallon
31	28 38 01.0913	46 08 32.6793	874.4	Molveno (Glockenfenster)
32	28 34 12.8535	46 07 28.7419	2713.6	Cima di Ghes
33	28 37 18.1424	46 07.39.2376	923.5	Corno b. Molveno
34	28 28 37.6993	46 06 20.1824	1100.9	Pozzol
35	28 32 21.4126	46 06 16.9831	2322.2	La Crona
36	28 34 16.7937	46 06 31.1149	2246.1	Doss delle Saette
37	28 30 39.3093	46 05 45.2568	2422.2	Castel dei Camosci
38	28 36 02.5129	46 05 44.8521	821.5	b. Nembia
39	28 38 22.5976	46 05 39.0936	1774.5	b. M. Ronzo
40	28 31 19.5590	46 05 00.8976	2220.7	Monte Brugnot
41	28 34 38.4403	46 04 15.0929	770.5	b. Glolo
42	28 37 09.6027	46 12 15.8950	2672.6	M. Fibbon

**Tabelle 1.1 (Koordinatensystem "S<sub>1</sub>")**

Ebene konforme Koordinaten des trigonometrischen Festpunktfeldes der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 (Gauß'sche Abbildung der Koordinaten von "S<sub>0</sub>", Tabelle 1.0).  
Bezugsfläche: Bessel-ellipsoid  
Nullpunkt: Punkt 21 (Cima Brenta)

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]
1	-49.0800	454.7600
2	10.4900	433.2300
3	221.5300	390.2700
4	163.3200	372.5500
5	-166.7000	380.4100
6	-268.2900	337.4700
7	-28.6200	316.2900
8	-67.6600	308.9000
9	-208.0400	245.4800
10	-11.3800	231.0000
11	-218.0000	228.7100
12	170.4600	208.9800
13	-167.6700	194.0200
14	88.6500	186.6000
15	-120.8900	148.2900
16	7.0500	143.2000
17	-262.6700	108.2900
18	-104.0100	71.1300
19	18.5400	82.0800
20	102.1000	57.4800
21	0.0000	0.0000
22	193.1400	-7.9400
23	-290.0400	-56.0100
24	-145.2000	-40.2900
25	56.1700	-50.3600
26	-4.3800	-111.3800
27	-227.8000	-129.5900
28	46.4300	-129.1300
29	199.1900	-126.4700
30	-168.5300	-189.3600
31	205.9700	-166.9400
32	10.0600	-245.9900
33	169.1500	-232.9700
34	-277.8200	-330.4900
35	-85.6600	-334.5900
36	13.4500	-317.1500
37	-173.3900	-373.7200
38	104.2700	-374.2600
39	224.6300	-381.2900
40	-138.8500	-428.5200
41	32.0600	-485.1200
42	161.5900	108.6800

**Tabelle 1.2 (Koordinatensystem "S<sub>2</sub>")**

Kartesische Tisch-Koordinaten (Karten-Koordinaten) des Festpunktfeldes der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 auf der Grundlage der Digitalisierung des Scanner-Schwarzauszuges eines alten Druckexemplares

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]	Punktart
1	950.6500	300.5200	TP
2	930.7700	241.5000	TP
3	885.4600	30.6800	TP
4	867.5900	88.4100	TP
5	877.8300	418.2400	TP
6	836.5500	521.7000	TP
7	813.0900	280.4200	TP
8	805.8000	319.4100	TP
9	743.6500	460.8300	TP
10	728.0000	263.1800	TP
11	726.0200	471.3400	TP
12	705.6400	82.2000	TP
13	690.4900	420.6800	TP
14	682.9900	163.5000	TP
15	645.5000	372.7800	TP
16	640.3700	246.5800	TP
17	605.8000	515.0600	TP
18	568.2200	356.4400	TP
19	579.1800	233.9800	TP
20	554.0800	150.3000	TP
21	498.1600	253.0200	TP
22	487.9500	60.8000	TP
23	441.8800	544.1900	TP
24	457.0300	399.5800	TP
25	446.2900	197.6400	TP
26	385.3900	259.0700	TP
27	367.6700	482.5400	TP
28	367.5800	207.9700	TP
29	370.2600	55.3400	TP
30	307.9600	423.2000	TP
31	330.2100	46.8800	TP
32	250.6400	245.2500	TP
33	262.9500	85.1300	TP
34	167.7500	532.5000	TP
35	162.4000	340.6500	TP
36	180.8500	241.3000	TP
37	124.3700	427.7800	TP
38	122.9200	151.0000	TP
39	116.8500	31.6300	TP
40	69.4300	395.1100	TP
41	11.8800	223.8800	TP
42	605.0500	90.2800	TP

**Tabelle 1.2 (Fortsetzung)**

Kartesische Tisch-Koordinaten (Karten-Koordinaten) des Kartenrahmens der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 auf der Grundlage der Digitalisierung des Scanner-Schwarzauszuges eines alten Druckexemplares

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]	Punktart
43	440.5100	561.7100	KP
44	811.0800	562.2100	KP
45	438.6100	26.9000	KP
46	808.2900	28.1500	KP
47	923.9900	452.2700	KP
48	74.1700	450.5400	KP
39	924.3100	562.1000	KP
50	74.1100	560.6200	KP
51	74.0300	25.4700	KP
52	923.4400	28.2600	KP

Abk.: TP...Trigonometrische Festpunkte  
KP...Punkte im Kartenrahmen

**Tabelle 1.3 (Koordinatensystem "S<sub>3</sub>")**

Ausgeglichene Koordinaten des Kartenrahmens der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 auf der Grundlage der Original-Steingravur für den Schwarzdruck

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]
43	0.0000	366.2014
44	0.0000	736.7128
45	535.0969	362.8741
46	534.8375	733.3354
47	109.9493	849.5506
48	109.8985	-4.4983
39	0.0000	849.8132
50	0.0000	0.0000
51	535.3528	-2.4272
52	534.7568	848.5358

**Tabelle 1.4 (Koordinatensystem "S<sub>4</sub>")**

Projektiv transformierte Karten-Koordinaten der Festpunkte und des Kartenrahmens der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 ("S<sub>2</sub>") im Koordinatensystem des Original-Gravursteins ("S<sub>3</sub>")

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]	Punktart
1	261.9488	876.1219	TP
2	321.0190	856.1739	TP
3	532.3098	810.6112	TP
4	474.3410	792.7466	TP
5	143.9722	803.2923	TP
6	40.4439	762.0815	TP
7	281.7679	738.3392	TP
8	242.7130	731.0842	TP
9	101.0968	669.0629	TP
10	298.8404	653.1092	TP
11	90.5526	651.4399	TP
12	480.1765	630.4309	TP
13	141.1327	615.8113	TP
14	398.6054	607.8719	TP
15	188.9457	570.7076	TP
16	315.2661	565.3374	TP
17	46.6082	531.2678	TP
18	205.1297	493.3414	TP
19	327.7459	504.0469	TP
20	411.5310	478.7293	TP
21	308.4923	422.9827	TP
22	501.1096	412.2761	TP
23	17.1740	367.4440	TP
24	161.7355	382.2041	TP
25	363.8406	370.9144	TP
26	302.1779	310.1320	TP
27	78.6138	293.0751	TP
28	353.3100	292.1532	TP

**Tabelle 1.4 (Fortsetzung)**

Projektiv transformierte Karten-Koordinaten der Festpunkte und des Kartenrahmens der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 ("S<sub>2</sub>") im Koordinatensystem des Original-Gravursteins ("S<sub>3</sub>")

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]	Punktart
29	506.2972	294.3719	TP
30	137.7994	233.1910	TP
31	514.6839	254.2321	TP
21	315.7077	175.2400	TP
22	476.1624	187.0049	TP
34	28.2952	93.4373	TP
35	220.0370	87.3393	TP
36	319.5030	105.4074	TP
37	132.8315	49.6665	TP
38	409.8079	47.0834	TP
39	529.4523	40.5160	TP
40	165.3727	-5.3880	TP
41	336.5559	-63.6951	TP
42	471.8284	529.6571	TP
43	-0.3267	366.1222	KP
44	-0.0844	736.6474	KP
45	534.9944	362.7571	KP
46	534.6575	733.2413	KP
47	110.0342	849.5198	KP
48	109.9789	-0.4115	KP
49	0.2522	849.9118	KP
50	0.0284	0.0016	KP
51	535.5243	-2.3825	KP
52	534.8329	848.6905	KP

Abk.: TP...Trigonometrische Festpunkte  
KP...Punkte im Kartenrahmen

**Tabelle 1.5 (Koordinatensystem "S<sub>6</sub>")**

Topographische Paßpunkt - Koordinaten der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 (Scanner-Schwarzauszug)

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]
101	212.0700	264.3840
102	126.1020	261.2520
103	114.6720	261.9900
104	96.8520	247.4880
105	107.9400	245.7600
106	111.3360	248.6880
107	121.2720	232.5360
108	123.0000	222.6520
109	153.0120	231.9720
110	206.6100	213.2700
111	203.6520	188.7000
112	202.3380	183.6780
113	96.2640	168.8520
114	106.5300	166.8780
115	109.4700	149.1720
116	117.7680	147.8400
117	128.8440	158.8800
118	133.6200	142.6680
119	134.1000	138.1500
120	142.0980	139.2900
121	179.1240	138.7800
122	201.1320	152.5800
123	172.3380	124.0680
124	216.9300	116.2800
125	69.8100	124.0500
126	59.8440	117.1500
127	105.0000	107.4300
128	118.6200	94.7040
129	122.4000	93.8400
130	176.3100	99.0600
131	177.3600	92.7300
132	177.7200	88.6000
133	166.2000	83.5440
134	62.7000	91.1400
135	83.3100	80.5680
136	85.4920	77.9580
137	94.5240	78.4800
138	120.0600	38.5200

**Tabelle 1.6 (Koordinatensystem "S<sub>6</sub>")**

Topographische Paßpunkt-Koordinaten der photogrammetrischen Präzisionskartierung (Maßstab der Koordinaten 1:25 000)

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]
101	206.8500	261.7560
102	120.4500	257.7000
103	110.0640	257.1600
104	92.0700	244.4280
105	103.3920	243.3000
106	105.5160	244.2420
107	116.8560	229.8780
108	118.5180	219.7080
109	147.3000	227.3040
110	199.6500	207.6900
111	198.7680	186.8400
112	197.0520	182.3580
113	92.2320	165.5580
114	102.2520	164.0820
115	101.9580	150.5100
116	113.2380	146.4480
117	126.1440	155.9400
118	130.3320	138.3900
119	130.1100	134.7960
120	138.9120	136.8840
121	174.4500	135.3900
122	195.6000	150.7500
123	168.6120	123.1800
124	213.2400	115.2180
125	66.8100	119.8500
126	57.1500	113.9820
127	97.7640	103.3800
128	116.3820	91.6200
129	118.5780	92.0580
130	172.7820	97.6680
131	174.4080	90.9900
132	174.3240	86.7840
133	162.8100	81.5160
134	59.8800	86.9700
135	81.3180	77.2680
136	84.1380	74.0880
137	92.6880	74.2020
138	119.6220	34.5300

**Tabelle 2**

Streckenvergleich zwischen den Angaben nach Leo Aegerter (Figur 4) und den berechneten Strecken aus den konform transformierten Koordinaten des Militärgeographischen Institutes Wien ("S<sub>1</sub>", Tab. 1.1)

lfd. Nr.	Punktnummer von nach	S <sub>1</sub> (MGI) [m]	S <sub>2</sub> (Aegerter) [m]	ΔS = S <sub>1</sub> - S <sub>2</sub> [m]
1	8 10	2402.55	2402.50	0.05
2	12	6455.85	6456.25	-0.40
3	13	3808.03	3808.75	-0.72
4	10 9	4949.80	4929.75	0.05
5	12	4579.25	4579.25	0.00
6	13	4015.30	4015.25	0.05
7	15	3430.75	3430.75	0.00
8	16	2242.99	2243.00	-0.01
9	11 9	487.68	487.75	-0.07
10	17	3210.84	3211.75	-0.91
11	13 11	1528.04	1527.50	0.54
12	16	4549.11	4549.00	0.11
13	17 15	3683.15	3683.00	0.15
14	18	4073.96	4074.00	-0.04
15	19 14	3146.34	3146.25	0.09
16	18	3074.82	3076.00	-0.18
17	20	2177.84	2177.75	0.09
18	21	2103.72	2103.75	- 0.03
19	20 14	3245.36	3245.50	-0.14
20	22	2802.61	2802.50	0.11
21	28	4868.37	4868.50	-0.13
22	21 18	3150.17	3149.75	0.42
23	22	4832.61	4832.50	0.11
24	24	3767.14	3767.50	-0.36
25	22 12	5452.55	5452.50	0.05
26	19	49.11.13	4911.00	0.13
27	25	3584.71	3584.75	-0.04
28	28	4757.29	4757.25	0.04
29	29	2967.22	2966.00	1.22
30	25 26	2149.21	2149.25	-0.04
31	28	1984.21	1984.25	-0.04
32	29	4050.32	4050.75	-0.43
33	31	4745.50	4745.50	0.00
34	27 24	3041.21	2976.75	64.46
35	30	2104.43	2086.00	18.43
36	30 18	6709.16	6709.25	-0.09
37	32	4683.79	4683.25	0.54
38	32 26	3384.40	3384.25	0.15
39	28	3059.72	3059.75	-0.03
40	33	3990.60	3990.75	-0.15
41	36	1781.11	1781.00	0.11
42	37	5588.54	5588.50	0.04
43	39	6341.68	6340.75	0.93
44	40	5889.15	5889.25	-0.10
45	33 28	4018.87	4019.00	-0.13
46	29	2766.36	2766.50	-0.14
47	31	1889.93	1880.00	9.93
48	38	3886.85	3886.75	0.10
49	39	3958.94	3959.25	-0.31
50	36 35	2515.77	2515.75	0.02
51	40	4716.74	4716.75	-0.01
52	40 35	2698.61	2698.50	0.11
53	37	1619.55	1619.50	0.05
54	41	4500.88	4501.00	-0.12
55	42 14	2668.36	2668.50	-0.14
56	22	3020.09	3020.00	0.09

**Tabelle 3**

Kartesische Koordinaten der Punkte des Kartenrahmens der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 (siehe Figur 7) auf der Grundlage der Original-Steingravur im Koordinatensystem "S<sub>1</sub>" und Transformation dieser Punkte in ellipsoidisch-geographische Koordinaten.  
 Bezugsfläche: Bessellipsoid  
 Nullpunkt: Punkt 21 (Cima Brenta)

Punkt Nr.	y [mm]	x [mm]	Länge (Estl. Ferro)		Breite			
			°	'	°	'		
43	-307.5767	-57.6426	28	28	02.9	46	10	01.1
44	-310.0973	312.7328	28	27	59.4	46	15	01.0
45	227.3465	-57.3285	28	38	26.4	46	10	01.4
46	224.5669	312.9951	28	38	23.5	46	15	01.3
47	-200.9560	426.2772	28	30	06.7	46	16	33.1
48	-195.2239	423.4602	28	30	14.2	46	05	05.0
49	-310.8667	425.7917	28	27	58.1	46	16	32.6
50	-305.0855	-423.7097	28	28	06.1	46	05	04.7
51	230.0874	-422.4940	28	38	28.9	46	05	05.7
52	223.7026	426.1527	28	38	22.4	46	16	34.5

**Tabelle 4**

Vergleich von topographischen Höhen-Paßpunkten zwischen der "Karte der Brentagruppe" 1:25000 und der photogrammetrischen Präzisionskartierung 1:10000 (Stereokartierung)

Punkt Nr.	H <sub>1</sub> (Brentakarte) [m]	H <sub>2</sub> (Stereokartierung) [m]	ΔH = H <sub>2</sub> - H <sub>1</sub> [m]
	101	1868	1860
102	2460	2460	0
103	2756	2755	-1
105	2643	2643	0
107	2493	2500	7
108	2460	2465	5
109	2394	2392	-2
110	2282	2264	-18
111	2386	2384	-2
112	2260	2260	0
113	2363	2360	-3
114	2462	2465	3
115	2503	2500	-3
117	2635	2630	-5
118	2898	2900	2
119	2770	2774	4
120	2850	2851	1
121	2558	2559	1
122	2442	2442	0
123	2602	2603	1
124	2575	2578	3
125	2595	2605	10
126	2268	2268	0
127	2693	2706	13
128	2905	2915	10
129	2910	2919	9
130	2748	2752	4
131	2792	2797	5
132	2797	2809	12
133	2825	2838	13
134	2503	2511	8
135	2962	2953	-9
136	2988	2986	-2
138	2998	3004	6

### III/3 TOPOGRAPHISCH-MORPHOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

von Gustav Neugebauer, München

Hier ist die Aufgabe gestellt, die "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 im Ausschnitt einer Kartenprobe 1:25 000 (siehe III/5 "Reproduktionstechnische Anwendungen und Kartographische Bearbeitung", Karte 1 – Kartenprobe) in sechs besonders charakteristischen Auswahlgebieten auf ihre topographische und morphographische Qualität hin zu untersuchen. Die Untersuchung soll im graphisch-anschaulichen Vergleich zwischen der von L. Aegerter und H. Rohn im Auftrag des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins (DÖAV) geschaffenen Hochgebirgskarte der Brenta 1:25 000 und einer aerophotogrammetrischen Auswertung im Maßstab 1:10 000 (Präzisions-Stereokartierung) erfolgen. Im Vordergrund des Vergleiches steht die Felsregion. Sie ist der markanteste Teil der Topographie und gleichzeitig der schwierigste bei der kartographischen Wiedergabe.

Während es bei der topometrischen Genauigkeitsuntersuchung (siehe III/2 "Geometrisch-topometrische Genauigkeitsuntersuchung") darum geht, die absoluten Fehlergrößen koordinatenmäßig bestimmter, identischer Geländepunkte (vorwiegend Felspunkte) in Brentakarte und photogrammetrischer Stereokartierung zu ermitteln, geht es bei der topographisch-morphographischen Untersuchung um die augenfällige Darstellung von Lage- und Formdifferenzen identischer Linearstrukturen. Da diese Linearstrukturen zwei topometrisch verschiedenwertigen Kartengrundlagen angehören, welche durch lokales topographisches Einpassen zur bestmöglichen Deckung gebracht wurden, ergeben sich bei der Entnahme einzelner lagedifferenter Bezugspunkte relative Fehlergrößen. Beide Verfahren geben somit auf ihre Art einen Hinweis zur Genauigkeit und Richtigkeit der Aegerter/Rohn'schen "Karte der Brentagruppe".

Um den Doppelbegriff "topographisch-morphographisch" in der Anwendung zu spezifizieren, sei gesagt, daß ersterer auf Merkmale der Lage und Vollständigkeit topographischer Objekte Bezug nimmt, der zweite die Form der Darstellung im Auge hat. Karte 1 zeigt die sechs Auswahl-Vergleichsgebiete als rot umgrenzte Vierecke auf der von 1:10 000 auf 1:25 000 verkleinerten Stereokartierung. In der Begrenzung entspricht sie dem Ausschnitt der Kartenprobe 1:25 000.

Die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 als Vergleichsgrundlage

Bevor zum Genauigkeitsvergleich geschritten wird, ist es notwendig, die beiden Vergleichsgrundlagen einer sachlichen Betrachtung zu unterziehen.

Vor rund 80 Jahren, als die "Karte der Brentagruppe" entstand, waren die Umstände für eine Geländeaufnahme im Hochgebirge unvergleichlich schwieriger als sie es heute mit Hilfe der Photogrammetrie sind. Es ist höchst erstaunlich, daß diese Karte nach Angaben von L. Aegerter /1/ im Verlaufe von rund 13 Monaten – einschließlich der nomenklatorischen Erhebungen im Gelände – aufgenommen werden konnte. Aegerter spricht von zwei Sommern reiner Geländetätigkeit, das sind jeweils die Monate Mai mit September pro Sommer, während der er mit nur einem Gehilfen von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang tätig war. Seine Unterkunft im Arbeitsgebiet war ein Zelt oder, sofern vorhanden, eine Almhütte beziehungsweise Alpenvereinshütte.

Laut Schriftverkehr Aegerter-DÖAV /2/ ist aber ein etwas längerer Zeitraum anzunehmen (etwa 2 ½ Jahre). Die Vorbereitungsarbeiten wie Beschaffung der geodätischen Grundlagen, Auftragen der Festpunkte, Rahmenkonstruktion, Übertrag des Inhaltes der Katastralmappenblätter oder sonstigen Grundlagen und anderes sind nicht inbegriffen. Die Lage- und Höhenfestpunkte als Voraussetzung für die Geländeaufnahme stellte das k.u.k. Militärgeographische Institut (MGI) in Wien zur Verfügung. Sie wurden entweder nach Koordinatenwerten auf das Aufnahmeblatt kartiert oder von Pausoleaten (Deckblättern) auf dieses übertragen.

Die meßtechnische Ausrüstung bestand aus einem Meßtisch mit Kippregel für die Lage- und Höhenbestimmung von weiteren Aufnahmeestandpunkten im Rahmen des vorhandenen trigonometrischen Festpunktnetzes (Aegerter bezeichnet sie als Hilfspunkte) sowie von diversen topographischen Geländepunkten.

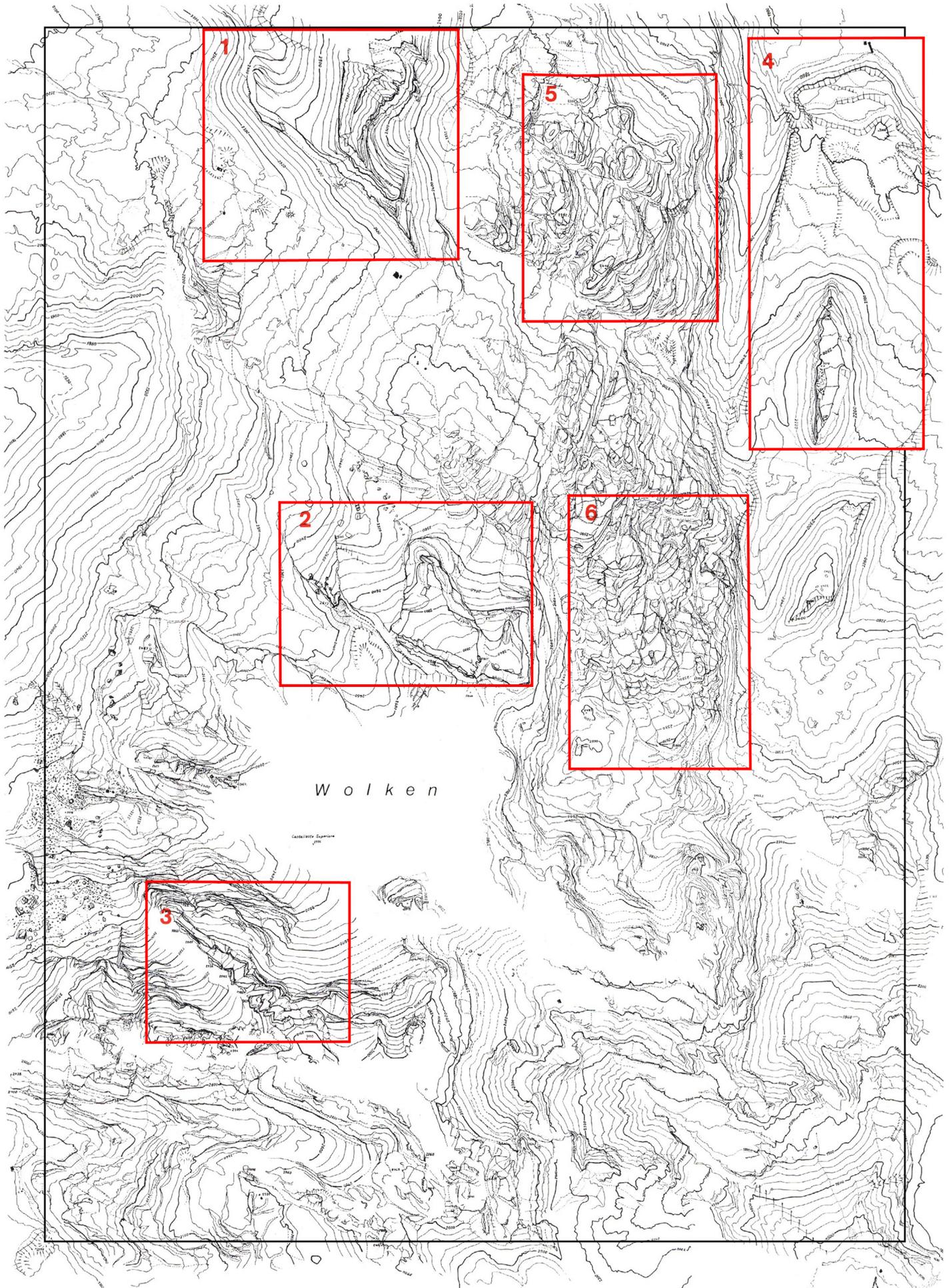
Das Meßverfahren war zum einen ein graphisches Einschneideverfahren in der Anwendung von Vorwärts- und Rückwärtsschnitten (siehe Figur 1 und 2), zum anderen ein tachymetrisches Verfahren, bei dem mit Hilfe einer 3-m-Meßlatte Bodenpunkte im flachen, das heißt zugänglichen Gelände nach Lage und Höhe eingemessen wurden. Aus "Begleitworte zur Karte der BrentaGruppe" von L. Aegerter /1/ kann man schließen, daß Aegerter eine Kippregel benutzt hat, die das Ablesen von Höhenwinkeln ermöglichte. Das verwundert, weil die Mappedeure des k.u.k. Militärgeographischen Institutes in Wien laut Instruktion aus dem Jahre 1903 /3/ bei der Reambulierung der III. Österreichischen Landesaufnahme in der Brenta von 1905 bis 1908 noch zwei Aufnahmegeräte benutzten.

Das erste Gerät war ein Meßtisch mit einer einfachen Kippregel (Modell 1896), letztere als Perspektiv-Lineal bezeichnet, das sich nur zum graphischen Bestimmen der horizontalen Lage von Einzelpunkten eignete; das zweite war ein Höhen- und Distanz-Meßinstrument (Modell 1896), mit dem Vertikalwinkel bestimmt und optische Distanzmessungen mit Hilfe einer Nivellierlatte durchgeführt werden konnten. Die Höhenmessungen wurden nach der Lagemessung vorgenommen /3/ (Teil II, S. 140). Die Reambulierung der III. Landesaufnahme des MGI im Gebiet der Brenta von 1905 bis 1908 lief gleichzeitig mit der Aegerter'schen Aufnahme für die "Karte der BrentaGruppe" ab. Daß Aegerter eine modernere Kippregel als das fortschrittsbedachte MGI in Wien benutzt haben sollte, muß angenommen werden. Es findet sich aber weder in der spärlichen literarischen Hinterlassenschaft Aegerter's noch andernorts ein eindeutiger Hinweis, auf Grund dessen diese Frage sicher beantwortet werden könnte. Leider ist auch ein Großteil seiner fachlichen Arbeitsunterlagen verlorengegangen.

Nun zur Arbeitsweise Aegerter's bei seiner Geländeaufnahme. Entsprechende Kenntnisse darüber könnten der Schlüssel sein, um zu verstehen, wie er in der kurzen Zeit von nur 13 bis 16 Monaten Geländetätigkeit und mit nur einem Gehilfen diese hervorragende Hochgebirgskarte eines rund 300 qkm großen Gebietes aufnehmen konnte. Leider ist auch darüber kaum etwas überliefert, und man muß mit aller Akribie zu Werke gehen, um die richtigen Schlüsse ziehen zu können.

Beginnen wir mit dem verwendeten Meßgerät. Ein einziges Aufnahmegerät – es war die Kippregel mit Höhenwinkelablesung – ist leichter zu transportieren und schneller im Einsatz als zwei, wie dies zur damaligen Zeit bei den Mappedeuren des MGI der Fall war. Aegerter hat nur einen Gehilfen!

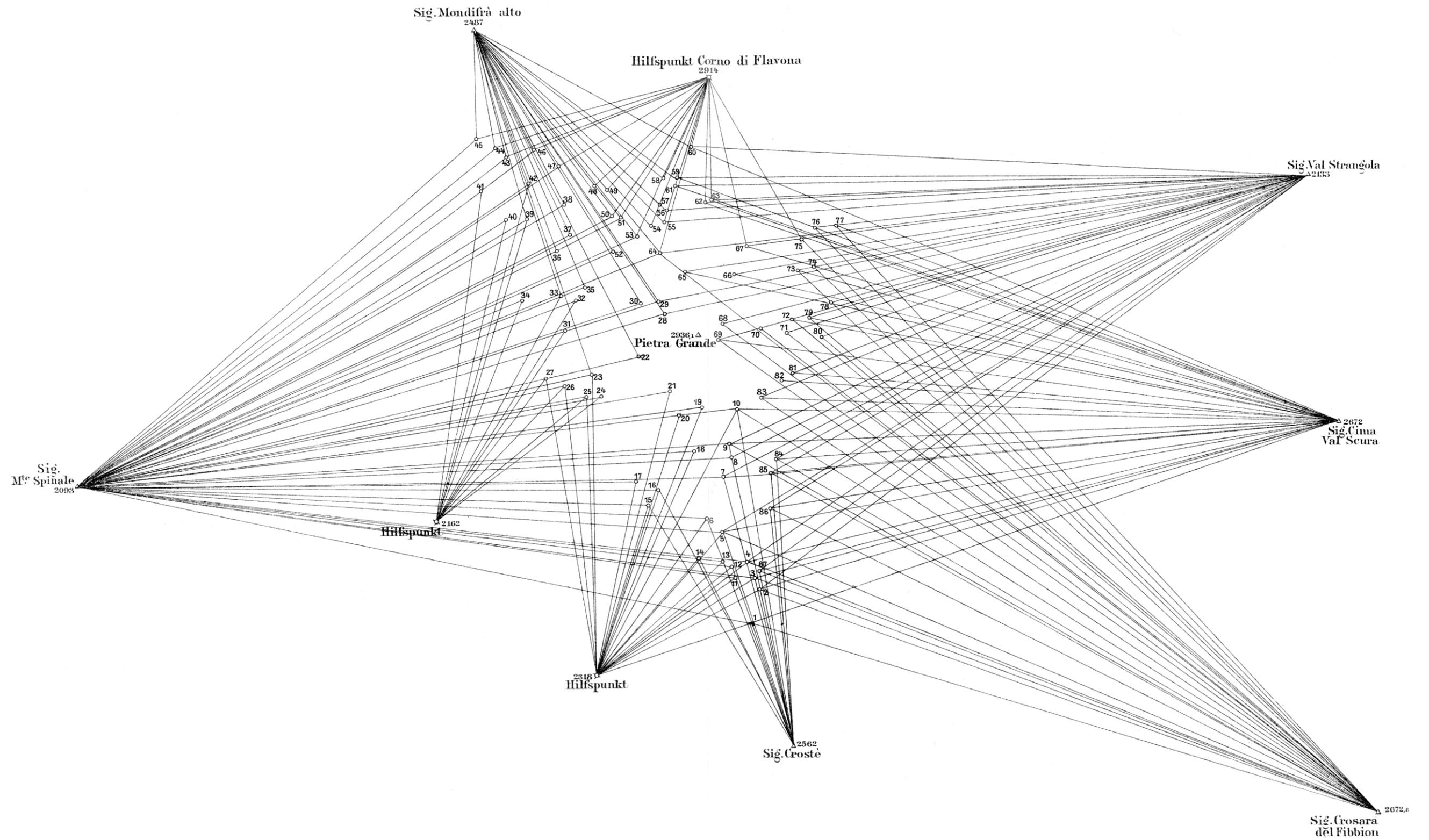
Als nächstes sei die Verwendung bereits vorhandener Karten, Pläne und dergleichen mehr vom Arbeitsgebiet in Betracht gezogen. Deren Inhalt mußte selbstverständlich auf den Arbeitsmaßstab reduziert und mittels vorhandener Festpunkte oder sonstiger



Karte 1 (siehe umseitig)

## Karte 1

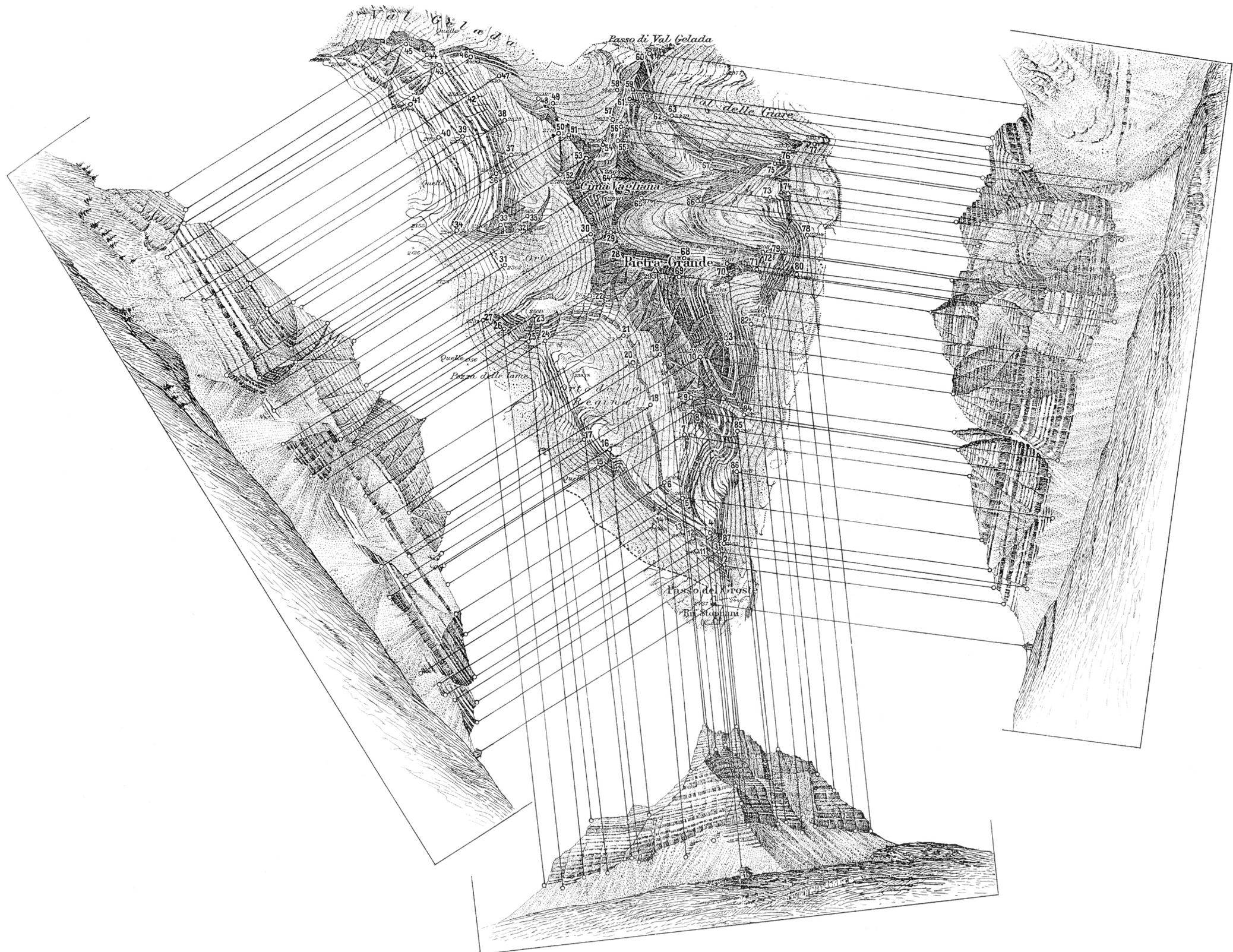
Übersicht zur Lage der sechs topographisch-morphographischen Auswahl-Vergleichsgebiete (rot umrandet) im Maßstab 1:25 000 (Luftbild-Stereokartierung 1:10 000 verkleinert auf 1:25 000). Der schwarz begrenzte Ausschnitt entspricht dem der Kartenprobe der Brenta 1:25 000 mit einer Fläche von 25,5 qkm.



Figur 1

Entstehung des Kartenbildes der "Pietra Grande" 1:25 000 (Originalgröße) mit Hilfe des Einschneideverfahrens von 9 Aufnahmestandpunkten aus (meßtechnischer Vorgang). Aus: "Begleitworte zur Karte der BrentaGruppe" von L. Aegerter /1/.

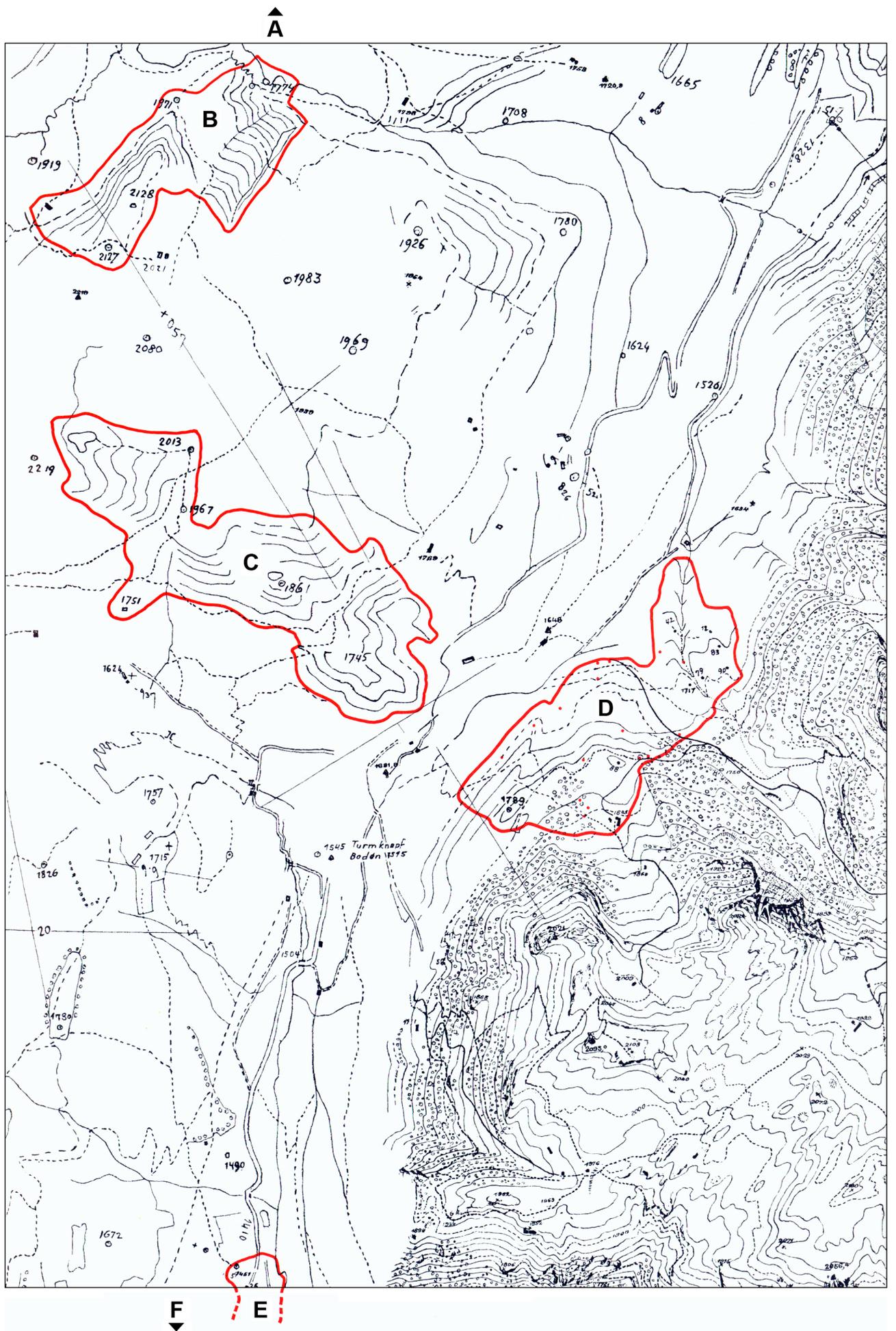




Figur 2

Entstehung des Kartenbildes der "Pietra Grande" mittels genetischer Felszeichnung im Maßstab 1:25 000 durch L. Aegerter (felszeichnerischer Vorgang). Mitte oben: kartographische Grundrißdarstellung; vorne, rechts und links: naturhafte Aufrißdarstellungen. Aus "Begleitworte zur Karte der Brentagruppe" von L. Aegerter /1/.





Karte 2 - Kartenausschnitt (siehe umseitig)

## Karte 2 – Kartenausschnitt

Reproduktion des NW-Bereiches des oberen Teilblattes der Aegerter'schen Originalaufnahme im Anfangsstadium der Bearbeitung. Rechts ist die fertige, im Original dreifarbige Reinzeichnung zu sehen. (Mit freundlicher Genehmigung des ÖAV-Museums Innsbruck, 1986).

Die roten Umrandungen kennzeichnen spezielle Teilgebiete der Untersuchung. Von diesen liegen B, C und D im Kartenausschnitt, A, E und F außerhalb desselben.

Das Teilgebiet D der Untersuchung zeigt 9 Vermessungspunkte mit Höhenangabe sowie 16 Kartiernadeleinstiche ohne Höhenangabe im Aufnahmeoriginal. Letztere sind durch rote Punkte markiert.

Paßpunkte als leichte Bleistiftzeichnung in das Aufnahmeblatt 1:25 000 übertragen werden. Mit diesen Hilfen arbeitete das MGI laut Instruktion aus dem Jahre 1903 bei der Reambulierung der III. Österreichischen Landesaufnahme im Gebiet der Brenta sowie bei der IV. Landesaufnahme (Präzisionsaufnahme) /3/ (Teil II, S. 33 u. 37). Solcher Hilfen bediente sich auch L. Aegerter. Das konnte auf dem nördlichen der beiden Aegerter'schen Originalaufnahmeblätter für die "Karte der Brentagruppe" festgestellt werden, da ein etwa 10 cm breiter Randbereich linksseitig im Gebiet Lago delle Malghette im NW sowie Val Meledrio im NO und weiter nach Süden über Campo Carlo Magno, Madonna di Campiglio bis Monte Sabbione noch das Anfangsstadium der Aufnahme zeigt (siehe Karte 2 – Kartenausschnitt). Welcher Vorläuferkarte sich Aegerter dabei bedient hatte, konnte nicht ermittelt werden. Die Prüfung ergab aber, daß es sich weder um den Inhalt der Katastralmappenblätter noch um den der III. Österreichischen Landesaufnahme von 1886 wie auch der II. reambulierten Österreichischen Landesaufnahme von 1905 bis 1908 in der Brenta handelte.

Wie aus dem internen Schriftverkehr des DÖAV vom Dezember 1908 weiter hervorgeht, wurden von Seiten des MGI auch "Netze gemessener Geländepunkte von vielen Teilen der Brentagruppe" zur Verfügung gestellt, die Aegerter "einige Monate Aufnahmearbeit" ersparten. Aegerter erwähnt diese Unterlagen in seiner erhalten gebliebenen Korrespondenz mit dem DÖAV nur indirekt. Die Möglichkeit der Verwendung dieser MGI-Geländepunkte für Teile seiner Aufnahme ist auf Grund des Umfangs und der Größe der Aufgabe nicht auszuschließen, ja sogar wahrscheinlich. Er muß aber zusätzliche Nach- beziehungsweise Kontrollmessungen, vor allem bei in der Karte wiedergegebenen Höhenpunkten vorgenommen haben. Eine Prüfung der Höhenkoten an identischen Punkten in der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von Aegerter und den vergleichbaren Aufnahmesektionsblättern der reambulierten III. Österreichischen Landesaufnahme 1:25 000 ergab in den meisten Fällen Höhendifferenzen von einem bis mehrere Meter.

Als weiteres Hilfsmittel des MGI werden 183 Kopien terrestrisch-photogrammetrischer Aufnahmen und ein photogrammetrisches Paßpunktnetz genannt. In seinem Schriftverkehr mit dem Zentralausschuß des DÖAV stellt Aegerter fest, die Höhenangaben der gelieferten Punktnetze nicht, wohl aber die photogrammetrischen Aufnahmen verwendet zu haben. Wahrscheinlich dienten ihm letztere zur Kontrolle beziehungsweise als Hilfe bei der Felszeichnung.

Der wohl wichtigste Beweis für die Kürze der Zeit bei der Erstellung der zwei Aufnahmeoriginalen dürfte in der Zahl der von Aegerter gemessenen Geländepunkte zu suchen sein. Entsprechend der Meinung zuständiger Fachleute des MGI (Schriftverkehr DÖAV und MGI zwischen 1905 und 1909, ÖAV-Archiv Innsbruck) muß diese relativ niedrig gewesen sein \*). Um das zu bestätigen oder zu widerlegen, wurde versucht,

---

\*) Um diese Aussage werten zu können, muß man wissen, welche Punktzahl bei topographischen Aufnahmen in einem vergleichbaren Gelände zur damaligen Zeit üblich war. Das k.u.k. Militärgeographische Institut in Wien verwendete bei der Reambulierung der III. Landesaufnahme 15 – 22 Punkte pro Quadratkilometer (siehe auch /3/, Seite 164). Die Aufnahmesektion 21, Kolonne IV, NW Tirol 5546-1 vom Gebiet der Brenta verzeichnet die Zahl von 4869 Aufnahmepunkten. Das sind 18 Punkte für den qkm. Bei der Geländeaufnahme mit dem Meßtisch für die "Siegfriedkarte" der Schweiz 1:50 000 wurden um 1900 etwa 20 – 30 Geländepunkte pro Quadratkilometer gemessen (nach: E. Imhof, Kartographische Geländeaufnahme, Seite 44, Verlag Walter de Gruyter & Co. 1965, Berlin).

in seinen Arbeitsergebnissen beweiskräftige Anhalte zu finden. Der beste Beweis wäre das von Aegerter viel zitierte "Feld- beziehungsweise Notizbüchlein" gewesen /1/ /2/, eine Art Vermessungsprotokoll, in das er alle Aufnahmevorgänge notierte. Leider ist dieses Büchlein trotz intensiver Nachforschung nicht aufgefunden worden. Es verbleiben nur die Veröffentlichungen und seine zwei Aufnahmeoriginalen. \*)

Beginnen wir bei der Beweisführung mit der Aufnahme des Felsstockes der Pietra Grande (siehe Figur 1 und 2), die in der Verebnung (Karte) einer Fläche von rund 5,5 qkm entspricht.

