

ZUR BILDGEOMETRIE VON LANDSCHAFTSGEMÄLDEN.

Bildanalysen am Beispiel zweier Gletschergemälde von Schlagintweit
aus dem Jahre 1856

von

Egon Dorrer *

Zusammenfassung

Der Beitrag versucht am Beispiel zweier Landschaftsgemälde des Nanga Parbat Massivs in Pakistan durch Vergleich mit vorhandenem Kartenmaterial, verfügbaren Richtungsbeobachtungen und eigenen Photographien Aussagen über die wahrscheinlichste Abbildungsgeometrie der Gemälde abzuleiten. Insbesondere wird untersucht, inwieweit sich diese Darstellungen zur Wiederherstellung des Standortes heranziehen lassen. Die Bedeutung der beiden Gemälde liegt u.a. darin, daß sie zur Rekonstruktion der Gletscherstände zur Zeit des letzten Gletschermaximums in den Alpen, also um 1850, benutzt werden können.

Abstract

Statements are derived about the most probable image geometry of two landscape paintings of the Nanga Parbat Massif, Pakistan. This is supported by comparisons with available topographic maps, observed bearings and own photography. In particular, the drawings are investigated for resecting the exact location of the painter. The relevance of both paintings lies, first of all, in their utilization for reconstructing former glacial states, just in the time of the last glacier maximum in the Alps, i.e. about 1850.

Vorwort

Willy Kicks wissenschaftliches Werk ist häufig eng verknüpft mit den hundert Jahre älteren Arbeiten und Ergebnissen der Brüder Schlagintweit. In der Tat hat er es verstanden, das bereits vergessene Schaffenswerk dieser Naturforscher - größtenteils mühsam aus deren handschriftlichem Nachlaß extrahiert - der Nachwelt wieder zuzuführen. Nicht nur in seiner Doktor-Dissertation über "Schlagintweits Vermessungsarbeiten am Nanga Parbat 1856" (KICK, 1967), sondern auch in späteren Publikationen hat er die Verdienste dieser Zeitgenossen Alexander von Humboldts gewürdigt. Der vorliegende, einer gleichnamigen Diplomarbeit (GALONSKA, 1987) entnommene Beitrag soll hierzu lediglich eine bescheidene Ergänzung liefern.

* Prof. Dr. Egon Dorrer, Institut für Photogrammetrie und Kartographie, Universität der Bundeswehr München, 8014 München-Neubiberg

1. Einleitung

Alte Zeichnungen oder Gemälde werden unter anderem für die Gletscher- und Klimaforschung herangezogen, weil nur mit ihrer Hilfe frühere Gletscherstände rekonstruiert werden können. Dabei entsteht die Frage der Zuverlässigkeit und Genauigkeit solcher Darstellungen, insbesondere, ob solchen Abbildungen vernünftige Maße entnommen werden können. Voraussetzung ist dabei, daß der Zeichner, Maler oder Forschungsreisende überhaupt beabsichtigt hatte, die Landschaft topographisch richtig zu erfassen und darzustellen. Solch eine Fragestellung ergab sich vor zwei Jahren anlässlich einer Studie über das Verhalten des Sachén-Gletschers am Nanga Parbat (KICK, 1986) sowie im Rahmen der Vorplanungen zur Durchführung einer photogrammetrisch-glaziologischen Expedition an die Süd- und Ostseite des Nanga Parbat Massivs im Jahr 1984.

Bekanntlich erreichten die Gletscher der Alpen um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ihren letzten Höchststand und schmelzen seither ab. Diese Aussagen beruhen auf einer Vielzahl von zuverlässigen bildhaften und schriftlichen historischen Berichten, sowie jährlichen wissenschaftlichen Beobachtungen während der letzten Jahrzehnte. Global beanspruchen die Alpengletscher aber nur einen verschwindend geringen Flächenanteil, so daß diese Ergebnisse nicht ohne weiteres extrapoliert werden dürfen. Die flächenmäßig über dreißigmal größeren Gletscher Hochasiens sind im Gegensatz dazu nur sehr wenig erforscht, und ihre Änderungen werden auch heute kaum systematisch beobachtet. Nicht zuletzt hierzu hat sich Willy Kick mit Beiträgen und einem Gletscherinventar verdient gemacht (KICK, 1980; 1985).

