Zeitschrift: Cartographica Helvetica : Fachzeitschrift für Kartengeschichte

Herausgeber: Arbeitsgruppe für Kartengeschichte ; Schweizerische Gesellschaft für Kartographie

Band: - (1997)

Heft: 16

Artikel: Vom Wachsen und Schrumpfen der Berge : die Geschichte der Höhenkote des Mönchs

Autor: Rickenbacher, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-9069

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Martin Rickenbacher

Vom Wachsen und Schrumpfen der Berge – Die Geschichte der Höhenkote des Mönchs

In der Tageszeitung *Der Bund*[1] erschien anfangs Oktober 1996 anlässlich der Neuausgabe von Blättern der Landeskarte 1:25 000 aus der Region Berner Oberland ein Artikel, welcher auf den «Höhenzuwachs» des Mönchs einging, der sich aus den Gesamtnachführungen 1986 und 1993 ergab. Darin versuchten verschiedene Fachleute eine Erklärung für das recht ungewöhnliche Phänomen zu finden, dass ein Berg plötzlich 8 m höher sein sollte als noch sieben Jahre zuvor. Dieser Beitrag löste in der Folge ein beachtliches Medienecho aus.[2]

Der topographisch-kartographische Aspekt kam leider in diesem ersten *Bund*-Artikel etwas zu kurz, was in einem weiteren Beitrag[3] jedoch nachgeholt werden konnte. Dieser hatte sich an ein breites Publikum zu richten und musste daher knapp gehalten werden. Aus Platzgründen konnten verschiedene interessante Kartenausschnitte und Darstellungen nicht gezeigt werden, sodass eine nachträgliche Publikation in dieser Zeitschrift gerechtfertigt erscheint. Anhand von Dokumenten aus der Kartensammlung des Bundesamtes für Landestopographie (L+T), welche eine Fülle von Informationen zur Landschaftsgeschichte der Schweiz enthalten, soll mit diesem Beitrag die Geschichte der Höhenbestimmung dieses bekannten Berner Viertausenders dokumentiert werden.

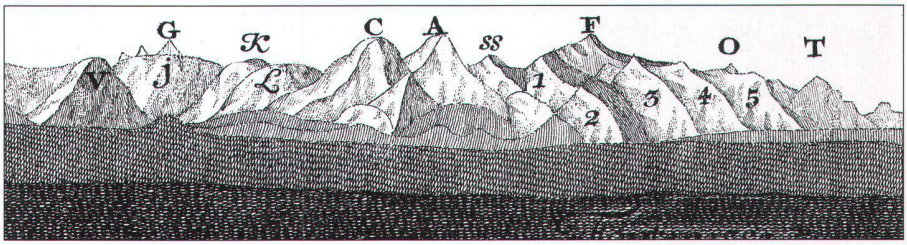


Abb. 1: Nicht mittels Karten, sondern in Form von Panoramen wurden dem Mönch die ersten Höhenangaben zugeordnet: Ausschnitt aus dem *Prospect Géométrique* von Micheli du Crest aus dem Jahre 1754. Der Mönch (A) ist 2482 Toisen (4837 m) hoch.