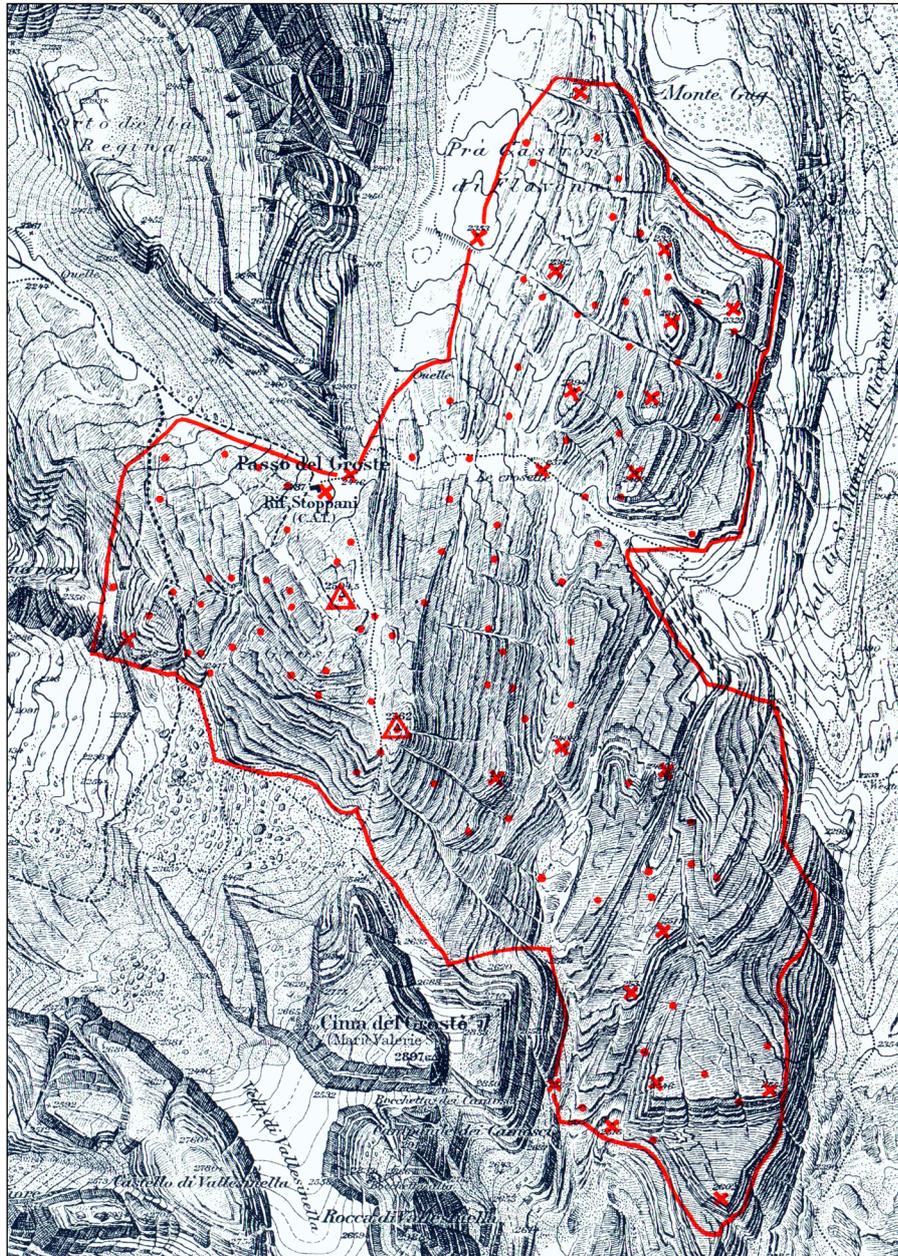
Die Pietra Grande ist durch graphisches Vorwärtseinschneiden von 9 Standpunkten aus mit dem Meßtisch aufgenommen worden. Die Zahl der Vermessungspunkte beträgt 87. Das sind auf den qkm umgerechnet rund 16 Punkte. Sämtliche Vermessungspunkte sind zusätzlich zu den Festpunkten als Höhenkoten in der "Karte der Brentagruppe" enthalten. Mehr Punkte dürfte Aegerter hier zur kartographischen Darstellung der Felstopographie und der Höhenlinien nicht verwendet haben. Etwa die gleiche Anzahl, wahrscheinlich weniger, der durch Vorwärtsschnitte bestimmten Aufnahmepunkte können für alle übrigen Felsstöcke und felsigen Steilformen in der Brentagruppe angenommen werden.

Als nächstes untersuchen wir ein Gebiet mit kuppigem bis plattigem Fels, welches sich für das Einschneideverfahren nicht eignet und daher tachymetrisch mit Meßtisch und Meßlatte aufgenommen wurde. Diese Annahme bestätigt sich aus "Begleitworte zur Karte der Brentagruppe" /1/ von L. Aegerter, wo es auf Seite 81 sinngemäß heißt: "Das Terrain, das sich gegen Süden und Osten (von Rifugio Stoppani gesehen) ausdehnt, muß mühsam Punkt für Punkt mit der Meßlatte aufgenommen werden, ... im Umkreise von 300 m von der jeweiligen Station." Die Karte 3 (Kartenausschnitt) zeigt dieses Gebiet in schwarz-weiß-Reproduktion. Im rot umrandeten Teil von ca. 4,5 qkm sind 2 Festpunkte und 24 Höhenkoten zu finden. Mit dieser Zahl von Aufnahmepunkten konnte eine Geländedarstellung der vorliegenden Art nicht entstanden sein. Wieviel Punkte waren es dann? Die angenähert zutreffende Zahl wurde aus den Einstichen im Originalaufnahmeblatt bei der Kartierung durch Kontrolle mit einer stark vergrößernden Lupe ermittelt. Es sind 95 solcher Kartiernadel-Einstiche gezählt worden. Auch Bleistiftnotizen der Punktnumerierung waren vereinzelt noch zu erkennen. Pro qkm ergaben sich somit rund 27 Aufnahmepunkte. Ob das alles Aegerter'sche Vermessungspunkte sind oder auch solche, die das MGI zur Verfügung gestellt haben will (III. Reambulierte Österreichische Landesaufnahme), läßt sich nicht feststellen.

Eine weitere Untersuchung zur Ermittlung der Punktezahl bei der Aufnahme durch Aegerter soll in einem Gebiet der "Karte der Brentagruppe" erfolgen, das im Nordwesten derselben liegt und aus unbekanntem Gründen im Anfangsstadium der Aufnahme verblieben ist (siehe Karte 2 – Kartenausschnitt). Kleine Teilgebiete in Karte 2 und

---

\*) Originalaufnahme in 2 Teilblättern, dreifarbige Tuschezeichnung in schwarz, blau und braun auf Zeichenkarton, Format jeweils 42 x 53 cm. Alpenvereinsmuseum des ÖAV, Innsbruck, Österreich.  
Siehe auch II "Die Karte der Brentagruppe 1:25 000 von 1908 ...", Karte 2 – Ausschnitt.



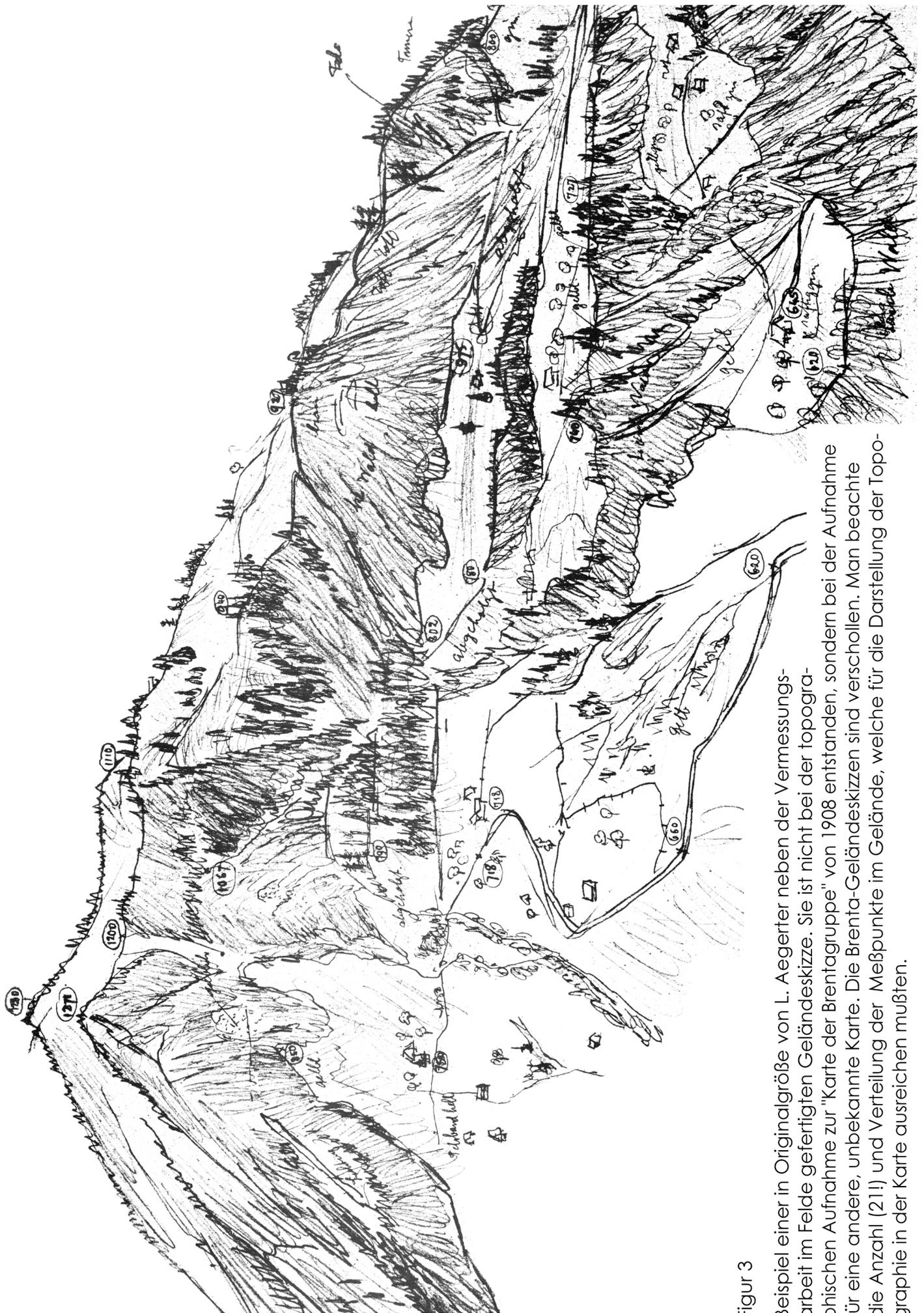
Karte 3

Ausschnitt aus der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 (einfarbige Reproduktion).

Der rot umrandete Teil zeigt kuppigen bis plattigen Fels. Er wurde von L. Aegerter mit Meßtisch, Kippregel und Meßlatte aufgenommen.

- △ Trigonometrische Punkte
- × Höhenkoten in der Karte
- zusätzliche Aufnahmepunkte (Kartiernadeleinstiche im Aufnahmeoriginal)





Figur 3

Beispiel einer in Originalgröße von L. Aegerter neben der Vermessungsarbeit im Felde gefertigten Geländeskizze. Sie ist nicht bei der topographischen Aufnahme zur "Karte der Brentagruppe" von 1908 entstanden, sondern bei der Aufnahme für eine andere, unbekanntere Karte. Die Brenta-Geländeskizzen sind verschollen. Man beachte die Anzahl (21!) und Verteilung der Meßpunkte im Gelände, welche für die Darstellung der Topographie in der Karte ausreichen mußten.

außerhalb dieser (A, B, C, D, E, F) lassen interessante Rückschlüsse zu. Drei davon (A, B und C) zeigen bereits Höhenlinienentwürfe, die auf der Grundlage von jeweils 12, 6 und 5 Vermessungspunkten bis 1,5 qkm, 0,75 qkm und 1,25 qkm Größe in der vorliegenden Form nicht zu interpolieren waren. Diese Höhenlinien müssen aus anderen Unterlagen krokrihaft übernommen worden sein, um sie im Zuge der Detailaufnahme zu präzisieren. Ein freier Entwurf erscheint abwegig. Drei weitere Teilgebiete (D, E und F) sind fertig vermessen, aber noch nicht farbig überzeichnet und lassen so die Zahl der Vermessungspunkte deutlich erkennen. D mit einer Fläche von 0,9 qkm zeigt 25, E mit 1 qkm zeigt 35 und F mit 1,3 qkm 30 Vermessungspunkte. Das sind zusammen auf den Quadratkilometer umgerechnet 31 Punkte.

Aus den drei Untersuchungsgebieten der "Karte der BrentaGruppe" ergibt sich somit bei der Aegerter'schen Aufnahme eine Durchschnittszahl von 27 Punkten pro Quadratkilometer Aufnahme­fläche. Sie ist nach heutigen Gesichtspunkten als sehr niedrig zu bezeichnen und erklärt wohl auch den schnellen Fortgang der Geländeaufnahme. Die Erfahrungen bei den Untersuchungen der nachfolgenden Vergleichsgebiete (Karte 4 bis Karte 9) lassen auf eine noch niedrigere Punktzahl schließen.

Wie aber kann man mit einer so geringen Zahl von Vermessungspunkten eine so gute, in der Felszeichnung hervorragende Karte über rund 300 qkm Fläche erstellen? Die Antwort liegt wohl im Bearbeitungskonzept und in der Person Aegerter's begründet. Aegerter ist im Grunde dem wichtigen topographischen Prinzip gefolgt, die Ergebnisse der topographischen Vermessung im Angesicht des Geländes auszuzeichnen. Ob die Aufnahme- und die Witterungsverhältnisse in der Brenta das auch immer konsequent zuließen, darf bezweifelt werden. Denn auch Regentage und Tage mit anderen Störfaktoren wie Nebel und Wolken durften nicht ungenutzt verstreichen. Deswegen ist anzunehmen, daß so manches im Gelände nur in den wichtigsten Grundzügen festgehalten, der Rest aber in der Unterkunft zeichnerisch vollendet wurde. Dabei werden auch die bereits erwähnten 183 terrestrisch-photogrammetrischen Bildkopien des MGI eine Rolle gespielt haben. Der Ablauf einer Aufnahme dürfte dann so zu beschreiben sein, daß, etwa beim graphischen Einschneideverfahren, ein ganzer Gebirgsstock oder Geländeabschnitt von mehreren Aufnahme­standorten punktmäßig erfaßt, topographisch krokriert und bildhaft skizziert wurde, die topographische Feinarbeit jedoch einem späteren Zeitpunkt vorbehalten blieb. Für die dreifarbig­e Tuschezeichnung ist sicher im wesentlichen der Herbst und Winter herangezogen worden. Auf diese Weise wäre ein rationelles Ausnützen der zur Verfügung stehenden Zeit möglich gewesen. Daß so oder ähnlich verfahren wurde, erhärtet sich daraus, weil in der Regel von jedem Aufnahme­standpunkt eine möglichst genaue Geländeskizze mit Eintrag der Aufnahme­punkte gefertigt wurde (siehe Figur 3). Sie war sicher nicht nur für H. Rohn gedacht, um diesem die Steingravur zu erleichtern, denn Aegerter hat seine Aufnahme­originale bis in's letzte Detail sauber reingezeichnet (siehe II "Die Karte der BrentaGruppe 1:25 000 von 1908 ...", Karte 2 – Ausschnitt aus dem dreifarbig­en Aufnahme­original von L. Aegerter).

Was Aegerter selbst betrifft, so ist im Hinblick auf die relativ kurze Aufnahmezeit zu sagen, daß er es wohl verstanden hat, seine Aufgabe mit allen ihm zu Gebote stehenden Mitteln zu lösen. Er kam aber auch mit den allernotwendigsten geodätischen Grundlagen aus. Seine langjährige topographische Erfahrung in der Hochgebirgskartographie, sein felszeichnerisches Talent sowie seine geomorphologisch-geologische Schulung versetzten ihn in die Lage, auch mit wenigen Vermessungspunkten ein erstaunliches topographisches Ergebnis zu erzielen.

## Die Stereokartierung 1:10 000 als Vergleichsgrundlage

Mit modernen Mitteln der Photogrammetrie wurde in den Jahren 1985/86 neben anderen Aufgaben eine großmaßstabige Luftbild-Stereokartierung 1:10 000 durchgeführt. Sie deckt ein Gebiet von ca. 27 qkm, welches das der Kartenprobe 1:25 000 geringfügig überschreitet (siehe [Karte 1](#)).

Die Stereokartierung erfolgte am Zeiß Planicomp C 100 des Institutes für Photogrammetrie und Kartographie der Universität der Bundeswehr München durch D. Beineke, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, sowie R. Neuhaus, Mitarbeiter am Lehrstuhl für Photogrammetrie. Die Unterstützung durch den Lehrstuhl für Photogrammetrie sei hier dankenswert vermerkt. In einem ergänzenden Auswertungsvorgang erfaßte anschließend D. Beineke am Zeiß Stereoplanigraph C 8 des vorgenannten Lehrstuhls gezielt die für die topographisch-morphographische Untersuchung geeigneten Felsstrukturen. Für den Gerätewechsel waren rein arbeitsbedingte Gründe maßgebend.

Als Grundlage für die Auswertung dienten Luftbilder des Istituto Geografico Militare (IGM) in Florenz, die einer Befliegung aus dem Jahre 1969 entstammen. Sie haben einen mittleren Bildmaßstab von 1:20 000 und gehören zu den Flugstreifen 1, 2 und 4 (siehe III/4 "Geländeerkundung ...").

Die Luftbild-Stereokartierung 1:10 000 wurde auf maßhaltigem Karton vorgenommen. In Anbetracht ihrer Verwendung als Vergleichsgrundlage übergeordneter Genauigkeit wurde Wert auf ein möglichst optimales Ergebnis gelegt. Das heißt, daß nicht nur alle topographisch relevanten Inhaltselemente für den Kartenmaßstab 1:10 000 zu erfassen waren, sondern daß vor allem jene topographisch-morphographisch bedeutsamen Strukturen des Felsbaues in bereits leicht generalisierter Auswahl hervorgehoben werden mußten, auf die es im Vergleich mit der stärker generalisierten "Karte der Brenta-gruppe" 1:25 000 ankam. Das war eine Aufgabe, die viel Sachkenntnis und Interpretationsgeschick erforderte. Zur Erklärung sei hier gesagt, daß es sich bei der Felsauswertung nur um eine Felsgerippedarstellung, nicht aber um eine vollständige Felsdarstellung wie bei L. Aegerter handelt.

Gleiches wie für den Felsbereich galt für das in die Untersuchung einbezogene Vegetationsgelände, in dem vor allem charakteristische Stufenformen auf Grund des unterlagernden Gesteins in der dünnen Verwitterungsdecke in Erscheinung treten und mittels Höhenlinien sowie Kantenschraffen /4/ formtypisch dargestellt werden mußten. Zur besseren Differenzierung des topographischen Inhaltes der photogrammetrischen Auswertung wurde eine farbige Trennung von Höhenlinien (braun) und Fels (schwarz) vorgenommen.

## Formenbeschreibung, Vergleich und Vergleichsergebnisse

Ein aus heutiger Sicht fehlerloses Ergebnis, vor allem in topometrischer Hinsicht, dürfen wir beim Vergleich der "Karte der Brenta-gruppe" 1:25 000 von 1908/38 mit der photogrammetrischen Stereokartierung von 1985/86 nicht erwarten. Wir müssen uns immer die Möglichkeiten und Schwierigkeiten bei der erdgebundenen topographischen Tätigkeit zur damaligen Zeit in einem schwer zugänglichen Hochgebirge vor Augen halten.

Außerdem ist zu beachten, daß die Aegerter'sche Aufnahme der "Karte der Brenta-gruppe" mittels Einzelpunktbestimmung im Endmaßstab 1:25 000 erfolgte, wobei die verwendete Punktzahl zudem sehr gering war und die Felsdarstellung bereits eine beträchtliche Generalisierung erfuhr. Die linienhafte Luftbild-Stereokartierung in dem 2,5 fach größeren Maßstab 1:10 000 läßt dagegen eine weitgehend grundrißtreue Formenerfassung zu und bietet genügend Raum für ein detailliertes Felsbild.

Zu den nachfolgenden vergleichenden Untersuchungen ist zu sagen, daß sie nicht im Detail, sondern der Übersichtlichkeit und besseren Lesbarkeit wegen an einzelnen wichtigen Vergleichsstrukturen in den sechs in Karte 1 gekennzeichneten Gebieten vorgenommen werden. Die Vergleichsstrukturen sind in beiden Maßstäben als identisch anzusprechen, obwohl sie auch im Einzelfalle lediglich als Leit- oder Hinweisstrukturen fungieren können.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist der Maßstab 1:10 000 für die vergleichende Untersuchung gewählt worden und nicht 1:25 000. Letzterer wäre sachlich gerechtfertigter gewesen, da er die Darstellungsdifferenzen der beiden Maßstäbe sinnvoll relativiert hätte. Man vergrößert normalerweise nicht die kleinmaßstabige Karte, sondern verkleinert die großmaßstabige.

Die sechs untersuchten Auswahl-Vergleichsgebiete (Karte 4 bis Karte 9) zeigen im Blaudruck den Inhalt der "Karte der Brenta-gruppe" 1:25 000 in der Vergrößerung 1:10 000. Die ausgesuchten Vergleichsstrukturen dieser Karte wurden in Schwarz, die der Stereokartierung 1:10 000 in Rot aufgedruckt. Von letzteren wird bei der topographisch-morphographischen Beurteilung des Inhaltes der "Karte der Brenta-gruppe" ausgegangen.

Das strukturelle Lineament läßt in der Zeichnung durchgehende und gerissene Linien erkennen. Erstere werden im allgemeinen für scharf konturierte Felsstrukturen verwendet, letztere für solche, die weniger scharf ausgeprägt sind, etwa Rinnen oder Tälchen, die dem Verlauf von Klüften an der Gesteinsoberfläche folgen. Topometrische Vergleichslinien sind strichpunktiert (Vergleichshöhenlinien). Topographische Meßpunkte (Höhenkoten in der "Karte der Brenta-gruppe") sind durch liegende Kreuzchen markiert.

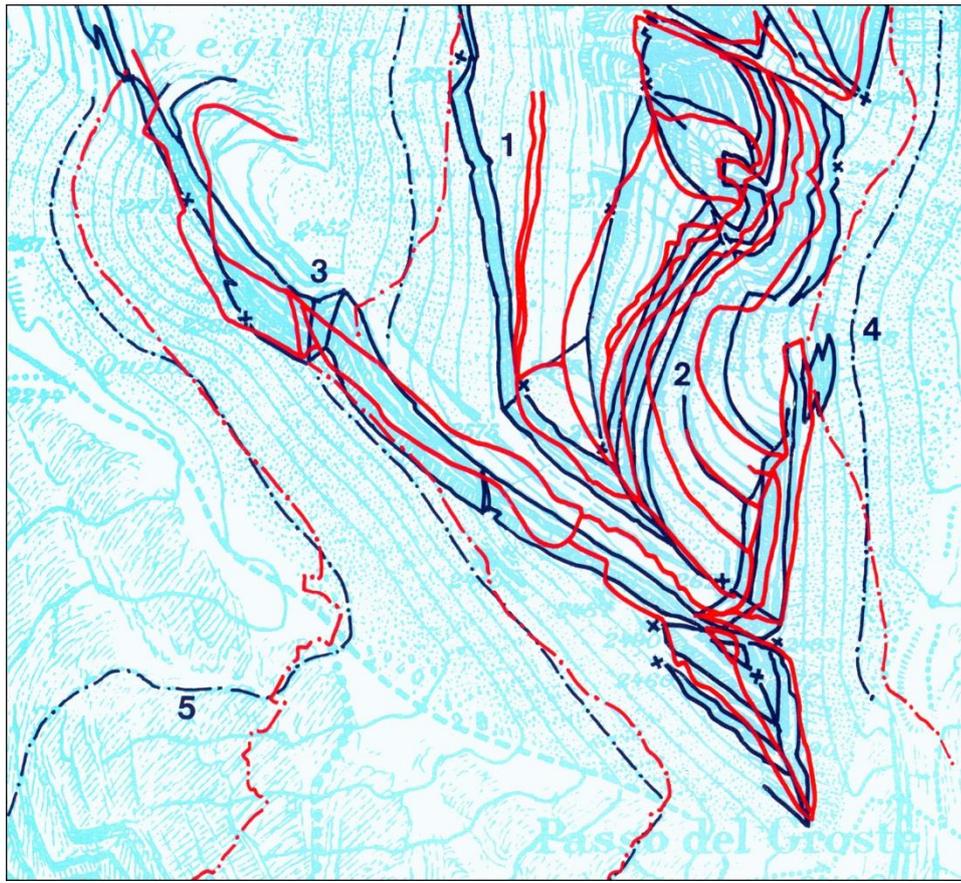
Den Karten 4 bis 9 ist jeweils ein Naturbild des etwa gleichen Landschaftsausschnittes beigedruckt (Abbildungen 1 bis 6). Die Gegenüberstellung von Karte und Naturbild soll einen kritischen Vergleich ermöglichen.

Einen wichtigen Beitrag zum besseren Verständnis der nachfolgend untersuchten Vergleichsgebiete und ihrer Formen vermögen die Darlegungen in III/7 "Geologisch-geomorphologische Erläuterung" zu leisten.

#### Vergleichsgebiet 1

Es handelt sich um den Gebirgsstock der Pietra Grnade mit einer Gipfelhöhe von 2936 m, von dem allerdings nur das südliche Drittel zwischen Passo del Grosté (2442 m) und einem 2756 Meter hohen Vorgipfel im Untersuchungsausschnitt erscheint. Topographisch betrachtet dominieren scharfe Gratformen mit zugespitzten Gipfeln in der Höhe, weitläufige Felswände sowie Felsbänder im Mittel- bis Sockelbereich und ausgedehnte Schutthalden unterhalb von Felswänden respektive Wandfluchten am Fuße des Sockels. Dieses Erscheinungsbild kommt sowohl in Karte 4 wie im Luftbild (Abbildung 1) deutlich zum Ausdruck (siehe auch III/5 "... kartographische Bearbeitung", Karte 1 – Kartenprobe).

Vergleichsgebiet 1 – Pietra Grande



Karte 4

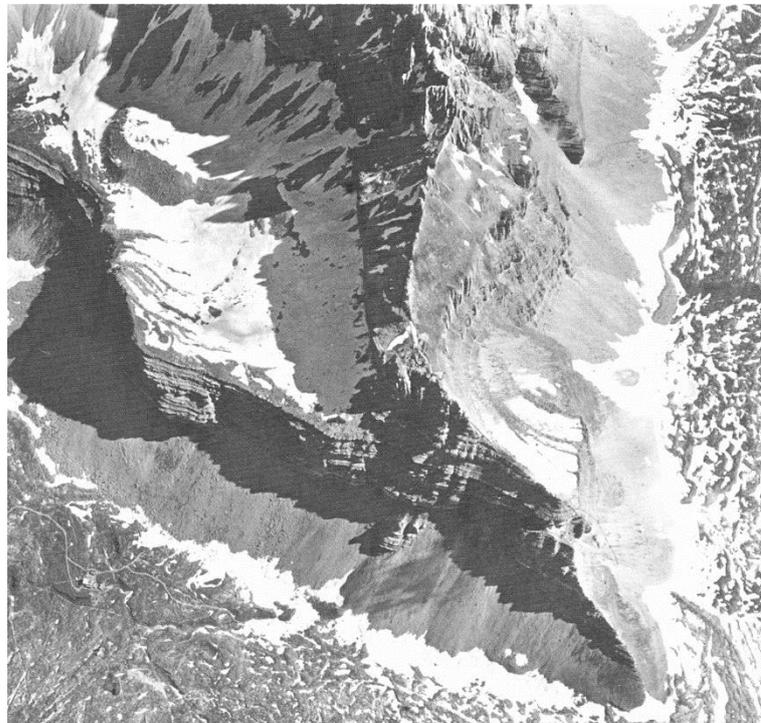
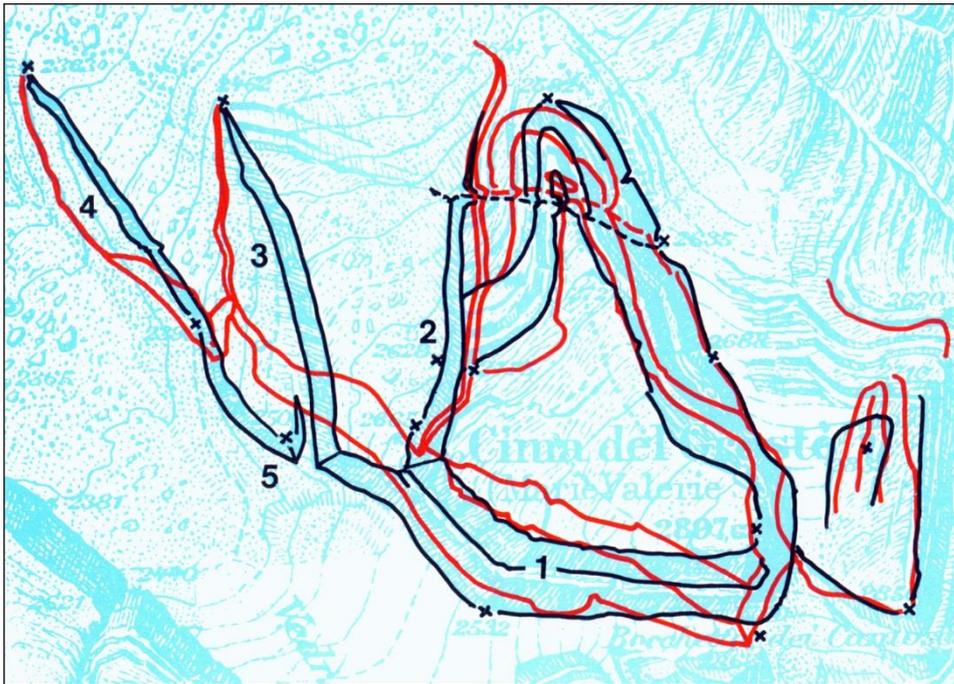


Abbildung 1

Vergleichsgebiet 2 – Cima Grosté



Karte 5



Abbildung 2

Morphographisch gesehen hat L. Aegerter in seiner Felszeichnung geradezu ein "Abbild" dieser Felsgefüge in kartographisch-grundrißlicher Form geschaffen, das wirklichkeitsnah und sehr orientierungsfreundlich wirkt. Überzeugend bringt seine Darstellung die horizontal lagernden Gesteinsschichten in ihrem treppenartigen Aufbau zum Ausdruck. Trotz der notwendigen Generalisierung ist die Felsdarstellung differenziert. Schematismus ist nicht zu erkennen. Breite Felsbänder wechseln mit schmälere, lichte Streifen kennzeichnen die auffälligen Simse, hochragende Felswände erscheinen in der sie kennzeichnenden Charakteristik von Glattheit oder Schichtung. Im Schuttmantel am Sockelfuß kommen ausgeprägte sowie weniger ausgeprägte Schuttkegel neben weitläufigen, meist uniformen Schutthalden gut zur Geltung.

Vergleichen wir nun die Lage- und Formverhältnisse auffälliger identischer Felsstrukturen der "Karte der Brentagruppe" mit der photogrammetrischen Kartierung in Karte 4, dazu einige Höhenlinien in ihrem Verlauf, so können wir neben relativ guter Übereinstimmung auch Abweichungen erkennen. Jede Abweichung ist natürlich durch die zweieinhalbfache Vergrößerung entsprechend übertrieben. Auf fünf als wesentlich zu bezeichnende Fälle sei nun hingewiesen.

Die Abweichung des Felsbandes in (1) um drei Höhenlinienintervalle ist beträchtlich. Sie ist eindeutig auf einen Meßfehler von L. Aegerter zurückzuführen. Des weiteren zeigen die Gesteinsbänder im Oval von (2) auffällige Form- und Lagefehler, letztere in der Größenordnung von zwei bis drei Höhenlinienintervallen. Der Grund dafür ist das Fehlen jeglicher Meßpunkte in diesem Bereich. Die erosive Einkerbung in der Felswand bei (3) ist gegenüber der tatsächlichen Erscheinungs- und Grundrißform stark verbreitert. Übertreibungen bei Richtungsänderungen von Bändern und anderem sind allgemein zu beobachten. Das allerdings ist Prinzip. Der Topograph von damals legte Wert auf "Betonung" von Auffälligkeiten. Schließlich zeigen die 2400 m Höhenlinie in (4) und die 2300 m Höhenlinie in (5) deutliche Lagefehler, welche sich auch in den Nachbarhöhenlinien auswirken.

Wenn man bedenkt, daß im gesamten Vergleichsausschnitt nur rund 24 topographische Vermessungspunkte liegen, so sind die genannten Fehldarstellungen weder als ungewöhnlich noch als unangemessen für damalige Verhältnisse zu bezeichnen.

## Vergleichsgebiet 2

Der Kartenausschnitt (Karte 5) zeigt die Cima Grotte. Sie ist kein Berg mit Gipfel wie der Name sagt, sondern ein Plateauberg mit einer randlich höchsten Erhebung von 2898 Metern. Sein starkes Herausragen gegenüber der Umgebung ist tektonisch bedingt. Entlang von Bruchlinien ist ein Krustenstück, eben die Cima Grotte, gegenüber ihrer Umgebung herausgehoben worden und befindet sich heute in einer leichten Schräglage nach Nordwesten. Gleiches gilt für die beiden westlich anschließenden Platten, nur daß sie staffelförmig tiefer gelagert sind. Das leider stark schneebedeckte Gelände läßt im Luftbild (Abbildung 2) Formen und Formanlage dennoch recht gut erkennen. Topographisch von Bedeutung ist in diesem Fall die richtige Erfassung der Formengrundrisse und der unterschiedlich steilen und unterschiedlich hohe Wände. Der wichtigste morphographische Aspekt bei der kartographischen Darstellung der mächtigen Felswände (vergleiche Karte 5 und Abbildung 2) liegt in der charakteristischen Wiedergabe des Aufbaues der Wandfluchten.

Ein primär topographisches Manko ist der geknickte Verlauf (1) der mächtigsten Wand. L. Aegerter hat den vorspringenden Sockelbereich dieser Wand auf Grund eines dort gesetzten Meßpunktes auf die gesamte Wand übertragen. Es erhebt sich die Frage, ob die Felsdarstellung in diesem Falle in der Natur erfolgte oder fehlerhaft in Heimarbeit

entstand. Als gut gelungen ist die Morphographie zu bezeichnen. Aus den drei mächtigen Schichtpaketen sind generalisierend zwei entstanden.

Übertrieben breit im Grundriß ist allerdings die in der Natur sehr steile Wand in (2) ausgefallen. Dasselbe gilt für die Steilwände in (3) und (4). Hier kommt noch ein gravierender Meßfehler in (5) hinzu, der eine falsche Ausgangslage der beiden Felswände in (3) und (4) erzeugt.

Wegen der spärlichen Zahl von Meßpunkten hat auch hier ein einziger falsch gemessener Punkt einen entscheidenden Darstellungsfehler zur Folge.

### Vergleichsgebiet 3

Untersuchungsobjekt sind in diesem Fall die Campanili di Kiene (Kiene-Türme). Es handelt sich eigentlich um einen langgestreckten, auffällig konfigurierten Bergrücken als nordwestlicher Ausläufer der Cima Brenta in der Höhenlage zwischen rund 2700 Metern (Fußlinie) und 2900 Metern (Rückenlinie). In der photogrammetrischen Vergleichsauswertung konnte wegen sichttoter Räume im Stereo-Luftbildpaar nur der NO-Abfall sowie der Kammverlauf desselben kartiert werden. Aus diesem Grund, vor allem aber wegen der besseren Vergleichsmöglichkeit von Karte und Bild, ist das Untersuchungsbeispiel (Karte 6) um 180° gedreht worden.

Betrachten wir zuerst die Abbildung 3. Das Photo zeigt den NO-seitigen Steilabfall, der in der linken Bildhälfte fünf sich nach oben verjüngende, deutlich strukturierte Turmformen erkennen läßt. In der rechten Hälfte wird er zunehmend geschlossener, wandförmiger. Zusätzlich tritt leichte Flächenbildung in der Höhe auf. Diese natürliche Gliederung hat L. Aegerter korrekt in den Kartengrundriß übertragen.

Mustergültig ist auch die Felszeichnung im Detail. Das Nebeneinander sowie die Mischung von vertikalen Erosionsfeinstrukturen im Gestein und die etwas verwischte Horizontalschichtung sind zutreffend herausgearbeitet.

Die topographische Komponente der Darstellung wird vor allem in der Felsfußlinie deutlich. Sie grenzt den Felskörper scharf von den vorgelagerten Wandschuttflächen in allen markanten Vor- und Einsprüngen ab und liefert im Vergleich von Karte und Natur beziehungsweise mit Abbildung 3 eindeutig Orientierungspunkte.

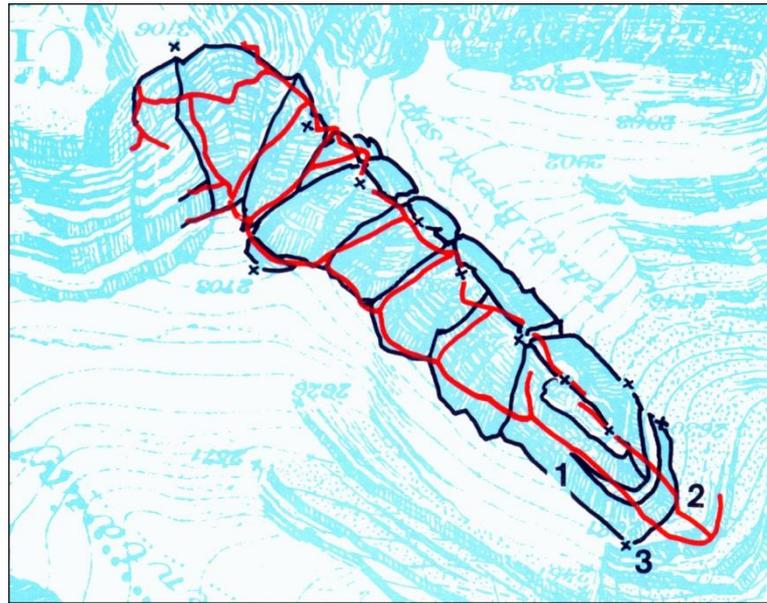
Der lage- und formmäßige Vergleich identischer Felsstrukturen läßt, abgesehen von zwei Ausnahmen, einen hohen Grad von Übereinstimmung in Karte und photogrammetrischer Kartierung erkennen. Bei (1) liegt in der "Karte der Brentagruppe" eine unerklärlich starke Verbreiterung und bei (2) eine starke Verkürzung im Grundriß des NO-Abfalles des Gesamtückens vor, obwohl sich an entscheidender Stelle (3) ein Vermessungspunkt befindet.

### Vergleichsgebiet 4

Hier wird ein Landschaftsgebiet (Campo della Flavona) untersucht, das im Monte Turion basso zwar einen kleinen Felsberg aufweist, ansonsten aber überwiegend durch bewachsenes Gelände (Almwiesen, schütterer Wald) gekennzeichnet ist.

Beim Monte Turion basso handelt es sich um einen glazial zugeschliffenen Restberg inmitten eines Talgebirges mit Zeichen starker Abtragung. Der fast bis zur schräg gelagerten Deckplatte reichende Mantel aus Wandschutt und Wandsturzmaterial gibt Zeugnis davon. Das übrige Gelände ist Teil des von Süden nach Norden abfallenden Talbodens (in Karte 7 beträgt der Süd-Nord-Höhenunterschied ca. 200 m), der bei rund 2000 m absoluter Höhe im Norden stufenartig abbricht. Die Westseite des Vergleichsgebietes ist durch einen Steilabfall begrenzt. Das Oberflächengefälle des Tal-

Vergleichsgebiet 3 – Campanili di Kiene

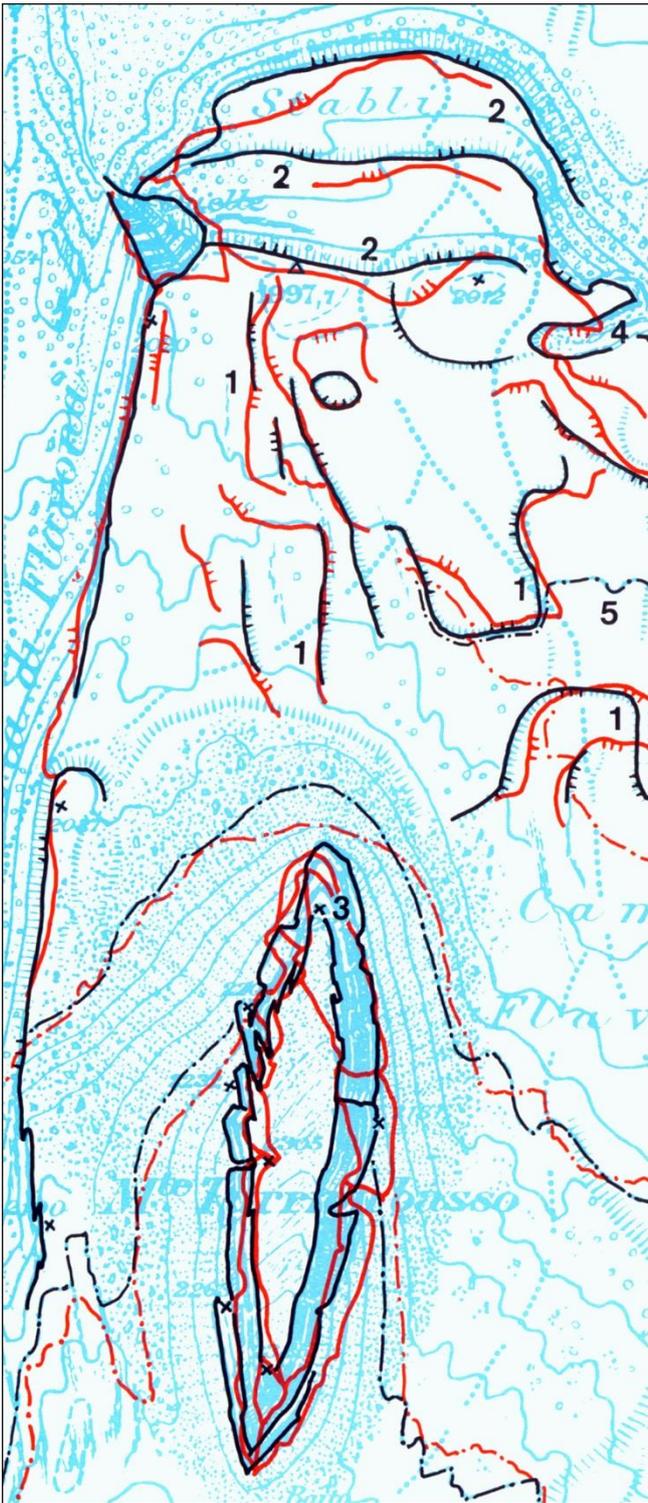


Karte 6 (um 180° gedreht)



Abbildung 3

Vergleichsgebiet 4 – Campo della Flavona mit Monte Turion basso



Karte 7



Abbildung 4

bodens und der Deckplatte des Monte Turion basso (nicht aber des Schuttmantels) ist weitgehend identisch mit dem Einfallen der die dünne Verwitterungsdecke unterlagernden Gesteinsschichten. Diese erscheinen beim stirnseitigen Ausstreichen als kleine (1) oder größere (2) Geländestufen. Sie sind in topographisch-morphographischer Hinsicht ein typisches Merkmal dieses Geländes. Aegerter hat richtig gehandelt, indem er die verzweigten, teilweise nur bis zu einen Meter hohen Stufen fast ausnahmslos in seine topographische Aufnahme für die "Karte der Brentagruppe" einbezog.

Der Vergleich von "Karte der Brentagruppe" und photogrammetrischer Kartierung läßt folgendes erkennen: Im Monte Turion basso decken sich die umlaufenden Felswände in der Lage und im Grundriß relativ gut. Das gilt auch im wesentlichen für die Wandkonfiguration. Lediglich in (3) ist der bestimmende Meßpunkt sowohl höhen- wie lagemäßig offensichtlich fehlerhaft. Das führt dazu, daß eine beachtliche Verlängerung der Deckplatte des Monte Turion basso in der Kartendarstellung entsteht. Beeinflußt wird auch die grundrißähnliche Breite der Felswand an dieser Stelle.

Was die Vollständigkeit und den Verlauf der kleinen (1) und größeren (2) Geländestufen in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes anbetrifft, so kann man von einer guten Übereinstimmung beider Vergleichsgrundlagen sprechen. Eine Ausnahme bildet das randlich gelegene Kerbtal in (4).

Bei diesem Kartenbeispiel soll auch auf die Höhenlinien eingegangen werden. Drei von ihnen, die 2020er, 2100er und 2200er Höhenlinie, werden verglichen. Die Übereinstimmung ist als sehr gut bis gut zu bezeichnen, selbst wenn in dem sehr flachen und kleinförmigen Gelände bei (5) lokal eine relativ große Abweichung vorhanden ist.

Das Luftbild (Abbildung 4) läßt leider einen bildhaften Vergleich mit der Karte nur im Bereich der größeren Formen zu. Selbst da wirken die starken Schatten störend. Die kleinen Geländestufen sind kaum zu erkennen, es sei denn, man verwendet eine Lupe.

#### Vergleichsgebiet 5

Dieses Beispiel repräsentiert ein hügeliges Gebiet im flachen Fels (Karte 8). Südöstlich der Pietra Grande gelegen, wurde es während der eiszeitlichen Brentavergletscherung stark überformt, das heißt verflacht und zugerundet und ist in diesem Zustand trotz Erosion und Denudation während einiger Tausend Jahre weitgehend erhalten geblieben.

Topographisch war dieses Gebiet sicher nicht allzuschwer zu erfassen. Aegerter arbeitete hier mit Meßtisch und Meßplatte. Wegen der Bewegtheit und Kleinförmigkeit bedarf ein solches Gelände normalerweise einer relativ hohen Punktezahl, um ein gutes Aufnahmeergebnis zu erzielen. Mit nur rund 35 Vermessungspunkten (siehe Karte 3 weiter vorne) als topometrisches Gerüst schaffte es Aegerter, das vorliegende Vergleichsgebiet felszeichnerisch zu gestalten. Die Überprüfung im Gelände ergab eine sehr gute Vergleichbarkeit von Landschaft und Karte. Erreicht hat er das durch eine generalisierende Klärung der Kleinformenvielfalt zu Gunsten der größeren Formen unter Erhalt des charakteristischen Aspektes. Morphographisch bedeutsam ist das wirklichkeitsnahe Felsbild, welches die plattige Schichtung in die Formendarstellung sehr differenziert mit einbezieht und Strukturen der Kleintektonik erkennt, verfolgt und in der Darstellung betont wiedergibt. Gemeint sind Störungslinien (1), die sich als Einschnitte, Rinnen oder schmale Talzüge an der Oberfläche abzeichnen.

Vergleicht man die Aegerter'sche Geländedarstellung in der "Karte der Brentagruppe" an Verlaufslinien auffälliger Strukturen mit solchen der photogrammetrischen Präzisionsauswertung, so fällt als erstes die gute Deckung der sich weit hinziehenden Stö-

rungslinien (1) in's Auge. Eine, allerdings oberflächlich wenig ausgeprägte in (2), ist ihm entgangen. Das Luftbild (Abbildung 5) mit dem guten Einblick von oben, läßt sie erkennen. Zwei lokale Darstellungsmängel in der Felszeichnung sind in (3) festzustellen. Die übrigen Abweichungen im Verlauf der Vergleichslinien sind von untergeordneter Bedeutung und bei der geringen Zahl der verwendeten Vermessungspunkte in dem kleinförmigen Gelände auch nicht verwunderlich.

#### Vergleichsgebiet 6

Dieses, wegen seiner eigenartigen Konfiguration interessante Vergleichsgebiet liegt östlich der Cima Grosté beziehungsweise nördlich der Cima Roma. Das auffällig platte Gelände ist ein typischer Fall von Schichtstufenbildung mit Stufenanstiegen von 0,5 m bis 5,0 m und Deckflächen, die im Einzelfall 250 m Erstreckung bis zur nächsten Stufe aufweisen. Ein ursprünglich horizontal lagerndes Schichtpaket ist im Verlaufe der Gebirgsbildung, beginnend etwa bei der Höhenkote 2602 m, entlang von Zerbrechungslinien angehoben worden und weist nun eine Schräglage mit Gefälle nach Norden auf. Das Gefälle ist jedoch unterschiedlich. Es beträgt im Vordergrund ab Höhenkote 2602 m ca. 15°, im Mittelgrund ab Höhenkote 2546 m ca. 7°.