Auf der Grundlage der berühmten, 1934 vermessenen Nanga Parbat Karte 1:50.000 (FINSTERWALDER, 1938), der übrigens auch heute noch nichts vergleichbares gegenübersteht, und auf den Spuren der von R. Finsterwalder selber gesetzten Vermessungspunkte, hat Kick 1958 die wesentlichsten Gletscher der Nanga Parbat Südseite photogrammetrisch neu aufgenommen. Ziel dieser Arbeit war, aus den mit Hilfe der Stereophotogrammetrie abgeleiteten Gletscherkartierungen der beiden Epochen zuverlässige Daten über Volumenveränderungen der Gletscher zu ermitteln (KICK, 1977; 1986).

Zwar hatte bereits R. Finsterwalder auf ein Panoramagemälde Schlagintweits (das sog. Diamer-Panorama, 1856) aufmerksam gemacht (FINSTERWALDER, 1938) und versucht, Zustand und Ausdehnung des darauf erkennbaren Tashing-Gletschers zu entnehmen. Aber erst Kick suchte systematisch nach weiteren Gletschergemälden Schlagintweits aus dieser Gegend und ging ernsthaft daran, daraus die Gletscherstände bis in jene Zeit, also bis um 1850, zurückzuverfolgen. In diesem Zusammenhang muß man sich daran erinnern, daß die Photographie erst um 1870 durch die Einführung von Bromsilberplatten feldtauglich geworden ist. Offenbar gibt es aber aus der damaligen Zeit überhaupt keine photographischen Aufnahmen von dem hier interessierenden Gebiet. Es ist daher mehr als ein glücklicher Zufall, wenn wie hier Landschaftsgemälde vorliegen, die mit später entstandenen Photographien verglichen werden können.

Während echte Photographien zentralperspektivische Abbildungen darstellen und somit im Rahmen des physikalisch bedingten Auflösungsvermögens den Gesetzen der projektiven Geometrie unterliegen, entstehen von Hand gefertigte Zeichnungen oder Gemälde durch subjektive Betrachtung, kurzzeitige mentale Speicherung und Filterung der wahrgenommenen Umgebung und mehr oder weniger ungenaue Übertragung auf das Blatt Papier. An die geometrische Abbildungsgenauigkeit derartiger Darstellungen darf man deshalb keine zu großen Erwartungen stellen.

Um optimal Gletscher vergleichen zu können, müssen die Bilddarstellungen folgende Bedingungen erfüllen:

- Die Entstehungszeit des Bildes muß bekannt sein.
- Die topographische Zuverlässigkeit der Darstellung von Gletscher und Umgebung muß gegeben sein.
- Der Aufnahmestandort des Bildes muß bekannt sein.

Ist der Aufnahmeort nicht bekannt, dann kann man versuchen, ihn aus markanten topographischen Merkmalen im Gemälde unter Zuhilfenahme einer maßstabsgetreuen Karte zu rekonstruieren. Dies setzt aber sowohl eindeutige Identifizierbarkeit dieser Merkmale in der Karte als auch möglichst umfassende Kenntnis der Abbildungsgeometrie des Gemäldes voraus. Auf letzteres soll in Kapitel 3 näher eingegangen werden. Am Beispiel zweier Landschaftsgemälde von *Schlagintweit* sollen die so gefundenen Erkenntnisse angewendet und überprüft werden. Da es dem Verfasser vergönnt war, anlässlich der oben erwähnten Nanga Parbat Expedition 1987 die mutmaßlichen Standorte *Schlagintweits* wieder aufzusuchen, ist eine unmittelbare Verifizierung der Bildgeometrie vor Ort möglich.

2. Die Brüder Schlagintweit und ihre Bedeutung für die Glaziologie

Einen ausführlichen Abriß über das Wirken der Brüder Schlagintweit gibt *Kick* in seiner Doktor-Dissertation. Auch in dem einer jüngeren Fernsehserie entstammenden farbenprächtigen Buch (*DAMBMAN et al., 1987*) werden die drei Naturforscher gewürdigt. Hier soll lediglich der historische Hintergrund in Bezug zu den beiden untersuchten Gemälden gestreift werden.