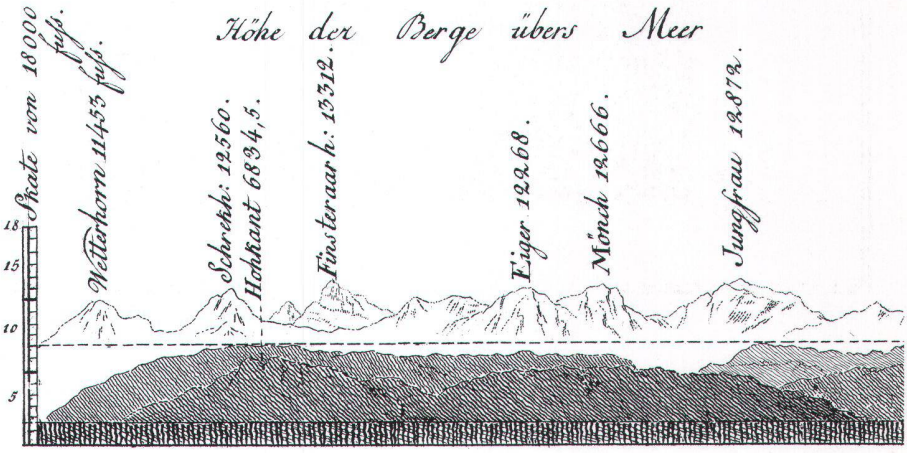


Abb. 2: Ausschnitt aus dem *Plan der Dreyecke für die Bestimung der Höhen einiger Berge des Canton Bern* von Johann Georg Tralles von 1790. Die Höhe des Mönchs ist in französischen Fuss angegeben. (Vgl. auch Abb. 5 auf Seite 26).

4837 m – Erste Höhenbestimmung durch einen Staatsgefangenen im Jahre 1754

Die vermutlich älteste Höhenbestimmung des Gipfels stammt vom Genfer Jacques-Barthélemy Micheli du Crest (1690–1766), welcher zwischen 1749 und 1766 als Staatsgefangener auf der Festung Aarburg eingekerkert war.[4] Dieser Physiker und Geodät versuchte 1754 im stolzen Alter von 64 Jahren, mit Hilfe einer gigantischen Wasserwaage die Höhe von 40 Alpengipfeln zu bestimmen. Für den Mönch, den Micheli in seinem *Prospect Geometrique des Montagnes neigées, dittes Gletscher, telles qu'on les découvre en tems favorable, depuis le Chateau d'Arbourg, dans les territoires des Grisons, du Canton d'Ury, et de l'Oberland du Canton Berne* (Abb. 1) allerdings als *Jungfrauberg* bezeichnete, erhielt der Wissenschaftler mit seiner äusserst einfachen Methode eine Höhe von 2482 Toisen (4837 m), womit der Gipfel den Mont Blanc noch um 30 m übertroffen hätte. Die Differenz von mehr als 730 m gegenüber dem heutigen Wert ist vor allem auf den Umstand zurückzuführen, dass der Gefangene die Distanzen zu den ferne liegenden Alpengipfeln nur sehr ungenau bestimmen konnte, was sich natürlich in schlechten Höhenangaben niederschlagen musste.[5] Pikantes Detail: selbst der berühmte Berner Naturforscher Albrecht von Haller (1708–1777) konnte dem Genfer die Gipfelflur von Eiger, Mönch und Jungfrau nicht richtig bezeichnen, Berge also, die heute jedem Berner Schulkind geläufig sind. Das Namensgut des Oberlandes war damals noch auf keiner Landkarte verlässlich angegeben, und stellenweise wurden die gleichen Gipfel in benachbarten Tälern verschieden benannt.

Dass Micheli du Crest die Höhe des Mönchs über eine Distanz von 85 km zu bestimmen versuchte, ist natürlich primär in dessen persönlicher Situation als Staatsgefangener begründet. Diese Betrachtung aus einer grossen Entfernung kann aber auch als Sinnbild für die Haltung der damaligen Zeit gegenüber der Alpenwelt gedeutet werden: Man beginnt sich für sie zu interessieren, hält aber gleichzeitig noch gebührend Abstand vom (noch) Unbekannten, welches man als unheimlich empfindet.

4114 m – Professor Tralles geht näher an den Mönch heran

Mit wesentlich besseren Instrumenten – allerdings auch nicht aus einem Gefängnis heraus – ging dann im Jahre 1788 Johann Georg Tralles (1763–1822) vor, der damalige Professor für Mathematik, Physik und Chemie der Universität Bern. Er bestimmte die Höhen nach dem trigonometrischen Verfahren: Mit einem Theodoliten (Winkelmessgerät) wird ein Dreiecksnetz (sog. Triangulation) gemessen, welches von einer genau gemessenen Grundlinie (sog. Basis) ausgeht. Daraus lassen sich die Distanzen zwischen den Dreieckspunkten berechnen, und anhand der gemessenen Höhenwinkel natürlich auch die Höhendifferenzen. Wenn die Höhenbestimmung nicht über allzu grosse Distanzen erfolgt, lassen sich mit diesem Verfahren grosse Genauigkeiten erzielen. In der Fachliteratur wird Tralles' *Bestimmung der Höhen der bekanntern Berge des Canton Bern,* welche 13 Gipfel umfasst, denn auch als die erste neuzeitliche geodätische Arbeit in der Schweiz bezeichnet (Abb. 2).[6] Bezeichnend ist, dass sich Tralles – zwei Generationen jünger als Micheli du Crest – den