Vergleicht man Karte und Gelände an Ort und Stelle, so findet man auch in diesem Beispiel die hohe Qualität des Aegerter'schen Felsbildes bestätigt. Gemeint ist die meisterhafte Leistung, mit der das natürliche Erscheinungsbild anschaulich in der kartographischen Darstellung zum Ausdruck kommt. Es fällt aber auch auf, daß Aegerter hier teilweise stark generalisierend zu Werke gegangen ist. Manch wesentlicher Zug aus der Fülle der Erscheinungen ist trotz verfügbarer Darstellungsfläche in der "Karte der Brentagruppe" nicht enthalten und manche Geländeform weicht von der Wirklichkeit mehr oder weniger ab.

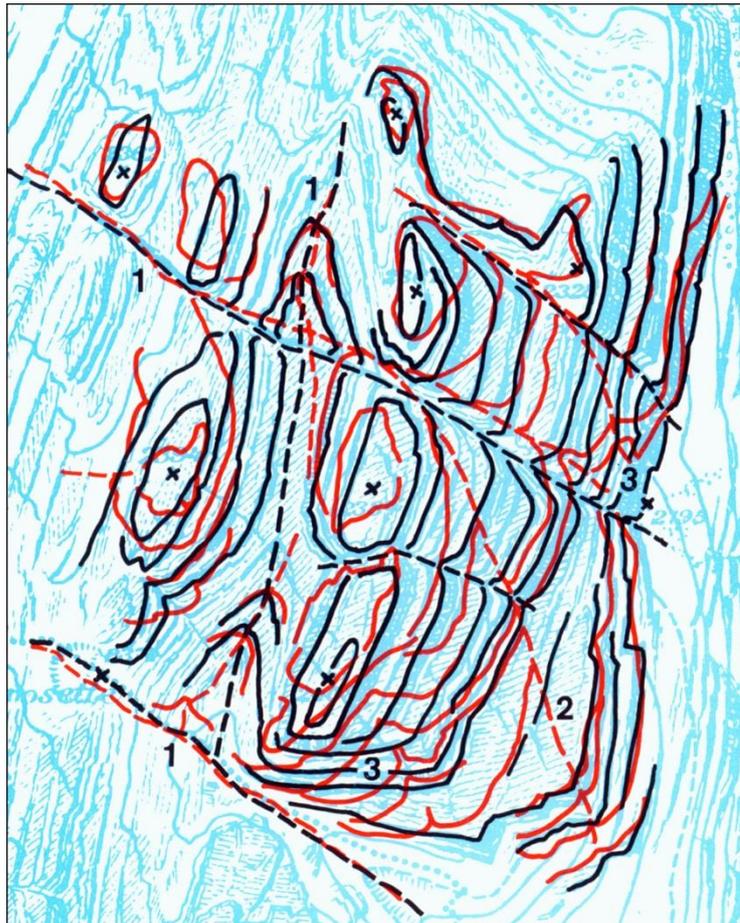
Unter Verwendung der photogrammetrischen Vergleichsstrukturen (Rotaufdruck) in Karte 9 sowie des Luftbildes (Abbildung 6) sei nun auf die kritischen Einzelfälle eingegangen.

Die westseitige Begrenzung des untersuchten Schichtstufenkörpers im Mittelgrund des Ausschnittes entlang einer im Gelände und Luftbild durch unterschiedliche Höhenlage deutlich in Erscheinung tretenden Verwerfung (1) ist ersichtlich fehlerhaft. Zueinander gehörende Strukturen kreuzen sich und weichen stark voneinander ab. Die Begrenzung hätte etwa in der Verbindung von Höhenkote 2546 m und 2533 m in der "Karte der Brentagruppe" verlaufen müssen. Auffällig und morphographisch bedeutsam sind auch zwei Formfehler bei (2) sowie der Widerspruch bei den Vergleichskonturen in (3).

Kein Darstellungsfehler, aber ein topographisches Manko ist es, daß die beiden deutlich in Erscheinung tretenden Schichtstufen in (4) und das geringmächtige, aber im Blickpunkt liegende Schichtstufenpaket in (5) in der "Karte der Brentagruppe" nicht erscheinen. Hingewiesen sei ferner auf die graphische Überbetonung der in der Natur nicht so kompakt und damit übertrieben auffällig wie in der Karte wirkende Stufenserie in (6).

Fragt man nach den Ursachen der in diesem Vergleichsgebiet auftretenden gravierenden Fehler, so kann man begründet annehmen, daß diese in einem zu mageren, fehlerhaften oder fehlerhaft interpretierten Gerüst von topographischen Meßpunkten zu suchen sind (MGI-Punkte?). In diesem Zusammenhang müssen wohl die 13 Monate Bearbeitungszeit für die Gesamtkarte in's Kalkül gezogen werden; eine ungläublich kurze Zeitspanne, die sich letztlich auf das topometrische Ergebnis auswirkte.

Vergleichsgebiet 5 – Felshügel

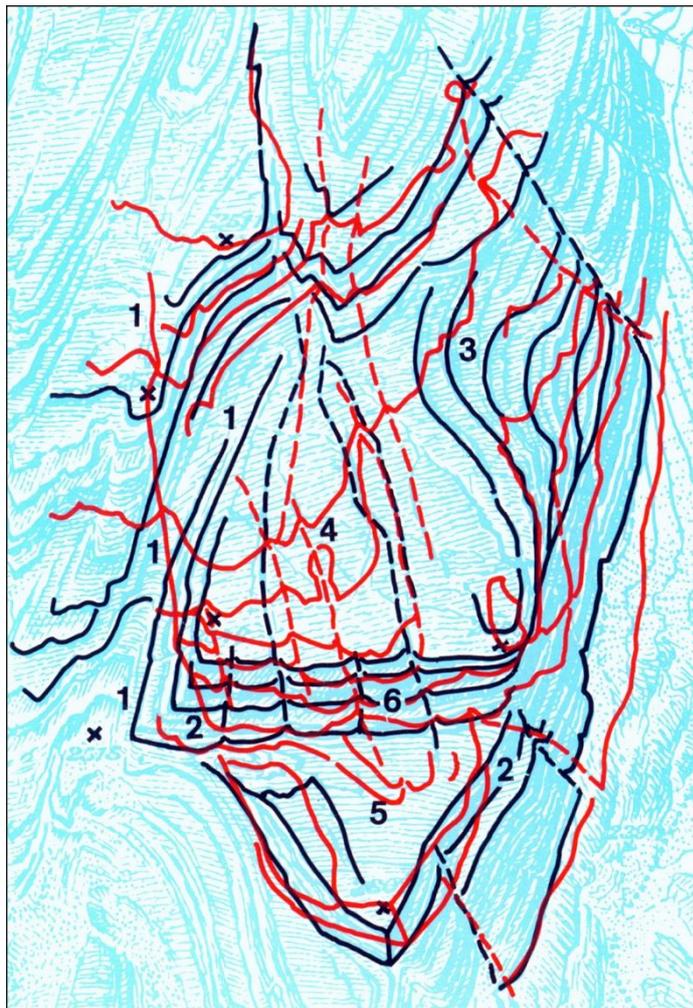


Karte 8



Abbildung 5

Vergleichsgebiet 6 – Felsplatten



Karte 9

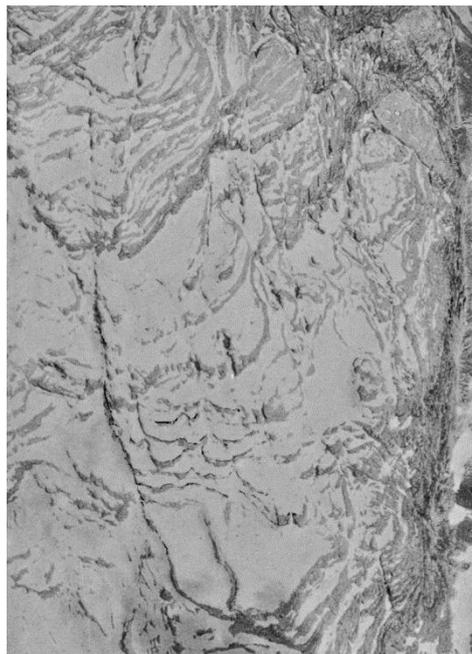


Abbildung 6

Mit diesem Beispiel ist die topographisch-morphographische Untersuchung abgeschlossen. Sechs verschiedenartige Landschaftsausschnitte aus dem Bereich der "Karte der Brentagruppe" in der Bearbeitung von L. Aegerter und H. Rohn vom Jahre 1908/38 wurden in wesentlichen Strukturen mit einer photogrammetrischen Stereokartierung übergeordneter Genauigkeit aus dem Jahre 1985/86 kritisch verglichen. Es hat sich die hohe Qualität und der Wert der anschaulichen Felszeichnung in jedem der Untersuchungsfälle bestätigt. Es ist aber auch deutlich geworden, wo gewisse Schwachpunkte liegen, nämlich bei der Lagegenauigkeit des topographischen Inhaltes. Der Grund ist im wesentlichen die teilweise Unzulänglichkeit des punktuellen Aufnahme-gerüsts. Diese Unzulänglichkeit ist entweder auf eine zu geringe Zahl von Vermessungspunkten, auf geländebedingte Schwierigkeiten bei der Vermessung (fehlende Gelände-einsicht, Unzugänglichkeit) oder auf fehlerhafte Meßergebnisse zurückzuführen. Letztere sind vielfach durch das Einschneideverfahren bedingt, da das Anvisieren gleicher Zielpunkte von verschiedenen Standpunkten oft problematisch war.

Es ist bewundernswert, wie Aegerter seine Aufgabe trotz der erwähnten schwierigen Voraussetzungen mit einem für seine Zeit überragenden und für unsere Zeit in kartographisch-felsdarstellerischer Hinsicht beispielhaftem Ergebnis abschloß.

#### L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- /1/ A e g e r t e r , Leo: Begleitworte zur Karte der Brentagruppe. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Band XXXIX, 1908. München
- /2/ Schriftverkehr LeoAegerter's mit dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins in Innsbruck und München 1905-1908, sowie interner Schriftverkehr des DÖAV mit anderen. Archiv des Österreichischen Alpenvereins. Innsbruck
- /3/ Instruction für die militärische Landesaufnahme; II. Technischer Teil, 2. Auflage. K.u.k. Militärgeographisches Institut, 1909. Wien
- /4/ N e u g e b a u e r , Gustav: Die topographisch-kartographische Ausgestaltung von Höhenlinienplänen. Vorschläge und Begründung für eine naturnahe Geländedarstellung in topographischen Karten. Kartographische Nachrichten, Heft 4, Seite 102-109. Verlag Bertelsmann, 1962. Gütersloh



III/4 GELÄNDEERKUNDUNG  
UND  
TOPOGRAPHISCHER EINSATZBERICHT  
von Gustav Neugebauer, München

Wie in I "Einleitung" bereits angesprochen, fand im Jahre 1982 eine 14-tägige Geländeerkundung mit topographischer Versuchskartierung statt, bei der die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 in einem ca. 41 qkm großen Gebiet zwischen Monte Spinale im Westen, Campo della Flavona im Osten, Pietra Grande im Norden und Cima Brenta im Süden auf ihre Fortführbarkeit hin untersucht wurde.

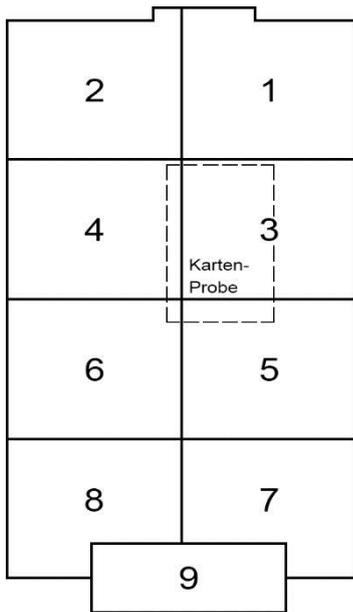
Es war von vornherein klar, daß der Ausgang dieser Geländeerkundung darüber entscheiden würde, ob die in ihrer Situation (Wegenetz, Siedlungen, Bewuchsverhältnisse, sonstige Bebauung) stark veraltete, in der Geländedarstellung (Felszeichnung, Höhenlinien im Schutt und im Vegetationsgelände) nach topographischen Aufnahmekriterien der Jahre 1905-1907 entstandene Karte für eine Fortführung geeignet ist oder nicht. Die Versuchskartierung von 1982 hat die Eignung bestätigt, das heißt, die veraltete Brentakarte ist als Fortführungsgrundlage verwendbar. Es hat sich ferner gezeigt, daß die Felsregion (Fels- und Schuttgebiete), abgesehen von den Gletschern, die geringsten, die mittleren Höhenbereiche (Wald, Almwiesen) unterschiedlich hohe, die niederen Lagen (Gebirgsfußgürtel, Talböden) sehr hohe Veränderungen aufweisen. Das hängt weitgehend mit dem funktionalen Zustand der Brentagruppe von heute zusammen und macht gleichzeitig die Entwicklung seit 1900 deutlich: Ausbau von Alpinwanderwegen und Klettersteigen in der Höhe zur Förderung von Hochtourismus und Bergsteigen; Neuanlage von Wegen und Skiabfahrten in den mittleren Höhen, ursächlich im Zusammenhang stehend mit der aktiven Forstwirtschaft und dem Wintersport; Siedlungswachstum und Verdichtung des Wegenetzes im unteren Bereich, dort wo sich der Massentourismus ausbreitet; teilweise auch im Mittelbereich, wenn Bergbahnen diesen erschließen.

Ein Entwicklungsvorgang, der sich um 1900 bereits ankündigte, zeigt sich heute in ausgeprägteste Form. Eine gute topographische Karte ist in der Lage, diese zeitgemäßen Zustände festzuhalten und zu überliefern. Sie ist somit nicht nur ein nützlicher Gebrauchsgegenstand, sondern auch ein hervorragendes Zeitdokument.

Doch zurück zur Geländeerkundung. Die drei aufgezählten Höhenbereiche mit den begrenzten, hohen und sehr hohen topographischen Veränderungen sind nicht gleichzusetzen mit analogem Erkundungsaufwand. Im Gegenteil. Anstrengung, Einsatz und Zeitaufwand beim Erkunden in extremen Höhen sind größer als in Tallagen, zumal für letztere eher brauchbares Plan- oder Luftbildmaterial zur Auswertung vorliegt als für die unwirtlichen Höhen. Damit leiten wir über zur Planung und Ausführung der topographischen Neuerkundung in der Brentagruppe.

Zunächst war die Maßstabsfrage für die topographischen Erkundungsunterlagen zu lösen.

Die Geländeerkundung von 1982 hat die Entscheidung für den Maßstab 1:10 000 bekräftigt. Er ermöglicht noch eine weitgehend grundrißtreue Darstellung, bietet genügend Platz für Eintragungen jeder Größenordnung und gewährt bei handlicher Kartierblattgröße noch ausreichend Kartenfläche zur Umfeldorientierung.



Figur 1

Die 9 Sektionen für den topographischen Arbeitsmaßstab 1:10 000 im Rahmen der "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000

Als topographische Erkundungsunterlagen dienen in erster Linie die alte "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 des DÖAV (Deutscher und Österreichischer Alpenverein) und, soweit vorhanden, die neue Carta d'Italia 1:25 000, beide in der Vergrößerung 1:10 000; außerdem die Fortführungsoriginale im gleichen Maßstab.

Um einigermaßen handliche Formate für die Erkundungsunterlagen 1:10 000 zu erhalten, wurde die "Karte der Brenta-Gruppe" in 9 Sektionen unterteilt (Figur 1), welche gleichzeitig das Arbeitsformat für die kartographischen Fortführungsoriginale abgeben.

Die Fortführungsoriginale sind das auf maßhaltiger Folie stehende Sammel- und Endprodukt der gesamten topographischen Erkundungsergebnisse in fünffarbiger Auszeichnung. Sie dienen darüberhinaus in der Verkleinerung 1:25 000 als Grundlage für die kartographische Originalherstellung auf dem Wege der Glas- beziehungsweise Foliengravur im Maßstab 1:25 000 (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung").

Nach der Lösung der Maßstabsfrage für die topographische Erkundung und nach der Entscheidung über das Vorgehen bei der kartographischen Anwendung der Erkundungsunterlagen, ging es an die Beschaffung von Grundlagenmaterial, das die topographische Erkundung im Gelände unterstützen und möglichst verkürzen helfen sollte. In erster Linie war dabei an Luftbildmaterial mit den notwendigen geodätischen und photogrammetrischen Daten der Lage- und Höhenmessung sowie der Paßpunktbestimmung, an amtliche Ortspläne sowie an topographisches Kartenmaterial großen Maßstabs gedacht, wie solches in den letzten Jahren im Rahmen der Landnutzungs- und Landentwicklungsplanung im Maßstab 1:50 000 und 1:10 000 auch für die Brenta-Anliegergemeinden nach und nach erstellt wird.

Allem voran stand das Bestreben, Luftaufnahmen möglichst neuen Datums zu erhalten. Sie bieten die beste Gewähr, Änderungen der vielfältigsten Art in der Landschaft zu erkennen und durch Luftbildauswertung in die topographischen Erkundungsunterlagen respektive Fortführungsoriginale zu übernehmen. Das war aber vorerst nur ein Wunsch. Die Brenta-Gruppe ist italienisches Hoheitsgebiet und die Landesaufnahme (einschließlich des photogrammetrischen Verfahrens) liegt im Aufgabenbereich des Militärs. Zuständiges Amt ist das Istituto Geografico Militare (IGM) in Florenz.

Erste Kontakte mit dieser Behörde wurden im September 1977 aufgenommen. Die Bitte um Bereitstellung einiger Luftbilddiapositive vom Zentralbereich des Brentamassives für die photogrammetrische Auswertung und kartographische Darstellung der Felstopographie im Rahmen eines Forschungsvorhabens war schließlich positiv beschieden wor-

den. Bis die Bestellung von 11 Diapositiven auf Grund der uns zugesandten Flugstreifenübersichten abgewickelt war, verging allerdings ein Jahr.

Bei der Sichtung des Luftbildmaterials – es entstammt einem Bildflug aus dem Jahre 1969, die Flughöhe betrug 5000 m, der mittlere Bildmaßstab war 1:20 000 – mußte leider festgestellt werden, daß eine Neuschneeaufgabe wechselnder Stärke ab ca. 1500 m Höhe weite Gebiete überzog und unter anderem auch wichtige Felsstrukturen verwischte. Das war für unsere Zwecke höchst unerwünscht. Da es zum damaligen Zeitpunkt keine Alternative zu diesen Aufnahmen gab, wurden schließlich im Dezember 1978 die Gauß-Boaga-Koordinaten von Dreiecksnetz- und Bildpaßpunkten für die Luftbildauswertung mit den zugehörigen Anmeßskizzen und einer Punktübersicht nachbestellt und auch geliefert.

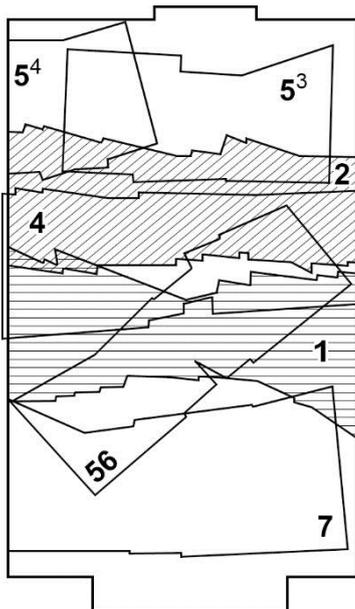
Das durch die 11 Luftaufnahmen bei 60 % Längs- und 20 % Querüberdeckung stereoskopisch zu betrachtende Gebiet reichte indes nicht aus, um einen nach unserer Vorstellung typischen Brentaausschnitt photogrammetrisch kartieren zu können. Deshalb wurden im April 1980 weitere 37 Luftbilddiapositive des Fluges von 1969 (einschließlich solcher eines zeitlich späteren Wiederholungsfluges zur Deckung von Aufnahme-

Lücken) mit den zugehörigen Auswertedaten der Flugstreifen 1, 2, 4 und 56 nachbestellt (siehe Figur 2 – Flugstreifenübersicht, und Figur 1 in III/1 "Aerotriangulation Brenta"). Wir erhielten diese Ende August 1980.

Das gelieferte Luftbildmaterial hatte nicht nur den Mangel der weitverbreiteten Schneebedeckung, sondern auch des Vorkommens von Wolken, die wichtige Teile der Gebirgslandschaft, unter anderem die Cima Tosa mit Umgebung, unsichtbar machten. Es war somit nur beschränkt brauchbar. Für uns war es aber trotzdem von Nutzen, als damit unter anderem Ortsteile von Madonna di Campiglio mit Campo Carlo Magno, Streusiedlungen im Sarcatal südlich Madonna di Campiglio, Bergänge westlich und östlich davon sowie die Oberflächen einiger Gletscher mit dem Stand 1969 ausgewertet werden konnten.

Die Veränderungen zwischen 1969 und 1983 sind in der Örtlichkeit erhoben worden.

Ferner ist eine Neuauswertung der Höhenlinien für das süd-nord verlaufende Val die Cavai westlich des Monte Corona einschließlich der Paßhöhe (nahe dem rechten Kartenrand oberhalb der Blattmitte) erfolgt, da hier die Höhenlinien der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 stellenweise Formprobleme aufwarfen.



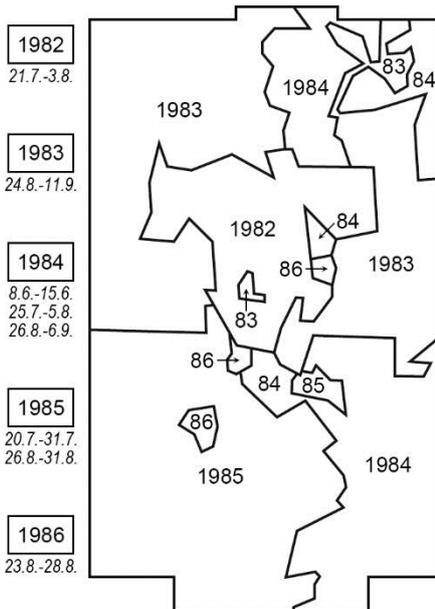
Figur 2

Flugstreifenübersicht

Schließlich wurde noch eine Teilauswertung des Gebietes Pradel – Croz dell'Altissimo – Pizzo Gallino (nördlich Molveno) vorgenommen, um damit lokale Korrekturen am alten Stand der "Karte der Brentagruppe" auszuführen.

Die Luftbildauswertung hatte indes nicht den Zweck, die Geländeerkundung zu ersetzen oder gar die Karte großflächig topographisch umzugestalten. Das hätte die Karten-

berichtigung mehr oder weniger in eine Neuherstellung umfunktioniert und wäre mit einem sehr hohen Zeitaufwand verbunden gewesen. Hauptzweck der Luftbildauswertung war die Herstellung einer Präzisionskartierung 1:10 000 im Bereich der Kartenprobe 1:25 000 für die topographisch-morphographische und geometrisch-topometrische Untersuchung im Rahmen dieser Monographie (siehe III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung" und III/2 "Geometrisch-topometrische Genauigkeitsuntersuchung").



Figur 3

Erkundungsplanung und topographischer Erkundungsablauf

Ortspläne lagen von den Gemeinden Molveno, Dorsino sowie San Lorenzo in Banale mit deren zahlreichen Fraktionen vor. Trotzdem war eine zusätzliche Ortserkundung unumgänglich. Sie fand im Sommer 1985 statt.

Weiteres Plan- oder Kartenmaterial stand für die topographische Erkundung nicht zur Verfügung.

Die Erkundungsplanung für das Gesamtgebiet der Brentakarte mit rund 300 qkm Flächen-größe erfolgte mit Hilfe der "Karte der Brenta-gruppe" 1:25 000 (Figur 3). Der Erkundungsab-lauf entspricht den Planungsvorgaben.

Ausgang für die Planung war, wie eingangs beschrieben, das im Jahre 1982 (21.7. bis 3.8.82) versuchsweise bearbeitete Gebiet (siehe auch Figur 3). Es waren damals vier Topographen im Einsatz (D. Beineke, J. Fischer, U. Kleim, G. Neugebauer). Die Teilnahme von J. Fischer ging nur über eine Woche.

Da die Gesamterkundung 1985 beendet sein sollte, standen lediglich drei Sommer der Jahre 1983, 1984 und 1985 für den Außendienst zur Verfügung. Das heißt, daß drei-mal jährlich rund 86 qkm topographisch zu erkunden waren. Um diese Fläche zu be-wältigen, mußten somit grob gerechnet vier Topographen 28 Tage oder acht Topogra-phen 14 Tage jährlich im Einsatz sein. Diese theoretische Überlegung bildete die Grundlage der Erkundungsplanung. Sie war jedoch nur in die Tat umzusetzen, wenn es gelang, geeignete Mitarbeiter auf freiwilliger Basis zu bestimmten Terminen in ent-sprechender Zahl zur Verfügung zu haben. Diese und andere Unwägbarkeiten konnten nur mit viel Engagement und Flexibilität bewältigt werden. Ohne das Wissen, daß ein zwar kleiner, jedoch eingearbeiteter und risikofreudiger, aber auch risikobewußter Mitarbeiterstamm im wesentlichen regelmäßig zur Verfügung stand, wäre die obige Rechnung nicht aufgegangen.

Der tatsächliche Verlauf der Brentaerkundung in den Jahren 1983 bis 1985 (siehe Figur 3) sah dann folgendermaßen aus:

Der Einsatz im Jahre 1983 dauerte 19 Tage (24.8. bis 11.9.83).

Beteiligt waren sieben Topographen (H. Behrens, D. Beineke, R. Blanke, M. Hubmeier, U. Kleim, R. Lehmann, G. Neugebauer), zwei davon jedoch nur für den Zeitraum von acht Tagen (H. Behrens, R. Blanke). Es wurde ein Gebiet von ca. 98 qkm topographisch erkundet. Der ununterbrochene 19-tägige Einsatz war sehr kräftezehrend und führte dazu, daß gegen Ende Tage der Erholung eingelegt werden mußten. In den Folgejahren sollte deshalb anders verfahren werden.

1984 wurden drei Einsätze von einmal acht Tagen (8.6. bis 15.6.84, R. Lehmann) und zwei von jeweils zwölf Tagen durchgeführt (25.7. bis 5.8.84 mit H. Behrens, D. Beineke, U. Kleim, G. Neugebauer; 26.8. bis 6.9.84 mit D. Beineke, R. Blanke, U. Kleim, G. Neugebauer). Dabei konnte ein Gebiet von 67 qkm erkundet werden. Die Unterteilung des Einsatzes erforderte zwar eine zweimalige Fahrt in das Arbeitsgebiet, doch waren Zeitdauer und Leistungsvermögen besser aufeinander abgestimmt.

1985 erfolgten zwei Einsätze. Der erste erstreckte sich über zwölf Tage (20.7. bis 31.7.85). Es waren fünf Topographen beteiligt (H. Behrens, D. Beineke, U. Kleim, G. Neugebauer, A. Schubert). Der zweite Einsatz ging über sechs Tage (26.8. bis 31.8.85) mit sechs Topographen (D. Beineke, R. Blanke, J. Habersetzer, U. Kleim, P. Mellmann, G. Neugebauer). Erkundet wurden ca. 77 qkm.

Die spontane Einsatzbereitschaft aller an der Geländeerkundung Beteiligten ermöglichte es, 1985 das gesteckte Ziel zu erreichen. Das Gesamtgebiet der Brenta, soweit es von der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 abgedeckt wird, war mit drei punktuellen Ausnahmen erkundet und topographisch auf den neuesten Stand gebracht worden. Wenn man einen einmaligen Einsatz aller beteiligten Topographen entsprechend der von jedem einzelnen eingebrachten Anzahl der Tage in Betracht zieht, hätte die Erkundung 57 Tage (rund zwei Monate) in Anspruch genommen.

Nun sei noch kurz auf die jeweiligen Unterkünfte während des Geländeeinsatzes hingewiesen. Sie waren eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen der topographischen Erkundung. Ohne diese Stützpunkte wäre das Unternehmen nicht durchzuführen gewesen.

Unterkünfte 1982: Pensione La Montanara (Madonna di Campiglio), Rif. Grosté G. Graffer, Stazione Grosté, Rif. Tuckett e Sella, Rif. Brentèi.

Unterkünfte 1983: Pensione La Montanara (Madonna di Campiglio), Pensione Vidi (Madonna di Campiglio), Rif. Alimonta, Rif. Pedrotti e Tosa, Rif. La Montanara (Pradèl), Rif. Croz dell'Altissimo, Malga Spora, Albergo Lago Rosso (Lago di Tovel).

Unterkünfte 1984: Albergo Lago Rosso (Lago di Tovel), Bivacco Bonvecchio (Cima Sassara), Stazione Grosté, Pensione La Montanara (Madonna di Campiglio), Pensione Eden (Molveno), Rif. Selvata, Rif. Pedrotti e Tosa.

Unterkünfte 1985: Hotel Castel Mani (San Lorenzo in Banale), Rif. Ghedina (Val d'Algone), Rif. Agostini, Rif. XII Apostoli.

Ein Manko haftete 1985 unserer Geländeerkundung noch an (siehe oben). Aus Zeitgründen oder wegen zwingender Umstände konnten die letzten 300 m des An-

stieg auf die Cima Roma, der Gipfelanstieg zur Cima Tosa ab dem Einstieg in den Felskamin in 2885 m Höhe sowie der markierte Anstieg zum Passo de Vallon ab 2400 m Höhe vom Val de Vallon aus (vorerst ohne Fortsetzung jenseits des Passo in Richtung Rif. XII Apostoli), nicht mehr geschafft werden. Der Sommer 1986, der uns zu einer Photodokumentation für diese Monographie ein letztes Mal für sechs Tage in die Brenta führte (D. Beineke, R. Blanke, U. Kleim, G. Merkel, G. Neugebauer), wurde unter anderem für die Beseitigung dieser Mängel herangezogen.

Im folgenden soll nun auf die Geländeerkundung als solche eingegangen werden. Wie und mit welcher Zielsetzung wurde sie durchgeführt und welches Ergebnis brachte sie?

Anfänglich ist aus grundsätzlichen Erwägungen an ein relativ großzügiges Erkundungsverfahren gedacht worden, bei dem vorzugsweise die Siedlungen und das Verkehrsnetz sowie das Netz der Wander- und Bergsteigerwege den gegenwärtigen Verhältnissen angepasst werden sollten.

Aber spätestens nach der Versuchskartierung von 1982 wurde deutlich, daß an eine generelle Überarbeitung der stark veralteten "Karte der Brenta-Gruppe" mit umfassender Geländeerkundung nicht heranzukommen ist, sollten nicht schwerwiegende topographische Mängel in der neuen Karte bestehen bleiben. Die korrigierten Wege und Steige und das unkorrigierte beziehungsweise teilkorrigierte Umfeld hätten zwangsläufig eine Kartographie mit Fragezeichen zur Folge gehabt.

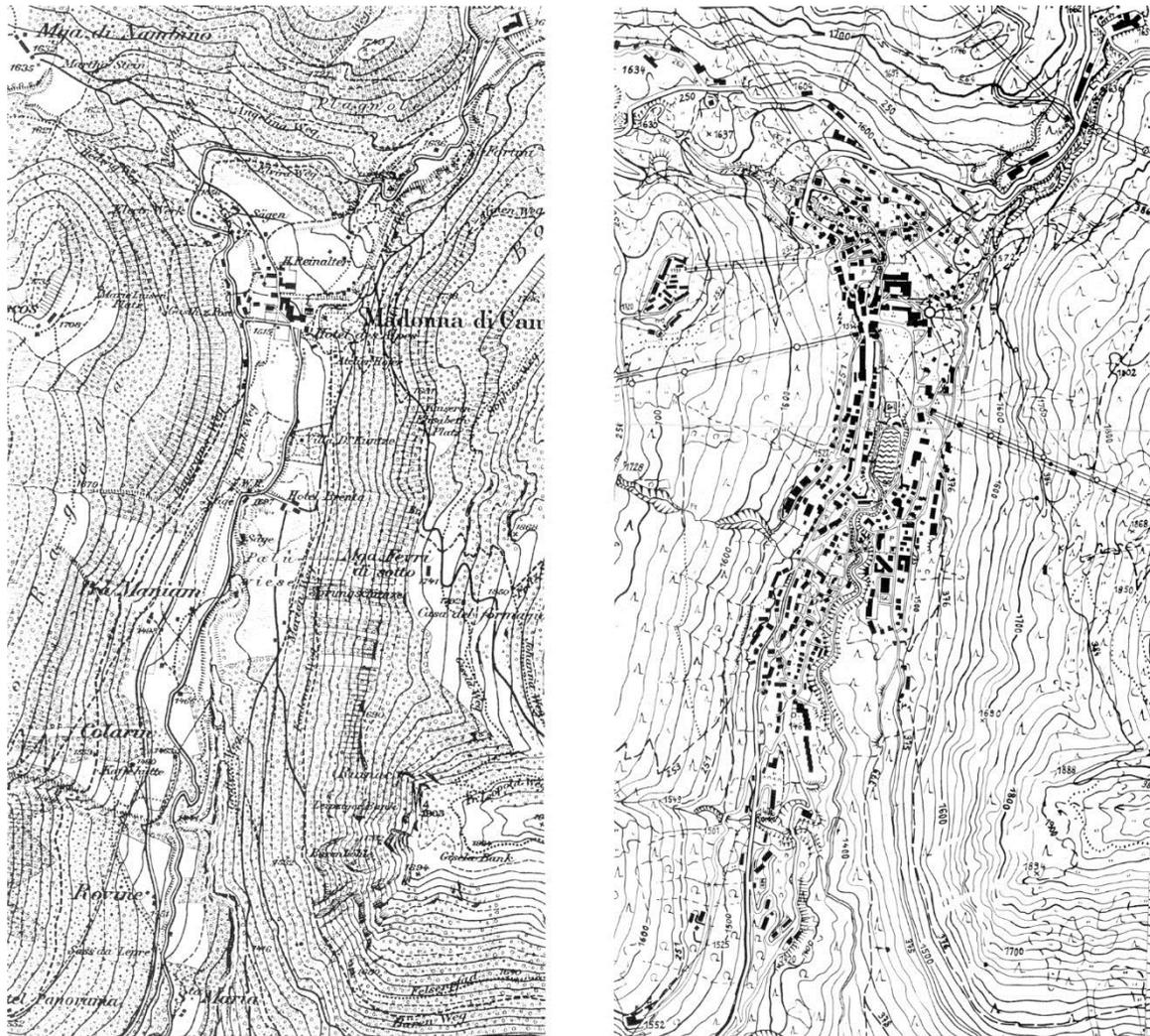
Bei der Geländeerkundung wurde deshalb auf eine detaillierte und orientierungsgerechte Erfassung und Wiedergabe aller maßstabsrelevanten topographischen Gegebenheiten geachtet. Die nachfolgenden Zeilen sollen das näher erläutern. Sie befassen sich mit der Behandlung wichtiger Elemente des Karteninhaltes während der Erkundung und lassen den Umfang unserer Bemühungen und die sich daraus abzeichnenden Ergebnisse erkennen. Die Mitbenutzung der neukonzipierten Kartenlegende ist hierbei von besonderem Wert (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung" – Kartenlegende).

#### Die Erkundung der Siedlungen einschließlich sonstiger Bebauung

Wie eingangs bereits berichtet, wurden die Siedlungen mit Hilfe amtlichen Planmaterials in den Maßstäben 1:1 440 und 1:2 880 (Molveno, San Lorenzo in Banale, Dorsino), mittels Luftbildauswertung (Madonna di Campiglio) sowie durch topographische Erkundung im Maßstab 1:10 000 auf den neuesten Stand gebracht. Welchen Aufwand allein diese Arbeiten, vor allem die topographische Endkontrolle an Ort und Stelle erforderten, kann man im Vergleich des Bauzustandes von Madonna di Campiglio des Jahres 1908 (alter Stand) mit dem von 1983 (neuer Stand) erkennen (Karte 1).

Auf eine charakteristische Wiedergabe der Ortstopographie ist Wert gelegt worden.

Unter "sonstiger Bebauung" sind auffällige Bauwerke wie Seilbahnen, Hochspannungsleitungen, oberirdische Wasserleitungen, Wasserbehälter, Sportanlagen, Brücken, Stege und dergleichen zu verstehen. Diese Objekte wurden vollzählig erfaßt, denn sie sind für jede topographische Karte, selbstverständlich auch für eine Hochgebirgskarte, von grundsätzlicher Bedeutung. Das gilt nicht zuletzt für die Orientierung im Gelände.



Karte 1

Der Bauzustand von Madonna di Campiglio der Jahre 1908 (links) und 1983 (rechts). Der Vergleich gibt einen Hinweis über die Veränderungen, welche die Topographie in den vergangenen 80 Jahren ganz allgemein erfahren hat.

### Straßen und Fahrwege, Wanderwege und Bergsteige

Mit Ausnahme des Verkehrsnetzes im Orts- und Nahbereich von Madonna di Campiglio – es wurde durch Luftbildauswertung gewonnen – sind sämtliche Feld- und Waldwege, Wanderwege, Bergsteige und andere (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung" – Zeichenerklärung) topographisch auf der Kartengrundlage 1:10 000 erkundet worden. Sie waren die Leitlinien des Erkundungsvorganges und wurden als solche im vollen Verlauf kontrolliert und korrigiert, sofern die Kartengrundlage 1:10 000 diese in ihrem alten Zustand auswies.

Wo Wege neu entstanden sind, mußten diese, ausgehend von einem bereits kontrollierten Weg oder Steig, in die vorhandene Topographie übernommen werden. Dies geschah in erster Linie mit Hilfe identischer Punkte, die im Gelände und in der Erkun-

dungsgrundlage vorhanden waren. Diese Punkte bildeten das topographische Erkundungsgerüst. Deren relative Lagegenauigkeit im Bereich des Umfeldes kann erfahrungsgemäß je nach topographischer Eindeutigkeit und Genauigkeit mit 2,5 m bis 50 m angegeben werden. Das sind im Kartenmaßstab 1:25 000 0,1 mm bis 2,0 mm (siehe auch III/2 "Geometrisch-topometrische Genauigkeitsuntersuchung"). Zwischen den Gerüstpunkten wurden weitere Bestimmungspunkte nach Kompaßrichtung und Schrittmaß festgelegt oder nur nach Schrittmaß, wenn die Topographie die Richtung zwangsläufig bestimmte. Voraussetzung dieses Verfahrens war eine ausreichende Streuung von Gerüstpunkten. Sie war in der AV-Karte der Brentagruppe im wesentlichen gegeben. Im extremen Fels (Wandaufbauten, Felsrücken, Felshänge, Blockfelder) mußte teilweise auch über längere Strecken hinweg ohne erreichbare Gerüstpunkte ausgekommen werden, sei es, daß diese zu exponiert angelegt waren oder auch fehlten. Dann bildete die anschauliche, orientierungsbedachte Felsdarstellung den einzigen Anhalt. Die Lagegenauigkeit der Höhenwege hing in solchen Fällen von der Grundrißgenauigkeit der Felsdarstellung ab.

Zur höhenmäßigen Punktbestimmung dienten in erster Linie die zahlreich vorhandenen Höhenkoten, die, sofern sie als identische Punkte brauchbar waren, auch zu den Gerüstpunkten der topographischen Erkundung zählten. Sie sind in der AV-Kartengrundlage in runden Meterwerten angegeben, unabhängig davon, ob es sich um geometrisch oder topometrisch bestimmte Punkte handelt. Nur vereinzelt findet man Punkte des Dreiecksnetzes mit Dezimeterangabe.

In zweiter Linie waren es die Höhenlinien, mit deren Hilfe man sich höhenmäßig festlegen konnte. Solcherart gewonnene Höhenwerte entsprechen der unterschiedlichen topometrischen Qualität der äquidistanten 20 m Höhenlinien (siehe III/3 "Topographisch-morphographische Untersuchung").

Allgemein war die barometrische Höhenmessung auch von der Genauigkeit der mitgeführten Geräte abhängig. Da die notwendige Bergausrüstung der Beweglichkeit im Gelände nicht hinerlich sein durfte, benutzten wir die leichten Thommen-Taschenbarometer vom Typ 3 D 10 sowie 2000 für die Messung von Höhenunterschieden (verwendbar bis zu 5000 m über dem Meeresspiegel). Die Meßgenauigkeit dieser Barometer wird vom Hersteller mit  $\pm 10$  m angegeben. Das ist sicher ein idealer Wert, der aber im Hochgebirgseinsatz wegen der oft kurzfristig auftretenden meteorologischen Schwankungen des Luftdruckes sowie der zeitweise überdurchschnittlichen Abweichung von wirklicher Temperatur und Normaltemperatur auf Grund der gemachten Erfahrungen zwischen  $\pm 10$  m und  $\pm 20$  m schwankt. Normalerweise lassen sich diese Einflüsse vernachlässigen, wenn man möglichst kurzfristig das Barometer mit Hilfe von Höhenkoten berichtigt. Dieses Prinzip haben wir unseren Höhenmessungen zu Grunde gelegt. Nur konnte aus den vorgenannten Gründen (Fehlen von Gerüst-Höhenpunkten) nicht immer konsequent danach gehandelt werden.

## Vegetation

Dazu zählen der reichlich vorhandene Hochwald, der Jungwald, das Krummholz (Latschenkiefern), Wiesen/Weiden, Ackerland, Weingärten, Obstplantagen und anderes (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung" – Zeichenerklärung).

Bei der topographischen Erkundung der Vegetation wurde darauf geachtet, ob Gelände-merkmale der Orientierung, wie sie L. Aegerter von 1905 bis 1907 herausgearbeitet hatte, noch zutreffend waren oder ob sie sich verändert hatten. Solche Merkmale waren

die Erscheinungsform und der Verlauf von Waldgrenzen, das Vorkommen und die Form von Waldlichtungen, das Vorhandensein typischer Hangschneisen, das Auftreten selbständiger Baumgruppen sowie markanter Einzelbäume und dergleichen mehr.

## Gewässer

Großes Augenmerk wurde, vergleichbar den Wegen und Steigen, auf die Erkundung fließender und stehender Gewässer gelegt. Auch Quellen, Brunnen, Viehtränken, Wasserbehälter, Furten, Durchlässe und anderen war dabei von besonderer Bedeutung (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung" – Zeichenerklärung). Gewässerläufe, Wasserstellen, vor allem aber Seen sind in einer Wander- und Bergsteigerkarte wichtige topographische Orientierungselemente und vielfach gesuchte Ziele.

Im Gebiet der Kartenprobe kommt zwar kein See vor, wohl aber in der Gesamtkarte der Brentagruppe. Neben einigen kleinen Karseen im Nordwesten sind eine Reihe kleiner Wald- und Bergseen über das ganze Kartengebiet verstreut zu finden. Von herausragender Bedeutung sind aber nur zwei, der Lago di Molveno mit ca. 3,30 qkm (Tiefe 119 m) als größter See, und der wildromantische Lago di Tovel mit ca. 0,35 qkm (Tiefe 35 m). Erster im Südosten, zweiter im Nordosten der Karte befindlich. Diese beiden Seen weisen Tiefenlinien auf, die jeweils auf einen bei der Lotung vorgefundenen Wasserspiegel bezogen sind. Der Ursprung dieser Tiefenlinien, das heißt deren genaue Bestimmung durch Auslotung, geht auf J. Damian in den Jahren 1886 bis 1890 zurück. Sein Name ist auch mit einem diesbezüglichen Hinweis auf der Karte der Brentagruppe von 1908 vermerkt. Literaturangaben zur Lotung finden sich in /1/ und /2/.

Die Korrespondenz L. Aegerter's mit dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins in Innsbruck vom 9. Oktober 1906 enthält einen Vorschlag, den Molvenosee durch das Institut von Prof. A. Penck in Wien ausloten zu lassen. Es scheint nicht dazu gekommen zu sein. Bei einem Vergleich der Aegerter'schen Tiefenlinien des Tovel-Sees in der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 mit denen von J. Damian in seiner Lotungsskizze in /1/, Tafel III, wird der Damian'sche Ursprung bestätigt, auch wenn die Form des Sees und damit auch die der Tiefenlinien in der jeweiligen Darstellung recht unterschiedlich ausgefallen ist. L. Aegerter hat es als erfahrener Topograph verstanden, den Verlauf der 10 m Tiefenlinien unter Berücksichtigung der Lotung, der Uferverhältnisse und der Genesis des Sees topographiegerechter zu interpolieren als Damian. Die größte Tiefe ist übereinstimmend mit 34,8 m angegeben.

Wie der Tovelsee weist auch der Molvenosee nach Inaugenschainnahme der Ufer morphographisch befriedigende Tiefenlinien auf. Beide Seen haben ihre Entstehung bekanntlich einem Bergsturz zu verdanken. Leider fehlte uns die Zeit, um im Tovelsee – er ist wegen seiner früheren Rotfärbung durch Algenwachstum (*Glenodinium Sanguineum*) zur Zeit des Sommers berüht geworden – Kontrollotungen vorzunehmen.

## Gletscher

Gletscher sind in mehrerer Hinsicht in einer Hochgebirgslandschaft von Bedeutung. Sie sind ein exakt registrierendes Medium der Lokalklimaentwicklung, sie haben einen hohen Stellenwert als Wasserspeicher und Wasserlieferant und sie bilden mit ihren vielfach verdeckten Spalten und Klüften eine latente Gefahr für den Bergsteiger. Dement-

sprechend gelten sie als wichtiges topographisches Darstellungsobjekt. Topographische Hochgebirgskarten sollten die Gletscherstände daher möglichst optimal erfassen und beschreiben. Das jedoch ist abhängig vom Zeitpunkt der Aufnahme. Der günstigste Fall ist dann gegeben, wenn der Gletscher in seinem Eis- und Firnkörper gut zu erkennen ist. Dieser Zustand wurde während unserer vierjährigen Erkundungstätigkeit nicht immer vorgefunden. Folglich mußten wir uns mit der Kartierung des jeweiligen Augenblickszustandes zufrieden geben, denn auch die vorhandenen luftphotogrammetrischen Aufnahmen von 1969 waren nach einem zufälligen Schneefall entstanden und boten deshalb keine entscheidende Hilfe. Mit diesem Luftbildmaterial, das nur von Teilgebieten der Brenta zur Verfügung stand, sind die Oberflächen, nicht aber die Ausdehnung folgender Gletscher mittels photogrammetrischer Auswertung topographisch bestimmt worden: Vedretta Flavona, Vedretta dei Brentèi, Vedretta di Brenta inferiore und Vedretta di Brenta superiore. Es war jedoch möglich, die seit 1908 stark zurückgegangenen Gletscher im Wege der Erkundung allesamt an den Gletscherstirnen topographisch zuverlässig, in der Oberfläche und der Ausdehnung (abhängig von der Mächtigkeit und der Altschneeaufgabe) nur der gegebenen Situation entsprechend zu erfassen. Dasselbe gilt für Gletscherspalten und Gletscherbrüche.

#### Freies Hochgelände und Fels

Hier soll zur Geländeerkundung der Hochregion oberhalb der Baumgrenze, also im Gebiet der Almwiesen/Almweiden, des Hang- und Moränenschutttes sowie der Felsen Stellung genommen werden. In dieser Region sind die Alpinwanderer, Bergsteiger und Kletterer zu Hause. Ein Grund, um keinen Steig und kein landschaftliches Orientierungsmerkmal von Bedeutung, auch abseits von Steigen, zu vernachlässigen.