Im Auftrag der Ostindischen Kompanie bereisten die Brüder *Adolph, Hermann* und *Robert Schlagintweit* Vorderindien in den Jahren 1854 bis 1857. Gut die Hälfte dieser Zeit verbrachten sie mit Arbeiten in Hochasien, wo sie durch sämtliche Hauptabschnitte des Himalaya wanderten. Unterwegs auf den teilweise zum ersten Mal von Forschern begangenen Routen widmeten sie sich den unterschiedlichsten Aufgaben aus Geodäsie, Geophysik, Glaziologie und Meteorologie. Zuvor hatten sie bereits bemerkenswerte glaziologische Arbeiten in den Alpen geleistet. Für sie war es selbstverständlich, alle ihre Beobachtungen und Messungen stets auf das geographische Netz und auf Meeresniveau zu beziehen. So führten sie neben astronomischen Ortsbestimmungen auch barometrische Höhenmessungen und erdmagnetische Messungen durch.

An vielen ihrer Standorte versuchten sie, möglichst maßgerechte Ansichten in Form von gezeichneten Panoramen herzustellen, die sie dann später aquarellierten. In einigen Fällen wurden die Bilder auf Horizontal- und Vertikalwinkelmessungen zu besonders markanten topographischen Punkten abgestützt. Hierunter fällt auch das Nanga Parbat Panorama (s. Beilage), das am 14./15. September 1856 auf dem Rampur-Kamm entstand (der Leser müßte hier die *Finsterwalder-sche* Karte 1:50.000 vor sich liegen haben). In dieses Panorama wurden durch den im August 1857 bei Kriegswirren in Kaschgar ermordeten *Adolph* nachweislich Richtungsmessungen eingetragen, so daß man fast von einem "Meßpanorama" sprechen darf. Für das zweite, den Sachén-Gletscher (s. Beilage, Abb. 2) auf der Ostseite des Nanga Parbat dar-stellende Gemälde, welches am 11./12. September 1856 entstand, sind dagegen keine solchen Unterlagen be-kannt.

Noch relativ lange Zeit nach den Forschungsreisen der Brüder *Schlagintweit* gibt es aus diesem Raum kein vergleichbar umfassendes Datenmaterial, so daß ihren Aufzeichnungen auch heute noch durchaus aktuelle Bedeutung zukommt. Die Handschriften ruhen fast ausnahmslos in der Bayerischen Staatsbibliothek; ein Großteil der Originalaquarelle ist im Nachlaß der Familie *Schlagintweit*.

3. Die Geometrie von Landschaftsgemälden

Das photographische Bild ist eine Perspektive. Seine Geometrie ist daher eindeutig definiert. Beliebige Punkte im Raum werden längs Geraden eines Strahlenbündels durch einen gemeinsamen Zentralpunkt auf eine Bildebene abgebildet. Das mathematische Modell der Perspektive ist eine Kollineation, d.h. Geraden bleiben Geraden. Parallele Geraden werden im allgemeinen als Linien abgebildet, die durch einen Punkt laufen: den Fluchtpunkt. Dieses Prinzip wurde bereits von *Albrecht Dürer* (1471-1528) demonstriert. Bei ihm hat der Maler als Bild einen Glas-Schirm vor sich, auf dem er die hinter dem Schirm sitzenden Personen zeichnet. Dabei ist das Auge des Künstlers durch das äußerste Ende einer vertikalen Stange fixiert.

Betrachtet man extrem weitwinklige perspektivische (also nicht solche von einem Fischaug-Objektiv erhaltene) Photographien, dann fallen einige Besonderheiten auf, die mit unserer Wahrnehmung der Umwelt nicht übereinstimmen. Am augenfälligsten wird dies bei Gruppenaufnahmen: die Köpfe und Gesichter der am Rand stehenden Personen erscheinen verzerrt. Auch bei (unter Umständen entzerrten) Aufnahmen von Gebäudefassaden erscheinen uns parallele Linien und Kanten - obwohl wir aus Erfahrung wissen, daß sie in Wirklichkeit parallel sind - unnatürlich und nicht so, wie wir sie bei direkter Betrachtung der Fassade erkennen.