Abb. 3: In älteren Karten erscheint der Mönch zunächst noch ohne Höhe, zum Beispiel in der *Karte zur Reise auf die Eisgebirge des Kantons Bern* Johann Jakob Scheurmanns von 1813, *nach dem Meyer'schen Reliev in Arau gezeichnet.* Sie erschien in Zschokke (1813) (Vgl. auch Abb. 8 auf den Seiten 28 und 29).

Bergen bereits deutlich annäherte: Seine Basis mass er auf der Thuner Allmend, und zur Höhenmessung stationierte er sogar auf den ersten Voralpengipfeln. Für den Mönch ging er folgendermassen vor: Er bestimmte zunächst dessen Lage aus den Dreiecken Hohgant-Niesen-Mönch und Hohgant-Stockhorn-Mönch.[7] In einem zweiten Schritt berechnete er anhand der Höhenwinkel und der Distanzen vom Hohgant, vom Niesen, vom Stockhorn und von den drei Punkten in der Thuner Allmend dessen Höhe. Tralles bezog seine Messungen auf das Niveau des Thuner Sees, das er zu 1780 Fuss (578 m) über dem Meer annahm. Daraus erhielt er eine Höhe des Mönchs von 12 666 Fuss (4114 m), womit er bis auf 7 m an den heutigen Wert herankam.

Professor Trechsels Triangulation des Kantons Bern

Tralles' Arbeiten konzentrierten sich auf das Berner Oberland. Ab etwa 1800 begannen die französischen Ingenieur-Geographen mit der Vermessung der Schweiz. Da deren Arbeiten den hiesigen Behörden nicht zugänglich waren, stellten die föderalistisch eingestellten Kantone eigenständige Pläne für die Erstellung von Vermessungen und Karten auf. In Bern begann sich ab 1809 Friedrich Trechsel (1776-1849)[8] intensiv mit dieser Frage auseinanderzusetzen.[9] Er erstellte zwischen 1810 und 1815 ein trigonometrisches Hauptnetz, welches den ganzen Kanton abdeckte. Darin erscheint der Mönch als Vorwärtseinschnitt[10] vom Belpberg und vom Napf aus.[11] In dieses Hauptnetz hinein wurden dann verschiedene «Sekundärtriangulationen» eingebunden. Im Oberland waren neben Trechsel auch die Ingenieure Johann Jakob Frey,[12] Niklaus Ludwig Friedrich Lüthardt und Gabriel Wagner an diesen Arbeiten beteiligt. In den *Trigonometrischen Höhenbestimmungen in Grindelwald, Lauterbrunnen & Frutigen,*[13] welche 1816 durch Johann Jakob Frey ausgeführt wurden, erscheint die Höhe des Mönchs - beschrieben als *Bergspitze* und *Eisberg Spitz* - mit 12 640 und 12 631 Fuss (4105 bzw. 4103 m),[14] in derjenigen von Interlaken[15] mit 12 663 Fuss (4113 m).

Frey ging gegenüber seinen Vorgängern wieder ein grosses Stück näher an den Berg heran: Den Berechnungsbänden zufolge mass er Höhenwinkel auf der Sulegg und auf dem *Breitlauestok* (Schynige Platte), um den Mönch zu bestimmen. Beobachtete Tralles noch aus rund 30 km Entfernung, so betrug Freys Bestimmungsdistanz nur noch etwa 13 km.