Bei den Almwiesen und Almweiden sind es vor allem Merkmale der Geländekleinkonfiguration (Mulden-, Buckel-, Stufen-, Rinnenbildung und anderes), die der örtlichen Orientierung dienen. Sie werden durch sparsam angewendete Zwischenhöhenlinien sowie durch Kanten und Kleinformenschrägen /3/ zur Darstellung gebracht. Nicht zu vergessen die vorhandenen Installationen der Almwirtschaft mit ihrer Trinkwasserversorgung und Unterkunftsmöglichkeit.

Schuttkegel sind in ihrer jeweils typischen Form und Oberflächenbeschaffenheit mit Rinnen, Bewuchs, eventuell auflagerndem Blockwerk und anderem als Formindividuen erfaßt und dargestellt. Dasselbe gilt für Schutthänge. Im Moränenschutt wurde versucht, ein klares Bild im oft scheinbaren Wirrwarr von End-, Seiten- und Grundmoräne zu zeichnen, falls nicht L. Aegerter das längst besorgt hatte.

Was den Felsbereich betrifft, so haben wir es weitgehend unterlassen, in die Felsdarstellung Aegerter's einzugreifen. Sie sollte in ihrer Originalität möglichst nicht verändert werden. Daß dem sachkundigen Betrachter im Gelände auch diese oder jene Schwachstelle auffällt, kann der felsdarstellerischen Gesamtleistung L. Aegerter's keinen Abbruch tun. Sie wurde uns während der Geländeerkundung Tag für Tag deutlich vor Augen geführt. Lediglich die vom Gletschereis seit 1908 freigegebenen Felspartien oder vereinzelt Felsgebilde, die seinem Blick entgangen waren, uns aber auffielen, haben wir nachgetragen.

## Literaturverzeichnis

- /1/ D a m i a n , Josef: Seenstudien. I Seen in der Umgebung von Trient, westlich der Etsch. Mit Tafeln I-IV. Mitteilungen der k. und k. geographischen Gesellschaft, S. 472, 1892. Wien
- /2/ D a m i a n , Josef: Der Molveno-See in Tirol. Mit Karte (Tafel XIX). Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt, S. 262, 1890. Gotha
- /3/ N e u g e b a u e r , Gustav: Die topographisch-kartographische Ausgestaltung von Höhenlinienplänen. Vorschläge und Begründung für eine naturnahe Geländedarstellung in topographischen Karten. Kartographische Nachrichten, Heft 4, S. 102-109. Bertelsmann-Verlag, 1962. Gütersloh



## –TOPOGRAPHISCHER EINSATZBERICHT –

Mit den folgenden Zeilen wird über zwei Tage normaler topographischer Tätigkeit in der Brenta im Zuge der Geländeerkundung während des ersten Einsatzes 1985 berichtet, der vom 20.07. bis 31.07.1985 dauerte.

### Montag, 29.07.

Letztes Standquartier ist das Rifugio Agostini (S.A.T.-Hütte in 2410 m Höhe über Meeresspiegel). Auf dem Arbeitsplan steht der Kartenvergleich mit Wege- und Geländeaufnahme im Gebiet zwischen Rifugio Agostini und Rifugio XII Apostoli (S.A.T.-Hütte in 2489 m Höhe) entlang des Sentiero Attrezzato E. Castiglioni (Sentiero 321) und des Sentiero dell'Ideale (Sentiero 304).

Aufbruch vom Rifugio Agostini um 08.30 Uhr bei gutem Wetter zu zweit (D. Beineke, G. Neugebauer); es geht in Höhen bis 2810 m. Wir sind in bester Stimmung, denn um uns erhebt sich eine großartige Hochgebirgswelt mit den Tosatürmen (2940 m), der Cima d'Ambiez (3102 m), Cima di Vallagóla (2960 m) und Cima Prà Fiorito (2900 m). Das Gepäck ist leicht reduziert, da am nächsten Tag zur Ausgangshütte zurückgekehrt wird. Ein kurzer Anstieg auf dem Sentiero 321 (Sentiero Attrezzato E. Castiglioni) verläuft zunächst in nördlicher Richtung, vorbei an haushohen Bergsturz-Blöcken. In 2480 m Höhe biegt er an einer Hinweistafel scharf nach Westen ab und erreicht über Felsbänder hinweg die Höhe von 2526 m. Die Kartierung des gut markierten Steiges in das Arbeitsblatt 1:10 000 (2,5fache Vergrößerung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000) ist bis hier unproblematisch. Altimeterwerte, Höhenlinien und Felszeichnung bieten eine verlässliche Grundlage. Erste Schwierigkeiten ergeben sich bei der Steigführung im nun vor uns liegenden Hochkarboden südlich der Bocca Valagóla, da eindeutige topographische Anhaltspunkte fehlen. Selbst die Höhenlinien sind problematisch. Wir kartieren mit Kompaß und Schrittmaß. Eine starke Abweichung vom alten Steigverlauf wird als neue Wegführung erkannt. Erst der Einstieg in die Ostwand der Cima di Vallagóla ist in Karte und Gelände identisch. Eindeutige Merkmale sind ein kleiner Schuttkegel und eine Wandkluff, in der kühn angelegte, fast senkrechte Steigleitern über knapp 300 Höhenmeter aufwärts führen. Wir durchsteigen die Ferrate mit zwischengeschalteten Seilsicherungen bei gutem Wetter. Von der Bocchetta die Due Denti hat man aus luftiger Höhe eine eindrucksvolle Sicht zurück auf Rifugio Agostini und voraus zum Rifugio XII Apostoli. Die beiden mitgeführten Höhenmesser zeigen 2810 m Höhe für die Bocchetta. Die Aegerter-Angabe mit 2859 m in der alten Karte kann sich also nicht auf die Bocchetta beziehen, sondern auf einen höher gelegenen Punkt nahe derselben. Allmählicher Abstieg in das weite, schutterfüllte Gletscherbett der Vedretta Prà Fiorito; der markierte Sentiero läuft teils über Fels, teils über Firnflecken, benützt schließlich den Kamm der Nordwest-Seitenmoräne sowie eine flache Felsrippe und endet am Rifugio XII Agostini mit der Höhe 2489 m. Die Aufnahme und Kartierung der Via Ferrata Castiglioni zwischen Bocchetta die Due Denti und Rifugio XII Apostoli war topographisch unschwierig. Sehr schwierig dagegen war die Erfassung des Gletschers Prà Fiorito, der in der Fläche wie in der Mächtigkeit seit 1908 mehr als 1/3 eingebüßt hat und heute aus einem geschlossenen Teil im Südwesten sowie einem stark aufgelösten Teil im Nordosten besteht. Die Begrenzung wird durch

Höhenmessung und durch Einschreiten von markanten Einzelstandpunkten aus festgelegt, wobei stark generalisierend vorgegangen werden muß.

Wir erreichen das Rifugio XII Agostini um 12.30 Uhr, das heißt nach 4 Stunden Marsch mit Kartiertätigkeit.

Um die restliche Tageszeit noch zu nützen, werden zwei bisher unkontrollierte Teilstücke der Felssteige 307 in das Val di Nardis und 341 in das Val di Sacco im Abstieg bis auf 1900 m erkundet (ca. 600 Höhenmeter) und nach- beziehungsweise neukartiert sowie der Gletscherstand der Vedretta die XII Apostoli berichtet. Der Schwund dieses Gletschers seit 1908 beträgt mehr als 50 % der ursprünglichen Fläche. Die ehemalige Endmoräne liegt jetzt weithin frei in einem Meer von Geschieben. Erstmals erfaßt wurde der neue Steig zur Felskapelle.

Arbeitsschluß ca. 18.00 Uhr. – Das Arbeitspensum und die lastende Hitze an diesem Tag haben uns beträchtlich zugesetzt. Wir beziehen Nachtquartier in der XII-Apostoli-Hütte. Sie liegt relativ abgeschieden in großer Höhe (2489 m) und hat nur wenige Schlafräume. Es ist leider eine durchwachte Nacht geworden, da wir mit sechs weiteren Personen in einem ca. 3,5 x 2,5 m großen Raum wie in einem Pferch schlafen.

#### Dienstag, 30.07.

Wecken 06.00 Uhr; mit einer Katzenwäsche und unrasiert beginnen wir den neuen Tag. Es folgt ein spartanisches Frühstück. Abmarsch ca. 07.00 Uhr. Es geht zurück zum Rifugio Agostini, diesmal über den Sentiero dell'Ideale. Eine zunächst felsige, gut markierte Wegespur wechselt bald in einen Schottersteig, der auf eine hohe Seitenmoräne der einst mächtigen Vedretta di Vallagóla führt. Auf dieser umrunden wir den Gletscher im Westen und Norden. Mit Höhenmesser und Pendelneigungsmesser kann die stark zurückgeschmolzene Gletscherstirn mit 2580 m von der Seitenmoräne aus bestimmt werden. Nach dem alten Stand liegt sie noch bei 2505 m. Zuvor aber müssen die einst konvex über die Gletscherzunge verlaufenden Höhenlinien in konkave im jetzt eisfreien Gletscherbett geändert werden. Dazu sind Höhenmessungen an der Gletscherzunge nötig. Auch dieser Gletscher ist in seiner Fläche gegenüber der Darstellung von 1908 um etwa 30 % kleiner geworden.

In der Bocca die Camosci macht sich der Gletscherschwund am deutlichsten bemerkbar. Wo Aegerter noch einen eisbedeckten Grat zwischen Vedretta di Vallgóla und Vedretta die Camosci vorfand, existiert heute ein das Resteis 5 – 10 m überragender ausgeaperter Felsriegel. Über ihn führt der Steig hinweg und schwingt sich als Gletscherspur zwischen den Steilwänden von Cima d'Ambiez und Cima Tosa mit 30° - 40° Neigung zur Bocca d'Ambiez hinauf, um auf der anderen Seite bei gleicher Neigung während der ersten 100 Höhenmeter zur Vedretta d'Ambiez wieder abzufallen. Der An- und Abstieg zum beziehungsweise vom Scheitel der Bocca ist mit einem frei auf dem Gletscher pendelnden Seil notdürftig gesichert. Dieses Seil kann als Rettungsanker wirken, wenn Schlechtwetter und Sturmböen Sicht und Halt nehmen. Dieser Zustand kündigt sich bereits während des Anstiegs an und stellt sich beim Queren der Bocca (2865 m) voll ein. Einige der gerade absteigenden Kanadier rutschen unfreiwillig neben der Trittspur den Gletscher hinab. Beim jenseitigen Abstieg ergeht es uns ähnlich. Herr Beineke läßt das Halteseil zu früh los und verliert wegen eines sich lockernden Steig eisens den Halt. Erst 50 m tiefer findet er sich wieder auf den Beinen. An und für sich

nichts Ungewöhnliches, nur darf die Gletscheroberfläche weder Spalten noch festgefrorene Gesteinssplitter aufweisen, denn das bedeutet Gefahr. Hier war es der Fall! Mit einer beachtlichen Schnittwunde am Oberschenkel und um eine Erfahrung reicher geht der Vorfall noch relativ gut aus. Dichtes Gewölk braut sich mit einem Schlag zusammen und hüllt uns in Dunkel. Während kurzfristiger Aufhellung kann man sich jedoch immer wieder auf dem Gletscher orientieren und den Abstieg fortsetzen.

Beide, Vedretta die Camosci und Vedretta d'Ambiez, zeigen im oberen Bereich (Nährbereich) wegen der steil einfallenden Felswände keine wesentliche Lageänderung gegenüber 1908, wohl aber im mittleren und unteren. Auch der Ambiez-Gletscher ist von 2580 m auf 2650 m Höhenlage am Stirnende zurückgeschmolzen.

Schwierigkeiten ergeben sich während des Abstiegs von der Bocca d'Ambiez mit den barometrischen Höhenmessern, die stark von dem durchziehenden Tief beeinflusst sind und damit mehr oder weniger unbrauchbar werden. Erstaunlich vielfältig sind aber die natürlichen topographischen Hilfen in der Felszeichnung Aegerterers wie Verschneidungen, Hangrinnen, aus dem Gletscher aufragende Felsen, Blockwerk und anderes, welche die Gletscheraufnahme dennoch ermöglichen.

Leichter Regen setzt ein; die Sicht ist zeitweise auf 10 m reduziert. Vereinzelte Farbmarkierungen auf herausragenden Steinen helfen uns weiter, bis wir schließlich die Agostinihütte vor uns erkennen. Es ist 16.00 Uhr. Wir haben wieder ein schützendes Dach über dem Kopf.

Die Gesamtzahl der in den letzten beiden Tagen zurückgelegten Kilometer über Höhenwege, Klettersteige, Eisenleitern, Gletscherführer sowie abwegiges Gelände im Zuge der Kartierung beträgt 25 Kilometer, wobei eine Höhenspanne zwischen 1900 m (Sentiero 307 im Val di Nardis) und 2810 m (Bocca d'Ambiez) bewältigt wird. Nach kurzem Aufenthalt auf der Hütten besteigen wir bei inzwischen strömendem Regen um 18.00 Uhr den Gelände-Jeep, der uns in einstündiger halbsprecherischer Fahrt nach San Lorenzo in Banale bringt, von wo aus wir am Morgen des nächsten Tages die Heimfahrt nach München antreten.



### III/5 REPRODUKTIONSTECHNISCHE ANWENDUNGEN UND KARTOGRAPHISCHE BEARBEITUNG

von Gustav Neugebauer, München

#### Einleitung

Eine wesentliche Voraussetzung für die Erneuerung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 war deren topographische Fortführbarkeit. Diese Frage konnte im Jahre 1982 geklärt und positiv entschieden werden (siehe III/4 "Geländererkennung").

Eine weitere wichtige Voraussetzung war kartographischer Art. Sie betraf die Felsdarstellung. Nur wenn es gelingt, diese in möglichst originaler Qualität zu reproduzieren, ist die Erneuerung zu vertreten. Gelingt das nicht, dann ist sie in Frage zu stellen, denn nur ein qualitativ hochwertiges Ergebnis bei der Felswiedergabe rechtfertigt das aufwendige Vorhaben.

Wie aber ist dieses Ziel zu erreichen?

Die erste Überlegung ging dahin, den Rohn'schen Felsgravurstein für eine direkte oder indirekte Reproduktion der Felsdarstellung zu verwenden. Ein hochwertiger Abdruck auf entsprechendes Kontrastpapier, etwa Barytpapier, hätte eine gute Vorlage für die photographische Aufnahme geliefert; vorausgesetzt der Druck vom Gravurstein mit 70 x 100 cm Größe und 160 kg errechnetem Gewicht ist zu verwirklichen. Dies aber war bereits 1982 aus technischen und anderen Gründen recht fraglich und dürfte heute, vier Jahre später, noch fraglicher geworden sein. Ein Versuch sollte dennoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Wo aber befindet sich der Druckstein? Es sind immerhin an die 50 Jahre vergangen, seitdem das letzte Mal von diesem Stein gedruckt wurde. Die Firma Freytag & Berndt in Wien, die dem DÖAV (Deutscher und Österreichischer Alpenverein) vertraglich verpflichtete Druckerei, hat den Steindruck mit dem Aufkommen neuer Druck- und Kartenherstellungsverfahren aufgegeben und das Steinlager für die AV-Karten Ende der 60er Jahre aufgelöst. Die Drucksteine sind daraufhin dem ÖAV in Innsbruck zugestellt worden. Ein Verzeichnis über die ausrangierten, in den Augen vieler wertlos gewordenen Steine, ist von keiner Seite erstellt worden. Mit den Jahren wurden viele unregistriert an Interessenten vergeben, um den Lagerraum für andere Zwecke frei zu machen.

Die Suche nach dem Brentadruckstein, der die Felsgravur enthielt, konzentrierte sich vor allem auf die Verwaltungssitze des DAV und ÖAV, München und Innsbruck. In München fand er sich nicht, so kam nur noch Innsbruck in Frage. Dort wurde am 14.11.1979 in einem Tageseinsatz der Herren H. Moser (ÖAV), R. Blanke (DAV) sowie H. Wintges und G. Neugebauer das Gros der Gravursteine (ca. 140 an der Zahl) aus der Zeit der klassischen AV-Kartographie auf dem Städtischen Bauhof vorgefunden und Stück für Stück kontrolliert. Die Steine befanden sich in diesem Notdepot in einem äußerst bedauerlichen Zustand. Teils waren sie im Freien abgelegt und der Witterung ausgesetzt, teil in Schuppen ungeschützt unter Baugerüst und Mörtelbrocken begraben. Gefunden wurden der Brenta-Höhenlinien- sowie der Brenta-Gewässergravurstein, nicht aber der Felsgravurstein. Er blieb auch trotz in-

tensiver privater Nachforschung im Verlauf der weiteren Jahre verschwunden. \*) Die Hoffnung auf höchstmögliche Qualität in originaler Form bei der Wiedergabe der Felsen in der Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 hatte damit einen ersten Rückschlag erlitten.

## Reproduktionstechnische Anwendungen

Nun mußte nach anderen Wegen und Möglichkeiten gesucht werden, um dennoch ein überzeugendes Ergebnis zu erzielen. Als naheliegend bot sich das Farbauszugsverfahren unter Einsatz von Farbfiltern an, um aus noch vorhandenen Restexemplaren dieser Karte die schwarz gedruckte Felszeichnung zu extrahieren. Abweichend von der normalen reprophotographischen Aufnahme ist beim Farbauszug die Anwendung der Filter, die Farbempfindlichkeit des Schwarz-Weiß-Aufnahmematerials, die Farbe der Beleuchtung und die Qualität der Farbvorlage von ausschlaggebender Bedeutung. Arbeitsgrundlage für das Verfahren war somit ein Kartendruck in den Farben schwarz, blau und braun. Erwünscht gewesen wäre ein möglichst hochwertiger Druck auf weißem Papiergrund in filtergerechten Farben. Die Durchlässigkeitsmaxima der Filter sollten mit den Absorptionsmaxima der Druckfarben übereinstimmen. In Wirklichkeit stand jedoch nur ein alter, vergilbter und bereits gefalteter Kartendruck zur Verfügung, dessen Braun- und Blaufarben einen relativ hohen Schwarzgehalt aufwiesen.

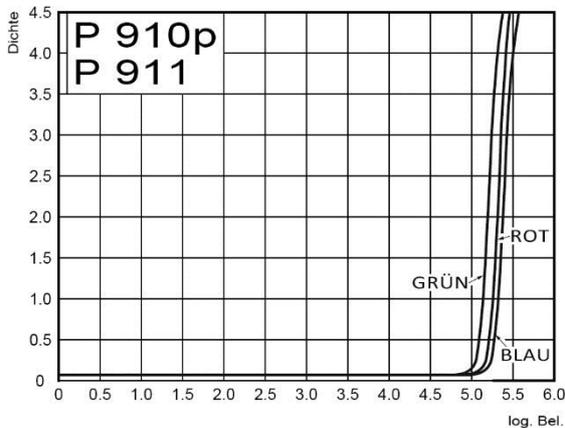
Aus diesem alten Druck der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 sollte lediglich die schwarze Felszeichnung in guter Qualität gewonnen werden, um sie für den Neudruck zu verwenden. Braun (Höhenlinie) und Blau (Gewässer) galt es dabei auszuschalten. Der Anteil der braunen Höhenlinien ist, gemessen am Gesamtkarteninhalt, groß; jener der blauen Gewässerlinien verschwindend gering. Deshalb soll von letzteren hier auch nicht weiter die Rede sein. Ihr Entfernen ist einfach durch manuelles Abdecken im Filmnegativ zu bewerkstelligen.

Das große Problem beim Farbfilterauszugsverfahren bestand für diese Aufgabe darin, die altersbedingt durch starke Papiervergilbung in ein schmutziges Graubraun veränderte braune Höhenlinienfarbe zu eliminieren. Das ist nicht zufriedenstellend gelungen, da im Filmnegativ des Schwarzauszuges bei Einsatz entsprechender Filter immer ein Restbild der Höhenlinien erhalten blieb. Belichtungsmanipulationen (z.B. Längerbelichtung) mußten auf Grund der kritischen Beschaffenheit des schwarzen Felsdruckbildes in der Karten weitgehend ausgeschlossen werden; denn einerseits verlangte die relativ starke Infiltration der schwarzen Druckfarbe in die an sich nicht bedruckten Zwischenräume der eng gescharten, kräftigen Felsschraffen eine lange Belichtungszeit, um ihnen im Farbauszugsnegativ die nötige Deckung zu verleihen, während andererseits feinste Felsschraffen von nur etwa 0,05 mm Strichstärke eine relativ kurze Belichtungszeit erforderten, um sie nicht wegzubelichten. Dieses Problem konnte mit den besten handelsüblichen Filmmaterialien nicht bewältigt werden.

---

\*) Erst 1986 wird er durch Zufall im Besitz eines Privatmannes in der Nähe von München entdeckt. Leider zu spät, um ihn noch in den Neubearbeitungsprozeß der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 einbeziehen zu können.

Wir verwendeten für das photomechanische Herausfiltern der braunen Höhenlinienfarbe aus dem dreifarbigem Kartendruck letztlich ein normales Rotauszugsfilter der Marke Kodak Wratten 23 und den bis 1985 auf dem Markt befindlichen panchromatischen Lithfilm Agfa P 910p mit den für unsere farbige Strichvorlage nachstehend günstigen Eigenschaften:



- 1.) sehr steile Gradation (siehe Schwärzungskurve bei Xenon-Beleuchtung jeweils hinter Grün-, Rot- und Blauauszugsfilter auf 3 Filmstreifen von P 910p in [Figur 1](#)),
- 2.) sehr hohes Auflösungsvermögen,
- 3.) ausgezeichnete Strichschärfe,
- 4.) sehr gute Maßhaltigkeit durch Polyesterunterlage,
- 5.) stabile Verarbeitung durch LITEX-Filmqualität in Verbindung mit R.E.S.OX. Regenerierungssystem (siehe Fußnote weiter hinten unter "Kartographische Bearbeitung").

Figur 1

Der Versuch einer Splitbelichtung (Splitfiltermethode) unter Einsatz von Rot-, Blau- und Grünfiltern zum Herausfiltern der entsprechenden Farb- und Mischfarbtöne führte ebenfalls nicht zum Erfolg, denn das eigentliche Problem war der kritische Zustand des Felsschraffenbildes im Schwarzdruck der alten Karte.

Das Maskierverfahren nach Cervet und Stump als weitere Möglichkeit blieb von vornherein außer Betracht, da wegen der Größe des Kartenspiegels von 95 x 55 cm und wegen des filigranen Felsbildes bei den Negativ-Positivkombinationen mit zu großen Passerschwierigkeiten zu rechnen war.

Nachdem nun auch das Farbfilterverfahren ausschied, um ein brauchbares Schwarzoriginal der Felszeichnung für die Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 zu erhalten, gab es nur noch die Möglichkeit des Einsatzes von Farbscannern. Es verblieb aber keine andere Wahl, als weiterhin von dem bereits erwähnten Druckexemplar der "Karte der Brentagruppe" auszugehen.

Farbscanner liefern auf optoelektronischem Wege Farbauszüge aus mehrfarbigen Vorlagen. Diese Technologie ist relativ jung und in der Kartographie erst auf einigen Teilgebieten eingeführt. Versuche, einen brauchbaren Schwarzauszug aus der alten Karte zu erhalten, wurden bereits 1981 in Berlin und Essen, 1982 in Frankfurt und Bern und 1984 in Rotterdam durchgeführt. Von diesen Versuchen war nur der 1981 auf dem Hell-Raster Scanner Chromagraph CK 350 des Kommunalverbandes Ruhrgebiet in Essen ein Erfolg. Wir sind dem Kommunalverband für das Ergebnis zu Dank verpflichtet.

Bei einem letzten Scannerversuch Anfang 1986 mit dem vielseitigeren und verbesserten Chromagraph CTX 330 der Firma Hell, der vor etwa einem Jahr am Bayerischen Landesvermessungsamt installiert wurde und neben Rasterauszügen auch Strichauszüge durch Halbtonlaserbelichtung zuläßt, konnte ein Ergebnis erzielt werden, das unseren Wünschen am besten entsprach und letztlich für die Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 Verwendung fand.

Der CTX 330 (Textils Scanner-Chromagraph), gekennzeichnet durch die Vielfalt seiner Einsatzmöglichkeiten, ist so ausgelegt, daß photographische Filme entweder mit einem Halbtonlaser (HT) mit max. 400 Linien/cm Auflösung oder mit einer elektronischen Rasterungseinrichtung (ER) bis zum 80er Raster direktgerastert belichtet werden können.

Für den kartographischen Farbauszug sind beide Verfahren von Bedeutung. Der HT-Laser wird verwendet, wenn eine bestimmte Farbe, z.B. das Braun der Höhenlinien, mit möglichst großer Randschärfe der Linien aus einer mehrfarbig gedruckten Vorlage separiert werden soll. Die ER-Einrichtung wird dagegen eingesetzt, wenn z.B. ein gerasteter Vierfarbensatz für den Druck nach der Euroskala in den Druckfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz angefertigt oder ein als Halbton vorliegendes Original, etwa eine handgezeichnete Schummerung oder ein Luftbild, für den Offset-Druck aufgerastert werden soll. Mit dem HT-Laser können auch Farbauszüge, allerdings auf Halbtonfilm, belichtet werden (z.B. als Vorlage zum Ätzen von Rotationstiefdruckzylindern). Da für den Offset-Druck die Halbton-Farbauszüge jedoch noch aufgerastert werden müssen (z.B. mit einem Gevarex-Gerät) und außerdem die Entwicklung von Halbtonfilmen sehr aufwendig ist, wird man diesen Weg nur gehen, wenn keine ER-Einrichtung zur Verfügung steht oder wenn in den Halbton-Farbauszugsnegativen größere Korrekturen vorgenommen werden sollen.

Für die kartographische Neubearbeitung der "Karte der BrentaGruppe" kam es nun darauf an, aus einem alten Mehrfarbendruck mittels Halbtonlaserbelichtung einen möglichst hochwertigen Schwarzauszug der Felszeichnung zu gewinnen. Für diese Aufgabe wählt man eine möglichst hohe Linienzahl (400 Linien) für die Abtastung der Vorlage, den HT-Laser zum Belichten des Films (die ER würde jeden Tonwert in einen Rasterpunkt zerlegen, was zu Schärfeverlust führt) sowie einen hart arbeitenden Film bei der Aufzeichnung des Strichauszugs (Line- oder Lithfilm). Dieser Film wird so belichtet, daß entweder volle Schwärzung entsteht oder gar keine. Dadurch erhält man ein Ergebnis, das auch feinste Linien mit voller Deckung darstellt.

Das linienweise optoelektronische Abtasten mit spindelgeführter Abtastoptik und rotierender Abtastwalze geht relativ schnell vonstatten. Halogenlichtquellen leuchten die Vorlage aus. Das reflektierte Licht wird über die Abtastoptik durch die Farbtrennfilter Rot, Grün und Blau in seine Grundkomponenten zerlegt, elektronisch verstärkt und im Farbrechner aufbereitet. Der Scannvorgang einer Vorlage mit etwa 30 cm Seitenlänge in der Laufrichtung des Abtastzylinders dauert bei einer Auflösung von 400 L/cm ca. 25 Minuten. Das Scannen des Schwarzauszuges der Brentakarte mit dem Bildformat 95 x 55 cm (Schmalseite in Abtastrichtung) nahm etwa 45 Minuten in Anspruch. Hinzuzurechnen sind natürlich die Vorarbeiten am Gerät, welche je nach Vorlage mehr oder weniger zeitintensiv sind.

Der Scannvorgang läuft wie folgt ab: nach Beurteilung der Vorlage wird zunächst ein Ausschnitt eines Farbauszuges auf Film aufgezeichnet. Dieser wird im Vergleich mit der Vorlage oder den Wünschen des Auftraggebers entsprechend kritisch gewertet. Nach Vornahme von Korrekturen im Farbrechner kann es zu einem weiteren Versuchslauf kommen. Entspricht das nun erzielte Ergebnis den Erwartungen, folgt das Abtasten der gesamten Vorlage und die Aufzeichnung auf den Film.

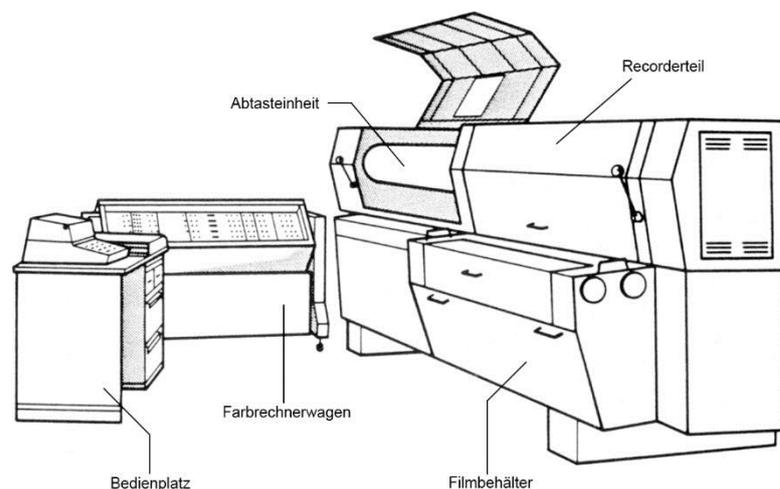
Grundsätzlich müssen zwei Anpassungen vom Operator am Farbrechner vorgenommen werden: die Anpassung des Schreibstromes an den verwendeten Film und die Korrektur der Vorlage mit dem Farbrechner.

Damit auf dem verwendeten Filmmaterial gleiche Einstellungen wiederholbar zum sel-

ben Ergebnis führen, muß erst die Filmcharakteristik geeicht werden; das heißt, man muß herausfinden, welcher Schreibstrom zu welcher Schwärzung auf dem Film führt (Filmlinearisation). Das Ergebnis dieser Einstellungen ist ein Graukeil auf dem Film, der auf jedem Farbauszug mitbelichtet wird. Dieser Graukeil wird laufend densitometrisch ausgemessen, um sicherzugehen, daß die Anlage stabil arbeitet. Die Emulsion des verwendeten Films, die Intensität des Laserlichtes sowie die Chemie der Filmentwicklungsmaschine sind Faktoren, die diese Stabilität beeinflussen.

Bei der Korrektur der Vorlage sind zwei Einstellbereiche zu unterscheiden: der erste Bereich umfaßt die Anpassung der Vorlage an die gewünschten Schreibdichten im Film; hier sind Regler vorhanden, welche die Gradation des Films beeinflussen. So lassen sich die Gradationsverläufe für die hellen Bildteile (Lichter), für den mittleren Bereich (Mitte) und die dunklen Bildstellen (Tiefen) steuern. Gesonderte Regler beeinflussen den Schreibstrom für das "Licht" und für die "Tiefe" (Umfangsanpassung). Mit einem weiteren Regler läßt sich die Verstärkung des Kontrastes steuern (in der Literatur auch als Detailkontrast oder Unschärfmaskierung bezeichnet).

Der zweite Bereich bezieht sich auf die Beeinflussung der Farben der Vorlage (Farbkorrektur). Hier unterscheidet man zwischen der Grundkorrektur (je ein Regler greift auf Weiß- und Schwarzfarben, jeweils für jeden Kanal Cyan-Magenta-Gelb separat einstellbar), der Selektivkorrektur (hier beeinflussen jeweils 6 Regler pro Kanal die Farbanteile Rot-Gelb-Blau und Cyan-Magenta-Gelb) und der Feinbereichskorrektur (hier wirken die Regler nur auf vorher geeichte Farbtöne in einem regelbaren, jedoch engen Bereich). Aus dieser Bandbreite der Eingriffsmöglichkeiten ist der hohe praxisorientierte Standard des elektronischen Bildverarbeitungssystems CTX 330 (Figur 2) erkennbar.



Figur 2  
CTX 330-Anlage

Im Falle des Schwarzauszuges aus unserem alten, vor rund 50 Jahren gefertigten Kartendruck der Brentagruppe hatten wir es ja, wie bereits vorstehend erwähnt, mit einer sehr kritischen Vorlage zu tun, die eine starke Papiervergilbung aufwies, dazu im Schwarz der Felsen partiell "Farbschluß" in den "hellen" Zwischenräumen bei dichter

ten Felsschraffenlagen (im steilen Fels) hatte und daneben feinste Haarstrichschraffen (zum Beispiel im flachen plattigen Fels) enthielt. Trotzdem lief der Auszugsvorgang des Schwarzanteiles relativ reibungslos. Der erste Scannversuch ließ die "Tontiefen" noch als zu dicht, die "Lichter" noch als zu gedeckt erscheinen. Durch Gradationsregelung und Umfangsanpassung konnte dieses Problem zufriedenstellend gelöst werden. Erfreulich war das Ergebnis des Halbtonlaser-Schwarzauszuges auch insofern, weil die durch den Druck nicht mehr originalscharfen Felsschraffen durch die Kontrastverstärkung und die Verwendung von Line-Filmmaterial in gewissem Sinne "nachgeschärft" wurden. Dadurch konnte ich meine Absicht, von dem inzwischen (Januar 1986) aufgefundenen Originalgravurstein der Felsen im Interesse hoher Qualität doch noch Drucke auf Barytpapier für die Reproduktion herzustellen, guten Gewissens auf sich beruhen lassen. Ein eingehender Vergleich der formal ansprechenden Scannerqualität des Fels-Schwarzauszuges auf Film mit der Gravursteinqualität fiel aber dennoch eindeutig zugunsten letzterer aus.

Nicht so einwandfrei wie der Schwarzauszug für die Gesamtkarte gestalteten sich die von einem Ausschnitt aus derselben für Karte 1 – Kartenprobe erstellten Auszüge des angegrauten Höhenlinienbraun und Gewässerblau auf dem Gelb- beziehungsweise Cyankanal des Scanners. Auf beiden Auszügen verblieben filter- respektive farbbedingt geringe Reste des Schwarz der Kartenvorlage, die durch manuelle Retusche beseitigt werden müssen. Die Ursache dafür ist, daß die Auszugsfarben Braun und Blau in der Kartenvorlage keine reinen Farben sind, sondern einen relativ hohen Anteil Grau aufweisen, so daß es nicht mehr gelingt, die Schwarz-Elemente, die ebenfalls diese Grautöne beinhalten, vollständig wegzudrücken, ohne die Auszugsfarben selbst negativ zu beeinflussen.

Die erzielten Farbauszugsergebnisse auf dem CTX-330-Chromagraphen sind zum einen das erfreuliche Resultat der neuen elektronischen Farbauszugstechnologie, zum anderen das der Erfahrung der mit dieser Technologie am Bayerischen Landesvermessungsamt befaßten Fachleute.

```

IPL
PARAMETERLISTE  TESS05 A2K6D99
JOB: TEST
AUSZUGSTECHNIK          = 0
KANALWAHL               = 4
HINTERGRUNDDICHTE      = 0
ABTASTSPINDELLAENGE , 1M-PKT. = 1000
SCHREIBSPINDELLAENGE , 1M-PKT. = 1000
ABTASTVORLAUF           = 25
ABTASTGROESSE ACHSRICHTUNG = 580
ABTASTGROESSE UMFANGSRICHTUNG = 960
RAPPORTVORLAUF ACHSR./UMF. = 0 0
RAPPORTGROESSE-IST ACHSR. = 84.75
RAPPORTGROESSE-IST UMFANGSR. = 84.75
VORLAGENDICKE           = 0.1
LINIEN/CM ACHSR./UMF.   = 400 400
SCHREIBVORLAUF         = 5
RAPPORTGROESSE-SOLL ACHSR. = 85.03
RAPPORTGROESSE-SOLL UMFANGSR. = 85.03
AUSZUGSABSTAND         = 0
FILMDICKE              = 0.1
SLASHMASS              = 0
FARBMENGENMESSUNG EIN/AUS = AUS
PASSKREUZ EIN/AUS     = EIN
AUTO-GRAUKEIL EIN/AUS = EIN
AUTO-STOP EIN/AUS     = EIN
AUSZUGSNUMMER EIN/AUS = EIN
ABTASTWALZEN-DURCHMESSER = 332.11
SCHREIBWALZEN-DURCHMESSER = 332.81
BLENDENSCHALTPUNKT NIED. KOPF = 170
BLENDENSCHALTPUNKT HOEH. KOPF = 340
SCHREIBKOPFNUMMER     = 1
10 J TESS05 A2K6D99 KOMMANDO ?

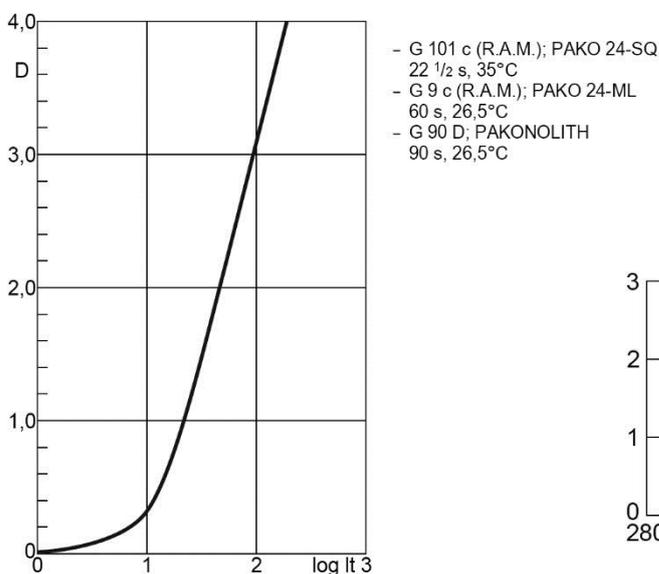
```

Tabelle 1

Protokoll der eingegebenen Maschinenfunktionen und Parameter, die beim Brenta-Schwarzauszug maßgebend waren.

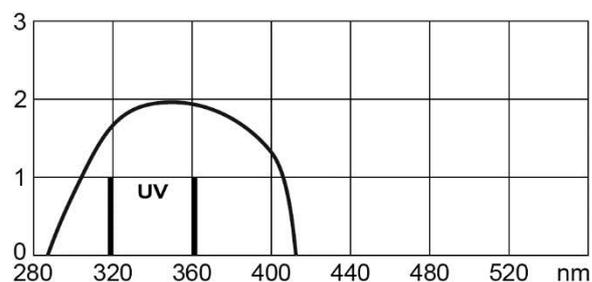
## Kartographische Bearbeitung

Bei der kartographischen Weiterverarbeitung des Scanner-Schwarzauzuges für die Gesamtkarte der Brentagruppe muß die Felsdarstellung von den übrigen Anteilen des Schwarzauzuges wie Felshöhenlinien, Waldringelsignaturen, Namen u.a. befreit werden. Nur jene sollte für die neu zu schaffende Karte erhalten bleiben. Zu diesem Zwecke wurde ein seitenrichtiges Negativ zum Abdecken des wegfallenden Schwarzanteils der alten Brentakarte von 1908/38 auf UV-empfindlichem, maßhaltigem Kontakt-Tageslichtfilm LITEX DL 515p von Agfa Geavert gefertigt. Dieses Filmmaterial ist sehr gut geeignet für Strich- und Rasterkopien und bringt die besten Voraussetzungen dafür mit, die Originalität der Felsschraffendarstellung (kräftige Felsschraffen mit feinen lichten Zwischenräumen neben feinsten Haarstrichschraffen mit weiten lichten Zwischenräumen) für die weitere reprophotographische Verarbeitung bis hin zum Druckplattendiapositiv optimal zu erhalten. Das erkennt man an der folgenden Qualitätscharakteristik: Kantenschärfe der Strichwiedergabe (bedingt durch den starken Kontrast des hell-dunkel-Überganges), gutes Auflösungsvermögen, hohe maximale Dichte sowie vorzügliche Schleierfreiheit. In diesen Merkmalen ist er auch den bislang oder noch verwendeten steil arbeitenden orthochromatischen Strichfilmen mit Dunkelkammerverarbeitung überlegen. Die Gleichmäßigkeit der ausschließlich maschinellen Filmverarbeitung (Lith-Entwicklung) im Zusammenhang mit dem R.E.S.OX.-Regeneriersystem \*) trägt dazu bei, eine gute chemische und photographische Stabilität zu erzielen.



Figur 3

Schwärzungskurve von  
LITEX DL 515p und 535p



Figur 4

Spektrogramm von LITEX DL 515p  
und 535 p (UV-empfindlich)

\*) R.E.S.OX. = Replenishment for Exhaustion Separate from Oxidation

Die günstigen Merkmale wie vorzügliche Schleierfreiheit, hoher Gamma-Wert sowie reichlicher Belichtungsspielraum des verwendeten Filmmaterials sind unter anderem aus [Figur 3](#), die spektrale Empfindlichkeit, vor allem im UV-Bereich mit der Möglichkeit der Kunstlichtbelichtung, aus [Figur 4](#) zu erkennen.

Das fertiggestellte Abdecknegativ des Felsanteiles für die Kartenfarbe Schwarz ist das erste Ergebnis im kartographischen Arbeitsprozeß. Manuelles Abdecken ist sehr arbeitsintensiv, denn die Tausende feinsten Waldringelsignaturen, Kartennamen und Höhenlinien in der Felsregion der alten "Karte der Brentagruppe" (siehe [Karte 1](#) – Kartenprobe) müssen im Negativ genau und ohne Schaden an der Felsdarstellung, der Hangschuttpunktur und anderen Kartenelementen eliminiert werden. Daran führt kein Weg vorbei, denn ein Grundprinzip bei der Neubearbeitung ist die Ausdünnung und damit Aufhellung des bisherigen Kartenbildes. An die Stelle der schwarzen Waldringelsignatur tritt eine den Karteninhalt klärende und auffällige Waldflächenfarbe.

Wenn hier von Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 die Rede ist und nicht von Fortführung, so entspricht das unserem Eingriff in den Zustand der Karte von 1908/38. Wie schon in III/4 "Geländeerkundung ..." erwähnt, dachten wir am Beginn des "Unternehmens Brenta" an eine zwar eingehende, aber doch begrenzte Fortführung. Es stellte sich aber bereits bei der Geländeerkundung heraus, daß nur eine Erneuerung an Haupt- und Gliedern der Karten ihren vollen Gebrauchswert sowie die gewünschte kartographische Prägnanz verleihen würde. Die Erfahrungen im Gelände zeigten ferner, daß eine richtige Wegeführung bei der Erkundung nur auf der Grundlage einer kontrollierten Höhenlinien- und Felsdarstellung vertretbar ist. Also mußten auch das Gelände, die Gewässer und die Vegetation stärker in die Erkundung miteinbezogen werden. Das ging so weit, daß wir nötigenfalls vereinzelt und geringfügig mit Hilfe von Luftbildern in die Felsdarstellung eingriffen.

Die Felsdarstellung, Ursache und Kernstück der Neubearbeitung dieser Karte, konnte schließlich in hochwertiger Form reproduziert werden. Dieses Ziel ist, wie im vorstehenden reprotchnischen Teil geschildert, nach rund vierjährigem Bemühen Anfang 1986 erreicht worden.

Es ergibt sich folglich die unausweichliche Forderung, auch den übrigen Karteninhalt kartographisch entsprechend qualitätsbewußt zu behandeln. Das heißt, daß die Höhenlinien sowie das Gewässernetz ebenfalls neu zu zeichnen beziehungsweise zu gravieren sind, um ein der Felsdarstellung ebenbürtiges Ergebnis zu erzielen. Nicht ausgenommen werden können hierbei selbstredend das Straßen- und Wegenetz sowie die Siedlungsgrundrisse. Diese Schlußfolgerung ist logisch und in unserem Falle auch die einzig mögliche Vorgehensweise, denn Farbauszüge des Höhenlinienbraun und Gewässersblau aus der alten "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 wären, wie Versuche ergeben haben (siehe vorstehend "Scanner-Farbauszugsverfahren"), für die kartographische Wiederverwendung auch bei umfangreicher Retoucharbeit unbrauchbar gewesen.

Damit wird die neue Karte wieder über eine hohe topographische und kartographische Qualität verfügen.

Ein weiterer Problemfall mit hoher Arbeitsintensität ist die Kartenbeschriftung. Hierbei geht es nicht nur um eine orts- und zeitgerechte namenskundliche Schreibweise (siehe III/8 "Zur Toponomastik ..."), sondern rein kartographisch aus mehreren Gründen

um einen vollständigen Ersatz der alten, von L. Aegerter zwischen 1905 und 1907 eruierten und von H. Rohn zusammen mit dem Schwarzanteil der Karte in Stein gravierten Kartennamen. Die ca. 1100 Kartennamen und 5000 Höhenkoten waren bereits in der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 mehrheitlich nur schwer zu lesen, da H. Rohn aus kartenästhetischen Überlegungen ausnahmslos die klassischen Schriften Römisch und Kursiv im Haarstrich-Schattenstrich-Duktus in vielfach übertrieben kleiner Schreibweise verwendet hat. Dies geschah vor allem zum Schutze der Felsdarstellung, um diese vor einer "Zergliederung" zu bewahren. Mit letzterer hat er sie fast ohne Freistellung verwoben. Das bereitet Schwierigkeiten beim Lesen und mußte deshalb leicht korrigiert werden.

Weitere Gründe der durchgreifenden Neubeschriftung sind der gravierende Verlust an Strich- und damit Leseschärfe, wenn die neue Schrift lediglich durch Photoreproduktion der alten aus dem Kartendruck gewonnen worden wäre. Außerdem ist der Versuch, alte, von Hand gravierte Schriften mit neuen Photosatzschriften zu kombinieren, um damit jene, wo notwendig, durch diese zu ersetzen, als untauglich verworfen worden. Der einzig sinnvolle Ausweg war deshalb die vollständige Neubeschriftung (siehe III/6 "Kartographische Originalherstellung").

Die kartographische Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 wird im Rahmen dieser Monographie an drei Kartenproben mit unterschiedlichem Erscheinungsbild demonstriert. Zwei Kartenproben ([Karte 1](#) und [Karte 2](#)) repräsentieren die Entwicklung der formalen Gestaltung von AV-Karten während der klassischen und nachklassischen Periode bis hin zur Gegenwart, die dritte ([Karte 3](#)) dient der farbigen und allgemein darstellerischen Versuchsanwendung für die Neugestaltung der Gesamtkarte unter Beibehaltung des originären Felsbildes.

#### Karte 1 – Kartenprobe

Sie zeigt die klassische Dreifarbenkarte in schwarz, braun und blau in der Form der alten "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38. Dieses äußere Erscheinungsbild war zwischen 1903 und 1953 die Regel (AV-Karten vom Typus des Siegfriedatlas' der Schweiz 1:50 000).

#### Karte 2 – Kartenprobe

Nach 1953 kommt Grün als zusätzliche Farbe für die Walddarstellung hinzu, entweder als Signaturenfarbe oder als Waldflächenfarbe. Letztere ist vorerst der schwarzen Waldringelsignatur unterlegt, trägt also noch nicht zur Verringerung des Schwarzanteiles in den AV-Karten bei. Rot wird nach 1961 als Farbüberdruck für Wanderwege benützt.

Die farbliche Gliederung des Inhaltes dieser Kartenprobe sieht folgendermaßen aus:

Schwarz: Siedlungsgrundrisse, Verkehrsnetz, Wanderwege/Steige, Felsen, Waldflächensignaturen

Blau : Gewässer, Gletscher

Braun : Höhenlinien im Vegetationsgelände

Grün : Waldflächenton

Rot : Überdruck der markierten Wanderwege/Steige

Das Wegenetz in dieser Kartenprobe entspricht nicht dem Stande von 1908/38, sondern dem von 1982 bis 1984 ([Karte 3](#) – Kartenprobe). Diese Mischung von altem

(Karte 1) und neuem Karteninhalt (Karte 3) war notwendig, um eine wirksame Vergleichsmöglichkeit von Karte 2 und Karte 3 zu erzielen.