In der Tat werden nach den Regeln der Perspektive Kreise und Kugeln im allgemeinen in Ellipsen abgebildet, und parallele Gerade haben je nach der Betrachtungsrichtung im allgemeinen einen im Endlichen liegenden Fluchtpunkt. Hier ist nun der Ansatzpunkt. Eine der bedeutendsten Erfindungen des niederländischen Malers *Escher* (ERNST, 1982) auf dem Gebiet der Perspektivlehre beruht auf der Tatsache, daß wir unseren Raum nicht statisch wie eine Photo-

platte, sondern dynamisch durch Abtastung (Neudeutsch: Scanning) wahrnehmen. Augen und Kopf sind ständig in Bewegung, um räumlich ausgedehnte Objekte Punkt für Punkt zu fixieren und kurzzeitig auf die Netzhaut abzubilden. Erst unser Sehzentrum im Gehirn ist in der Lage, daraus ein Gesamtbild zusammenzusetzen. Und dieses gleicht nun nicht mehr einem Photo! Lange gerade Linien werden zu gebogenen Linien; parallele Geraden laufen sinusförmig aufeinander zu und besitzen damit zwei Fluchtpunkte; Kugeln bleiben immer Kreise; Kreisscheiben werden im allgemeinen zu Ellipsen.

In einer Naturlandschaft, wo keine geraden Linien erkennbar sind und den Maler zwingen könnten, sie als Geraden darzustellen, wird der Maler den ihn umgebenden Raum panoramenartig erfassen. Das einfachste mathematische Modell ist die Abbildung auf den Mantel eines Zylinders mit vertikaler Achse. Das Auge des Malers befindet sich auf einem willkürlichen Punkt dieser Achse. Alle vertikalen Linien werden als parallele senkrechte Linien wiedergegeben. Durch Ausrollen des Zylinders entsteht ein Panorama. Auf ihm erscheinen horizontale Abstände als skalierte Horizontalwinkel (im Sinne einer Messung mit Theodolit), während vertikale Abstände über den Tangens der Vertikalwinkel bestimmt sind. Auch mit speziellen Panoramakameras hergestellte Panoramaaufnahmen genügen diesem Abbildungsgesetz. *Escher* hat diese Zylinderperspektiven in einer Reihe von seltsam anmutenden Zeichnungen zur Perfektion und bis an die Grenzen des Skurrilen gesteigert; am bekanntesten ist wohl seine 1947 entstandene Lithographie "Oben und Unten".

Probleme entstehen, wenn sich das Panorama nicht nur in die Breite, sondern auch in die Höhe erstrecken soll, wie etwa zwischen Hochhäusern einer Großstadt oder im Hochgebirge. Die vertikalen Linien benötigen dann nämlich ebenfalls einen Fluchtpunkt. Das mathematische Modell muß in diesem allgemeinen Fall auf die Abbildung auf eine Kugeloberfläche erweitert werden, in deren Mittelpunkt der Betrachter steht. Jetzt werden dann auch die vertikalen Abstände als skalierte Vertikalwinkel erscheinen. Ein Fischaug-Objektiv produziert Szenen, wie sie auf einem kugelförmigen Bild erscheinen würden. Allerdings kommen wir dann aus dem Dilemma nicht heraus, daß sich nach dem *theorema egregium* des Mathematikers *C.F. GAUß* der Inhalt einer Kugelfläche auf eine Ebene nicht ohne Verzerrungen abbilden läßt. Dies ist uns aus der Lehre von den Kartenprojektionen her bekannt, wo es im Prinzip unendlich viele mögliche Lösungen gibt. Genauso wie dort ist es nicht sinnvoll, die gesamte Kugel durch ein einziges Gesetz abzubilden zu wollen.