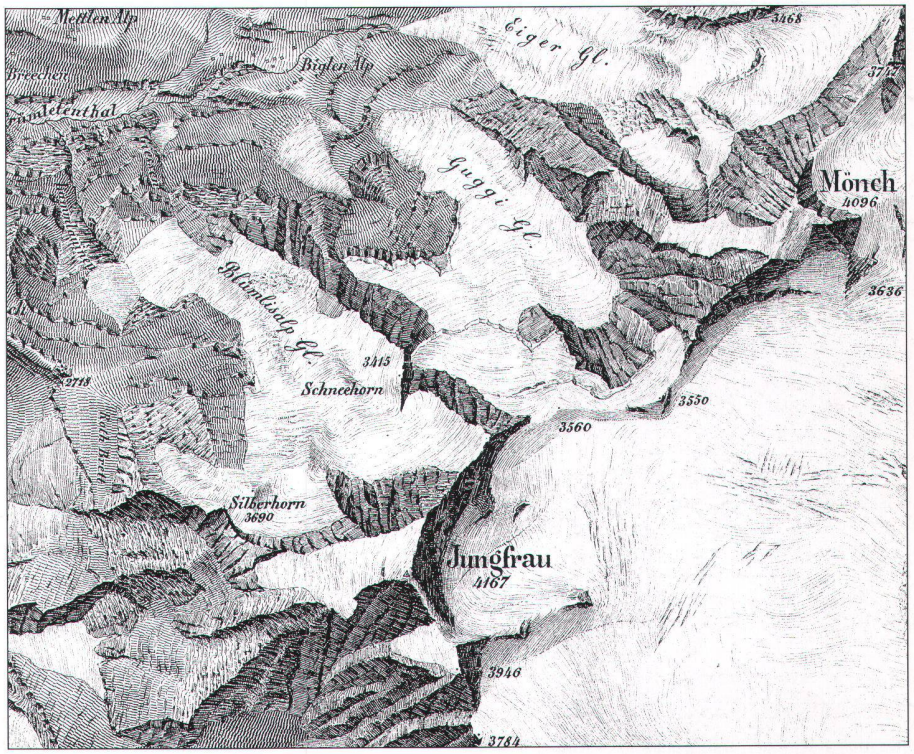
4096 und 4104 m - die Höhen in der Dufourkarte

Als General Dufour (1787-1875) in den Dreissigerjahren des letzten Jahrhunderts die Arbeiten zur *Topographischen Karte 1:100 000* (Dufourkarte) einleitete, musste er das Alpengebiet zunächst auf Kosten des Bundes topographisch vermessen lassen. Doch zuerst musste ein gesamtschweizerisches Fixpunktnetz geschaffen werden, damit die Aufnahmen gegenseitig auch in eine korrekte geometrische Beziehung gesetzt werden konnten. Diese *Triangulation primordiale* bildet vermutlich eines der ersten wirklich «eidgenössischen» Werke des sich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bildenden Bundesstaates, und das «Topographische Bureau» war wohl eine der ersten Zellen einer zukünftigen Bundesverwaltung. Diese «Bundestriangulation» bildete den geometrischen Rahmen, in welchen die einzelnen, damals zum Teil bereits realisierten Kantonstriangulationen eingepasst werden konnten. Im Jahre 1840 - bereits acht Jahre vor der Bundesverfassung - hatten die Vermesser ihre neue Grundlage geschaffen, als die *Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz* durch Johannes Eschmann (1808-1852), dem Geodäten Dufours, publiziert wurden. Dieses Buch enthält ein Koordinaten- und Höhenverzeichnis, worin der Mönch als Triangulationspunkt dritter Ordnung mit einer Höhe von 3976 m aufgeführt ist. Dieser Wert ist offensichtlich falsch, denn er erscheint in der gleichen Liste auch beim Eiger, worauf er sich auch bezieht.[16] Eine derart grobe Verwechslung ist insofern einigermassen erklärbar, als dass der Mönch damals noch als *Inner-Eiger* bezeichnet wurde.[17]

Nachdem die Fixpunkte bestimmt waren, konnte die topographische Aufnahme erfolgen. Im Berner Oberland führte Johann Rudolf Stengel (1824-1857)[18] diesen Auftrag

Abb. 4: Die ersten geometrisch korrekten topographischen Grundlagen: Ausschnitt aus dem Original-Messtischblatt 1:50 000 von Johann Rudolf Stengel von 1851, vergrössert auf ca. 150 % (vgl. Abb. 5) (Kartensammlung L+T, Original-Messtischblatt 412).