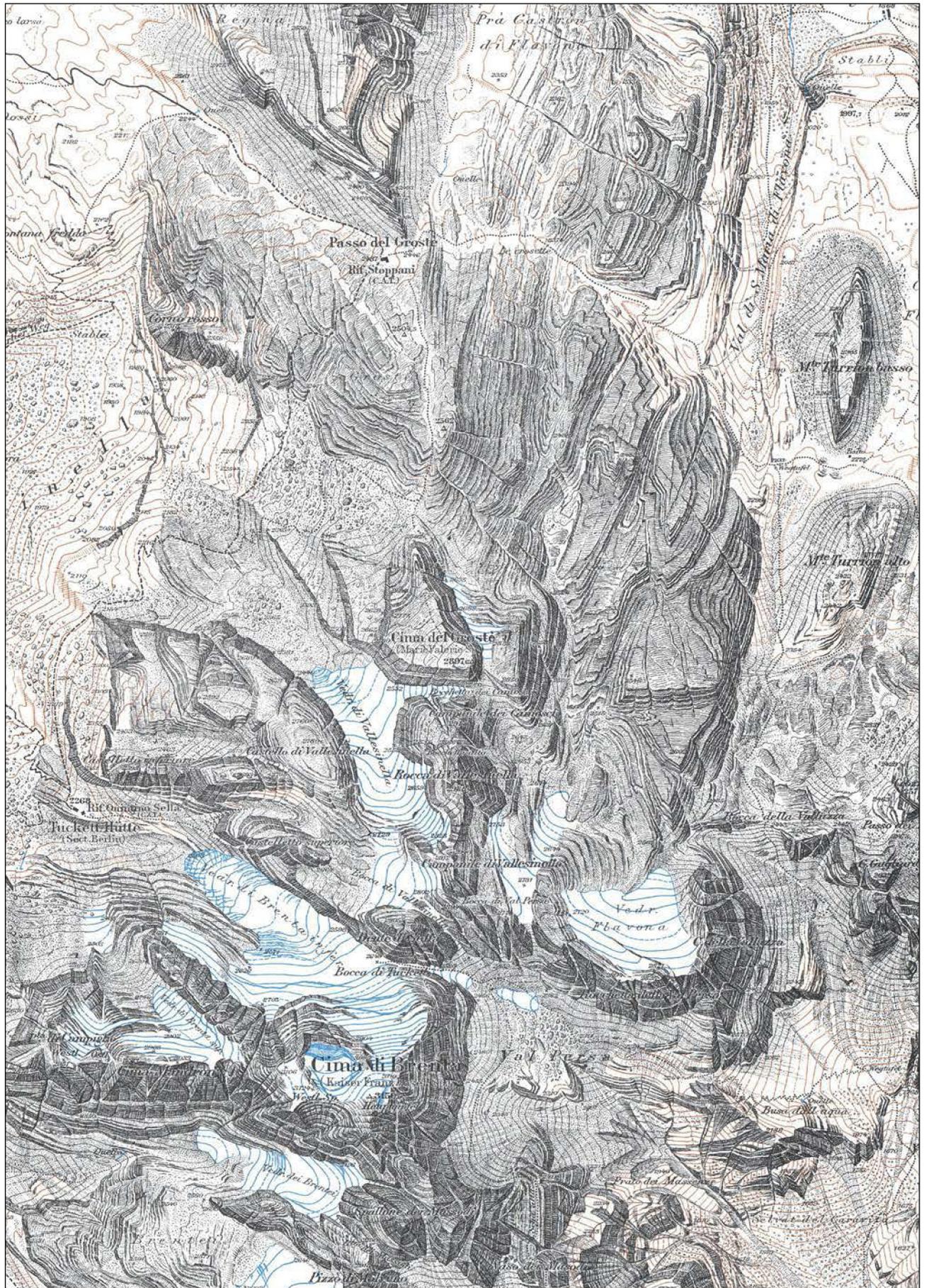
### Karte 3 – Kartenprobe

Von Mehrfarbigkeit in AV-Karten (mehr als vier bis fünf Farben) kann man erst ab 1959 sprechen. Mit Grau- und Braublautönen wird zum Beispiel ein zusätzlicher Schattierungseffekt erzeugt. Um 1969 erscheint die erste Vielfarbenkarte mit umfangreicher Bewuchsdifferenzierung im alpinen und nichtalpinen Bereich.

Mit Karte 3 – Kartenprobe wird auch der Weg der Mehrfarbigkeit besprochen, ohne aber in übersteigerte Farbenvielfalt zu verfallen. Farben sollen in vernünftigem Maß zur Gliederung des Karteninhaltes beitragen, nicht aber aufdringlich, dämpfend oder als farbiges Kleinflächenmosaik unruhig bis störend auf den übrigen Karteninhalt (Siedlungsgrundrisse, Höhenlinien, Felszeichnung u.a.) wirken.

Die farbige Versuchsanwendung dieser Kartenprobe zeigt:

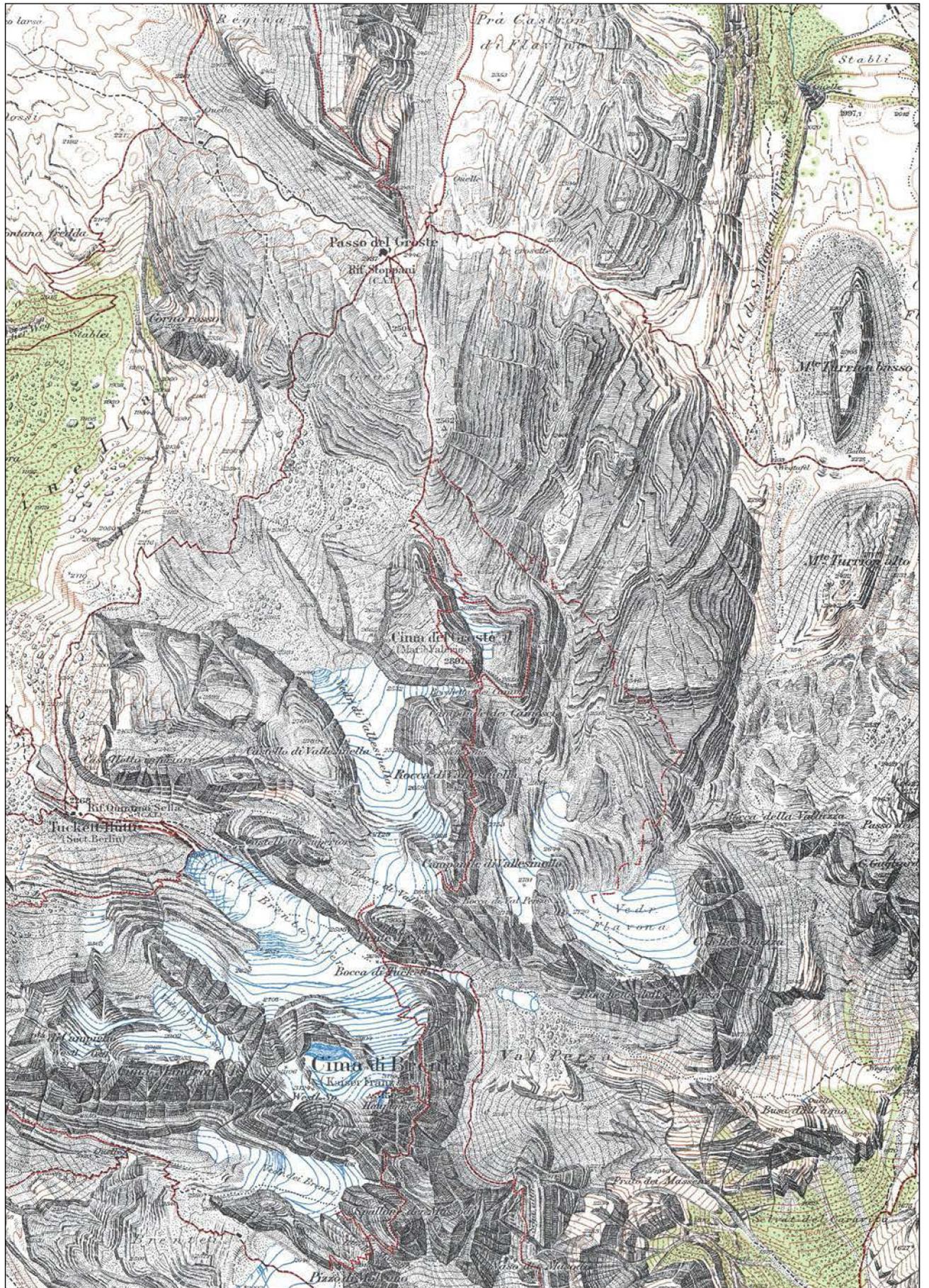
- Schwarz: Siedlungsgrundrisse, Verkehrsnetz, nicht markierte Wanderwege/Steige, Felsen
- Blau : Gewässer, Gletscherhöhenlinien
- Braun : Höhenlinien im Vegetationsgelände
- Grün : Waldflächenfarbe mit Einzelsignaturen, Latschen-Flächensignaturen
- Rot : markierte Wanderwege / Steige
- Gelb : hypsometrischer Höhenton einer luftperspektivisch aufgebauten, nach oben heller werdenden Farbskala



Karte 1 - Kartenprobe (siehe umseitig)

## Karte 1 – Kartenprobe

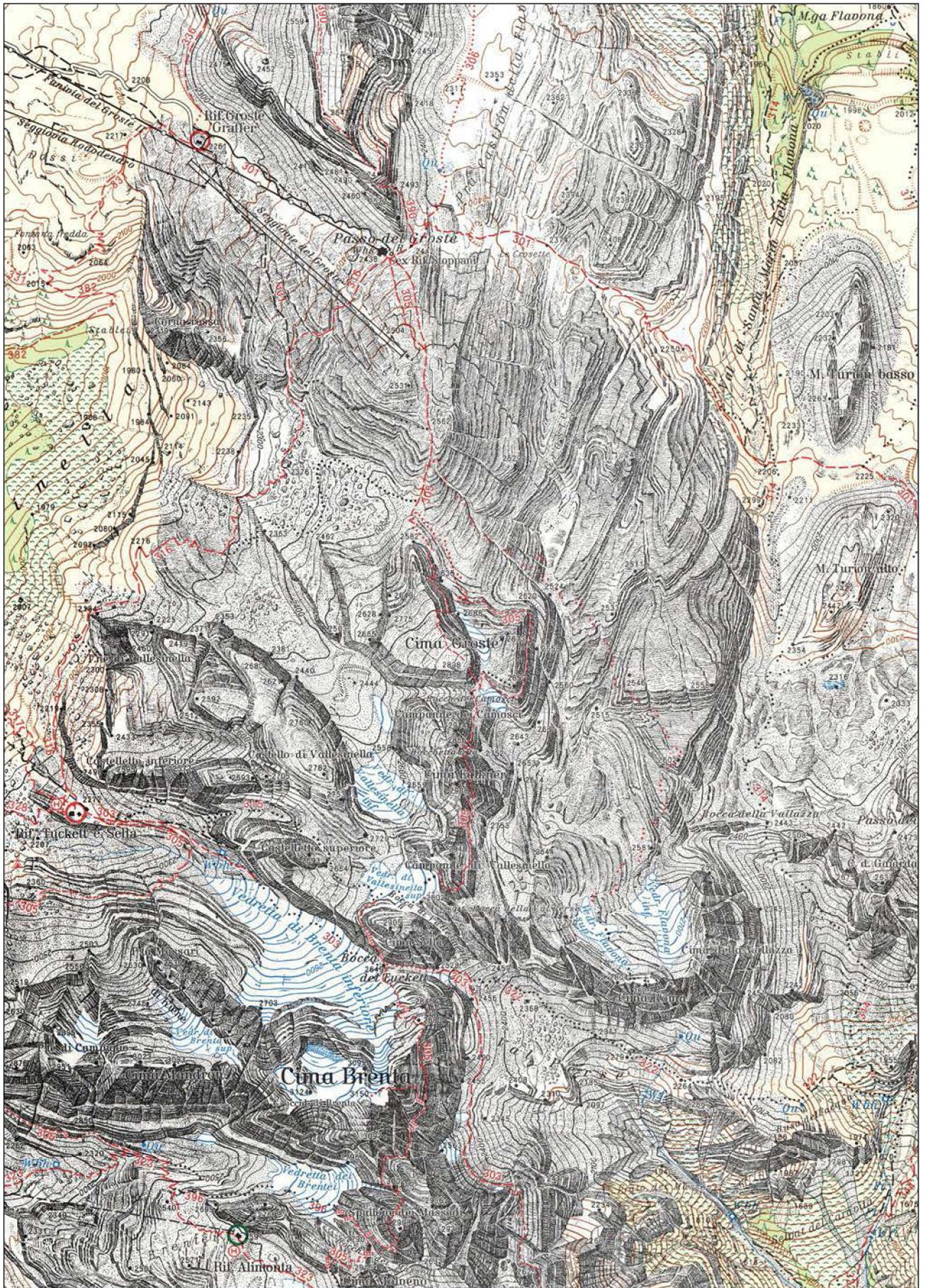
Ausschnitt aus der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38. Dreifarbiger Nachdruck 1987 unter Verwendung von Scanner-Farbauszügen, hergestellt am Bayerischen Landesvermessungsamt 1986



Karte 2 - Kartenprobe (siehe umseitig)

## Karte 2 – Kartenprobe

Ausschnitt aus der "Karte der BrentaGruppe" 1:25 000 von 1908/38 mit grüner Waldflächenfarbe und rotem Wegeüberdruck im Aussehen der AV-Karten in der Zeit um 1960. Ergänzend bearbeitet durch das Kartographische Ingenieurbüro Tourneau, München 1987



Karte 3 - Kartenprobe (siehe umseitig)

### Karte 3 – Kartenprobe

Ausschnitt aus der "Karte der BrentaGruppe" 1:25 000 von 1908/38 in der Neubearbeitung durch den Lehrstuhl für Kartographie und Topographie der Universität der Bundeswehr München, 1986/87 (Druckversuch)

## Literaturverzeichnis

TESSOS – Programmbeschreibung zum HELL-Chromagraphe CTX 330.  
Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH, Kiel.

Prospekt zum HELL-Chromagraphe CTX 330.  
Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH, Kiel.

AGFA-GEAVERT – INFO. Technische Information zu LITEX DL 515 p und  
LITEX DL 535 p.

G a s t , Uwe: Elektronisches Rastern von Farbausügen, Teil I und Teil II. Der  
Polygraph, Heft 4-74 und 5-74. Polygraph Verlag 1974. Frankfurt  
am Main.

M o r g e n s t e r n , Dieter: Rasterungstechnik, Fotomechanisch und elektro-  
nisch. Polygraph Verlag 1985. Frankfurt am Main.



### III/6 KARTOGRAPHISCHE ORIGINALHERSTELLUNG

von Uwe Kleim, München

#### Einführung

Erste Planungs- und Versuchsarbeiten für die Erneuerung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 begannen im wesentlichen in der zweiten Hälfte des Jahres 1980. Dabei wurden Überlegungen angestellt, welche die Kartenfortführung, die Kartengestaltung, die kartographische Bearbeitung eines Probeausschnittes und die Legende betrafen. Ebenso wurde untersucht, welchen nomenklatorischen Prinzipien L. Aegerter bei der Beschriftung der alten "Karte der Brentagruppe" gefolgt ist und wie eine Neubeschriftung vorgenommen werden kann.

Der Entschluß, die Kartenfortführung in Angriff zu nehmen, erfolgte 1982. Damit war auch die kartographische Neubearbeitung mit Originalherstellung vorprogrammiert. Sie wurde vorerst im Rahmen einer Kartenprobe verwirklicht (siehe Karte 3 in III/5 "...kartographische Bearbeitung"), wird aber auf die gesamte "Karte der Brentagruppe" ausgedehnt.

#### Zum Arbeitsablauf

Den Ablauf der Arbeiten zur kartographischen Originalherstellung an der Karte 3 – Kartenprobe zeigt in schematisierter Form Figur 1. Dieser Arbeitsablauf wird mit wenigen Änderungen auch auf die Neubearbeitung der gesamten "Karte der Brentagruppe" übertragen werden. Die im Ablaufschema in Figur 1 angegebenen Nummern bei den einzelnen Arbeitsschritten stellen den Zusammenhang mit der Tätigkeitsbeschreibung in den nachfolgenden Textabschnitten her. Auf allgemein bekannte kartographische und reproduktionstechnische Abläufe wird in der Beschreibung nicht eingegangen.

#### Grundlagen

Die verwendeten Grundlagen ① zur Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 enthält Figur 1 (Arbeitsablaufschema) in übersichtlicher Zusammenstellung. Über deren Bedeutung und Anwendung wird bereits in anderem Zusammenhang berichtet (I "Einleitung"; II "Karte der Brentagruppe 1:25 000 von 1908"; III/1 "Aerotriangulation Brenta"; III/4 "Geländeerkundung ..."; III/5 "Reproduktionstechnische Anwendungen und kartographische Bearbeitung").

#### Fortführungsoriginale

Voraussetzung für die kartographische Originalherstellung war das Anfertigen der Fortführungsoriginale 1:10 000 ②. Dabei ist folgendermaßen vorgegangen worden:

- Die "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 wurde in neun Sektionen geteilt (siehe Figur 9 in III/4 "Geländeerkundung ..."), jede Sektion auf den Maßstab

1:10 000 vergrößert und anschließend als blaue Anhaltekopie auf transparente Zeichenfolie aufkopiert.

- Von der "Carta d'Italia" 1:25 000 sind als nächster Schritt Diapositive derselben Ausschnitte, ebenfalls auf 1:10 000 vergrößert, angefertigt worden.

Mit Hilfe topographischer Objekte, identischer Geländepunkte und sonstiger Geländestrukturen wurden nun die Anhaltekopien über den entsprechenden Diapositiven lokal vermittelnd eingepaßt.

Daraufhin sind diejenigen Elemente aus beiden Unterlagen auf der Anhaltekopie mit farbiger Tusche nachgezeichnet worden, die bei stereoskopischer Kontrolle durch Luftbilder der topographischen Wirklichkeit am besten entsprachen. Auch solche, die allein aus den Luftbildern hervorgingen, wurden aus diesen übernommen. Mit anderen Worten ausgedrückt: der alte Inhalt der "Karte der Brenta-Gruppe" wurde dort korrigiert, wo es notwendig und sinnvoll war. Die Anhaltekopien der "Karte der Brenta-Gruppe" sind so zu fünffarbigen Fortführungsoriginalen ② umgestaltet worden.

Die wohl wesentlichste Ergänzung erfuhren die Fortführungsoriginalen ② durch die nun folgende Übernahme der Ergebnisse der topographischen Geländeerkundung. Sie umfaßte den an Umfang größten und verlässlichsten Anteil aller seit 1908/38 eingetretenen Veränderungen in der Landschaft.

Bei der kartographischen Auszeichnung der Fortführungsoriginalen ② wurde besonderes Augenmerk auf die Morphographie des Geländes gelegt. Das betraf vor allem den Kleinformenbereich, der, soweit möglich, in den Höhenlinien, mehr aber durch Kanten- und Kleinformenschrägen entsprechend zum Ausdruck gebracht wurde /4/.

#### Zeichenerklärung / Legende

Die "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 von 1908/38 weist leider keine Zeichenerklärung auf. Deshalb und wegen des vielfältigen topographischen Inhaltes dieser Karte, vermehrt durch touristische und alpinistische Anteile, war es unumgänglich, eine neue Zeichenerklärung ⑤ zu erstellen.

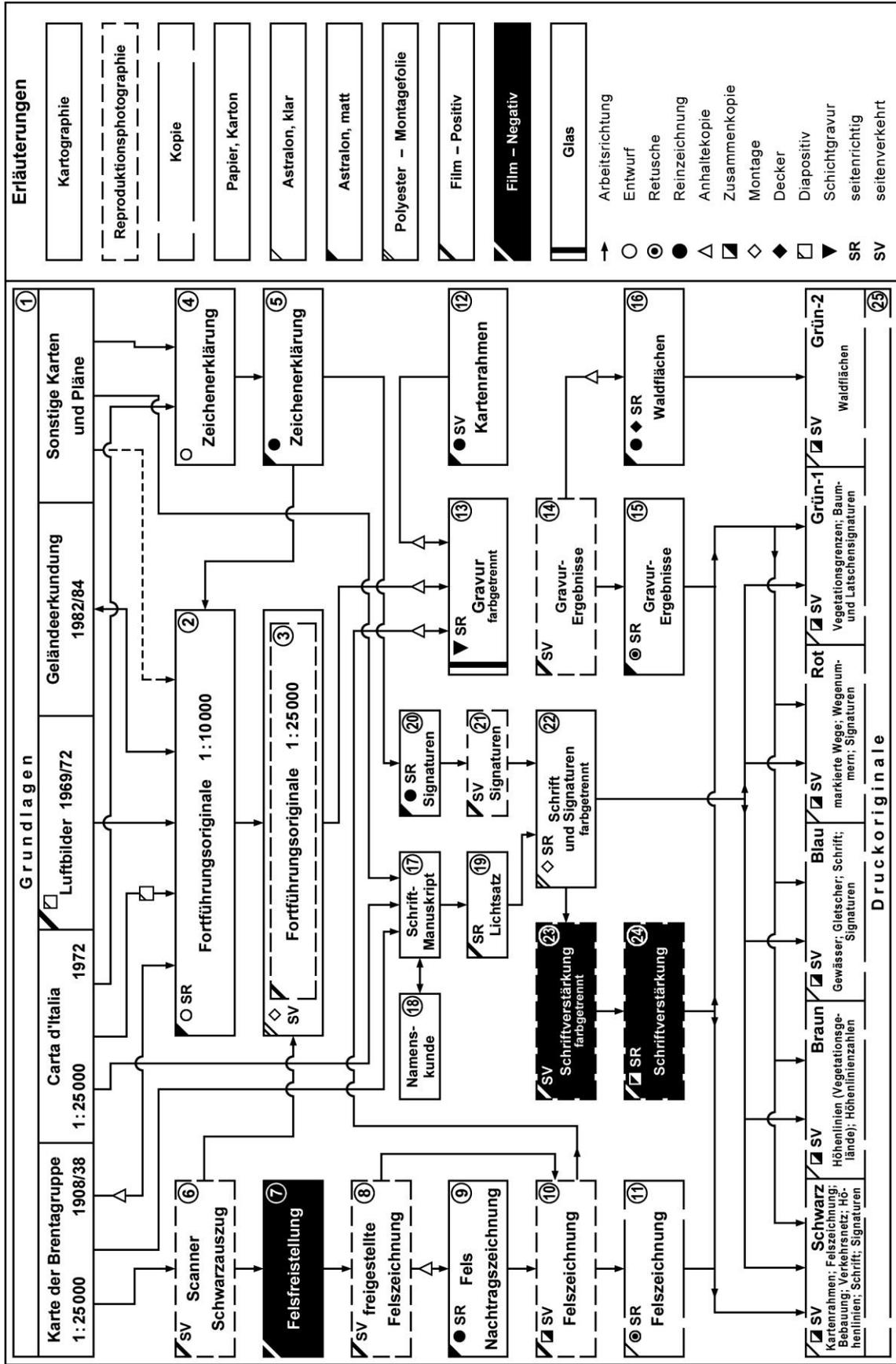
Eine endgültige Legende für das Alpenvereins-Kartenwerk existiert bis dato nicht. Es gibt lediglich die Entwürfe einer Zeichenvorschrift aus den Jahren 1979 beziehungsweise 1985 /2/. Diese und eine ganze Reihe sonstiger Legenden von Hochgebirgskarten wurden zum Erstellen der neu zu bearbeitenden Zeichenerklärung ⑤ herangezogen, um sie einem eigenen Legendenkonzept nutzbar zu machen. Auf die wichtigsten sei nachfolgend hingewiesen:

- Entwurf einer Zeichenvorschrift für Alpenvereins-Karten 1:25 000 /2/
- Kartenlegende zur Kartenprobe VI/2 "Wolfgangsee" 1:25 000 /5/
- Musterblatt für die Topographische Karte 1:25 000 /3/

---

#### Figur 1

Arbeitsablaufschemata zur kartographischen Originalherstellung von Karte 3 – Kartenprobe in III/5 "... kartographische Bearbeitung".



Figur 1

- Zeichenerklärung zur Alpenvereins-Karte "13/3 – Lechtaler Alpen, Parseierspitze" 1:25 000, herausgegeben vom Deutschen Alpenverein, 1983, München
- Zeichenerklärung zur "Carta d'Italia" 1:25 000, herausgegeben vom Istituto Geografico Militare, 1963, Florenz
- Sonstige Legenden kartographischer Verlage deutscher, italienischer, österreichischer und Schweizer Provenienz.

Zahlreiche Entwürfe ④ waren notwendig, um eine nach unserer Vorstellung gut überschaubare und klar gegliederte Zeichenerklärung ⑤ zu schaffen. Sie wird in [Figur 2](#) vorgestellt.

Auf einige Punkte der neuen Zeichenerklärung möchte ich näher eingehen:

- Es erschien sinnvoll, das Straßen- und Wegenetz nach dem amtlichen Musterblatt für die Topographische Karte 1:25 000 der Bundesrepublik Deutschland /3/ zu klassifizieren und zu gliedern, weil dabei eindeutige Kriterien wie Ausbauzustand und Leistungsfähigkeit verwendet werden. Lediglich einige Änderungen in der Signaturform wurden vorgenommen.
- Bei der Darstellung von Hochgebirgswegen und Steigen sind die Vorschläge von D. Seibert in /8/, Klettersteige und Eisenleitern in Hochgebirgskarten entsprechend auszuweisen, berücksichtigt worden. Das ist für die Routenwahl nach der Karte sicher eine gute Entscheidungshilfe.
- Dem Verlangen von anderer Seite, die im Gelände markierten und nichtmarkierten Wege auch in der Karte zu unterscheiden, sind wir nachgekommen. Ähnliches gilt für die Wegenummerierung. Hier haben wir einen von D. Seibert in /8/ erfolgten Hinweis beachtet. Seibert beklagt, daß in den Alpenvereins-Karten die Wegenummerierung von Ferienorten fehlt, auf den Wanderkarten der Ferienorte wiederum jene des Alpenvereins nicht eingetragen sind. Diesen Mangel abzustellen, erforderte einen zusätzlichen Redaktions- und Erkundungsaufwand. Die Unterscheidung von Alpenvereins-Wegenummerierung und örtlicher Numerierung ist durch die Anzahl der Ziffern gegeben; der S.A.T. (Società Alpinisti Tridentini) benutzt dreistellige Wegenummern, die Ferienorte dagegen ein- und zweistellige. Das Problem der Darstellung von markierten, nichtmarkierten, numerierten und nicht-numerierten Wegen wurde wie folgt gelöst (siehe hierzu [Figur 2](#) – Zeichenerklärung):
  - ohne Markierung, ohne Numerierung = einlinige und doppellinige Wegesignatur in schwarz ohne Wegenummer
  - ohne Markierung, mit Numerierung = einlinige und doppellinige Wegesignatur in schwarz mit roter Wegenummer
  - mit Markierung, ohne Numerierung = einlinige Wegesignatur in rot ohne Wegenummer; doppellinige Wegesignatur in schwarz mit roter Zusatzlinie ohne Wegenummer
  - mit Markierung, mit Numerierung = einlinige Wegesignatur in rot mit roter Wegenummer; doppellinige Wegesignatur in schwarz mit roter Zusatzlinie und roter Wegenummer

---

Figur 2

Zeichenerklärung zur neu zu bearbeitenden " Karte der Brentagruppe" 1:25 000

# Zeichenerklärung

## Strassen und Wege

- Hauptstraße (II A) mit Nummer / Brücke als markierter Wanderweg ohne Nummer
- Nebenstraße (IB) / Tunnel als markierter Wanderweg ohne Nummer
- Befestigter Fahrweg (III) / Galerie als markierter Wanderweg ohne Nummer
- Wirtschaftsweg (III) / Schranke (für Kfz gesperrt) als markierter Wanderweg
- Fußweg  
Fußweg; markiert / Wanderweg-Nummer
- Pfad (Vegetationsgebiet), Steig (Fels, Schutt)  
Pfad, Steig; markiert; ohne Nummer
- Spur (Vegetationsgebiet), Steigspur (Fels, Schutt)  
Spur, Steigspur; markiert; ohne Nummer
- Klettersteig; nicht markiert; mit Nummer
- Klettersteig; markiert; mit Nummer  
Eisenleiter

## Seilbahnen

- Kabinenseilbahn
- Sessellift
- Schleplift
- Materiallift

## Gebäude

- Häuser / Hofraum / Gärten
- Kirche / Kapelle
- Alpenvereins- (CAI, SAT) mit Übernachtung  
Private Schutzhütte mit Übernachtung
- Berggasthof, Wirtshaus ohne Übernachtung
- Biwakschachtel / sonstige Schutzhütte
- Ruine / Burgruine, Schloßruine
- Tankstelle / Turm

## Sonstige topographische Einzelzeichen

- Zeltplatz / Campingplatz
- Hubschrauberlandeplatz / Parkplatz
- Sportplätze
- Höhenpunkt mit Höhenangabe
- Trigonometrischer Punkt mit Höhenangabe
- Funkmast, Sendemast / Elektrizitätswerk, Umspannwerk
- Denkmal / Höhle
- Bildstock, Wegkreuz, Gipfelkreuz / Wegweiser
- Sprungschanze
- Hochspannungsleitung mit markanten Masten
- Mauer, Stützmauer / Steinwall
- Zaun
- Friedhof mit Mauer
- Lawinerverbauung
- Naturschutzgebietsgrenze

## Gewässer und Wasserbauten

- Quelle / Schluckloch
- Bäche, Flüsse: a) Entwässerungsgraben  
b) Bach unter 3 m Breite  
c) Bach, Fluß über 3 m Breite  
d) Fließrichtungspfeil
- zeitweise wasserführendes Gewässer
- See mit fester und veränderlicher Uferlinie  
Wasserspiegelhöhe  
Anlegesteg
- Durchlaß / Furt
- Wasserfall
- Wildbachverbauung / Wehr
- Schwimmbad
- Brunnen
- Viehtränke
- Wasserbehälter
- Wasserleitung; oberirdisch
- Steg, / Wassermühle
- Nasse Stelle, Sumpf

## Vegetation

- Nadelwald; Hochwuchs  
scharfe Waldgrenze  
unscharfe Waldgrenze
- Laubwald; Hochwuchs  
scharfe Waldgrenze  
unscharfe Waldgrenze
- Mischwald; Jungwuchs  
scharfe Waldgrenze  
unscharfe Waldgrenze
- Krummholz, Latschen  
scharfe Grenze  
unscharfe Grenze
- aufgelöster Wald
- Baumgruppen / Latschengruppe
- Baumreihen
- Gebüsch / Hecke
- Wiese, Weide, Alm
- Baumschule, Obstplantage
- Weinbau
- Ackerland

## Höhenlinien

- |                   |                 |           |          |                      |
|-------------------|-----------------|-----------|----------|----------------------|
| Vegetationsgebiet | Fels und Schutt | Gletscher | Gewässer | Zählhöhenlinie 100 m |
| 1000              | 2000            | 3000      | 800      | Haupthöhenlinie 20 m |
|                   |                 |           |          | Hilfshöhenlinie 10 m |

## Geländebeispiele

- |   |   |   |
|---|---|---|
| Vegetationsgebiet                               | Fels und Schutt                             | Gletscher   |
| Wald<br>Rinne<br>Wiese<br>kantige Geländestufen | Sturzblöcke<br>Schuttkegel<br>Rinne<br>Fels | Seitenmoräne aus Moränenschutt<br>Gletscher<br>Gletscherspalten<br>Gletscherbruch |

Figur 2



- Wir gebrauchen die Bezeichnung "sonstige Schutzhütten". Darunter sind solche zu verstehen, die nicht als offizielle Schutzhütten gelten, nicht bewirtschaftet werden, aber immer geöffnet sind und jedermann die Möglichkeit zum Unterstellen gewähren. Im Gebiet der Brenta sind dies vor allem aufgelassene Almhütten.
- Die Unterscheidung zwischen reinen Zeltplätzen und allgemeinen Campingplätzen (Caravan- und Zeltplatz) ist für Besitzer von Wohnanhängern und -mobilen ein sinnvoller Hinweis.
- Als wichtig betrachten wir auch die Darstellung der Landeplätze für Hubschrauber. Sie haben im Gebirge eine große Bedeutung für die Lebensrettung und anderes mehr.
- Bei der Wahl der Farbe für die Naturschutzgebietsgrenze bieten sich die bereits für den Druck vorgesehenen Farben rot, grün und blau an. Wir haben blau gewählt, weil wir damit die geringsten Farbüberlagerungsprobleme hatten.
- Bei der Vegetationsdarstellung tritt an die Stelle der getilgten schwarzen Baumringel-Flächensignatur für Wald eine lockere Gattungssignatur mit grünem Flächenton. Die Latschenflächen, die in der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 nicht extra ausgewiesen sind, erhalten eine intensiv grüne Flächensignatur, welche der Wald-darstellung verwandt ist. Hier wurde anderweitigen Vorschlägen, etwa der Verwendung eines olivfarbenen Flächentones aus Gründen der Überlagerung und Farbbelastung (Kleinflächenmosaik) nicht gefolgt. Wiesen und Weiden erhalten keine Wiesenpunktsignatur, Äcker werden als blaßrote Flächen ausgewiesen. Diese Maßnahmen im Zusammenhang mit der Vegetationsdarstellung reduzieren den Schwarzanteil des Kartenbildes ganz beachtlich und steigern die Lesbarkeit. Darüber wurde von G. Neugebauer an anderer Stelle /5/ ausführlich berichtet.
- Die drei vorherrschenden Erscheinungstypen des Hochgebirges, Vegetationsbereich, Fels-/Schuttbereich und Gletscher, werden dem Kartenbenutzer durch mehrfarbige Kartenbeispiele am Ende der Zeichenerklärung verdeutlicht.

#### Felsnachtragszeichnung

Aus den in III/5 "Reproduktionstechnische Anwendungen ..." genannten Gründen mußte die Felszeichnung aus einem alten Dreifarbedruck der "Karte der Brentagruppe" mit Hilfe der Scannertechnik gewonnen werden. Das Ergebnis, ein Scanner-Schwarz- auszug ⑥ war die Grundlage aller weiteren kartographischen Arbeiten bei der Neuherstellung einer Kartenprobe zur "Karte der Brentagruppe". Die in dem Scanner-Schwarz- auszug ⑥ neben der Felszeichnung vorhandenen übrigen schwarzen Kartenelemente wie Teile der Situation, Höhenlinien im Fels und Schutt, Kartenschrift und Baumringelsignaturen, mußten getilgt werden.

Diese Tilgung (Felsfreistellung) erfolgte durch Abdecken auf einem Negativ des Scanner-Schwarz- auszuges ⑦. Bei dieser sehr zeitaufwendigen Arbeit mußte besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, daß nicht zu viel von der Felszeichnung und Schuttpunktur verloren ging, da alle entstandenen Lücken später zeichnerisch wieder geschlossen werden mußten. In einigen Fällen war es auch notwendig, Teile der alten Felszeichnung zu eliminieren. Das geschah dann, wenn mit Hilfe von Luftbildern Felskorrekturen in den Fortführungsoriginalen ② angebracht worden waren.

Für die Felsnachtragszeichnung ⑧ wurde der von den übrigen schwarzen Kartenele-

1	2	3			4			5			6		7		8		9										
SCHRIFFTHERKUNFT	NAME	SCHRIFFTGRÖSSE			WORTLÄNGE		KORREKTURWERTE		KLEINBUCHSTABE		KLEINBUCHSTABE		KLEINBUCHSTABE		KLEINBUCHSTABE		KLEINBUCHSTABE										
		G GROSSBUCHSTABE (mm)	K KLEINBUCHSTABE (mm)	G/K GRÖSSEN- VERHÄLTNIS	GESAMT- (mm)	EINZEL- (mm)	ENGER- STELLUNG (mm)	SPERRUNG (mm)	GROSSBUCHSTABE (mm)	KLEINBUCHSTABE (mm)																	
Karte der Brentagruppe 1:25 000 1908/38	Castelletto superiore	1,6	0,85	1,88	20,5	10,5/9,5	± 0	10,5	9,5	0,355	0,481	—	10,1/9,2	0,415	—	0,065	0,028	0,021									
																			Castelletto superiore	1,09	1,47	10,5	9,5	—	0,065	0,028	0,021
Lichtsatzversuch 1	Castelletto superiore	1,25	0,85	1,49	21,3	10,5/9,8	± 0	10,5	9,5	—	—	0,18	10,0/9,2	—	0,136	0,196	0,136	0,136									
																			Castelletto superiore	0,85	1,49	10,5	9,5	—	0,18	0,196	0,136
																			Castelletto superiore	1,27	1,49	10,5	9,5	—	0,18	0,196	0,136
Lichtsatzversuch 2	Castelletto superiore	1,27	1,01	1,49	21,3	10,5/9,8	± 0	10,5	9,5	—	—	0,18	10,0/9,2	—	0,136	0,196	0,136										
																		Castelletto superiore	1,01	1,49	10,5	9,5	—	0,18	0,196	0,136	
Lichtsatzversuch 3	Castelletto superiore	1,27	1,01	1,49	21,3	10,5/9,8	± 0	10,5	9,5	—	—	0,18	10,0/9,2	—	0,136	0,196	0,136										
Lichtsatz <sup>19</sup>	Castelletto superiore	1,5	1,01	1,49	21,3	10,5/9,8	± 0	10,5	9,5	—	—	0,18	10,0/9,2	—	0,136	0,196	0,136										

Tabelle 1

Erläuterung der Lichtsatzversuche zur Neubeschriftung der "Karte der Brentagruppe" mit Angabe der Schriftgröße und Wortlänge als Sollwerte für den Lichtsatz am Beispiel des Namens "Castelletto superiore".

menten befreite Scanner-Schwarzauszug ⑥ als blaue Anhalt kopie auf eine Astralonfolie aufkopiert. Darauf erfolgte der felszeichnerische Nachtrag im Original-Maßstab 1:25 000. Diese Arbeit umfaßte im wesentlichen die Felsergänzung in den seit 1908 durch den Gletscherrückgang eisfrei gewordenen Gebieten, sowie an Stellen mit Schriftlücken. Es mußte viel Mühe und Geschick aufgewendet werden, um den Duktus der Aegerter'schen Felszeichnung nachzuvollziehen.

#### Kartenoriginale

Der Karteninhalt, mit Ausnahme der Felszeichnung, wurde farbgetrennt auf fünf Glasgravurplatten für die Kartenfarben schwarz, braun, blau, rot und grün-1 (Vegetationsgrenzen) graviert ⑬. Um ein Optimum an Gravurqualität und Maßhaltigkeit zu erzielen, zogen wir die Glasgravur der Foliengravur vor.

Nur der Flächendecker für Wald ⑩ ist auf Astralonfolie zeichnerisch erstellt worden.

Da sich bei der Schichtgravur auf Glas für die Kartenprobe keine nennenswerten Anwendungsprobleme ergaben, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden. Bei der Originalherstellung der Gesamtkarte im Format 53x85 cm wird neben der Glasgravur für die Kartenfarben schwarz, braun und rot auch die Foliengravur für die Kartenfarben blau und grün-1 eingesetzt werden. Für die Waldflächendecker-Herstellung (grün-2) wird das Negastrip-Verfahren zur Anwendung kommen.

#### Kartenbeschriftung

In III/5 "Reproduktionstechnische Anwendungen und kartographische Bearbeitung" wurde bereits darauf hingewiesen, daß es unumgänglich war, die gesamte Beschriftung der "Karte der BrentaGruppe" zu erneuern. Es war unser Ziel, mittels Lichtsatz ein im Duktus dem bisherigen gleichartiges, jedoch gesteigert lesbares Schriftbild zu gewinnen, ohne die Felszeichnung nachteilig zu beeinflussen. Außerdem sollte die Namensgebung auf den neuesten Stand gebracht werden.

Lichtsatz – Ursprünglich bestand die Absicht, die neue Kartenschrift genau an die Stelle der alten zu setzen, damit die durch das Abdecken der alten Schrift im Scanner-Schwarzauszug-Negativ ⑦ entstandenen Lücken in der Felsdarstellung nicht nachgezeichnet werden mußten. Um dieses Vorhaben zu testen, wurden Schriftgröße und Wortlänge willkürlich ausgesuchter Namen in der "Karte der BrentaGruppe" als Sollwerte für Lichtsatzversuche am "diatype"-Fotosetzgerät ermittelt. Diese Versuche brachten folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 1):

##### – Schriftart (Spalte 2)

Die Schriftscheiben Kursiv liegend/Kursiv liegend Haar, Kursiv stehend und Römisch stehend/Römisch liegend eignen sich dem Duktus nach für einen gleichwertigen Ersatz der Kartenbeschriftung.

Man überprüfe diese Feststellung auch an Namen gleicher Schriftart in Karte 1 und Karte 2 (Beispiel: Rif. Stoppani).

##### – Schriftgröße (Spalten 3 bis 5)

Zunächst wurde für den Lichtsatz die in der "Karte der BrentaGruppe" gemessene Schriftgröße der Großbuchstaben (Beispiel: Castelletto superiore) herangezogen

(= 1,6 mm in Spalte 3). Bei diesem Versuch fielen die abgesetzten Kleinbuchstaben größer aus als diejenigen der alten Kartenschrift (= 1,09 mm gegenüber 0,85 mm im Namensbeispiel in Spalte 4). Das hätte sich zu Lasten der Felszeichnung ausgewirkt.

Deshalb wurde anschließend aus der gemessenen Schriftgröße von Kleinbuchstaben der entsprechende Wert für die Großbuchstaben rechnerisch ermittelt (= 1,25 mm beziehungsweise 1,27 mm im Namensbeispiel in Spalte 3). Diese fielen nun deutlich kleiner aus als bei der alten Kartenschrift. Das wiederum hätte eine zeichnerische Felsergänzung zur Folge gehabt.

– Wortlänge (Spalten 6 bis 9)

Die Einhaltung des Sollwertes "Wortlänge" der alten Beschriftung war beim Lichtsatz der neuen nur mit Hilfe der Buchstaben-Engerstellung (Lichtsatzversuch 1) beziehungsweise der Buchstaben-Sperrung (Lichtsatzversuche 2 und 3) zu erzielen.

Bei Namen, die aus mehreren Worten zusammengesetzt sind, wie im Namensbeispiel Castelletto superiore, ergab sich ein weiteres Problem. Es mußte für jedes Wort ein eigener Engerstellungs- beziehungsweise Sperrungsbetrag am Lichtsatzgerät eingegeben werden, um die Einzelwortlängen einzuhalten. Dadurch entstand ein unruhiges Schriftbild. Deshalb schien uns das Absetzen auf die Gesamtwortlänge mit nur einem einzigen Engerstellungs- beziehungsweise Sperrungsbetrag besser. Das wiederum zog an den Wortzwischenräumen eine zeichnerische Felsergänzung nach sich.

Aus den vorstehenden Versuchen ergab sich, daß die Anpassung der neuen Kartenschrift an die Wortlängen der alten keine zufriedenstellende Lösung war.

Zwei weitere Gründe kamen noch hinzu, die eine andere Vorgehensweise notwendig machten:

- Zum einen zeichnete sich bei der Bearbeitung der Fortführungsoriginale ② ab, daß es aufgrund des gegenüber der alten "Karte der Brentagruppe" erheblich vermehrten Karteninhaltes notwendig war, die Schriften stellenweise neu zu plazieren. Somit konnte auf eine zeichnerische Schließung der Lücken in der Felsdarstellung, die durch das Abdecken der übrigen schwarzen Kartenelemente entstanden waren, prinzipiell nicht verzichtet werden.
- Zum anderen ergab eine intensive Untersuchung aller in der "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 vorkommenden Schriften, daß eine Verringerung der Anzahl der Schriftarten und Schriftgrößen erforderlich war (siehe hierzu Tabelle 2). Die alte "Karte der Brentagruppe" weist beispielsweise in der Gruppe der Bergnamen drei verschiedene Schriftarten mit insgesamt dreißig Schriftgrößen auf (siehe Tabelle 2). Bei der Neubeschriftung wurden die Bergnamen auf eine einzige Schriftart mit sieben Schriftgrößen reduziert. Dadurch ist eine Neuklassifizierung aller Kartenschriften notwendig geworden. Diese richtete sich vor allem nach der Bedeutung der einzelnen Objekte und erst in zweiter Linie nach deren Höhe, Länge und Fläche.

---

## Tabelle 2

Zahlenmäßige Gegenüberstellung von Schriftarten (Anzahl, Art) sowie Schriftgrößen (Anzahl, Größe im Maximal- und Minimalmaß) innerhalb der einzelnen Namensgruppen in der alten "Karte der Brentagruppe" von 1908/38 und in der Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe".

NAMENSHAUPTGRUPPEN	KARTE DER BRENTAGRUPPE – ALT (1908/38)				KARTE DER BRENTAGRUPPE – NEUBEARBEITUNG					
	SCHRIFTARTEN Anzahl	Art	SCHRIFTGRÖßEN Anzahl	Größe (mm) min.	SCHRIFTARTEN Anzahl	Art	SCHRIFTGRÖßEN Anzahl	Größe (mm) min.		
ORTSNAMEN	Gemeinden	1	Rst	2	2,2	1,8	2	2,7	2,4	
	Gemeindeteile	2	Rst Rvl	4	2,5	1,6	2	2,7	2,0	
	Wohnplätze	1	Cvl	9	2,1	1,2	3	1,8	1,3	
	Almhütten (Malge)	1	Cvl	8	2,2	1,4	2	1,6	1,2*)	
	Schutzhütten, Hotels	2	Rst Cvl	6	2,0	1,3	2	1,8	1,6*)	
	Schriftzusätze	2	Rst Cvl	3	1,3	0,9	2	1,5	1,2	
	Flüsse	1	Cvl	4	1,4	1,0	2	1,5	1,2	
	Seen	2	Rst Cvl	1	2,4	1,2	3	2,4	1,4	
	Gletscher	1	Cvl	8	1,8	1,1	3	1,8	1,2	
	Trockengraben	1	Cvl	5	1,5	1,1	2	1,4	1,2	
GEWÄSSER	Schriftzusätze	1	Cvl	6	1,4	0,9	2	1,5	1,2	
	Berge	3	Rst Rvl Cvl	8 12 10	3,1 2,6 2,0	1,8 1,1 1,1	7	3,0	1,2	
		Pässe, Scharten	2	Rst Cvl	1 9	1,8	1,0	4	1,8	1,2
			Täler, Senken	2	Rvl Cvl	10 11	2,7 2,1	1,4 1,1	7	2,6
	Wälder	1		Cvl	7	2,3	1,4	3	2,0	1,5
	Flurnamen	2	Rvl Cvl	3 11	2,0 2,1	1,8 1,1	5	2,0	1,2	
		HÖHEN- ANGABEN	1	Rst	1	1,1	1,1	1	1,1	1,1
	Höhenpunkte		1	Rvl	2	0,9	0,8	1	1,1	1,1
	Höhenlinienzahlen		1	Rvl	2	0,9	0,8	1	1,1	1,1
	RAND- ANGABEN	Geographische Koordinaten	1	Rst	5	1,9	1,2	2	2,0	1,5
Richtungshinweise		1	Cvl	4	1,4	1,1	1	1,4	1,4	

ERLÄUTERUNGEN: B = Balken-Schrift; C = Kursiv-Schrift; H = Haarstrich; R = Römische Schrift; hf = halbfett; st = stehend; vl = vorwärtsliegend; \*)Ruinen, verfallen

Tabelle 2

Hier sei als Beispiel der geographische Name "M. Turion basso" (siehe Karte 1, oben rechts) angeführt, dem wegen seiner Auffälligkeit trotz geringerer absoluter Höhe von 2385 m eine größere Schrift zugeordnet wurde als dem weniger auffälligen aber höher gelegenen "M. Turion alto" (2442 m).