4. Das Diamer-Panorama

Das im Nachlaß unter der Registernummer 377 geführte Gemälde der Nanga Parbat Gruppe (Abb. 1) entstand am 14./15. September 1856 unweit des Rampurecks, in den Aufzeichnungen auch als Gué-Paß bezeichnet. Nicht weit entfernt davon legte *R. Finsterwalder* 1934 eine photogrammetrische Standlinie an, ohne von der Existenz des Gemäldes zu wissen. Die Rundsicht von dort ist atemberaubend. Das Gemälde ist ein Panorama mit einem Öffnungswinkel von rund 180°. In seinem zentralen Bereich zeigt es den Nanga Parbat von Osten,

insbesondere die charakteristische Eis- und Gletscherlandschaft der Südseite dieses gewaltigen, im Bild allerdings nicht so mächtig erscheinenden Massivs. Aus den Feldaufzeichnungen (KICK, 1967) geht hervor, daß *Adolph Schlagintweit* auf dem Gué-Paß nicht nur eine geographische Ortsbestimmung durchgeführt, sondern mit dem Theodolit auch einen Richtungssatz zu einigen markanten Gipfeln und Felszacken (insgesamt 90) gemessen hat. Diese Zielpunkte hat er nachweislich maßstabsgerecht ($2^\circ = 1 \text{ cm}$) in Breite und Höhe auf das Bild übertragen. Die Abbildung entspricht damit der sog. Quadratischen Plattkarte in der Kartenprojektionslehre. Die Landschaftsdetails wurden dann von ihm wohl per Augenmaß zwischen die mathematisch genau übertragenen Stützpunkte eingezeichnet.

Anhand der Richtungsbeobachtungen und den der Karte 1:50.000 entnommenen Koordinaten von eindeutig identifizierten Zielpunkten konnten wir den Theodolit-Standort relativ genau rückwärts einschneiden. Mit den auch aus Abb. 1 ersichtlichen neun sowie mit weiteren drei außerhalb liegenden Punkten ergaben sich durch Ausgleichung die Lagekoordinaten des Standpunktes innerhalb des Gauß-Krüger-Netzes der Karte zu 480157 ± 9 , $902089 \pm 9 \text{ m}$ für Rechts- bzw. Hochwert. Als Produkt aller Meß-, Identifizier- und Kartenfehler ziehen die Standardabweichungen gegenüber diesen gemessenen Richtungswinkeln von 9 m einen mittleren Richtungsfehler von 4 Bogenminuten nach sich. Im Originalpanorama entspräche dies einem Bildfehler von 0,05 mm, also erheblich kleiner als es durch die manuelle Übertragung im Feld je hätte erreicht werden können.

Trägt man die Position des so bestimmten Standpunktes mit seinen Koordinaten in die Karte ein, so stellt man mit Genugtuung fest, daß er exakt auf dem Rampur-Kamm in einer Höhe von 3.850 m zu liegen kommt. Der analoge, von *R. Finsterwalder* abgeleitete Standpunkt liegt etwa 400 m weiter südöstlich auf dem Kamm. Während unserer Expedition 1987 versuchten wir anhand einer Kopie des Gemäldes *Schlagintweits* Standort aufzusuchen. Naturgemäß waren keine Relikte aus seiner Zeit mehr sichtbar, doch meinen wir, die plausibelste Stelle gefunden zu haben. Das dort gemachte und in Abb. 1 oben zusammengesetzte Photomosaikpanorama stimmt mit dem Gemälde relativ gut überein. Leider sind die vorgesehenen Arbeiten zur Rekonstruktion des Standortes aus diesem Mosaik noch nicht abgeschlossen. Bestärkt durch eine barometrische Höhenmessung von 3.880 m, standen wir auf dem dorthin ansteigenden Kamm vermutlich noch etwas weiter nordwestlich.

Für die weiteren Untersuchungen haben wir nun angenommen, daß das Gemälde an derselben Stelle wie der Richtungssatz entstanden ist. Neben den neun, von *Schlagintweit* in das Gemälde einkonstruierten Richtungszielen konnten in einem Schwarzweiß-Repro des Gemäldes (Maßstab 1:1,436 gegenüber dem Original) noch weitere 25 markante Geländepunkte auf der Karte identifiziert werden. Mit Hilfe des nun bekannten Standortes ließen sich die Richtungswinkel zu den einzelnen Zielpunkten berechnen. Ihr Vergleich mit den aus entsprechenden Bildkoordinatenmessungen im Gemälde unter Zugrundelegung des vorher gefundenen Maßstabes abgeleiteten Richtungen lassen einige bemerkenswerte Folgerungen zu. Die Zeichengenauigkeit der aus den Theodolitbeobachtungen übertragenen Punkte wird durch einen mittleren Fehler von 1,6 mm gekennzeichnet, ist also

doch recht grob. Dies entspricht einem mittleren Richtungsfehler von $0,3^\circ = 20$ Bogenminuten. Interessant ist, daß der Wert fast exakt $1/16$ Zoll repräsentiert, was indirekt auf die Benützung eines Zollmaßstabes für die Zeichnung hinweisen könnte.

Alle freihändig interpolierten Zielpunkte liefern für sich eine Standardabweichung von 6 mm. Bei näherer Untersuchung fällt allerdings auf, daß die Nachbarschaftsgenauigkeit doch wesentlich höher ist, da die Bildpunktpositionen innerhalb desselben Stützintervalles bis zu 10 mm in derselben Richtung verschoben sein können. Aus den herausgegriffenen Bildkoordinaten aller im Gemälde identifizierten Punkte ergibt sich durch Rückwärtsschneiden eine Position des Standortes, die über 400 m von der genaueren Position abweicht. Daraus ist ersichtlich, daß eine Standortbestimmung aus bildinhärenter Information allein praktisch nicht mehr als nur eine sehr rudimentäre Abschätzung geben kann. Dies wird gewisse Konsequenzen für die Untersuchung im nächsten Abschnitt haben. Allerdings liegen die Ziele beim Diemer-Panorama 12-40 km entfernt.

Betrachten wir nun das Gemälde (siehe Beilage, Abb. 1) selber! Daß der Vordergrund künstlerischer Phantasie des Malers entsprungen ist, dürfte einleuchten. Jedenfalls haben wir auf unserer Kammwanderung nichts davon entdecken können. Darüber hinaus zeigt ein eingehender Vergleich mit dem Photomosaik, daß - abgesehen von ein paar kleineren Fehlern und Unterlassungen - die gezeichnete Panoramaperspektive in sich widersprüchlich ist. So gruppieren sich zwar im linken Bildteil Mittel- und Hintergrund ganz gut, man kann sich aber des Eindrucks nicht erwehren, als ob der mittlere und rechte Teil des Gemäldes von einem weiter zurückliegenden Standort aus angefertigt worden wäre. In dieser Freiheit des Zeichners dürften auch die Grenzen zu suchen sein, bildhafte Darstellungen für Meßzwecke zu nutzen.

5. Das Sachén- Panorama

Das "Panorama des Sangu-Sar-Gletschers mit Blick auf den Großen Chongra Peak" (s. Beilage, Abb. 2) entstand am 11./12. September 1856 in der Nähe des heute bereits von Touristen frequentierten Sangu-Sar-Sees. Das Originalaquarell befindet sich unter der Reg.-Nr. 642 im Besitz der Familie *Schlagintweit*. Der Öffnungswinkel beträgt etwa 115° , die räumliche Tiefenerstreckung ist mit etwa 10 km erheblich geringer als beim Diemer-Panorama. Das Gemälde zeigt den herrlichen Talschluß mit Bulan-Kamm links und Rama-Kamm rechts. Es ist weniger fein ausgearbeitet, läßt aber trotzdem eine Reihe markanter Spitzen und Felsformationen erkennen, die sich für eine Identifizierung in der Karte anbieten. Richtungsbeobachtungen liegen nicht vor, so daß die Standortbestimmung sehr unsicher wird. Dies umso mehr, als auf Grund der eintönigen Topographie am mutmaßlichen Standpunkt oberhalb des Sees keine prädestinierten Stellen in Frage kommen.

Die Hauptschwierigkeiten traten bei der Identifizierung markanter Gemäldepunkte in der Karte auf. Der Grund ist zum Teil sicher darin zu suchen, daß die Karte in diesem Gebiet geometrisch weniger zuverlässig zu sein scheint als sonstwo. Mit einiger Mühe

konnten aber immerhin 24 auffallende Details - meist Gipfel und Felszacken - identifiziert werden, wobei im Laufe der weiteren Analysen aber einige Modifikationen notwendig werden sollten. Im Unterschied zum Diamer-Panorama kann der Standort nur aus den dem Gemälde entnommenen Bildkoordinaten abgeleitet werden. Hierzu diente ein Schwarzweiß-Repro, dessen Maßstab wegen fehlender Information über das Richtungs-Länge-Verhältnis erst bestimmt werden mußte.