Lediglich die Namen der Gemeinden, der Gemeindeteile und der Wohnplätze wurden nach der Einwohnerzahl abgestuft.

Die vorstehenden Erkenntnisse führten dazu, daß die bisherige Vorgehensweise mit Ausmessen jedes Wortes, Berechnung der Schriftgrößen und Lichtsatz mit Sollwert "Wortlänge" nicht weiter verfolgt wurde. Für das endgültige Vorgehen ⑲ sind nurmehr die entsprechenden Vorgaben für Schriftart und Schriftgröße nach Tabelle 2 – Neubearbeitung maßgebend. Damit ist die Prozedur am Lichtsatzgerät wesentlich vereinfacht worden.

Schriftmanuskript – Für die weitere Arbeit mußte als nächstes ein Schriftmanuskript ⑰ erstellt werden, in dem die Namen aus der alten "Karte der Brentagruppe" denjenigen aus der "Carta d'Italia" und jenen von K. Schulz in /6/ gegenübergestellt wurden. Letztere deswegen, weil L. Aegerter seinerseits selbst darum gebeten hatte, daß Prof. K. Schulz sein Schriftmanuskript korrigiere /7/. Die bei dieser Gegenüberstellung aufgetretenen Unterschiede in der Namensgebung und Schreibweise erklärten die von L. Aegerter in /1/ aufgezeigten Schwierigkeiten mit der Nomenklatur in der Brentagruppe. Dieses Schriftmanuskript ⑰ mußte der erwähnten Namensunterschiede wegen einer neuen namenskundlichen Berichtigung ⑱ unterzogen werden (siehe III/8 "Toponomastik ...").

Schriftfreistellung – Nach den farbgetrennten Schrift- und Signaturenmontagen ⑳ stellte sich das Problem der Schriftfreistellung in der Felszeichnung. Diese Freistellung sollte photomechanisch erfolgen. Dazu wurden verstärkte Schriftnegative der Schriftmontagen benötigt ㉓. Erste Versuche der Schriftverstärkung mit Streufolien in Verbindung mit einer Punktlichtquelle eines Kontaktkopiergerätes brachten unbefriedigende Ergebnisse. Es machte sich vor allem ein erheblicher radialer Versatz zu den Rändern der Schriftvorlagen hin bemerkbar.

Weitere Versuche mit Streulicht im Kontaktkopiergerät, bei Wegfall der Streufolien, führten jedoch zu einem brauchbaren Ergebnis. Die günstigste Belichtungszeit wurde in einer Testreihe ermittelt. Die erzielte Schriftverstärkung im Negativ betrug 0,25 mm.

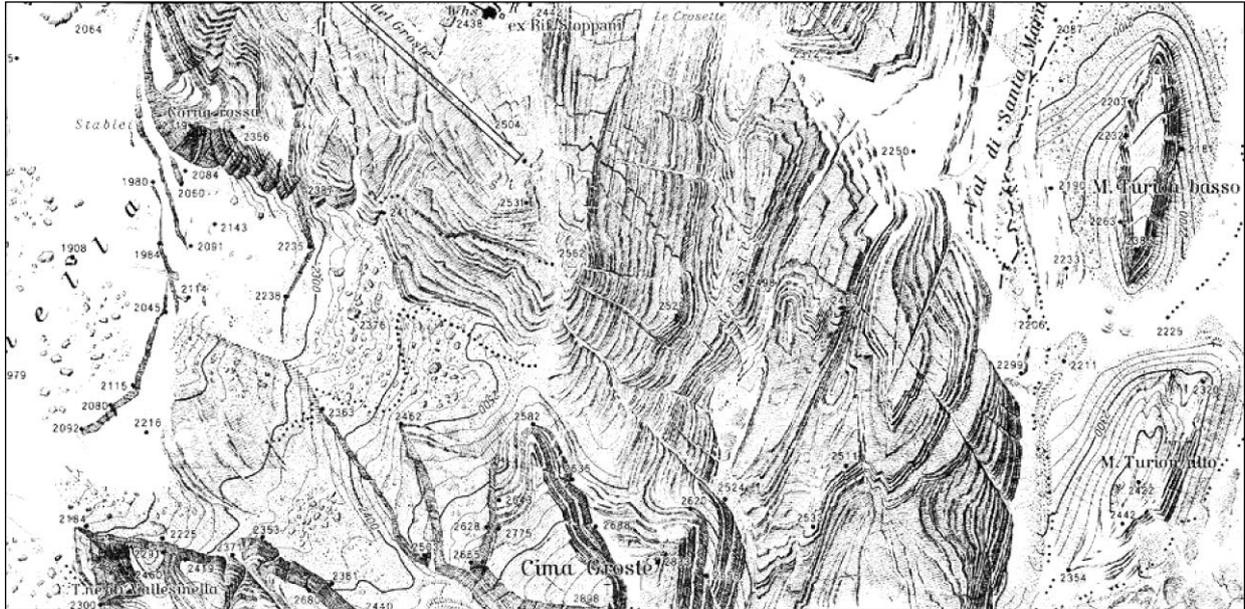
Betrachten wir abschließend das Ergebnis der Neubeschriftung.

Karte 1 zeigt die erfolgte Neubeschriftung, Karte 2 die Kartenschrift der alten "Karte der Brentagruppe" von 1908/38.

Wir glauben, daß es gelungen ist, das Problem positiv zu lösen. Die Felsdarstellung hat keinen Schaden genommen.

#### Schlußbemerkung

Durch die Verminderung des Schwarzanteiles im Inhalt (Waldsignaturen) und die Neubeschriftung mit Schriftfreistellung ist das Kartenbild lesbarer geworden. Dadurch und wegen der Aktualisierung des Gesamt-Karteninhaltes wird die "Karte der Brentagruppe" nach Fertigstellung wieder einen hohen Gebrauchswert für Bergsteiger, Wanderer und sonstige Anwender erlangen.



Karte 1

Neue Kartenbeschriftung mit Schriftfreistellung im Fels  
 (Ausschnitt aus dem Schwarzoriginal 25 der Karte 3 – Kartenprobe in III/5  
 "... kartographische Bearbeitung")



Karte 2

Alte Kartenbeschriftung im Vergleich mit Karte 1  
 (Ausschnitt aus dem Scanner-Schwarzauszug 6 der "Karte der Brentagruppe"  
 1:25 000 von 1908/38)

## Literaturverzeichnis

- /1/ A e g e r t e r, Leo: Begleitworte zur Karte der BrentaGruppe. In: Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Band XXXIX, Seite 80-91. 1908. München
- /2/ Entwurf einer Zeichenvorschrift für die Alpenvereins-Karten 1:25 000. Unveröffentlichte Arbeitsgrundlage des Deutschen Alpenvereins. 1979 von R. Blanke erstellt und 1985 von J. Fischer und R. Mauz überarbeitet. München
- /3/ Musterblatt für die Topographische Karte 1:25 000. Herausgegeben vom Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, 1981. Bad Godesberg
- /4/ N e u g e b a u e r, Gustav: Die topographisch-kartographische Ausgestaltung von Höhenlinienplänen. Vorschläge und Begründung für eine naturnahe Geländedarstellung in topographischen Karten. In: Kartographische Nachrichten, 12. Jahrgang, Seite 102-109. Bertelsmann Verlag, 1962. Gütersloh
- /5/ N e u g e b a u e r, Gustav: Die Kartenprobe Wolfgangsee 1:25 000. In: Kartographische Nachrichten, 26. Jahrgang, Seite 201-217. Kirschbaum Verlag, 1976. Bonn-Bad Godesberg
- /6/ S c h u l z, Karl: Die Brenta Gruppe. In: Die Erschließung der Ostalpen, Band III - Die Centralalpen östlich vom Brenner und die südlichen Kalkalpen, Seite 297-349. Herausgegeben vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein, 1894. Berlin
- /7/ Schriftverkehr zwischen dem Zentralausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins und Leo Aegerter. Archiv des Österreichischen Alpenvereins. Innsbruck
- /8/ S e i b e r t, Dieter: Orientierung im Gebirge mit Karte, Kompaß und Höhenmesser. Bergverlag Rother, 1984. München

### Weitere Literatur

- F i s c h e r, Johannes: Karte der BrentaGruppe 1:25 000 - Fortführung. Angaben für die weitere Bearbeitung. Unveröffentlichter Arbeitsbericht, 1981. UniBw, Neubiberg
- I m h o f, Eduard: Kartographische Geländedarstellung. Walter de Gruyter Verlag, 1965. Berlin

## III/7 GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE ERLÄUTERUNG

von Dietrich Herm und Harald Immel, München

Inhalt:

1. Geologische Erforschungsgeschichte der Brentagruppe
2. Geologische Lage der Brentagruppe
3. Gesteinsaufbau
  - 3.1 Stratigraphie der Brentagruppe
  - 3.2 Genese der Gesteine
4. Tektonische Überprägung
5. Quartäres Geschehen
  - 5.1 Eiszeiten
  - 5.2 Nacheiszeit
6. Beziehungen zwischen geologischem Untergrund und geomorphologischem Formenschatz
7. Literaturverzeichnis

1. Geologische Erforschungsgeschichte der Brentagruppe

Die älteste geologische Kartendarstellung der Brenta findet sich auf der 1852 erschienenen "Geognostischen Karte von Tirol", die vom geognostisch-montanistischen Verein für Vorarlberg und Tirol herausgegeben wurde. Die Gesteinsserien sind allerdings nur wenig untergliedert und Angaben zur Tektonik fehlen völlig. Die Bearbeiter waren offensichtlich beeindruckt von den scheinbar einheitlichen Kalkserien und der ungestörten Lagerung.

Als nächster erfaßte R. Lepsius (1878) mit seiner Karte "Das westliche Süd-Tirol" (W. Hertz, Berlin) im Maßstab 1:144 000 auch die Brentagruppe und beschrieb in dem hier behandelten Gebiet den Hauptdolomit, die rhätischen Schichten sowie einen korallenführenden Lithodendrenkalk lithologisch sehr treffend. Ausführlich werden auch die Fossilfunde behandelt und biostratigraphisch ausgewertet. Die typischen geomorphologischen Formen sind auf romantischen Holzstichen gut getroffen.

1903 erschienen die das Gebiet berührenden Kartenblätter der "Geologischen Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie" im Maßstab 1:75 000.

Die Störungen um die tektonischen Linien werden dabei sehr zurückhaltend behandelt, daher kommt es zu stratigraphischen Fehlinterpretationen von Gesteinsserien und folglich in einigen Gebieten zu einer falschen Darstellung ihrer Verbreitung.

In den 30er Jahren wurden fast gleichzeitig, aber völlig unabhängig voneinander zwei sehr genaue Detailkartierungen der gesamten Brentagruppe durchgeführt.

J. Wiebols /7/, welcher der Alpengologen-Schule von Professor R. von Klebelsberg in Innsbruck entstammte, benutzte als Grundlage die hervorragende "Karte der Brentagruppe" des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1:25 000 von L. Aegerter und H. Rohn.

L. van Houten übernahm geologische Kartierungsarbeiten im Südteil des Kartenblattes. Die ausgezeichnete Ausarbeitung der Geländeformen und die Darstellung der Felsformation auf der topographischen Karte war eine wichtige Grundlage für die sehr genaue und präzise geologische Erfassung. Die Beschreibung der Gesteine ist umfassend und auch heute noch in allen wesentlichen Bereichen zutreffend.

L. Trevisan, aus der sehr aktiven Forschergruppe in den Südalpen um G. B. dal Piaz und R. Fabiani hervorgegangen, benutzte als Kartengrundlage eine Karte 1:50 000 von St<sup>o</sup> Cartografico G. Giardi in Firenze, die in der Geländedarstellung sehr vereinfacht ist und bei weitem nicht den geomorphologischen Formenschatz so treffend charakterisiert wie die Karte von Aegerter/Rohn. Die geologische Kartierung und die Ausarbeitung von L. Trevisan ist sehr gut, insbesondere ist die Tektonik sehr detailliert analysiert und erklärt.

Diese beiden sehr wertvollen Arbeiten weichen nur unbedeutend voneinander ab. Lediglich infolge unterschiedlicher Auffassungen bei den stratigraphischen Schichtabgrenzungen in der oberen Trias kommt es zu ungleichen Bezeichnungen und verschiedenen Kartiereinheiten. Ebenso gibt es kleinere Abweichungen bei der Beurteilung und Darstellung der holozänen Schuttüberdeckungen. Ganz individuell bevorzugt ein Kartierer eine stärkere Abdeckung der jüngeren Schuttbildungen und stellt auf der Karte mehr das unterlagernde Gestein dar, ein anderer kartiert die vorhandenen Bedeckungen voll aus und untergliedert sie detailliert nach genetischen Gesichtspunkten.

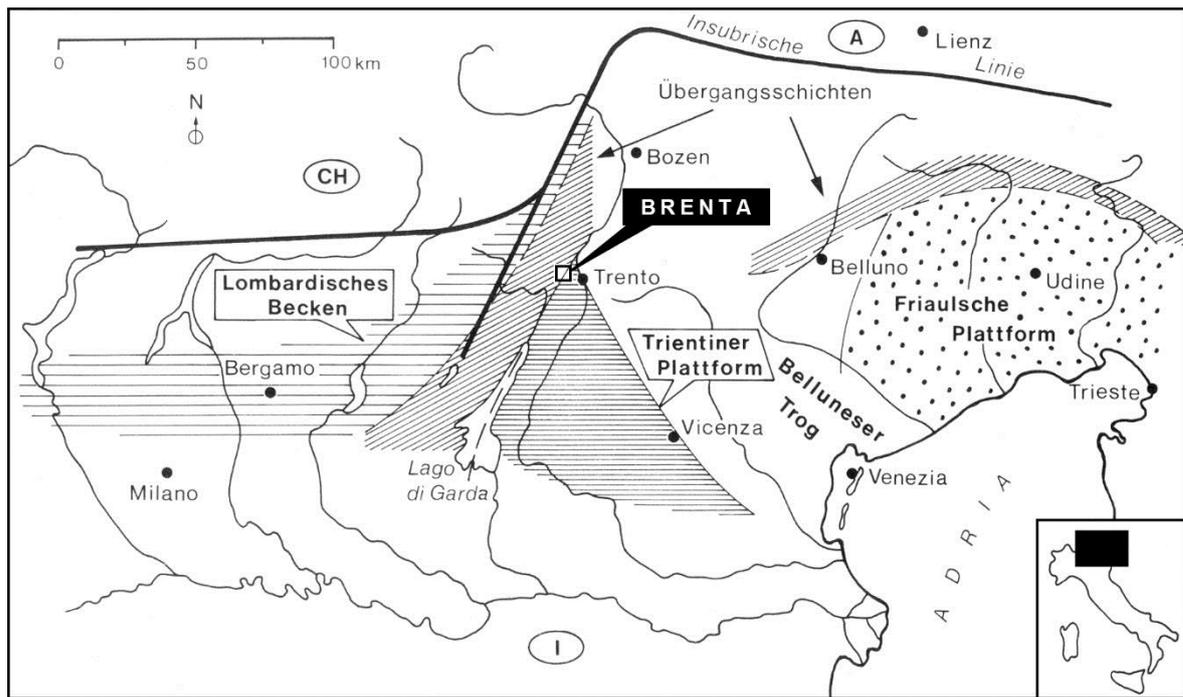
In der Folgezeit wurde die Brentagruppe immer wieder in großräumige geologische Untersuchungen mit gesteinsfazieller, tektonischer oder auch glaziologischer Fragestellung einbezogen. Spezialuntersuchungen oder Detailkartierungen, die die zentrale Brentagruppe betreffen, sind seit den umfassenden Arbeiten von J. Wiebols /7/ und L. Trevisan /6/ jedoch nicht mehr erschienen.

## 2. Geologische Lage der Brentagruppe

Für die Beschreibung der geologischen Lage eines Gebirgssockels, sofern er aus Sedimentgesteinen aufgebaut ist, sind zwei Gesichtspunkte wichtig: a) der ehemalige Ablagerungsbereich der Sedimentgesteine und b) die heutige tektonische Lage.

a) Die Südalpen, die aus marinen Sedimentgesteinen aufgebauten Gebirgszüge südlich der Insubrischen Linie (auch Periadriatische Linie genannt), werden während des Mesozoikums vier ehemaligen paläogeographischen Ablagerungsbereichen zugeordnet. Von Westen nach Osten sind dies: das Lombardische Becken, die Trientiner Plattform, der Belluneser Trog und die Friaulsche Plattform. Genau im Übergangsbereich des im Westen ausgedehnten Lombardischen Beckens zur Trientiner Plattform lag der Ablagerungsbereich der Gesteinsmassen, die heute das Brentamassiv aufbauen (Figur 1). Dem Lombardischen Becken, das ab der oberen Trias eine starke Absenkung erfuhr, stehen die Hochgebiete der Trientiner Plattform mit verminderter Absenkungsrate gegenüber. Dies prägt sich besonders in der Mächtigkeit der Gesteine, aber auch in der Fazies aus, die die ehemalige Ablagerungstiefe widerspiegelt.

Den Übergang von Hochgebieten zu den tiefer gelegenen und sich in rascherer Absenkung begriffenen Becken, muß man sich als sich räumlich und zeitlich verschiebende Bruchzonen vorstellen, in denen entlang von Störungen und Flexuren Vertikalbewegungen stattfanden. Eine solche Zone innerhalb der ehemaligen Südalpen-Geosynklinale zieht sich etwa Nord-Süd streichend durch den Gardasee (Garda-Escarpment); (Figur 2), das Sarca-Tal und weiter durch die Brenta.

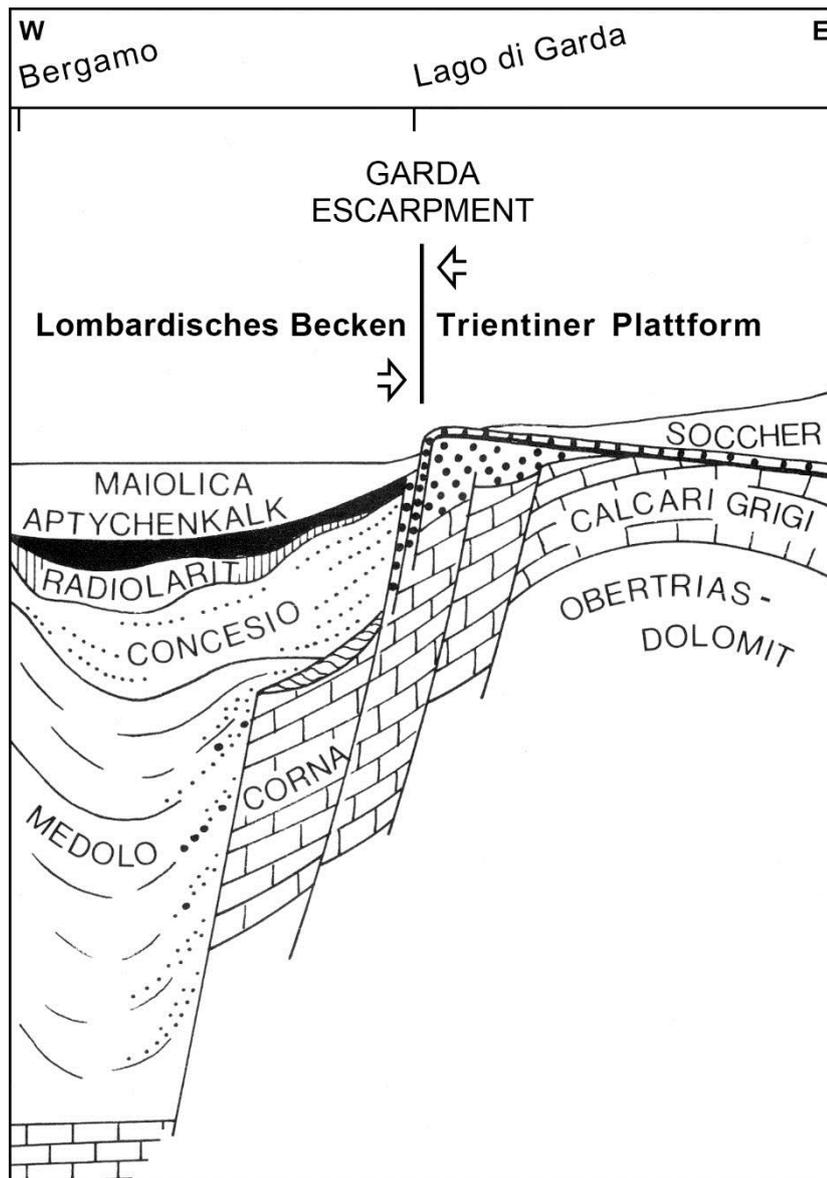


Figur 1

Lage der ehemaligen Ablagerungsbereiche der Südalpen im Erdmittelalter (Mesozoikum). Die spätere Brenta liegt dabei im Übergangsbereich zwischen dem Lombardischen Becken im Westen und der Trientiner Plattform im Osten. Vereinfacht nach F. Massari et al. /3/.

Die bevorzugte raschere Absenkung in den sogenannten Trögen wurde jedoch zeitweise durch eine erhöhte Sedimentation – wobei der Antransport von Sediment aus den benachbarten Hochgebieten eine wichtige Rolle spielte – ausgeglichen, so daß auch in den Trögen zeitweise Flachwasser-Bedingungen herrschten. Nur die Mächtigkeiten unterscheiden sich dann; in ihnen spiegeln sich die synd sedimentären Krustenbewegungen wieder.

b) Die Brenta ist der Nordwestpfeiler der großen Südalpenplatte und die höchste Erhebung des sogenannten Etschbuchtgebirges. Ihre unmittelbare Lage an der Judikarien-Linie, die im Westen im Tal von Madonna di Campiglio durchgeht, beeinflußt stark die Interntektonik. Diese wichtige Tektonische Linie, eine der Hauptstörungslinien der Alpen, an der sowohl Lateral- als auch starke Vertikalbewegungen im Tertiär stattfanden, läßt die Brenta im Norden gegen alte Kristallin-Serien des Austroalpin und im Westen gegen junge Intrusionsgesteine (Tonalit-Granit) stoßen. Nach Nordosten zu tauchen die Schichten sowie die gestaffelten Bruchschollen zur großen Nonstal-Mulde ab, in der junge Schichten der Kreide und sogar des marinen Tertiärs erhalten geblieben sind.



Figur 2

Ehemaliges, W-E orientiertes Ablagerungsprofil der Schichten der Obertrias und des Jura im Übergangsbereich zwischen Lombardischem Becken und Trientiner Plattform. Auffallend ist der gestaffelte Abbruch vom Hochgebiet zum Becken. Im Becken ist die Schichtfolge kompletter und mächtiger. Die Gesteine der Brenta wurden entlang des Gardaeskarps abgelagert.

Vereinfacht nach E. Winterer und A. Bosellini /8/

### 3. Gesteinsaufbau

#### 3.1 Stratigraphie der Brentagruppe

Die mesozoischen Sedimentgesteine der Brentagruppe lagern auf vulkanischen (Porphyry) und klastischen Gesteinen des Perm. Erstere besitzen als Vulkandecken im Westen der Brenta bereits eine deutlich geringere Mächtigkeit, als bei ihrer normalen Unterlagerung des Eisack- und Etschgebietes (Bozener Quarzporphyr). Letztere (Veruccano, Grödener Sandstein) stellen den verfestigten Abtragungsschutt älterer Gebirge dar, über den im Mesozoikum erneut das Meer (Tethys) transgredierte.

Die untere Trias (Skyth und Anis) ist ebenfalls noch geringmächtig, im Vergleich mit den Zentralen Dolomiten, zum Beispiel im Gebiet des Schlern und des Rosengartens. Ferner fehlen im Bereich der Brenta vulkanische Einschaltungen, wie sie etwa auf der Seiser Alm auftreten.

Aber in der oberen Trias (Karn, Nor und Rhät) wurde das Gebiet stark abgesenkt, was zur Ablagerung außerordentlicher Mächtigkeiten von Karbonatgesteinen (Kalke, Dolomite, Mergelkalke) führte. Diese bauen die eindrucksvollen Felswände der Brentagruppe auf. Vom Liegenden zum Hangenden lassen sich folgende Schichtglieder unterscheiden, deren Verlauf auch die geologische Karte von L. Trevisan /6/ zeigt (Karte 1 – Ausschnitt).

##### (1) Hauptdolomit

Der Hauptdolomit stellt den wichtigsten Felsbildner der Brentagruppe dar. Seine Mächtigkeit kann 1000 Meter überschreiten.

Der tiefere Anteil des Hauptdolomits, stratigraphisch noch in's Karn gestellt, wird stellenweise als eigenes Schichtglied ausgeschieden (siehe Geologische Karte von L. Trevisan /6/). Dieser Anteil zeichnet sich durch vielfältigere Färbung (gelblich, rötlich) und einen höheren Mergelanteil aus. Die höheren Teile des Hauptdolomits sind dagegen einheitlicher (grau, weißgrau) gefärbt.

Insgesamt wird der Hauptdolomit aus gut abgesetzten Bänken aufgebaut, deren Mächtigkeit zwischen einigen Dezimetern und mehreren Metern schwankt. Die markanten Schichtfugen werden durch die Genese bedingt, die sowohl feine Materilaunterschiede als auch verschiedene Verfestigungen hervorruft.

##### (2) Rhät

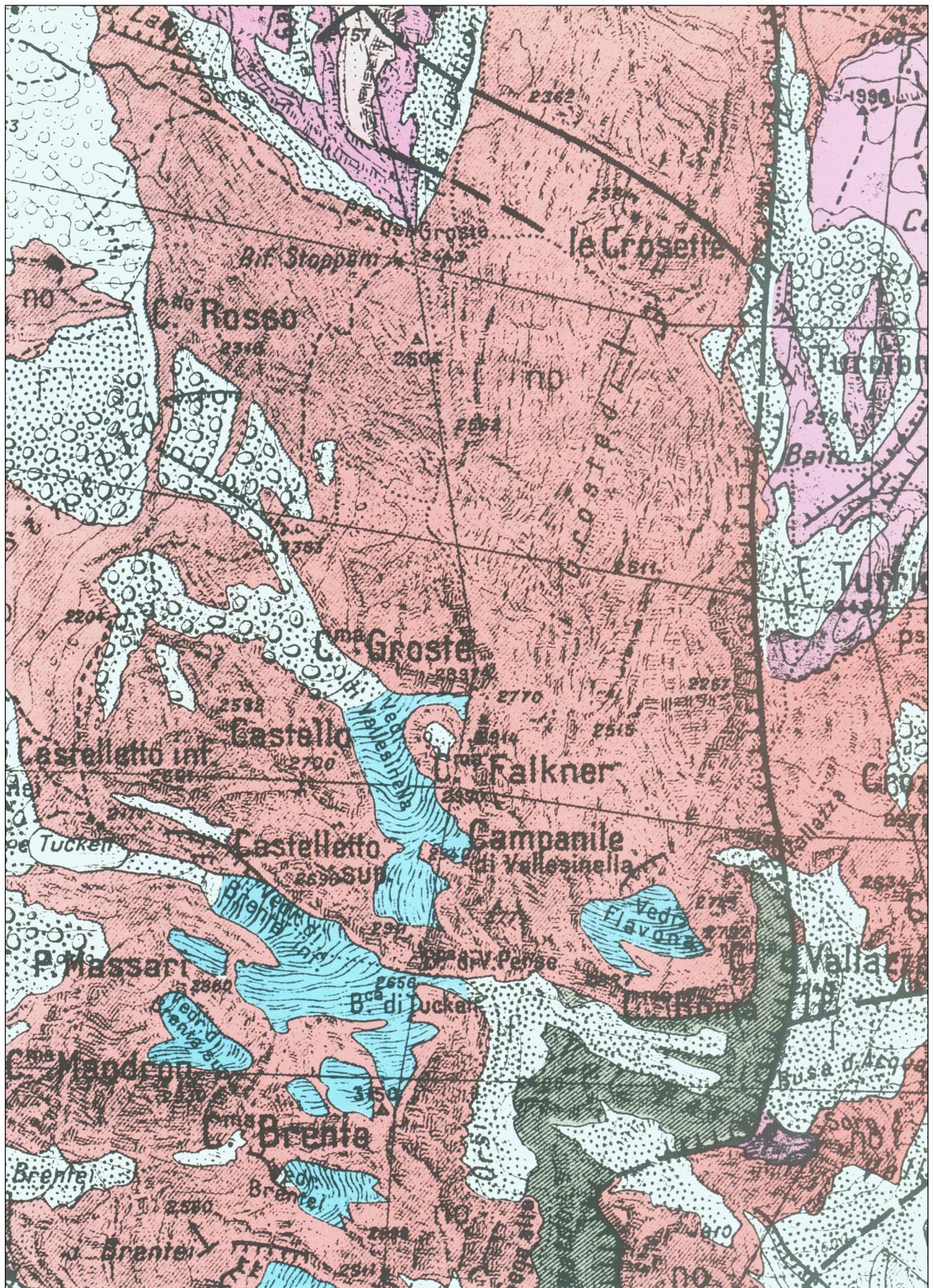
Der Hauptdolomit wird nach oben von den ebenfalls gebankten Schichten des Rhät abgelöst, deren gesamte Mächtigkeit mindestens 800 Meter erreichen kann. Einzelne Bänke werden wiederum bis zu mehreren Metern mächtig.

Dabei nimmt der Kalkgehalt auf Kosten des Dolomits zu. Zwischen vereinzelt noch dolomitischen Lagen treten reine Kalke im Wechsel mit Mergeln und Mergelkalken auf. Das verstärkte Einsetzen der Mergel im tieferen Rhät prägt sich geomorphologisch in großen Verebnungsflächen beziehungsweise breiteren Gesteinsbändern am Top des Hauptdolomits aus. Die einzelnen mergeligen Zwischenlagen variieren in ihrer Mächtigkeit zwischen wenigen Zentimetern und einigen Dezimetern.

Die Färbung des Gesteins ist insgesamt dunkler als im Hauptdolomit.

Auffallend ist der, im Gegensatz zum Hauptdolomit, relative Fossilreichtum, insbesondere des tieferen Rhät (Muscheln, Korallen, Brachiopoden) (Abbildung 1). Dabei zeichnen sich einzelne Bänke durch besondere Anreicherungen aus. Ein Beispiel bietet eine mehrere Meter mächtige Kalkbank mit Megalodonten im basalen Teil.





Hauptdolomit, tieferer Teil (Karn)

Rhät, tieferer gebankter Teil

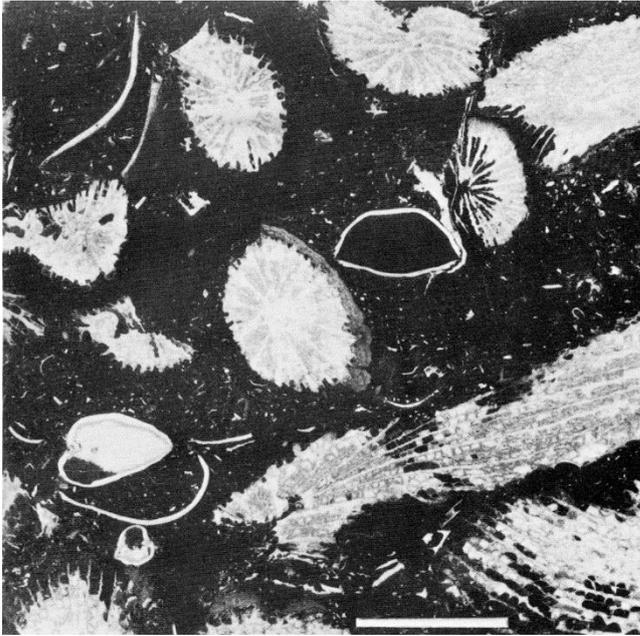
Hauptdolomit, höherer Teil (Nor)

Rhät, höherer wenig gebankter Teil

Karte 1 (siehe umseitig)

Karte 1 (Ausschnitt) 1:25 000

Geologische Karte des betrachteten Ausschnittes aus der zentralen Brenta. Teil einer Geländeaufnahme von L. Trevisan in den Jahren 1934 – 1937, die von ihm im Zusammenhang mit einer ausführlichen geologischen Beschreibung 1939 im Maßstab 1:50 000 publiziert wurde /6/.



Das höhere Rhät wird vorwiegend von einem helleren, wenig gebankten und fossilarmen Kalk gebildet. Schichtfugen sind in diesem Abschnitt wenig deutlich ausgeprägt, das Gestein ist brüchiger und verwittert in Schroffen, im Gegensatz zur treppenartigen Verwitterung des tieferen Rhäts.

Abbildung 1

Dünnschliff eines Fossilkalkes mit Längs- und Querschnitten östiger Korallen und Querschnitten von zum Teil doppelklappigen Muschelschalen. Am unteren linken Rand ist eine Muschel nur zum Teil mit Sediment verfüllt worden, in dem Hohlraum darüber hat sich später klarer Calcit auskristallisiert. Dies stellt eine fossile Wasserwaage dar, die die ursprüngliche horizontale Lage angibt.

Fundort: Nördlich Passo del Grotte, Sentiero Vidi, 2510 m

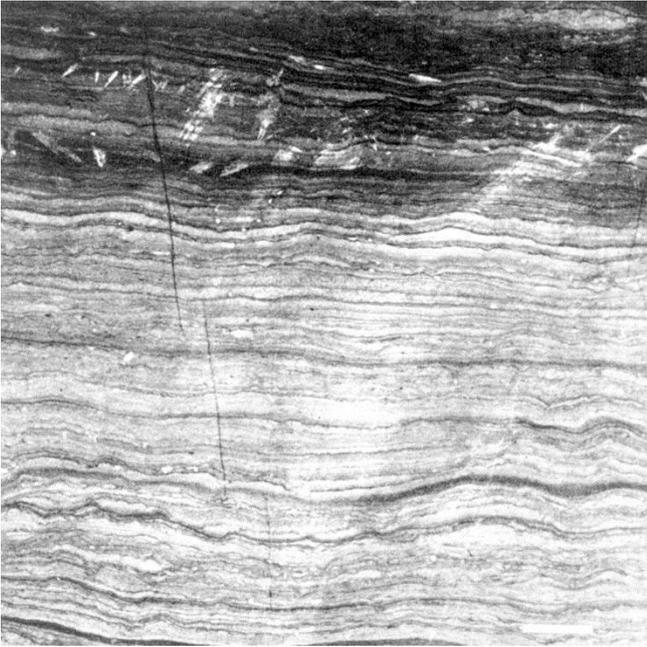
ü.M. (Unteres Rhät)

Balkenlänge: 1 cm

### 3.2 Genese der Gesteine

Die für die Geomorphologie so wichtige Bankung (siehe Felszeichnung in [Karte 3](#) – Kartenprobe in III/5 "... kartographische Bearbeitung") sowie unterschiedliche Verfestigung und daran ansetzende Verwitterung ist primär durch die Genese bedingt, die ihrerseits durch die Ablagerungsbedingungen vorgegeben ist.

Die obere Trias ist im gesamten marinen Ablagerungsbereich der nachmaligen Ost- und Südalpen durch weit ausgedehnte stabile untermeerische Flächen charakterisiert, die als Plattformen bezeichnet werden. Randlich finden sich gelegentlich Riffe, die flächenmäßig größte Verbreitung finden, oder flachmarine Sedimente. Die geringe Wassertiefe, oft nur wenige Meter beziehungsweise Trockenfallen im Gezeitenbereich, bedingt durch eine gute Durchlichtung des Wassers, eine kräftige Erwärmung sowie eine Beeinflussung durch Wind und Wellen. Hierdurch werden wiederum einzelne, für die Sedimentbildung wichtige Faktoren vorgegeben.



Licht, Wärme und Sauerstoffgehalt sind eine Voraussetzung für eine reiche Entwicklung von Organismen, vor allem Algen und einzelligen Kleinstlebewesen (Plankton). In besonders ruhigen, warmen und gut durchlüfteten Bereichen kommt es zur Ausbildung weitflächiger dünner Algen- und Mikrobenmatten. Deren blättereigartige, millimeterfeine Kalkkrusten sind auch fossil erhaltungsfähig und werden als Laminite bezeichnet (Abbildung 2).

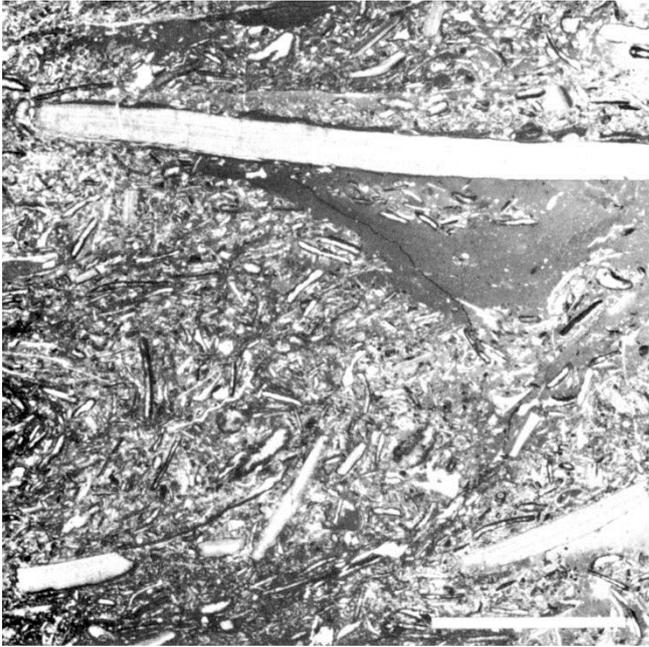
Abbildung 2

Anschliff eines Laminites. Wechsellagerung von helleren Kalkkrusten und dunkleren Lagen, von toniger oder bituminöser Zusammensetzung. Die Kräuselung ist meistens durch das Wachstum der Algen- und Mikrobenmatten bedingt. Im oberen Teil ist zu sehen, daß das bereits verfestigte Sediment schräg von der Oberfläche her angebohrt wurde und die millimeterfeinen Bohrlöcher mit dem nachfolgenden Sediment wieder verfüllt wurden. Auch durch diesen Vorgang ist die ursprüngliche oben-unten-Lage dokumentiert.

Fundort: Südlich Malga Flavona, 1950 m u. M. (Unteres Rhät)

Balkenlänge: 1 cm

Die genannten Lebewesen sind praktisch allein verantwortlich für die gesamte Kalkausfällung und damit Sedimentbildung. Eingeschränkt oder gar verhindert wird dieses Vermögen durch lebensungünstige Bedingungen, wie zum Beispiel Übersalzung des Wassers bei zu starker Erwärmung oder Sauerstoffmangel beziehungsweise –armut bei zu geringer Wasserdurchmischung. Sauerstoffmangel führt auch zu vermindertem Abbau organischer Substanzen und damit im Extremfall zur einer Fäulnisvergiftung. Solche Bedingungen sind im Sediment repräsentiert durch dunkle Farben, die auf höherem Bitumengehalt beruhen sowie geringere Kalkproduktion. Die Korngröße ist insgesamt klein (Durchmesser meist in Bruchteilen von Millimetern), bedingt durch die ausfällenden Mikroorganismen. Größere Organismenreste wie Muschelschalen und Korallenkelche werden zum größten Teil zerrieben und ebenfalls als feiner Detritus sedimentiert. Ein solches Gestein wird als Lumachelle bezeichnet (Abbildung 3).



In den geringen Wassertiefen des Ablagerungsbereiches spielen die wechselnden Wind- und Wellenbewegungen eine wichtige Rolle für die Umlagerung der Sedimente. Von entscheidender Bedeutung sind dabei gelegentlich kurzfristige Sturmereignisse. Der abgelagerte und zum Teil schon leicht verfestigte Schlamm wird dabei aufgewirbelt, weitertransportiert und erneut abgelagert. Die bestehende Schichtung zerbricht und löst sich in einzelne Gesteinscherben und -fetzen auf, die beim Nachlassen der Stürme in wirrer Packung zur Ablagerung kommen (Abbildung 4).

Abbildung 3

Dünnschliff einer Lumachelle. Dichtgepackte Schalenreste von verschiedener Größe in wirrer Lagerung. Die Anreicherung des Schalenschuttes beruht darauf, daß das feine Sediment durch Wasserbewegung und Strömung wegtransportiert wurde. Es ist nur noch in doppelklappigen Schalen oder schlierenartig in geschützten, taschenartigen Vertiefungen erhalten geblieben.

Fundort: Malga Flavona, 1870 m ü. M. (Hauptdolomit)

Balkenlänge: 1 cm

Der Sedimenttransport, insbesondere mehrfache Umlagerungen, kann auch zur Korngrößensortierung führen. Das bedeutet, daß einzelne Bänke aus Komponenten unterschiedlicher Größe aufgebaut sind. Ein besonders auffälliges Element sind dabei Ooidbänke. Unter Ooiden versteht man kleine kugelförmige Kalkkörnchen (bis 2 mm Durchmesser), bei denen der Kalk in konzentrischen Lagen um einen Kern herum ausgefällt wurde. Der fertige Gestein wird als Oolith bezeichnet. Bei größeren Körnern (bis über 2 cm Durchmesser), deren konzentrische Kalklagen unregelmäßiger ausgebildet sind, spricht man von Onkoiden, beim fertigen Gestein von einem Onkolith (Abbildung 5). Die Vielfalt der anorganischen und organischen Faktoren – im engen räumlichen Wechsel auf solchen Karbonatplattformen – führt zu einer entsprechenden Vielfalt der Gesteine in ihrem Feinaufbau.

Schwankungen im Zusammenspiel der Faktoren treten auch im zeitlichen Ablauf hervor. Das ist die Hauptursache für die Bankung in ihren unterschiedlichen Mächtigkeiten. Besonders deutlich ist das ausgeprägt, wenn der Karbonatgehalt durch verminderte Produktion abnimmt, womit gleichzeitig die stets vorhandene Tonrube relativ zunimmt. Solche Phasen sind dementsprechend in den Ton- und Mergelfugen dokumentiert. Geomorphologisch sind diese kenntlich durch primäre geringe Mächtigkeit und durch ihre



leichtere Verwitterbarkeit. Die immer wiederkehrende Abfolge von Bänken und Fugen, die für den hier betrachteten Gesteinskomplex das auffälligste Charakteristikum bilden, sind Zeichen einer Rhythmik der oben beschriebenen Vorgänge. Die Ursache solcher übergeordneten, weite Räume umfassenden Phasen, sind heute noch schwer zu deuten. Man kann dabei an langfristige Klimaschwankungen denken, aber auch an periodisches Ansteigen und Absinken des Meeresspiegels, was zu Veränderungen der Wassertiefe führt.

Abbildung 4

Anschliff einer Aufarbeitungslage. Ein schon verfestigter feinschichtiger Laminit wurde erodiert und dabei in einzelne Gesteinsscherben zerbrochen. Diese Trümmer setzten sich in einer erodierten Hohlform, zusammen mit dem nachfolgenden dunklen und ungeschichteten Schlamm, erneut ab. Fundort: Südlich Malga Flavona, 2010 m ü. M. (Unteres Rhät). Balkenlänge: 1 cm

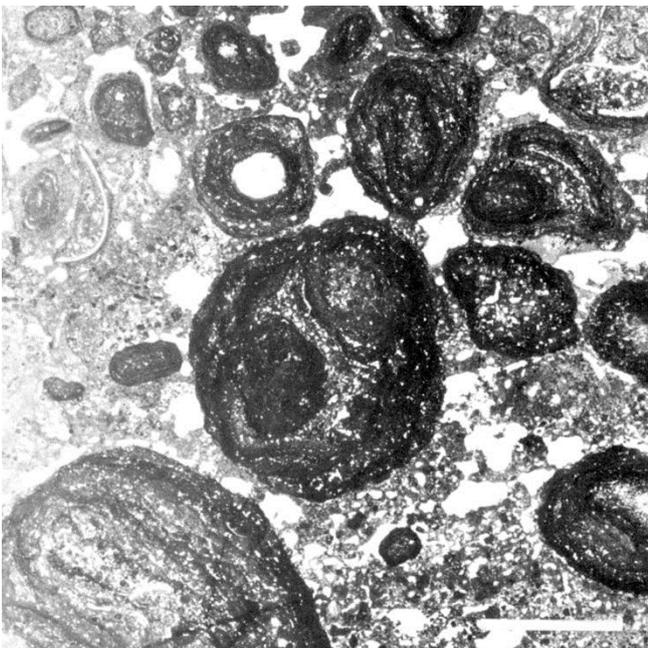


Abbildung 5

Dünnschliff eines Onkoliths. Um Schalen (oben Mitte ein Schneckenquerschnitt) oder Sedimentkörner bauen sich rindenartige Kalkkrusten mit Hilfe von Algen und Mikroorganismen auf. Die kugelige, zum Teil unregelmäßige Form entsteht durch die ständige rollende Wasserbewegung. Der Vorgang kann sich mehrfach wiederholen, dabei können zwei kleinere Onkoide zu einem größeren zusammenwachsen (Mehrfachonkoid), wie es in der Bildmitte zu sehen ist. Die ursprünglichen Hohlräume zwischen den einzelnen Onkoiden wurden zum Teil mit feinerem Sediment verfüllt, in den letzten hohlen Zwickeln wurde der auf dem Bild weiß erscheinende Kalzit ausgefällt. Fundort: Westabhang Pietra Grande, 2230 m ü. M. (Oberes Rhät). Balkenlänge: 1 cm

Eine solche Rhythmik ist andererseits auch durch Hebungen und Senkungen der gesamten Plattform vorstellbar.

Die Verwitterung – als ein entscheidender Faktor für die geomorphologische Ausgestaltung und Ausprägung der Gesteinskomplexe – spricht sehr empfindlich auf die oben geschilderte differenzierte Zusammensetzung und Abfolge der Gesteine an.

#### 4. Tektonische Überprägung

Die tektonischen Großstrukturen der Brenta sind beeinflusst von der Judikarien-Linie. Diese verläuft, von Süden kommend, durch den Lago d'Idro mit etwa 25° und vereinigt sich bei Dimaro mit der von Westen kommenden Tonale-Linie. Sie ist eine der wichtigsten tektonischen Großstrukturen und läßt sich mit gleicher Richtung bis in die Sarntaler Alpen verfolgen, wo sie in die Ost-West verlaufende Pustertallinie umschwenkt.