Die Erfahrungen, die bei der Bildauswertung des Diamer-Panoramas gemacht wurden, sind wegen der unterschiedlichen Entfernungsverhältnisse nicht ohne weiteres auf das Sachén-Panorama übertragbar. Eigentlich könnte eine genauere Standortbestimmung erwartet werden. Eine wichtige Kontrolle bildet hier die Standpunkthöhe; denn die berechnete Höhe müßte mit der am eingeschnittenen Ort aus den Höhenlinien in der Karte abgegriffenen Höhe übereinstimmen.

Ausgehend von den identifizierten 24 Punkten wurde durch systematische Reduzierung der Punkte eine große Serie von Rückwärtschnitten - getrennt nach Lage und Höhe - durchgerechnet, wobei die folgenden Optimierungskriterien galten:

- Verwendung möglichst vieler Punkte
- möglichst kleiner Residuenbereich
- möglichst kleine und in Lage und Höhe möglichst gleiche Varianzfaktoren
- möglichst gleiche Maßstabsfaktoren in Lage und Höhe
- möglichst gute Übereinstimmung zwischen errechneter und abgegriffener Höhe.

Das auf diese Weise erzielte Resultat entsprang schließlich einer Kombination aus 20 Punkten bei Streufaktoren - d.h. mittleren Zeichenfehlern - von 2,1 (Lage) bzw. 2,8 mm (Höhe), Residuen im Bereich (- 4,2 ... 4,3) bzw. (- 5,3 ... 3,1 mm), Maßstabsfaktoren von $0,258 \pm 0,002$ bzw. $0,287 \pm 0,032$ Gon/mm, sowie einer Höhenübereinstimmung von 3 m. Letzterer Wert ist aber sicher purer Zufall, da aus der Ausgleichung die Standpunktkoordinaten RECHTS = 481297 ± 41 , HOCH = 910687 ± 19 , Z = 3722 ± 128 m mit einer unverhältnismäßig großen Standardabweichung für die Höhe herauskamen.

Mit diesem überraschend guten Ergebnis dürfte der geometrische Informationsgehalt des Gemäldes ausgeschöpft worden sein. Im Vergleich zum Diamer-Panorama ist die erzielte Genauigkeit geradezu unwahrscheinlich. Danach hätte *Schlagintweit* das Bild auf einer Höhe von 3722 m, also etwa 240 m oberhalb des Sangu-Sar-Sees gezeichnet. Wir versuchten 1987, diese Stelle mit Hilfe eines barometrischen Höhenmessers ausfindig zu machen, um dort ein Photomosaikpanorama aufzunehmen (Abb. 2 oben). Leider waren die Gipfel die meiste Zeit wolkenverhangen, so daß der Hintergrundvergleich mit dem Gemälde nicht gelingt. Im Vordergrund lassen sich aber wegen einer übertriebenen künstlerischen Phantasie des Malers kaum Homologien erkennen.

Interessant ist, daß die vier für die Berechnung wegen zu großer Residuen weggelassenen Gipfel auf Inkonsequenzen im Gelände hinweisen. Der ganz links oben im unteren Teil der Abb. 2 (s. Beilage) gerade noch erkennbare schneebedeckte Bulan Peak (das Originalgemälde ist etwas größer) sieht in Wirklichkeit anders aus; das gleiche gilt für den Gipfel rechts daneben. Die auffallende Spitze im linken Viertel des Bildes scheint überhaupt nicht zu existieren, sofern man sich nicht der Spekulation hingibt, es handele sich hier um den viel weiter dahinter liegenden Rakhiot Peak (7.070 m). Schließlich scheint der die Bildmitte dominierende Chongra Peak falsch dargestellt zu sein. Es sieht so aus, als ob bei der späteren Reinzeichnung und Kolorierung ursprünglich vorhandene Bilddetails und Bleistiftkonturen mehr oder weniger willkürlich überpinselt worden wären. Auch die dunkle Felsrippe im linken Mittelgrund zeigt eine nicht existierende horizontale Stelle, die vermutlich mit Schatten verwechselt worden war.