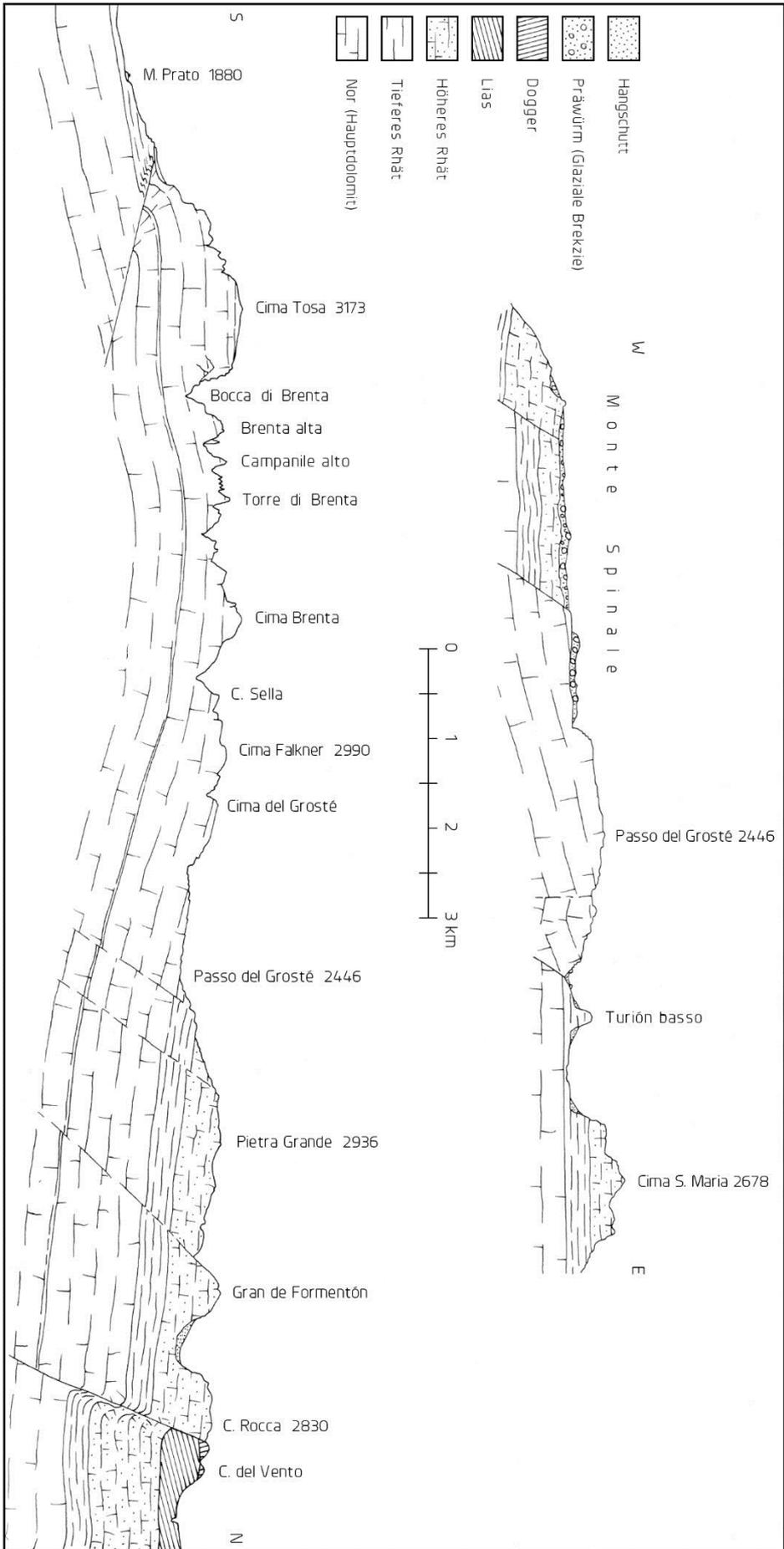
Die Judikarien-Linie trennt den westlichen Bereich der Südalpen in einen westlichen und östlichen Teil (siehe A. Boni /1/). Der westliche Teil entspricht dem Lombardischen Trog, der östliche der Trientiner Plattform. Diese jüngere (alpidische) tektonische Linie folgt damit wahrscheinlich einer älteren Anlage, die sich bereits in der faziellen Ausbildung der Trias und des Jura ausprägte.

Parallel zur Judikarien-Linie verläuft ein lang durchhaltendes Störungssystem, das geomorphologisch heute durch die Längsachse des Gardasees, das Sarcatal und das Etschtal zwischen Mezzocorona und Bozen gekennzeichnet ist.

Zwischen dieser Linie und der Judikarien-Linie verlaufen einige Nord-Süd gerichtete Störungen, die das Brentamassiv durchziehen. Die Störungsflächen tauchen nach Westen ab, das heißt durch einen West-Ost-Schub kam es zu Raumverengungen und zu Anschüppungen und leichten, nach Osten gerichteten Aufschiebungen (Figur 3 – oben). Im wesentlichen sind es drei parallele Störungen. Westlich des Brenta-Hauptkammes die Ligne de la Vedretta die Camosci, im zentralen Teil (und damit in dem hier näher betrachteten Gebiet der Kartenprobe) die Ligne de Pozza Tramontana und schließlich östlich des Hauptkammes die Ligne Clamer-Rossati (Figur 4). Dabei kommt es zu vertikalen Versetzungsbeträgen bis zu 600 Metern, zum Beispiel zwischen dem Rhät des Monte Turion basso und dem Hauptdolomit der Wände, die zum Passo Grosté hochziehen. Eine weitere Störungsrichtung ist vorgegeben durch eine beträchtliche Blattverschiebung, die entlang der Judikarien-Linie und ihrer Parallelstörungen den östlichen Bereich gegenüber dem westlichen um 30 Kilometer nach Norden versetzt hat. Dies wirkt sich aus in Ost-West verlaufenden Störungen, an denen es zu Auffaltungen und leichten Aufschiebungen auf relativ flachen Bahnen mit einem Einfallen von ca. 30° N kommt (Figur 3 – unten). Da diese nicht zu tief im Untergrund verlaufen, prägen sie sich in einer verstärkten Beanspruchung, insbesondere des Gesteinspaketes südlich der Cima Tosa, aus. Allgemein kommt es entlang solcher Stauchzonen zu Schichtversteilungen und Aufschleppungen der Gesteinspakete, was sich wiederum in verstärkter Kluffbildung ausprägt.

Im hier behandelten Gebiet macht sich das beschriebene Störungssystem zusätzlich zur Nord-Süd Richtung geomorphologisch auch mit etwa 110° verlaufenden Richtungen bemerkbar. Diese prägen sich strukturell aus in Rissen und Rinnen sowie im Richtungsverlauf der vom Hauptkamm herabziehenden Täler.

Diese Störungsrichtungen erzeugen eine mosaikartige Zerlegung des Brentastockes, die

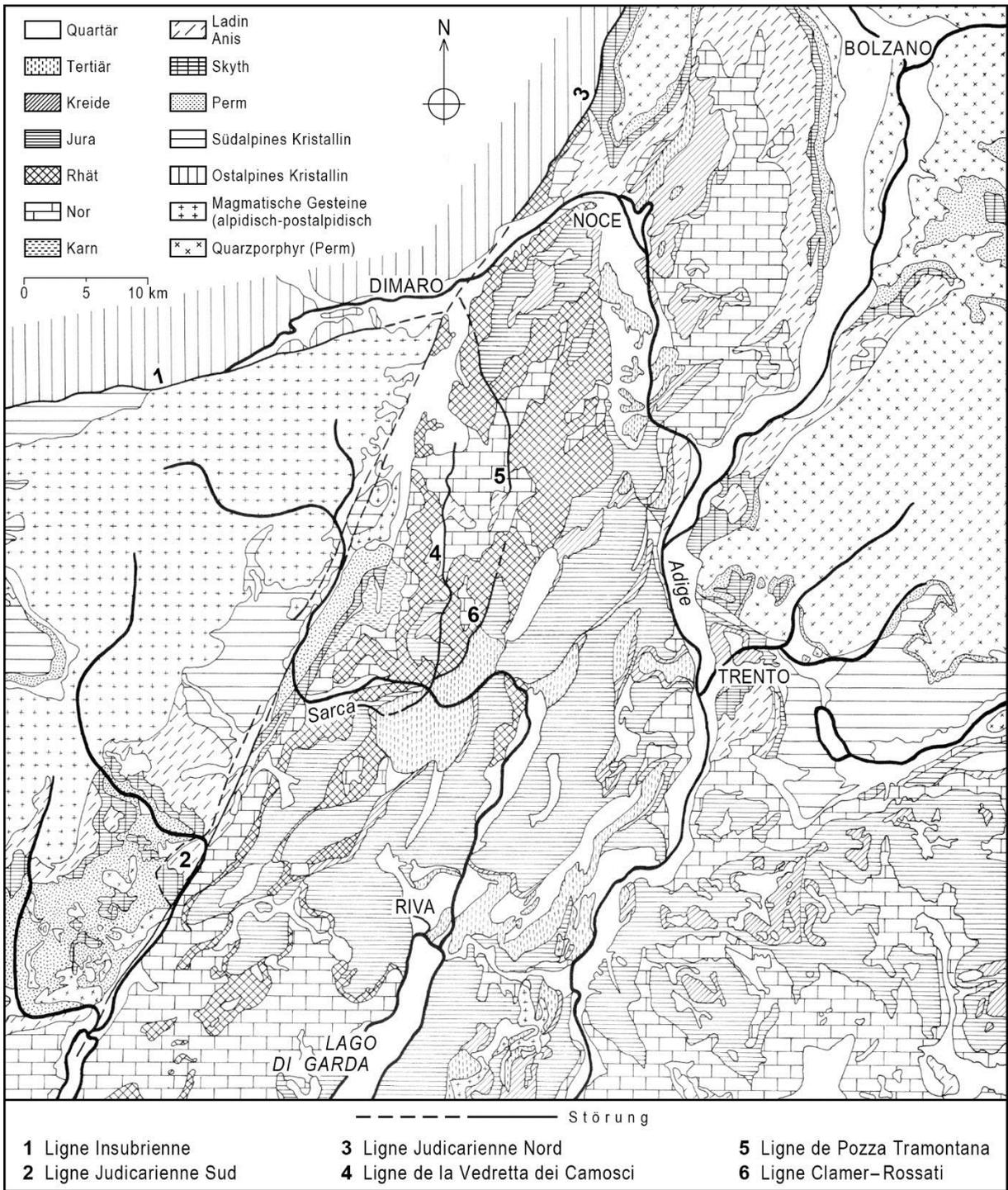


Figur 3

Geologische Profile durch die zentrale Brentagruppe, oben W-E, unten N-S geschnitten.

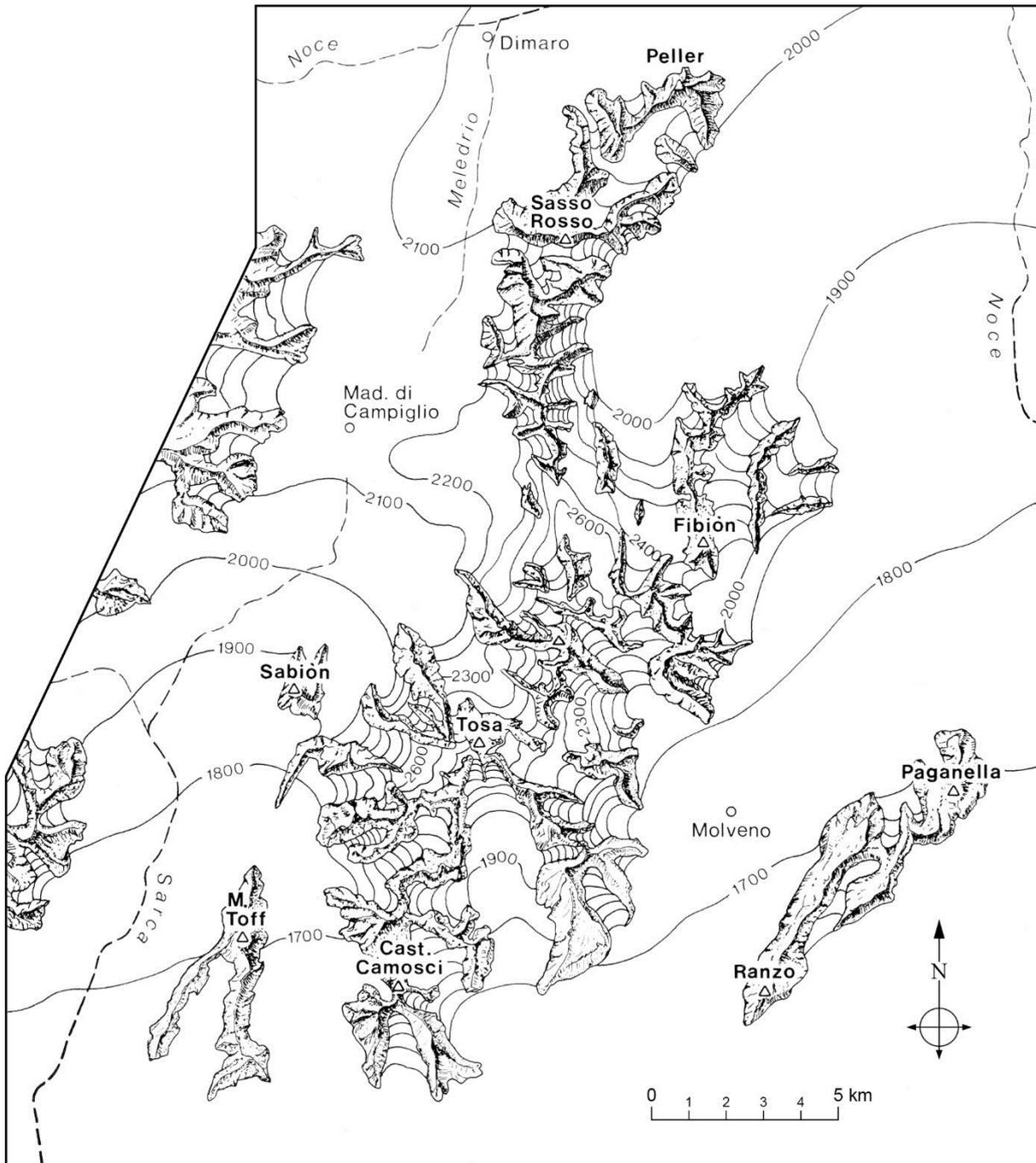
Zu erkennen ist die relativ flache Lagerung der verschiedenen Gesteinseinheiten, die bedingt, daß die Gipfel über weite Entfernungen aus dem gleichen Gestein, zum Beispiel dem Hauptdolomit, aufgebaut werden.

Das Gebiet wird durch E-W und N-S verlaufende Störungen durchzogen, an denen es zu Versetzungen, schwachen Antifaltungen und geringfügigen Aufschiebungen auf flachen Bahnen gekommen ist. Nach L. Trevisan /6/.



Figur 4

Geologische Karte der Trientiner Alpen mit einigen wichtigen tektonischen Leitstrukturen, vor allem im Bereich der Brenta. Auch das Entwässerungsnetz beziehungsweise die Talsysteme zeichnen die N-S verlaufenden Störungssysteme nach. Vereinfacht nach A. Boni /1/.

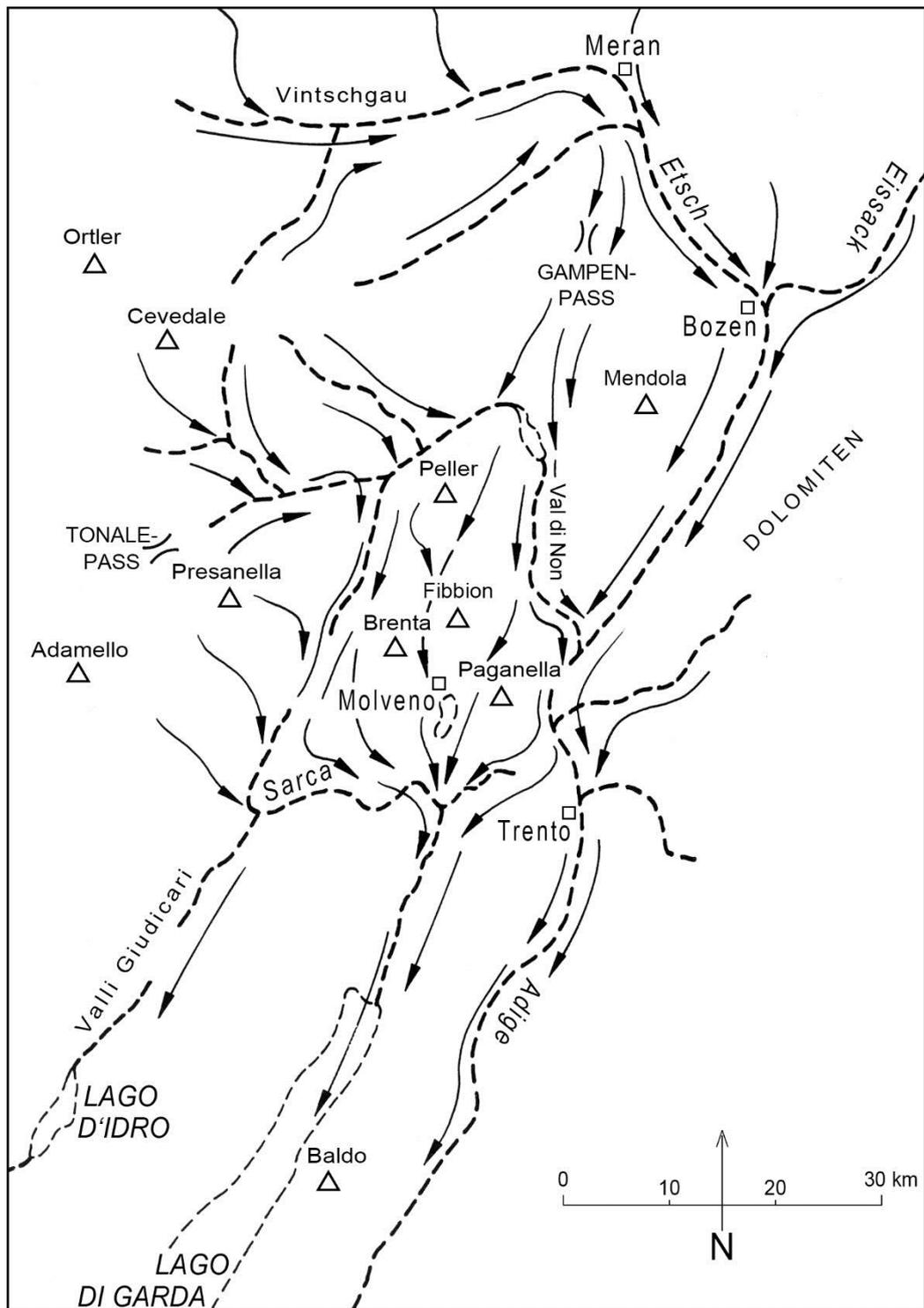


Figur 5

Skizze des Brenta-Gebietes zur Zeit des Hochstandes der Würm-Eiszeit. Nur noch die höchsten Gipfel ragen über die Eisfläche heraus, deren Oberfläche durch Isohypsen rekonstruiert ist.

Wie die Abbildung zeigt, war der zentrale Brentakamm in W-E Richtung nur im Bereich des Grotsté-Passes vom Eis umflossen. Zwischen Fibion und Brenta-Hauptkamm quetschte sich das Eis nach S durch und floß in das Becken von Molveno ab. Hierbei bildete der Monte Turion einen Nunatakter.

Nach L. Trevisan /6/.



Figur 6

Skizzierter Verlauf des Ferneis-Stromnetzes während der letzten Hocheiszeit. Das Brenta-Gebiet wurde von Ferneis sowohl aus dem Ortler-Cevedale Massiv als auch von Ferneis des Etschgletschers, das über den Gampenpass floss, umströmt.

Vereinfacht umgezeichnet nach verschiedenen Autoren: F. Sacco /4/; L. Trevisan /5/ /6/; J. Wiebols /7/.

sich von kilometerlangen Schollen bis in den Bereich der Feinzerklüftung hin ausprägt. Geomorphologisch macht sich das Schollenmosaik bemerkbar im Richtungsverlauf der senkrechten Wände, ebenso im Verlauf der das Gestein durchziehenden Klüfte, an denen das Zerbrechen der Bänke und damit Schuttbildung durch die Verwitterung ansetzt. Auch die Karrenbildung, hervorgerufen durch die Lösung des Gesteins durch Wasser, folgt diesen Richtungen.

## 5. Quartäres Geschehen

Wie in allen Hochgebirgsstöcken der Alpen hat auch in der Brenta das Quartär als jüngste geologische Zeiteinheit das geomorphologische Bild stark beeinflusst. Das Quartär wird in einen früheren Zeitraum, der die Eiszeiten umfaßt (Pleistozän), und in den späteren, bis heute andauernden Zeitraum nach dem Abschmelzen der Würmvereisung (Holozän) eingeteilt.

### 5.1 Eiszeiten

Der Brentastock war in den Eiszeiten von großen Strömen von Ferneis umflossen. Auch in den Maxima der Eiszeiten waren dabei allerdings die höchsten Gipfel der Brenta eisfrei, das eine Höhe von ca. 2600 m NN von Ferneis nicht überschritten wurde. Diese Höhe wird durch ein transportiertes kristallines Fremdgestein (Erratischer Block) belegt, das auf dem Hauptkamm der Brenta gefunden wurde. Nur kleinere Lokalgletscher flossen von den Scharten und kleinen Karen dem allgemeinen Eisnetz zu (Figur 5).

Der Ferneisstrom seinerseits war einer der größten, der von den Zentralalpen nach Süden abfloß. Er wurde gespeist aus dem Ortlermassiv und durch Etscheis, das sich bei Meran über den Gampenpaß in das Nontal ergoß, verstärkt. Die Brenta umfließend setzte sich dieser Strom im Süden im Sarcatal fort und endete nach Ausschürfen des Beckens des Gardasees mit seinem großen Moränenkranz in der heutigen nördlichen Ebene. Im Detail zeigt die Figur 6 das Eisstromnetz im näheren Brentabereich. Die Rekonstruktion eines solchen Netzes ist möglich durch die Erfassung der hinterlassenen Moränenblöcke und durch die abschürfende Kraft des Eises, die das Gestein abgeschliffen hat.

Die Massen des Ferneisstromes flossen bevorzugt in Nord-Süd Richtung, etwa im Westen des Brenta-Hauptkammes im Val Meledrio über den Passo Carlo Magno in das Valle di Campiglio und weiter in das Valle Rendena und das Sarcatal. Dabei wurde insbesondere die breite, aus Rhät und Lias aufgebaute Hochfläche des Monte Spinale abgehobelt. In direkter Nord-Süd Fortsetzung des Ferneisstromes über den Gampenpaß floß das Eis östlich des Brenta-Hauptkammes durch das Val di Tovel und den Campo di Flavona in das Valle delle Seghe.

Die großen Eismassen bewirkten eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit des zwischen Brenta und Fibbion-Kette (im Osten außerhalb von Karte 3 – Kartenprobe in III/5 "... kartographische Bearbeitung") eingeeengten Gletscherstromes. Der dadurch erzeugte Druck bedingte die auffallend steilen und glatt abgeschliffenen Ostwände im Brentamassiv. Am Scheitelpunkt, dem Überfließen des Passo della Gagliarda, erreichte die Oberfläche des Eises ca. 2500 Meter. So wird verständlich, daß gleichzeitig auch der Passo del Groté überflossen wurde, so daß eine Verbindung zwischen dem westlichen und östlichen Strom bestand (vergleiche Figur 5).

Im Detail wurde eine Fülle glazialer Erosionsformen erzeugt. Dazu gehören zunächst

glatgeschliffene Flächen, aus denen sich nur einzelne Rundhöcker erheben. Die treppenartigen Südseiten der Flächen – die ja in Richtung des fließenden Eises zeigen (Lee-Effekt) – sind meist steiler. Diese Erscheinung wird hier noch besonders verstärkt



durch die generelle Neigung der Schichtflächen nach Norden (Rampen-Effekt). Ein weiteres auffälliges Element sind die schiffsbugartigen Grate, die sich in der Brenta häufig über Flächen erheben und dabei stets in Richtung des Eisstromes zerigen. Ein

Abbildung 6

Luftaufnahme von S nach N über den Ostteil der Brenta-Gruppe. Gut zu erkennen ist das vom Eis ausgeschliffene U-Tal des Val di Flavona mit den beiden Erosionsrelikten des Monte Turion alto und Monte Turion basso dahinter. Im Vordergrund die Südabstürze des Rocchetto della Val Persa, die den gutgeschichteten Aufbau des Hauptdolomits zeigen.



Abbildung 7

Der aus dünnbankigem Rhätkalk aufgebaute Monte Turion basso von W gesehen. Die vom Eis abgeschliffenen steilen Flanken dieses Nunatakkers sind vom postglazialen Schutt bereits teilweise wieder verhüllt.

sehr schönes Beispiel bietet der Grat der Pietra Grande nördlich des Passo del Grosté. In dem typisch U-förmigen Tal des Campo Flavona sind als Erosionsreste die beiden Felsbastionen des Monte Turion basso und des Monte Turion alto erhalten geblieben. Sie waren allseits vom Eis umflossen, aus dem sie noch herausragten. Der vom Eis erfaßte Sockel ist abgeschliffen und gerundet, der obere Teil deutlich schrundiger. Vergleichbare Formen werden heute als Nunatakker bezeichnet (Abbildungen 6 und 7). Allgemein finden sich auch in höheren Regionen reliktsch U-förmig vom Eis ausgehobelte Täler (zum Beispiel am Castelletto inferiore und superiore), Karnischen und Karttrppen als Zeugen stärkerer Vereisung. Glaziale Ablagerungen der Haupteiszeiten, wie zum Beispiel Moränen, spielen geomorphologisch im Hochgebirgsanteil der Brenta keine Rolle, da das Eis Felskontakt besaß.

## 5.2 Nacheiszeit

Nach dem Abschmelzen des Würmeises kommt es zur verstärkten Erosion und Schuttbildung. Besonders auffällige Bildungen sind dabei die die Täler ausfüllenden Blockfelder, die besonders südwestlich des Lago di Tovel verbreitet sind. Ihre Entstehung verdanken sie dem Zusammenspiel von Übertiefung der Täler durch die Eismassen und dem Nachlassen des Druckes gegen die Wände nach dem Abschmelzen des Eises. Ganze Wandpartien können dabei zusammenbrechen und gehen als Bergstürze zu Tal. Charakteristisch ist dabei, daß die Hauptmasse der Blöcke in der Talmitte und zum Teil talabwärts der Abbruchstellen liegt. Diese für Bergstürze ungewöhnliche Lage legt die Vermutung nahe, daß die Blöcke auf noch existierende Eisrest fielen, darauf zur Talmitte glitten, wie das auch rezent bekannt ist (siehe D. Herm /2/ und H. Zankl /9/) und anschließend auch noch durch das Eis selbst talabwärts transportiert wurden. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Bergsturzmoränen ("Frane morenizzate" nach Sacco /4/).

Zum postglazialen Geschehen gehört auch die bis heute andauernde Bildung der grossen Schuttfächer, die allenthalben die Wandfüße bedecken. Am unteren Ausgang von Rinnen und Schluchten erreichen sie besondere Größe und Höhe und wölben sich besonders weit ins Tal vor, da hier neben dem Steinschlag noch Wassertransport hinzukommt.

Zum geomorphologischen Formenschatz trugen auch die Bildungen der Rückzugstadien der Lokalgletscher nach der Würmvereisung bei. Hierbei handelt es sich um wallförmige Seiten- und Endmoränen aus kurzen Eisvorstößen, die während des Gschnitzstadiums bis 1700 m über Meeresspiegel herabreichten, während des jüngeren Daunstadiums bis 2100 m herab zu finden sind, zum Beispiel in dem hier näher betrachteten Gebiet (Karte 3 – Kartenprobe in "... kartographische Bearbeitung") auf dem Campo di Flavona und unterhalb der Tucketthütte. Diese jüngsten periglazialen Bildungen sind bis heute Klimaeinflüssen ausgesetzt, wie wechselndes Gefrieren und Auftauen, was zu Boden- und Schuttkriechen, Strukturböden und Hangschliffen führt, die einen Teil des kleinräumigen geomorphologischen Formenschatzes in den vegetationsfreien beziehungsweise –armen Lockersedimenten stellen.

Verkarstungen sind ebenfalls weit verbreitet. Grundvoraussetzungen dafür sind mög-

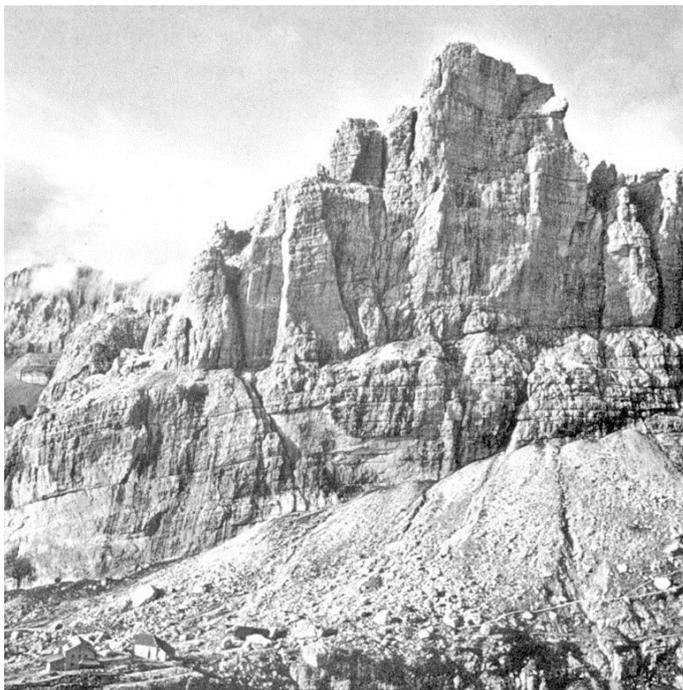
lichst flach lagernde Karbonatgesteine, die bereits tektonisch beansprucht sind. Typische Verkarstungserscheinungen sind Karstfelder, wie das Hauptdolomitplateau südlich des Monte Turion alto, tiefe Spalten und Dolinen (Einbruchstrichter), die Durchmesser von über 10 Meter erreichen können.

Heutzutage bestehen im gesamten Gebiet der Brenta nur noch 17 kleinere Gletscher. Nordseitig wird eine Schneegrenzen-Höhe von 2600-2650 m über dem Meeresspiegel angegeben, südseitig liegt sie bei 2800 m. Nach Form und Lage lassen sich 3 Gletschertypen unterscheiden: Flache Gipfelfirnfelder, wie die Vedretta Flavona der Cima Roma, steile Schluchtgletscher (zum Beispiel Vedretta del Crozzon an der Nordseite der Cima Tosa) und die schüsselförmig eingebetteten Kargletscher, wie sie etwa nördlich der Cima Brenta auftreten.

#### 6. Beziehungen zwischen geologischem Untergrund und geomorphologischem Formenschatz

Die Geomorphologie der Erdoberfläche, die wirklichkeitsgetreu und repräsentativ im Kartenbild dargestellt werden soll, ist das Produkt aus dem Zusammenspiel vielfältiger Grundbedingungen sowie älterer und bis in die Gegenwart andauernder Prozesse.

Im hochalpinen Bereich, dem eine besonders stark ausgeprägte Geomorphologie zu eigen ist, sind als besonders formende Faktoren zu nennen: zunächst die Lithologie des



Gesteinsbestandes, sodann die tektonischen und glazialen Prozesse, die den Gesteinsverband in vielfältiger Weise überprägen. Für das genannte Zusammenspiel der Faktoren bildet gerade die Brenta ein klassisches Beispiel.

Die zunächst besonders auffallenden geomorphologischen Elemente der Brentagruppe sind die bastionsartigen Klötze ([Abbildung 8](#)), die nahezu senkrechten Wände und die nadelartig aufragenden Türme ([Abbildung 9](#)). Insgesamt sind sie charakterisiert durch die gut sichtbare und weit durchverfolgbare, mehr oder weniger waagrechte Bankung. Diese Cha-

Abbildung 8

Blick auf die Südwände des Castelletto inferiore, der in typischer Form die Bastionbildung im Hauptdolomit zeigt. Die senkrechten Wände im tieferen Teil sind glazial überschliffen und daher nicht so schroffig wie der höhere Teil. Die Hangschuttfächer wurden postglazial gebildet.

rakteristik kommt in der Felszeichnung der Kartenprobe sehr gut zum Ausdruck. Das unter gleichmäßigen Bedingungen abgelagerte und daher weitgehend homogene Material wird durch ein regelmäßiges Muster steiler tektonischer Linien verschiedener Größenordnungen verlegt. Bei weitmaschigem Verlauf dieser Linien entstehen die erwähnten Bastionen, während bei engerer Scharung der tektonischen Linien die Verwitterung Türme herausarbeitet. Für letzter ist insbesondere der Hauptdolomit durch seine Gleichmäßigkeit und Festigkeit prädestiniert. Als besonders schönes Beispiel ist der Campanile basso (Abbildung 9) zu nennen, auch als "Guglia di Brenta" bekannt. Sie befindet sich weiter südlich außerhalb der Kartenprobe.

Weitere auffällige Formen sind die weiten, plateauartigen Flächen und die breiten Bänderstaffeln. Hier prägt sich ebenfalls die genetisch bedingte Bankung, also der regelmäßige Wechsel von widerstandsfähigeren Kalken und weniger widerstandsfähigen Mergeln, sowie die relativ flache Lagerung aus. Die widerstandsfähigeren Bänke werden dabei durch die Verwitterung weitflächig freigelegt, beziehungsweise treppenartig herausgearbeitet.



Dieser horizontale Formenschatz findet sich insbesondere in den Gesteinsserien des Rhät, während im massigeren Hauptdolomit die senkrechten Elemente dominieren und diesen Gebieten ein schroffigeres Aussehen verleihen. Dieser Unterschied ist besonders schön vom Passo del Gosté aus wahrzunehmen im Vergleich von Cima Gosté im Süden (Hauptdolomit) und Pietra Grande im Norden (Rhät) (Abbildung 10).

Abbildung 9

Der Campanile basso (2877 m) ist ein typisches Beispiel für die Turmbildung im Hauptdolomit. Die fast waagrecht liegende Bankung wird intensiv durch senkrechte Klüfte und Störungen zerlegt. Das Wasser modelliert diese vorgegebenen Strukturen zu zahllosen Rinnen und Kaminen heraus. Dadurch entsteht das typisch schroffige Verwitterungsbild des Hauptdolomits.

Das Talsystem der Brenta ist in erster Linie durch den Verlauf der tektonischen Linien vorgeprägt. Wie beschrieben herrschen dabei die Nord-Süd Richtung ( $180^\circ$ ) sowie die schräg zu ihr verlaufende Richtung mit etwa  $110^\circ$  vor. Die breiten Nord-Süd Täler wurden im Pleistozän durch das Ferneis entscheidend erweitert und vertieft. Hierfür bietet die südliche Fortsetzung des Val die Tovel im Campo die Flavona ein Beispiel (vergleiche Abbildung 6). Deren U-Form und der durchweg durch Gletscher glattgeschliffene felsige Talboden kann nur durch Eis-, aber nicht durch Wassererosion ent-

standen sein. Das heutige Bachbett der Westseite des Tales ist nachglazial und folgt der tektonisch vorgegebenen Richtung der Pozza Tramontana-Störung. Die anders gerichteten Täler wurden vorwiegend durch Lokalglatscher ausgeräumt, die unter anderem Kare und Kartreppen hinterlassen haben.

Eine Erweiterung und eine Übersteilung ihrer Flanken erfuhren die Täler auch noch postglazial durch die bereits erwähnten Bergstürze, die ihrerseits bevorzugt entlang der tektonischen Linien abgingen



Abbildung 10

Blick von Süden über den Passo del Grosté auf den schiffsbugartig geformten Klotz der Pietra Grande. Im Gegensatz zum massigeren und schroffiger verwitternden Hauptdolomit (vergleiche [Abbildung 8](#)) zeigt das tiefere Rhät, das die Basis der Pietra Grande bildet, sehr gut die genetisch bedingte Bankung. Der Top der Pietra Grande wird vom höheren Rhät gebildet, das wiederum massiger und weniger gut gebankt ist und daher stark schroffig verwittert.

Neben den geomorphologischen Großformen der Täler spielt die tektonische Anlage auch eine entscheidende Rolle bei den Kleinformen wie Schluchten, Rinnen, Kaminen und Rissen. Die Felszeichnung in der Kartenprobe gibt solche Formen verbreitet und gut erkennbar wieder. In diesen Strukturen prägt sich ebenso durch die Zerklüftung die tektonische Zerrüttung aus, die umso intensiver wirkt, je engmaschiger das Störungsnetz ist. Hier greift auch die Verwitterung besonders stark durch fließendes Wasser, Frostsprengung und Steinschlag ein.

Diese Vorgänge sind bis heute aktiv und bauen die Schwemmfächer und Wandschuttkegel auf.

Die Schichtflächen der oft weiträumig aufgeschlossenen Kalkbänke – die in den rhätischen Gesteinsserien überwiegen (siehe vorstehend) – sind prädestiniert für die Bildung vielfältiger Kersterscheinungen. Dazu zählen Karren, Trockenrinnen und Dolinen. Die oftmals gerichtete Anordnung solcher Formen ist wiederum durch den Verlauf der tektonischen Linien vorgegeben.

Zuletzt seien noch Bodenbildung und Vegetation erwähnt. Beide spielen in der hier betrachteten hochalpinen Region (Kartenprobe) oberhalb der Baumgrenze kaum eine

Rolle. Der Grund dafür ist in erster Linie der kurze Zeitabschnitt seit dem Rückgang der Vereisungen und die wegen der Höhenlage kurze Sommerperiode. Es überwiegen also Erosionsvorgänge und die ständige Umlagerung der Lockergesteine. Die geomorphologieprägenden Kräfte sind in ihrem vielfältigen Zusammenspiel also auch heute noch am Werk.

## Literaturverzeichnis

- /1/ B o n i , Alfredo : La ligne judicarienne et la ligne nordouest de l'Apennin septentrional. Geologische Rundschau, Band 53, 84-100, Texttafel 15, 1963. Stuttgart
- /2/ H e r m , Dietrich : Der Bergsturz im Wimbachtal. Mitteilungen Deutscher Alpenverein, Jahrg. 11, 46-47, 1 Abbildung, 1959. München
- /3/ M a s s a r i , Francesco, M e d i z z a , Fabio und C h a n n e l , James : Santonian to Maastrichtian stratigraphy of some pelagic limestone sections of the Venetian Alps (Northern Italy). Newsletter Stratigraphy, Band 12, 18-28, 6 Abbildungen, 1983. Berlin
- /4/ S a c c o , Frederico : Il glacialismo atesino. "l'Universo" Istituto Geografico Militare, Jahrg. 1935, 735 - 751, 845 - 862, 939 - 955, 6 Abbildungen, 1 Karte, 1935. Florenz
- /5/ T r e v i s a n , Livio : Le formazioni glaciali del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale). Bolletino Comitato Glaciologico Italiano, Nummer 16, 117 - 142, 7 Abbildungen, 1936. Turin
- /6/ T r e v i s a n , Livio : Il Gruppo di Brenta (Trentino occidentale). Memorie dell'Istituto Geologico Università Padova, Volume 13, 128 Seiten, 36 Abbildungen, 6 Tafeln, 1 geologische Karte, 1939. Padua
- /7/ W i e b o l s , John : Geologie der Brentagruppe. Jahrbuch geologische Bundesanstalt, Band 88, 261 - 350, 5 Abbildungen, 9 Tafeln, 1 geologische Karte, 1938. Wien
- /8/ W i n t e r e r , Edward und B o s e l l i n i , Alfonso : Subsidence and sedimentation on Jurassic passive continental margin, Southern Alps, Italy. Bulletin Association American Petroleum Geologists, Band 65, 394 - 421, 28 Abbildungen, 1 Tabelle, 1981. Tulsa
- /9/ Z a n k l , Heinrich : Der Bergsturz am 6./7. Februar 1959 im Wimbachtal (Berchtesgadener Land), ein Beispiel für Bewegungsablauf und Erscheinungsform glazialer Bergstürze. Zeitschrift Gletscherkunde und Glazialgeologie, Band 4, 207 - 214, 3 Abbildungen, Tafel 20 - 23, 1961. Innsbruck



### III/8 ZUR TOPONOMASTIK IN DER BRENTAGRUPPE

von Wolfraud de Concini, Trient

Mit der Namenarbeit an einer neuen oder neu zu überarbeitenden Karte war im vorigen Jahrhundert eine große Verantwortung verbunden. Und heute?

Vor hundert, hundertfünfzig Jahren waren die wichtigsten Quellen bei der Namenssammlung die Einheimischen, meist ortskundige Jäger und Bergführer. Doch oft reichten die Sprachkenntnisse der (ausländischen) Erheber nicht aus, um von diesen Personen zuverlässige Angaben zu erhalten. Es kam daher manchmal zu Mißverständnissen und Fehlinterpretationen, die dann auch jahrzehntelang in Umlauf blieben. Verständlich daher, daß Leo Aegerter /1/, der topographische Bearbeiter der Alpenvereinskarte der Brentagruppe 1:25 000 von 1908, in einem Brief an den Deutschen und Österreichischen Alpenverein in München äußert: "Die Nomenclatur der Brentagruppe bereitet mir ziemliche Schwierigkeiten".

Karl Finsterwalder /3/ schrieb der Untersuchung im Felde, das heißt der Ausfragung von Gewährsmännern am Ort, noch große Bedeutung zu. Auch er wies darauf hin, "... daß man zur Sammlung dieser Namen immer noch auf die mehr zufälligen Funde der aufnehmenden Kartographen und auf die ... Beiträge von kartenkundigen Kennern des Gebietes aus Touristenkreisen, von Forstleuten und dergleichen angewiesen sei. Dabei war es immer noch möglich, daß beim Abhören und Aufzeichnen der von der Schriftsprache oft stark abweichenden Namen auch verhältnismäßig guten Kennern des Volkes Fehler unterliefen ...".

An gutem Quellenmaterial besteht heute kein Mangel mehr, vor allem nicht in der Brentagruppe, die inzwischen in Dutzenden von Büchern, Führern und Karten beschrieben und dargestellt worden ist. Die kartographischen Erhebungsmethoden haben sich verfeinert und vervollkommenet. Doch bei einem sorgfältigen Vergleich des vorhandenen Materials bemerkt man, daß es auch für die Brenta bisher noch keine einheitliche Toponomastik gibt.

Gewiß: die Toponyme, wie sie in der Alpenvereinskarte von 1908 enthalten sind, "... sind im Grunde bis heute gültig oder bedürfen zumindest keiner besonderen Überprüfung"; so Alessandro Cucagna, Professor für Geographie an der Universität Triest, in einem Brief an Dr. Gino Tomasi, den Direktor des "Museo Tridentino di Scienze Naturali" in Trient. Aber: gibt es den "Monte Turrion basso" oder den "Monte Turion basso"?, den "Dente di Sella" oder die "Cima Sella"?, den "Pizzo di Molveno" oder die "Cima Molveno"?, das "Val Persa" oder das "Val Perse"?, das "Brentéi" oder das "Brentèi"?

Zweideutigkeiten und Unklarheiten bestehen auch heutzutage noch, wenn man die Alpenvereinskarte 1:25 000 von 1908 (mit Ergänzungen bis 1938), die amtliche italienische Karte 1:25 000 von 1972 und Karl Schulz /4/ "Die Erschließung der Ostalpen – Die Brenta Gruppe" miteinander vergleicht.

Allergrößtes Verdienst kommt daher heute der Trentiner S.A.T. (Società degli Alpinisti Tridentini) zu, die sich um eine immer klarere Namensgebung im Gebiet der Trentiner Alpen bemüht. Zur vergleichenden Überprüfung und, wo nötig, Berichtigung der Toponyme für eine Kartenprobe der neuen Brentakarte ist im Dezember 1985

die S.A.T.-Wegekommission zusammengetreten, und zwar unter Vorsitz von Adolfo Valcanover, der in rühmlicher Kleinarbeit zusammen mit Tarcisio Deflorian eine "Guida die sentieri e rifugi, Trentino orientale" /5/ bearbeitet hat und derzeit auch den "Wege- und Hüttenführer" für das westliche, die Brenta umfassende Trentino, zusammenstellt. Eine Abstimmung der Wegebezeichnungen und Wegenummerierungen in letzterem und in der in Arbeit befindlichen "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 wird angestrebt. \*)

Auf die Angaben dieser "Commissione Sentieri" der S.A.T. gehen die in der Kartenprobe zur Brentakarte (siehe III/5 "... kartographische Bearbeitung", Karte 3 – Kartenprobe) verwendeten Toponyme zurück. Ihr sei damit auch an dieser Stelle für die prompte Bereitschaft zur Zusammenarbeit und für ihre sorgfältige, präzise Tätigkeit gedankt.

Nachfolgend werden die für die Kartenprobe zur "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von der "Commissione Sentieri della S.A.T." kontrollierten und korrigierten Kartennamen sowie die vorgeschlagenen Namens Kürzel als erstes Ergebnis dieser Zusammenarbeit festgehalten.

#### Kartennamen

Baito delle Ortighe (dieses "baito" = Hütte besteht allerdings nicht mehr); Bocca del Castello; Bocca del Tuckett; Bocca della Vallazza; Bocca di Vallesinella; Bocca delle Val Pése; Bocchetta alta; Bocchetta dei Camosci; Bocchetta dei Massodi; Bocchetta di Molveno; Bosco Iarsà; Brentèi; Busa dell'acqua: Busa dei Armi (oder Busa del Castellaz); Campanile dei Camosci; Campanile di Vallesinella; Campo della Flavona; Cascata (Wasserfall); Castelletto inferiore; Castelletto superiore; Castello dei Massodi; Castello di Vallesinella; Cima dei Armi; Cima Brenta; Cima Falkner; Cima della Gaiarda; Cima Grosté; Cima Mandrón; Cima Molveno; Cima occidentale di Brenta; Cima Roma (ex Rocchetta delle Val Perse); Cima Sella; Cima della Vallazza; Corna rossa; Chartier-Weg (besteht nicht mehr); Le Crosette; Crozzon dei Mandrini; I Dossi (ohne Punkt nach dem I); Fontana fredda; Funivia del Grosté; Giro del Brenta; Grosté (mit Akut auf dem é!); I Grostédi; Malga Flavona; Monte Cucco (N.B.: er hat die richtige Lage auf der Tavoletta; es handelt sich nicht um einen eigentlichen Gipfel (der höchste Punkt ist 2358 m), sondern um ein Gebiet, einen Steilabhang); M. Turion alto; M. Turion basso; Naso dei Massodi (N.B.: laut S.A.T. nicht falsch plaziert!);

---

\*) Der Vorsitzende der "Commissione Sentieri" der S.A.T., A. Valcanover, hat dies in einem Schreiben bekräftigt, das er am 03.03.1986 an den verantwortlichen Leiter für die Neubearbeitung der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000, Professor G. Neugebauer, München, richtete. Es heißt darin unter anderem (Übersetzung aus dem Italienischen):

Sehr geehrter Herr Professor Neugebauer,

ich danke Ihnen für Ihr Schreiben und das mir zugesandte Material, das auch für die S.A.T. von beträchtlichem Interesse ist. Aus diesem Grund – und auch auf Ihren Wunsch hin – habe ich die Angelegenheit vor die Wegekommission der S.A.T. gebracht, die sich zugunsten dieser interessanten Zusammenarbeit ausgesprochen hat. Auf diese Weise können die Veröffentlichungen, die unsererseits in den offiziellen Wegekataster aufgenommen werden, aufeinander abgestimmt werden.