Im rechten Vorder- bzw. Mittelgrund vermeint man in den drei dargestellten Buckeln mit etwas Phantasie die heutigen, auch schon 1934 vorhandenen charakteristischen seitlichen Ausflüsse des Gletschers wiederzuerkennen. *Schlagintweit* erwähnt davon allerdings überhaupt nichts, auch in seinen Krokis sind sie nicht vorhanden. KICK (1986) extrapoliert daraus und aus einigen anderen fundierten Überlegungen für 1856 einen wesentlich niedrigeren Gletscherstand als heute. Diese Behauptung steht im Widerspruch zum damaligen Gletscherhochstand in den Alpen, beinhaltet also eine gewisse Brisanz. Auch der visuelle Vergleich der beiden, über 130 Jahre auseinander liegenden Abbildungen scheint dies zu bestätigen. Allerdings könnte der Standort *Schlagintweits* doch noch etwas höher - und damit auch etwas weiter entfernt - gelegen haben. Für diese Annahme spricht, daß im rechten Teil seines Gemäldes einige Gipfel des hinteren Chongra-Kammes über den Rama-Kamm herauszuragen scheinen. Im Photomosaik ist hiervon nichts zu erkennen.

6. Schlußbemerkung

Die Analyse der zwei hier diskutierten Landschaftsgemälde *Schlagintweits* hat einige verlässliche Aussagen über Standort sowie geometrische und interpretatorische Güte des Bildinhaltes erlaubt. Die noch vorläufigen Ergebnisse vermögen damit eine fundierte Voraussetzung für eine weitere glaziologische Diskussion zu schaffen - ganz im Sinne *Willy Kicks*.

Zusammen mit Beschreibungen, Situationskizzen, Messung der Eisesgeschwindigkeiten, Abschätzung der Moränenhöhen, barometrischen Höhenmessungen - alles in den Feldbüchern *Schlagintweits* - liefern die Gemälde wertvolle Aussagen über den Gletscherstand am Nanga Parbat zur Zeit des letzten Maximalstandes in den Alpen.

Für die selbstlose Überlassung der beiden Gemälde wird der Familie *Schlagintweit*, Bad Wiessee, herzlich gedankt.

Literatur

- DAMBMANN, G., LANGE, H. & M. ROHDE (1987): Mit Edmund Hillary durch den Himalaya. Herder Verlag, Freiburg.
- ERNST, B. (1982): Der Zauberspiegel des M.C. Escher. Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- FINSTERWALDER, R. (1938): Die geodätischen, gletscherkundlichen und geographischen Ergebnisse der Deutschen Himalaja Expedition 1934 zum Nanga Parbat. Mit zwei Karten. Berlin.
- GALONSKA, A. (1987): Zur Bildgeometrie von Landschaftsgemälden. - Bildanalysen am Beispiel zweier Gletschergemälde von Adolf von Schlagintweit aus dem Jahre 1856. Diplomarbeit, Institut für Photogrammetrie und Kartographie, Universität der Bundeswehr München; 73 S., mit Anhang.
- KICK, W. (1967): Schlagintweits Vermessungsarbeiten am Nanga Parbat 1856. in: Deutsche Geodät. Komm. Reihe C, Heft 97; 146 S.; München.
- KICK, W. (1977): Eisgeschwindigkeitsmessungen an Gletschern Hochasiens: Geschichte - Technik - Ergebnisse. in: Zeitschrift für Gletscherkunde 13, H. 1/2: 7-22.
- KICK, W. (1980): Material for a Glacier Inventory of the Indus Drainage Basin - The Nanga Parbat Massif. in: World Glacier Inventory, IAHS-AISH Publ.N° 126: 105-109 (wesentlich ausführlicher abrufbar gespeichert bei World Glacier Monitoring Service, VAW-ETH Zürich).
- KICK, W. (1985): Geomorphologie und rezente Gletscheränderungen in Hochasien. in: Regensburger Geogr. Schriften, Festschrift für Ingo Schaefer, Heft 19/20: 53-77.
- KICK, W. (1986): Hundert Jahre Sachéngletscher am Nanga Parbat - kein Ausnahmeverhalten? in: Göttinger Geogr. Abh. 81: 11-18.