Orti della Regina; Passo del Grosté; Passo dei Mandrini; Pozza delle lame; Prà Castrón della Flavona; Prato dei Massenzi; Punte di Campiglio; Punta Massari (Punkt 3110 ist nicht die Cima Vallesinella, sondern ein Vorgipfel der Cima Brenta); Rif. Alimonta; Rif. Brentèi Alberto e Maria; Rif. Croz dell'Altissimo; Rif. Grosté Giorgio Graffer; Rif. Sella; ex Rif. Stoppani (heute: Seilbahn-Bergstation); Rif Tuckett; Seggiobia Rododendro; Selvat del Caravita; Sentiero Alfredo e Rodolfo Benini; Sentiero delle Bocchette alte; Sentiero delle Bocchette centrali; Sentiero Bogani; Sentiero Claudio Costanzi (oder: Sentiero Costanzi); Sentiero Orsi (oder: Sentiero Osvaldo Orsi); Sentiero Osvaldo Orsi (so heißt die einstige "Sega alta"); Sentiero delle Palete; Sentiero SOSAT; Sentiero Gustavo Vidi (oder: Sentiero Vidi); Sorgente (Quelle); Sorgenti (Quellen); Spallone dei Massodi; Stablei; Stabli; Torrione di Vallesinella; Val Pérse; Val di Santa Maria della Flavona; Vallaza; Vedretta dei Brentèi; Vendretta die Brenta inferiore; Vedretta di Brenta superiore; Vedretta Flavona; Vedretta dei Sfulmini; Vedretta di Vallesinella; Vedretta di Vallesinella inferiore; Vedretta di Vallesinella superiore; Via delle Bocchette

#### Namenskürzel

Bocca	B.	Passo	P.so
Bocchetta	Bocch.	Punta	P.ta
Campanile	Camp.	Punte	P.te
Cascata	Casc.	Rifugio	Rif.
Cima	C.	Santa, San	S.
inferior	inf.	Sentiero	Sent.
Malga	M.ga	superior	sup.
Monte	M.	Torre	T.
occidentale	occid.	Torrione	T.ne
orientale	orient.	Vedretta	Vedr.

Im Folgenden sei die Entstehung und Entwicklung einer Reihe von Orts-, Landschafts- und Bergnamen im Gebiet der Brenta beleuchtet.

Im Jahre 1188 wird von einem gewissen Raimondo in einem Alpental zwischen dem (heutigen) Adamello und der (heutigen) Brentagruppe ein Hospiz zu Ehren der Jungfrau Maria gegründet, zu Füßen des "Monte Campilium": Der Grundstein zum mondänen Luftkurort Madonna di Campiglio war gelegt. Daß auch der über dem Hospiz aufragende Berg seinen Namen hatte, war für damalige Zeiten außergewöhnlich. Denn mit den Bergtoponymen nahm man es lange Zeit hindurch nicht genau: Die Gebirge wurde lieber aus der Ferne betrachtet und mit vagen Bezeichnungen belegt, und besonders spät bekam die Brentagruppe ihren heutigen Namen.

Als "Sfulmini" – was eine Trentiner Dialektform des italienischen Wortes "fulmini" für "Blitze" ist – war dieses Massiv bei den Einheimischen längst bekannt. Auch als "rupi di Stenico" (Felsen von Stenico) oder als "Monte di Molven", "Monti di Tovel" oder "Monti di Tuenno", je nachdem, von welcher Seite her die Talbewohner diese bizarren, furchterregenden Felsspitzen betrachteten, die auf den Karten bis in's 17. Jahrhundert hinein noch als recht amorphe, ungenaue, namenlose Gebilde dargestellt wurden.

Daß dann die Brenta ihren heutigen Namen bekam, ist auf einen Irrtum zurückzuführen. Als "Brenta" wird im Trentino bis heute ein als Tränke dienender, ausgehöhlter Baumstamm bezeichnet, auch ein Trog, und damit eine trogförmige Mulde, ein trogförmiges Tal. So erhielt ein vom Rendenatal her auf der Brentawestseite ansteigendes Tal seinen Namen "Val Brenta". Der schartenförmige, seit altersher bekannte Übergang an seinem Abschluß wurde als "Bocca di Brenta" bezeichnet. Auf der 1824 erschienenen österreichischen Spezialkarte 1:75 000 wird nicht der Paß allein, sondern die ganze Gebirgsgruppe mit dem Namen "Bocca di Brenta" belegt. Ein Druckfehler oder eine auf sprachlichen Verständigungsschwierigkeiten beruhende Fehlinterpretation? Adolf Schaubach übernahm 1845 diesen Namen in seinen "Führer", John Ball in seinen "Alpine Guide". Als sich die Kartographen ihres Irrtums bewusst wurden, hatte sich der Name "Bocca di Brenta" bereits in Alpinistenkreisen durchgesetzt. Er wurde nur um die offensichtlich falsche Bezeichnung "Bocca" (= Mund, Öffnung) auf "Brenta" verkürzt.

Das Massiv hatte nun zwar seinen Namen, aber große Verwirrung und Unklarheit herrschte noch in der Namensgebung der einzelnen Berge. Um Ordnung in die konfuse Brentatoponymie zu bringen, berief der Trentiner Alpenverein S.A.T. 1881 eine eigene Kommission ein, die im Januar 1882 die Ergebnisse ihrer löblichen Arbeit /2/ präsentierte: Die "Gruppo di Brenta" wurde eindeutig gegen die umliegenden Berge abgegrenzt und etliche Täler, Gipfel und Übergänge bekamen ihre Namen, die sie bis heute tragen. Ein für allemal wurde auch festgelegt, daß es sich bei dem höchsten, südlich der Bocca di Brenta gelegenen Gipfel um die "Cima Tosa" handelte (und nicht um die Brenta Alta, die Cima Brenta oder die Cima di Naudis, wie sie von den ersten Besteigern genannt worden war), bei dem nördlich der Bocca di Brenta gelegenen, nur 23 Meter niedrigeren Berg dagegen um die "Cima di Brenta". Das Toponym "tosa" für diesen Gipfel, der durch seine weiße Schneekappe auffällt, dürfte auf das Wort "tosa-to" (= kahlgeschoren) zurückzuführen sein, wenn auch die Etymologie von "tosa" als langobardisches Wort für "junges Mädchen" verführerischer klingt.

Aber man sollte bei der Suche nach der Herkunft vieler Bergtoponyme manchmal nicht allzu tief schürfen: Oft entspringen sie mehr einem Zufall oder der Blitzidee eines Alpinisten oder Topographen denn einer wirklich überlegten, sinnvollen Namensgebung. So gab der Trentiner Carlo Garbari der "Cima Polsa" diesen Namen, weil er sich auf ihr auszuruhen pflegte ("polsàr" bedeutet im Trentiner Dialekt "ausruhen"), wenn er von der Cima Tosa zurückkehrte. Auch Heimat- und Nationalgefühle kamen in den Namen zum Ausdruck: Die Cima Margherita (ursprünglich: Cima Regina Margherita) wurde 1885 von ihrem Erstbesteiger Stefano Yocca der damaligen Königin Italiens, Margherita von Savoyen, gewidmet; die Cima Roma wurde nach der Heimatstadt ihres Erstbesteigers, des Römers Ricci, benannt. Doch die Brentagruppe gehörte damals noch zum habsburgischen Kaiserreich und die Österreicher wollten den Italienern in durch Namen kundgetaner Vaterlandstreue nicht nachstehen: Die Cima Brenta wurde in "Kaiser Franz Josef Spitze" umgetauft, die Cima Grosté wurde zur "Marie Valerie Spitze", nachdem Kaiserin Elisabeth und Erzherzogin Marie Valerie im September 1889 den Grostégletscher besucht hatten. Doch diese k.u.k.-treuen Namen fanden keinen Widerhall. Das Trentino war zwar ein Teil von Österreich, aber die einheimische Bevölkerung sprach italienisch.

Franz Josef Österreicher, angeblich ein unehelicher Sohn von Kaiser Franz Josef von Österreich und ein cleverer Förderer des Fremdenverkehrs von Madonna di Campiglio, taufte den nördlich dieses Luftkurorts gelegenen Pass "Campo Ginevra" in "Campo Carlo Magno" um: Der Bezug auf Karl den Großen klang heroischer, klang nach mittelalterlich ein wenig sagenumwobener Geschichte. Auf eine Sage um Karl den Großen ist auch der Name einer öden Schotterhalde in der Nähe der Grostéhütte zurückzuführen: Als "Orti della Regina" ("Gärten der Königin") wird sie seltsamerweise bezeichnet, denn einst soll im Tal eine schöne junge Königin geherrscht haben, die beim Herannahen des Frankenkaisers voller Furcht hierher in die Berge geflüchtet war.

Das "Val delle Seghe" hat seinen Namen wahrscheinlich nach fünf Sägewerken (italienisch "sega", "segheria"), die einst am Ufer des Molvenosees, wo dieses Tal anzusteigen beginnt, in Betrieb waren. Aber als "seghe" werden auch die Felsbänder bezeichnet, die gerade in der Brenta so häufig anzutreffen sind und zur Anlage der berühmten Höhenwege geradezu eingeladen haben. Nach einer Familie mutiger Jäger, den Armi aus San Lorenzo in Banale, bekam ein Berg den Namen "Cima dei Armi", wobei dieses "dei" (statt "degli" = "von den") nicht Hochitalienisch sondern Trentiner Dialekt ist. Doch die Dialektformen sollen, das hat der rührige Trentiner Alpenverein S.A.T. ausdrücklich betont, anstelle der "Übersetzungen" in's Italienische überall dort beibehalten werden, wo sie gebräuchlich sind: Der "Turin basso" soll eben ein (Trentiner) "turion" (= großer Turm) bleiben und nicht zu einem (italienischen) "torrione" werden, die "Cima Grosté" endet mit einem geschlossenen é und nicht mit einem offenen è, das eher der hochitalienischen Aussprache entspräche. Denn "grosté" ist von "grostedi, crostedi" (= verkrustet) herzuleiten, womit das von Eis "inkrustierte" Felsgestein bezeichnet wird (und tatsächlich dehnen sich in der Nähe des Passo del Grosté auch die "Grostédi" aus).

Auch ein anderes Kriterium hat die S.A.T. sich zu eigen gemacht: Bei der Bezeichnung von Schutzhütten ist der Ortsname dem Personennamen vorzuziehen: also "Rifugio Grosté" statt "Rifugio Graffer" (oder ganz korrekt: "Rifugio Grosté Giorgio Graffer"), "Rifugio Brentèi" statt "Rifugio Alberto e Maria", "Rifugio Dodici Apostoli" statt "Rifugio Garbari". Denn der Ort behält seinen Namen bei, bei der Erinnerung an eine Person dagegen können auch nationale Gefühle und sentimental getränkte Haltungen des historischen Moments mitspielen. Und für derlei Tendenzen sollte im Gebirge kein Platz sein.

## Literaturverzeichnis

- /1/ A e g e r t e r , Leo : Begleitworte zur Karte der Brentagruppe. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Band XXXIX, 1908. München
- /2/ (de) F a l k n e r , Alberto : Relazione sulla nomenclatura del Gruppo di Brenta; in: Annuario Società degli Alpinisti Tridentini, 1881-1882. Trient
- /3/ F i n s t e r w a l d e r , Karl : Die Namenarbeit an den Alpenvereinskarten; in: Alpenvereinskartographie und die ihr dienenden Methoden; von R. Finsterwalder. Sammlung Wichmann, Band 3, Verlag Herbert Wichmann, 1935. Bad Liebenwerda / Berlin
- /4/ S c h u l z , Karl : Die Brenta-Gruppe; in: Die Erschließung der Ostalpen, III. Band. Verlag des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 1894. Berlin
- /5/ V a l c a n o v e r , Adolfo und D e f l o r i a n , Tarcisio : Guida dei sentieri e rifugi. Trentino orientale. Società Alpinisti Tridentini (S.A.T.), 1981. Trento

### Weitere Literatur

- (de) B a t t a g l i a , Franco : Il Gruppo di Brenta. Zanichelli, 1982. Bologna
- (de) C o n c l i n i , Wolftraud : Brenta – Zauber der Höhenwege. Bergverlag Rother, Zweite, ergänzte Auflage, 1971. München
- F r e s h f i e l d , David : Italian Alps. Appendix E: "The Nomenclature of the Brenta Group". Blackwell, 1937. Oxford
- G o r f e r , Aldo : Le valli del Trentino. Band I: Trentino Occidentale. Manfrini, 1975. Calliano (TN)
- Verschiedene "Annuari" der Società degli Alpinisti Tridentini (S.A.T.), Trient

### III/9 DIE KARTENPROBE "BRENTA" IN VOGELSCHAUBILDLICHER DARSTELLUNG

von Heinrich C. Berann, Lans, und Gustav Neugebauer, München

Für die Neuherausgabe der "Karte der Brentagruppe" 1:25 000 von 1908/38 wurde vorerst eine Kartenprobe bearbeitet (siehe III/5 "... kartographische Bearbeitung", Karte 3 – Kartenprobe), welche das Gebiet zwischen der Pietra Grande im Norden und der Cima Tosa im Süden sowie dem Monte Spinale im Westen und Campo della Flavona im Osten umfaßt. Von diesem Gebiet ist eine vogelschaubildliche Darstellung /10/ angefertigt worden (Abbildung 1), die dem Vergleich mit der Kartenprobe sowie der Erläuterung ihres eigenen Entstehungsvorganges dienen soll /1/.

Vogelschau und Karte haben trotz formaler und substantieller Verschiedenheit mancherlei Berührungs- und Beziehungspunkte. Ganz zu recht werden die Vogelschauen deshalb zu den kartenverwandten Darstellungen gezählt. In der wissenschaftlichen Kartographie ist die Vogelschau als solche eindeutig definiert und gegenüber Panorama, Blockbild oder Axonometrie abgegrenzt. Lediglich mit dem Teilpanorama besteht eine engere Beziehung /3/ /5/ /6/.

#### Allgemeiner Vergleich von Karten (Kartenprobe) und Vogelschau

Während die Karte eine orthogonale Abbildung eines Teiles der Erdoberfläche ist und weitgehend von Maß und Zahl sowie abstrakter Kartengraphik bestimmt wird, ist die Vogelschau eine zentralperspektive Abbildung auf eine schräge Ebene. Der Betrachtungspunkt liegt in Vogelflughöhe oder höher. Das Ergebnis ist ein Schrägbild naturalistischen Aussehens, vergleichbar einer photographischen Aufnahme. Es wird in der Landschaftsmalerei auch als Vedute bezeichnet.

Aus einer Karte kann man Entfernungen, Höhen, Lage- und Flächenverhältnisse sowie anderes dem Maßstab entsprechend genau entnehmen. Aus einer Vogelschau respektive Vogelperspektive kann man es nicht. Dafür wirkt diese in ihrer Bildhaftigkeit und der dem Auge des Betrachters genehmen Perspektive gefälliger als die Karte.

In eine Karte muß man sich hineindenken, wenn man sie interpretieren will. Die Vogelschau als "reales Bild der Landschaft" ist dagegen problemlos verständlich. Sie ist somit ein gutes Mittel zur Schnellinformation für Lehrzwecke, Tourismus, Werbung und vieles andere.

Der grundrißlichen Darstellung der Karte aus senkrechter Sicht bleibt nichts Relevantes verborgen oder versteckt, der Vogelschau je nach Steilheit des Sichtwinkels relativ viel.

Karte und Vogelschau bedürfen der inhaltlichen Generalisierung. Sie ist für beide gleichermaßen von Bedeutung.

Wie die Karte, sofern sie in der Geländedarstellung naturnahen Gestaltungsprinzipien folgt, neben dem rein kartographisch-geometrischen einen künstlerischen Aspekt hat, so hat die künstlerisch naturbildhafte Vogelschau kartographisch-geometrische Bezüge, auch wenn diese nur dem Bildaufbau dienen.

Bemerkenswert ist jedoch, daß die Erfahrungen der Landschaftsmalerei in punkto Naturbeobachtung und naturhafter Wiedergabe, wie sie bei Vogelschauen und Panoramen Voraussetzung eines guten, bildhaften Ausdrucks sind /8/, Auswirkungen auf die kartographische Geländedarstellung hatten. Man denke nur an E. Imhof und seine epochemachende Reliefkartographie. Imhof, der große Lehrmeister der Kartographie, hat von sich selbst gesagt /7/, daß die "eigenen Seherfahrungen als Landschaftsmaler" zur Anwendung der Luftperspektive in seinen Reliefkarten und zuletzt in der Schaffung eines naturähnlichen, bildhaften Reliefs der Schweiz in Form eines Kartengemäldes geführt haben.

Was aber hat das mit der "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 zu tun, die ja bereits 1908 zur Zeit der klassischen Felszeichnung ihre inhaltliche Form und Farbigkeit gefunden und in der jetzigen Neubearbeitung (siehe III/5 "... kartographische Bearbeitung", Karte 3 – Kartenprobe) keine grundsätzlichen Veränderungen erfährt? Es hat insofern etwas mit ihr zu tun, als das naturhafte Felsbild der Vogelschau und die genetisch-naturnahe, jedoch geometrisch gebundene Felsdarstellung der Karte verschiedenartige naturalistische Aspekte vorstellen, die eines Vergleiches würdig sind. Da in beiden Fällen Anschaulichkeit und Naturhaftigkeit der Felsdarstellung qualitativ hochwertig sind, ist ein solcher Vergleich besonders interessant. Die großartige Hochgebirgslandschaft der Brenta mit ihrem charakteristischen Felsaufbau war geradezu eine Herausforderung, diese Gegenüberstellung zu verwirklichen und die vorgenannten Kriterien von Karte und Vogelschau dabei wertend zu prüfen.

#### Die Vogelschau (Abbildung 1) und ihre Entstehung

Nachfolgend soll über das Arbeitskonzept und die maltechnische sowie farbliche Ausführung der Brenta-Vogelschau berichtet werden.

#### Die Vorgaben

Sie bestanden darin, daß ein bestimmter Landschaftsausschnitt zu erfassen und eine gute Vergleichbarkeit mit der Kartenprobe zu gewährleisten ist. Dazu gehörte auch die Nordorientierung der Vogelschau. Auf die Beachtung der Wesensmerkmale der Felslandschaft und aller topographischen Besonderheiten sollte im Rahmen der zeichnerischen Möglichkeiten besonderes Augenmerk gerichtet werden. Damit waren die Ausgangspositionen festgelegt.

#### Unterlagen

Als unentbehrliche Unterlagen gelten gute Karten und möglichst farbige Landschaftsaufnahmen aus der Luft.

Die Karten dienen der Orientierung und dem konstruktiven Bildaufbau. Man kann letzteres auch als Objektplatzierung bezeichnen. Für diese Zwecke konnte auf die hervorragende "Karte der Brenta-Gruppe" 1:25 000 des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins von 1908/38 zurückgegriffen werden.

Die Karte ist ebenfalls für die Höhensondierung des Reliefs, vor allem bei markant in Erscheinung tretenden Berggipfeln von Wichtigkeit.

Um sich einen bildhaften Eindruck von der Landschaft im allgemeinen und der Formcharakteristik im besonderen zu verschaffen, benötigt man flächendeckende Farbphotos in Schrägaufnahmen aus der Luft. Sie wurden vom Lehrstuhl für Kartographie und Topographie der Universität der Bundeswehr München (Prof. G. Neugebauer) zur Verfügung



Abbildung 1 (siehe umseitig)

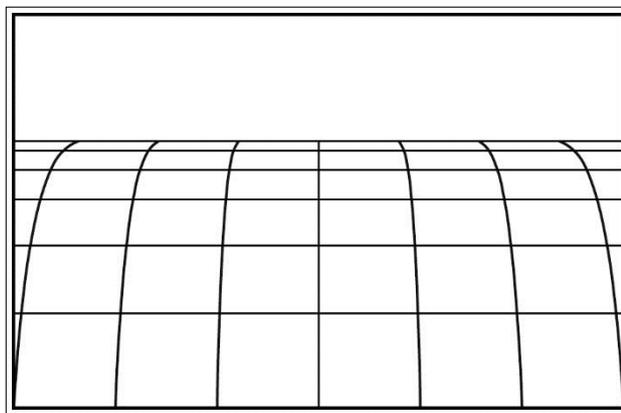
Abbildung 1

Das Gebiet der Kartenprobe "Brenta" in vogelschaubildlicher Darstellung.  
Bearbeitet von H. C. Berann 1986. Blickrichtung Süd-Nord.

gestellt. Es handelte sich um Farbaufnahmen im Format 6 x 6 cm /11/. Da sie sich meist überdeckten, konnte man sie auch unter einem Taschenstereoskop räumlich betrachten. Wenn man im Besitz von Landschaftsphotos ist, heißt das nicht, daß das darzustellende Gelände keiner Observierung mehr an Ort und Stelle bedarf. Eine solche ist in jedem Falle wichtig und sie sollte vom Bearbeiter einer Vogelschau stets wahrgenommen werden.

#### Konstruktion

Ausgehend von der Kartengrundlage wird als nächstes auf dem Zeichenblatt ein Übertragungsnetz entworfen /4/, das je nach Aufgabenstellung unterschiedlich ausfallen kann. Am häufigsten findet ein progressiv-zentralperspektivisches Netz Verwendung (siehe [Figur 1](#)), bei dem der Sichtpunkt im Vordergrund steiler und zum Hintergrund hin immer flacher angesetzt wird. Dadurch entsteht statt eines Bildschnittes ein wirklicher Bildhorizont. Außerdem werden die fernen Bildteile dem Natureindruck entsprechend mehr und mehr zusammengerückt.

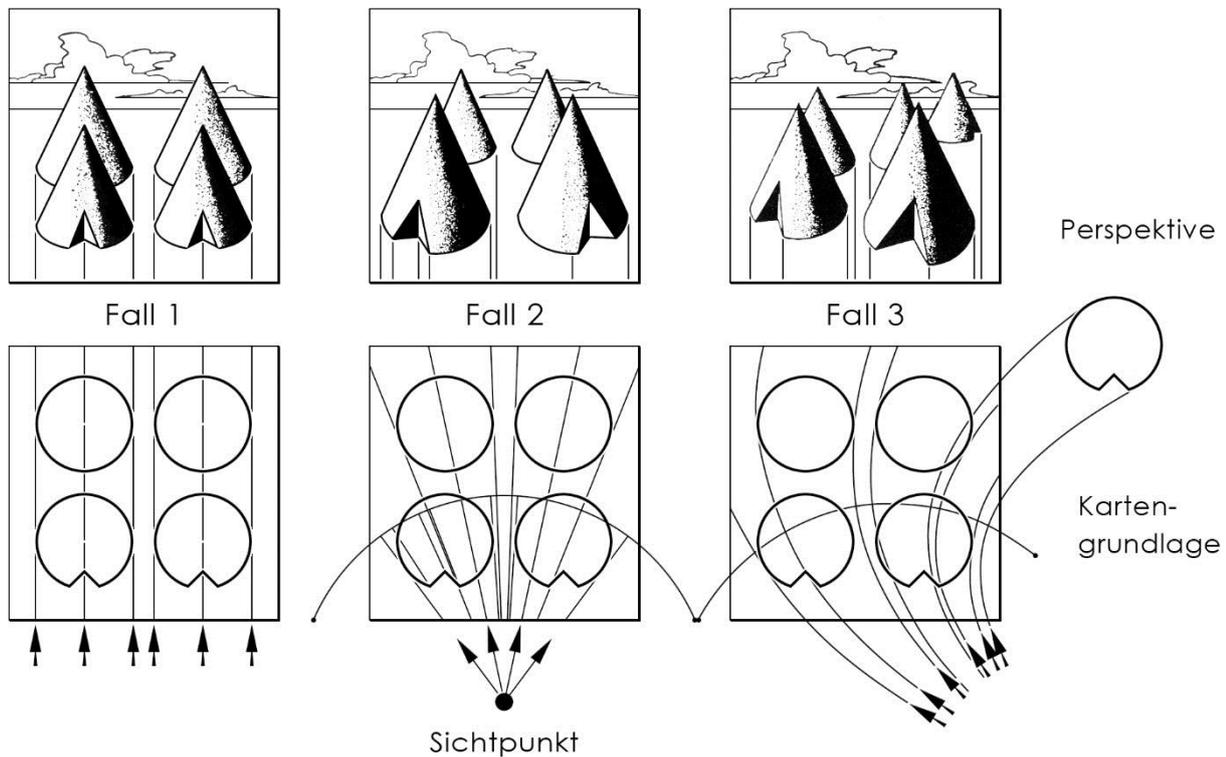


Figur 1  
Progressiv-zentralperspektivische Netzskizze

Im Falle der Brenta-Vogelschau wurde das vorstehend beschriebene Konstruktionsverfahren zwar im Prinzip befolgt, in der Verfahrensweise jedoch alternierend und den Vorgang vereinfachend angewendet. Dies ist ein Weg, der viel Erfahrung beim Gestalten einer Vogelschau voraussetzt und die volle Beherrschung des Metiers erfordert. Die konstruktive Anlage dieses praxisbezogenen Vorgehens wird in [Figur 2](#), Fall 2 demonstriert. Sie zeigt die Kartengrundlage (unten) in vektorieller Aufteilung mit Sichtstrahlen und die daraus abgeleitete Perspektive (oben).

#### Bildentwurf

Nachdem ein günstiger Sichtstrahl und der das darzustellende Gelände abgrenzende Sichtwinkel festgelegt sind, werden Sehstrahlen zu bestimmten orientierungsrelevanten topographischen Objekten in die Kartengrundlage eingezeichnet (siehe [Figur 2](#), Fall 2). Sie dienen der Lage- und Höhenbestimmung sowie dem Bildaufbau in der Perspektive, wobei auch das "in's Bild setzen" bestimmter Geländeteile (Berge, Täler, Seen, Siedlungen etc.) eine Rolle spielt. Ein extremes Beispiel dafür wäre der Fall 3 in [Figur 2](#). Bei der Brenta-Vogelschau liegt der perspektivische Sichtpunkt etwa 15 km südlich der Cima Brenta in einer NN-Höhe von rund 3500 Metern. Der Sichtwinkel ist bereits im Bereich der Pietra Grande wesentlich verflacht, um diesen Bergstock wirksamer in Erscheinung treten zu lassen. Die mit Schrägeinsicht in das darzustellende Gelände erstellten Farbaufnahmen aus der Luft waren so geflogen, daß sie im allgemeinen bereits eine perspektivisch-anwendungsgerechte Orientierung boten.



Figur 2

#### Kartengrundlage und Perspektiven

- Fall 1 – Parallelperspektive, geeignet für großräumige Anwendungen
- Fall 2 – Zentralperspektive, geeignet für regionale bis lokale Anwendungen
- Fall 3 – "Kurvenperspektive" (ein Sonderfall der Zentralperspektive), etwa zum Einbeziehen "abseits" gelegener Objekte

Das "Bild der Landschaft" wird nun in Gerippeform auf dem Arbeitsblatt vorskizziert (vergleichbar etwa Stufe 1 in [Figur 3](#)). Ist dieser Vorgang abgeschlossen, folgt als nächstes eine ausdruckssteigernde Überarbeitung mit einfachen Mitteln, zum Beispiel durch Bleistiftschattierung. Sie hat den Zweck, dem Entwurf ein bildhaft-räumliches Aussehen zur Beurteilung der Gesamtkomposition zu verleihen. Läßt diese noch Mängel erkennen, dann biete das jetzige Stadium des Entwurfes die Gelegenheit zu weiterer Korrektur.

Um einen in jeder Hinsicht ausgereiften Entwurf zu gestalten, bedarf es mehr als nur zeichnerisch-konstruktiven Könnens. Wichtig ist ein ausgeprägter Sinn für das richtige Erfassen und treffsichere Wiedergeben der Szenerie, also der Gelände- beziehungsweise Felsformen, bei gleichzeitiger Auswahl des Wesentlichen aus der Fülle der Erscheinungen.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß der Entwurf sowie die nachfolgende Ausmalung zum Zwecke der Arbeitserleichterung in der Regel die doppelte Größe des späteren Druckergebnisses hat.

#### Bildgestaltung

Darunter ist die maltechnische und farbliche Ausführung zu verstehen. Nachdem der Bildentwurf für gut befunden worden ist und damit als abgeschlossen gelten kann, geht

es an die Malarbeit, den eigentlichen Schöpfungsakt des künstlerisch-naturhaften Landschaftsbildes in der Vogelschau /2/ /9/.

Die Farben – Zum Malen wurden Temperafarben verwendet. Sie haben die Eigenschaft, daß sie deckend sind und man somit "Farbfehler" durch Überzeichnen leicht und wiederholt korrigieren kann. Zudem trocknen sie matt auf, verfließen nicht ineinander und heben sich klar voneinander ab. Temperafarben eignen sich zur farblichen Nuancierung zarter bis kräftiger Farbtöne und erlauben es, mit spitzem Pinsel selbst feinste Strukturen in satten Farben darzustellen. Bei der farbigen Ausführung einer Vogelschau wird es immer wieder zu kleineren Bildkorrekturen kommen.

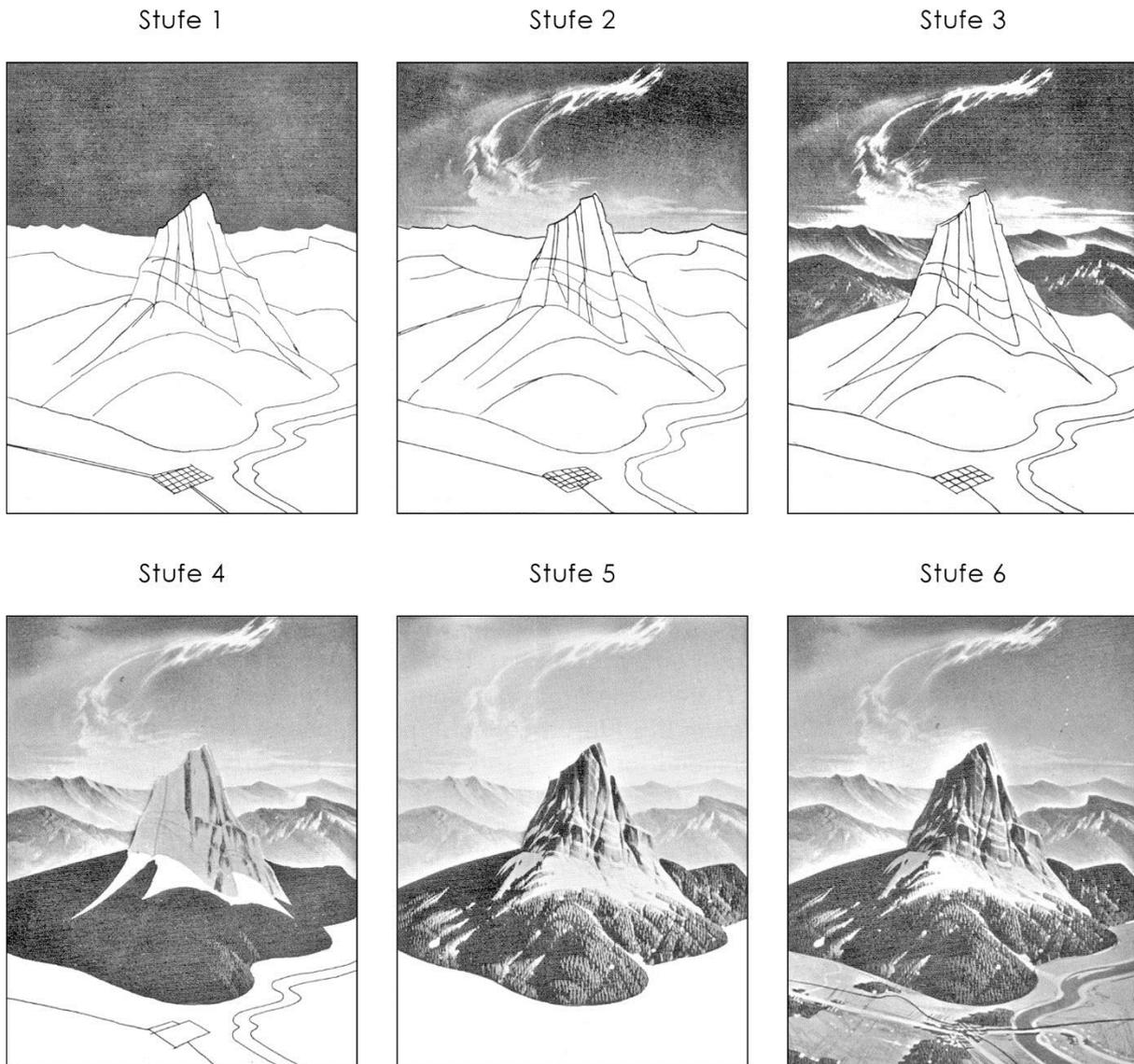
Der Lichteinfall – Der richtig gewählte Lichteinfall ist von größter Bedeutung für die Wirkung der bildhaften Darstellung. Er soll so angesetzt sein, daß eine optimale Formplastik im Wechsel von Lichtern und Schatten entsteht. Letztere wird man im Nahbereich relativ kräftig ausführen, mit zunehmender Entfernung aber abschwächen, so wie die Natur es uns vormacht. Aber immer sollten die Schatten durchsichtig bleiben. Ein anderer Gesichtspunkt bei der Wahl des Lichteinfalles hängt vom Landschaftsgefüge ab. Liegen zum Beispiel große Wasserflächen im Darstellungsbereich, etwa bei Ufer- oder Küstenlandschaften, dann sollte die Lichttrichtung immer von diesen ausgehen.

Die Luftperspektive – Ein weiteres grundsätzliches Moment ist die Beachtung der Luftperspektive, sie vermag Tiefenwirkung in der Landschaftsmalerei zu erzeugen. Das beste Beispiel dafür ist wiederum die Naturbeobachtung. Nahes zeigt sich klar und farbig, Fernes trüb und zunehmend farbloser, in's Graublau bis Grau übergehend. Diese Effekte sind in der Landschaftsmalerei zu beachten. Man wird also klare und kräftige Farbtöne mit starken Kontrasten und scharfer Konturierung bei der Darstellung des Bildvordergrundes verwenden, zum Bildmittel- und hintergrund ein Verblässen der Farbtöne und Entschärfen der Kontraste herbeiführen. Große Fernen versinken dann in einem entsättigten Farbschleier. Legt man zwischen die einzelnen Raumglieder, zum Beispiel hintereinanderliegende Bergzüge, Berggruppen oder Bergketten, noch einen feinen Dunstschleier, so läßt sich die Tiefenwirkung zusätzlich steigern.

Die farbige Ausführung – Jetzt sei auf den Malvorgang als solchen und die farbige Bildgestaltung im speziellen eingegangen. Als Grundlage für die folgenden Erklärungen soll Figur 3 mit ihren sechs Darstellungsstufen (schwarz-weiß Beispiele) dienen, welche den Bildaufbau einer Vogelschau exemplarisch vor Augen führen. Selbstredend ist auch die Brenta-Vogelschau (Abbildung 1) in die Betrachtung mit einzubeziehen. Vorher sei aber noch ein fundamentaler Hinweis eingeflochten. Er betrifft das Naturstudium. Ein guter Landschaftsmaler sollte sich lange und intensiv damit beschäftigt haben, bevor er ernsthaft an die Arbeit geht. Er sollte Bescheid wissen über die Formcharakteristik einer Landschaft sowie über den Entstehungs- beziehungsweise Entwicklungsgang der Formen.

Die Malarbeit beginnt beim Himmel und schreitet fort über den Hintergrund zum Vordergrund, wobei der jeweilige Anteil vollständig ausgearbeitet wird. Das bedingt allerdings, daß eine kompositorische Vorstellung des Gesamtbildes bereits vorhanden ist.

Stufe 1 -- Die blaue Himmelsfarbe kommt als gleichmäßiger Grundton zum Auftrag. Das geschieht in der Regel mittels Spritztechnik (Luftpinsel). Farbton und Farbtintensität werden je nach Landschaftsmotiv unterschiedlich ausfallen. Mit der Wahl der Himmelsfarbe wird bereits Einfluß auf den Stimmungsgehalt der Vogelschau genommen.



Figur 3

Demonstration des Bildaufbaues einer Vogelschau nach H. C. Berann in sechs Stufen

Stufe 2 -- In der zweiten Etappe der Himmelsdarstellung werden Wolkenbildung und Wolkenschleier entlang des Bildhorizontes in das Blau des Himmels eingefügt. Ein flächig blauer Himmel ohne Wolkenstimmung ist nur bei Winterlandschaften angebracht, weil die Blau-Weißmodulation hierbei in der Landschaft liegt. Ganz anders verhält es sich bei einer bunten Landschaft. Für sie ist eine dem Motiv angepaßte Wolkenstimmung sehr wichtig. Sie ist ein malerisches Szenarium, vergleichbar einer Ouvertüre, die dem Hauptwerk vorangeht. Der wirkliche Künstler kann das Szenarium lieblich, dräuend, ernst oder feierlich gestalten und damit der gesamten Vogelschau diesen Eindruck vermitteln.

Stufe 3 -- Es folgt die Darstellung des Landschaftshintergrundes. Dieser ist weit weg vom Betrachter und dem Dunst der Ferne sowie dem Wolkenschleier des Himmels verhaftet. Man stellt ihn meist luftperspektivisch-kulissenhaft in Graublau bis Grau dar. Weißlichgraue Dunststreifen setzen die Kulissen voneinander ab.

Der Hintergrundszenerie folgt die des Mittelgrundes. Sie tritt als Bunde glied zwischen Hinter- und Vordergrund bereits etwas deutlicher in Erscheinung. Die Tonwertskala nimmt an Klarheit zu, ohne jedoch Details besonders hervorzuheben.

Das Malen vom Hintergrund zum Vordergrund ist vorwiegend aus arbeitstechnischen Gründen zu empfehlen, um das fertige Bild ohne Schutzabdeckung stets vor Augen zu haben.

Stufe 4 -- Dieser Arbeitsschritt zeigt die Farbgrundierung des Vordergrundes. Das heißt, es wird ein Lokalgrundkolorit für die kräftigsten Farb- und Schattentöne angelegt.

Stufe 5 -- Nun geht es an die Ausarbeitung des Vordergrundes. Man schreitet zur Modellierung der Felsen und Wälder, setzt deutliche Lichter und Schatten. Der Bildinhalt wird in klaren und kräftigen Farben gezeichnet und die Details werden akzentuiert. Lokale Farbdifferenzierungen helfen mit, Bildmonotonie zu vermeiden. Naturbezogene Farbeffekte vermögen einem Bild Leben zu verleihen. So kann eine lichte Frühjahrsstimmung erzeugt werden oder eine milde Herbststimmung, der Farbe des Gesteins oder des Bewuchses Geltung verschafft werden und anderes mehr.

Stufe 6 -- Zuletzt bedarf es noch der Wiedergabe sonstiger natürlicher und baulicher Objekte wie Gewässer, Siedlungen, Verkehrswege und anderes, die den Bildinhalt komplettieren. Diese meist durch Menschenhand geschaffenen und kurz- bis mittelfristig veränderlichen Erscheinungen einer Landschaft werden nicht immer in die Malerei der Vogelschau einbezogen, sondern sinnvollerweise auf eine separate Deckfolie gezeichnet. Damit sind sie der Fortführung besser zugänglich.

### Beschriftung

Sie ist an sich ein Fremdkörper in einer vogelschaubildlichen Landschaftsmalerei, jedoch meist unumgänglich und nötig zur topographischen oder sonstigen Erklärung des Inhaltes. Soweit man sie außerhalb des Bildes platzieren kann, sollte man dies tun. Der Bezug zum Bildinhalt muß aber in irgendeiner Form hergestellt sein. Das kann zum Beispiel durch Verwendung von Zahlen geschehen. Greift man aber zur Schrift selbst, dann sollte diese möglichst wenig stören und auf das unbedingt Notwendige beschränkt werden. Da die Brenta-Vogelschau unter anderem dem topographischen Vergleich mit einer Kartenprobe dienen soll, mußten einige Berg- und Landschaftsnamen in das Bild gesetzt werden. Mittels einer zarten und klein ausgeführten Kursivschrift ist versucht worden, den Störfaktor gering zu halten.

## Literaturverzeichnis

- /1/ B e r a n n , Heinrich C. : Darstellende Kunst in Panoramen. In: Karlsruher Geowissenschaftliche Schriften, Reihe A, Band 4. Fachhochschule Karlsruhe, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie, 1986. Karlsruhe
- /2/ G a r f i e l d , T. : The Panorama and Reliefkarte of Heinrich Berann. The Bulletin of the Society of University Cartographers, Volume 4, Nr. 2, 1970. Liverpool
- /3/ H a k e , Günter : Kartographie II. Sammlung Göschen. Verlag de Gruyter, 1976. Berlin
- /4/ H ö l z e l , Fritz : Perspektivische Karten. Internationales Jahrbuch für Kartographie, Band 3, 1963. Gütersloh und Zürich
- /5/ I m h o f , Eduard : Kartenverwandte Darstellungen der Erdoberfläche. Eine systematische Übersicht. Internationales Jahrbuch für Kartographie, Band 3, 1963. Gütersloh und Zürich
- /6/ I m h o f , Eduard : Wesenszüge und geometrische Gefüge kartenverwandter Darstellungen. Geographisches Taschenbuch, 1964/65. Wiesbaden
- /7/ I m h o f , Eduard : Ein neues Kartengemälde der Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 2. Cicero-Verlag A.G., 1985. Zürich
- /8/ I m h o f , Eduard : Zeichnerische Landschaftspanoramen. In: Karlsruher Geowissenschaftliche Schriften, Reihe A, Band 4. Fachhochschule Karlsruhe, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie, 1986. Karlsruhe
- /9/ N e u g e b a u e r , Gustav : Professor H. C. Berann und sein Werk. Kartographische Nachrichten, 34. Jahrgang, Heft 4. Kirschbaum-Verlag, 1984. Bonn – Bad Godesberg
- /10/ S t o l l t , Oskar : Die Geländedarstellung im Vogelschaubild. Kartographische Nachrichten, Heft 4. Velhagen & Klasing, 1958. Bielefeld
- /11/ S t u m m v o l l , Franz : Die Entstehung modernen Panoramen. Kartographische Nachrichten, 36. Jahrgang, Heft 3. Kirschbaum-Verlag, 1986. Bonn – Bad Godesberg

Anschriften der Verfasser

B e i n e k e , Dieter - Dipl.-Ing., wissenschaftl. Mitarbeiter.  
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, Fakultät BauV, Universität der  
Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, D-8014 Neubiberg

B e r a n n , Heinrich C. - Professor.  
A-6072 Lans/Tirol, Österreich

d e C o n c i n i , Wolftraud.  
Via Paludi 62, I-38057 Pergine Valsugana, Trentino

H e l l , Günter - Professor Dr.-Ing.  
Fachber. Vermessung und Kartographie, Fachhochschule Karlsruhe, Moltke-  
straße 4, D-7500 Karlsruhe 1

H e r m , Dietrich - Professor Dr.  
Institut für Paläontologie und historische Geologie, Universität München,  
Richard-Wagner-Straße 10, D-8000 München 2

I m m e l , Harald - Dr., Privatdozent.  
Institut für Paläontologie und historische Geologie, Universität München,  
Richard-Wagner-Straße 10, D-8000 München 2

K l e i m , Uwe - Dipl.-Ing., Kartograph.  
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, Fakultät BauV, Universität der  
Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, D-8014 Neubiberg

N e u g e b a u e r , Gustav - Professor Dr.  
Lehrstuhl für Kartographie und Topographie, Fakultät BauV, Universität der  
Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, D-8014 Neubiberg

R i n g l e , Konrad - Dipl.-Ing., Photogrammeter.  
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Universität Karlsruhe,  
Englerstraße 7, D-7500 Karlsruhe



S c h r i f t e n r e i h e  
des Studienganges Vermessungswesen an der UniBwM

Bisher erschienene Hefte:

- Nr. 1/78 A. Schödlbauer:  
Curriculum für den wissenschaftlichen Studiengang Vermessungswesen  
der Hochschule der Bundeswehr München.  
53 Seiten, DM 10.--
- Nr. 2/78 A. Chrzanowski and E. Dorrer (Editors):  
Proceeding "Standards and Specifications for Integrated Surveying  
and Mapping Systems", Workshop held in Munich, 1 – 2 June 1977.  
181 Seiten, DM 20.--
- Nr. 3/78 W. Caspary und A. Geiger:  
Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit elektronischer Neigungsmesser.  
62 Seiten, DM 10.--
- Nr. 4/79 E. Baumann, W. Caspary, H. Dupraz, W. Niemeier, H. Pelzer,  
E. Kuntz, G. Schmitt, W. Welsch:  
Seminar über Deformationsanalysen.  
106 Seiten, DM 15.--
- Nr. 5/81 K. Torlegård:  
Accuracy Improvement in Close Range Photogrammetry.  
68 Seiten, DM 10.--
- Nr. 6/82 W. Caspary und W. Welsch (Herausgeber):  
Beiträge zur großräumigen Neutrassierung.  
268 Seiten, DM 20.--
- Nr. 7/82 K. Borre and W. M. Welsch (Editors):  
Proceedings "Survey Control Networks".  
Meeting of FIG-Study Group 5B, Aalborg, 7 – 9 July 1982.  
428 Seiten, DM 35.--
- Nr. 8/82 A. Geiger:  
Entwicklung und Erprobung eines Präzisionsneigungstisches zur  
Kalibrierung geodätischer Instrumente.  
124 Seiten, DM 10.--
- Nr. 9/83 W. Welsch (Herausgeber):  
Deformationsanalysen '83.  
336 Seiten, DM 25.--
- Nr. 10/84 W. Caspary, A. Schödlbauer und W. Welsch (Herausgeber):  
Beiträge aus dem Institut für Geodäsie.  
241 S., DM 20.—
- Nr. 11/84 W. Caspary und H. Heister (Herausgeber):  
Elektrooptische Präzisionsstreckenmessung.  
268 Seiten, DM 20.--

- Nr. 12/84 P. Schwintzer:  
Analyse geodätisch gemessener Punktlageänderungen mit gemischten Modellen.  
155 Seiten, DM 15.--
- Nr. 13/84 G. Oberholzer:  
Landespflege in der Flurbereinigung.  
80 Seiten, DM 10.--
- Nr. 14/84 G. Neukum mit Beiträgen von G. Neugebauer:  
Fernerkundung der Planeten und kartographische Ergebnisse.  
100 Seiten, DM 25.--
- Nr. 15/84 A. Schödlbauer und W. Welsch (Herausgeber):  
Satelöliten-Doppler-Messungen.  
Beiträge zum Geodätischen Seminar 24./25. September 1984.  
394 Seiten, DM 30.--
- Nr. 16/85 M. K. Szacherska, W. M. Welsch:  
Geodetic Education in Europe.  
230 Seiten, DM 20.--
- Nr. 17/85 B. Eissfeller, G. W. Hein:  
A Contribution to 3d-Operational Geodesy.  
Part 4: The Observation Equations of Satellite Geodesy in the Model of Integrated Geodesy.  
189 Seiten, DM 20.--
- Nr. 18/85 G. Oberholzer:  
Landespflege in der Flurbereinigung, Teil II.  
114 Seiten, DM 12.--
- Nr. 19/86 H. Landau, B. Eissfeller and G. W. Hein:  
GPS Research 1985 at the Institute of Astronomical and Physical Geodesy.  
210 Seiten, DM 20.--
- Nr. 20/85 W. Welsch and L. A. Lapine (Editors):  
Proceedings "Inertial, Doppler and GPS Measurements for National and Engineering Surveys".  
Joint Meeting of Study Groups 5B and 5C, July 1-3, 1985.  
2 Bände, 630 Seiten, DM 50.--
- Nr. 21/86 G. Oberholzer:  
Landespflege in der Flurbereinigung, Teil III.  
97 Seiten, DM 12.--
- Nr. 22/86 W. Caspary, G. Hein, A. Schödlbauer (Herausgeber):  
Beiträge zur Inertialgeodäsie.  
Geodätisches Seminar 25./26. September 1986.  
382 Seiten, DM 30.--
- Nr. 23/86 E. Dorrer und J. Peipe (Herausgeber):  
Symposium Motografie. 11./12. März 1986 in München (in Vorbereitung)

Nr. 24/86 G. Neugebauer (Herausgeber):  
Brenta-Monographie. Grundlagenforschung auf dem  
Gebiet der Hochgebirgskartographie.  
188 Seiten, DM 30.--