Abb. 5: Bereits 1851 eine Differenz von 8 Metern: Kartenstudie 1:50 000 von Johann Rudolf Stengel, ebenfalls aus dem Jahr 1851 (vgl. Abb. 4) (Kartensammlung L+T, Studie A. 428).



aus, ein sehr zuverlässiger Ingenieur, der wie alle damaligen Topographen nach dem so genannten «Messtisch-Verfahren» arbeitete. Dabei werden die aufzunehmenden Punkte direkt im Feld mit der sogenannten «Kippregel» angezielt. Dieses Instrument kann vereinfacht als Lineal mit Zielvorrichtung angesehen werden, welches zusätzlich mit einem Höhenteilkreis zur Ablesung von Höhenwinkeln versehen ist und auf einem kleinen Feldtisch – «Messtisch» genannt – aufliegt. Ausgehend von Punkten mit bekannter Lage – den bereits oben erwähnten Triangulationspunkten – können damit die Distanzen zu den unbekannten Punkten mit einer «graphischen Triangulation» bestimmt und anschliessend deren Höhendifferenzen mit Hilfe der Ablesung am Höhenteilkreis berechnet werden. Auf diese Weise lassen sich die Höhenkoten bei nicht allzu grossen Distanzen mit einer Genauigkeit von rund 1 bis 3 m bestimmen.

Die Kartensammlung der L+T enthält zwei Dokumente im Massstab 1 : 50 000 aus Stengels Hand, welche beide mit *1851* datiert sind: Einerseits eine Kartenstudie, welche für unseren Gipfel eine Höhe von 4096 m ausweist (Abb. 5),[19] andererseits das Original-Messtischblatt mit einer Höhe von 4104 m (Abb. 4).[20] Wie ist diese Abweichung im gleichen Jahr zu erklären? Wollte der Mönch etwa bereits damals ankündigen, dass er künftig in den amtlichen Kartenwerken für Verwirrungen sorgen würde? Interessanterweise enthielten nämlich bereits die beiden ersten Auflagen der Dufourkarte, des ersten offiziellen Kartenwerkes der Schweiz, die gleiche heute auftretende Differenz von 8 m: In der Erstausgabe von 1855 des Blattes XVII ist der Mönch 4096 m hoch, in der Zweitauflage von 1862 4104 m.

Dieser Widerspruch könnte wie folgt entstanden sein: Es darf davon ausgegangen werden, dass Stengel als erstes im Gelände sein Messtischblatt anfertigte (Abb. 4). Dieses wird wohl zunächst den Wert 4096 enthalten haben.[21] Aus dieser Grundlage leitete zunächst Stengel seine private Kartenstudie (Abb. 5) ab, und etwas später Dufours Kartographen die Erstausgabe der Dufourkarte (Abb. 6). Die Kote 4104 m ist mit grosser Wahrscheinlichkeit erst nach 1855, als das Blatt XVII der Dufourkarte bereits erschienen war, in das Original-Messtischblatt übertragen worden.[22] Diese Höhenangabe ist nämlich identisch mit jener aus dem *Verzeichnis der trigonometrischen Höhenbestimmungen im Kanton Bern von 1854 bis 1861,*[23] welche der Ingenieur Johann Heinrich Denzler[24] ausgeführt hatte.

Mit Sicherheit waren weder Dufours Geodäten noch Topographen auf dem Gipfel. Dessen Erstbesteigung erfolgte nämlich erst am 15. August 1857 durch Dr. Sigismund Porges mit den Führern Christian Almer, Ulrich und Christian Kaufmann.[25] Dieser Umstand ist insofern erwähnenswert, als es in jener

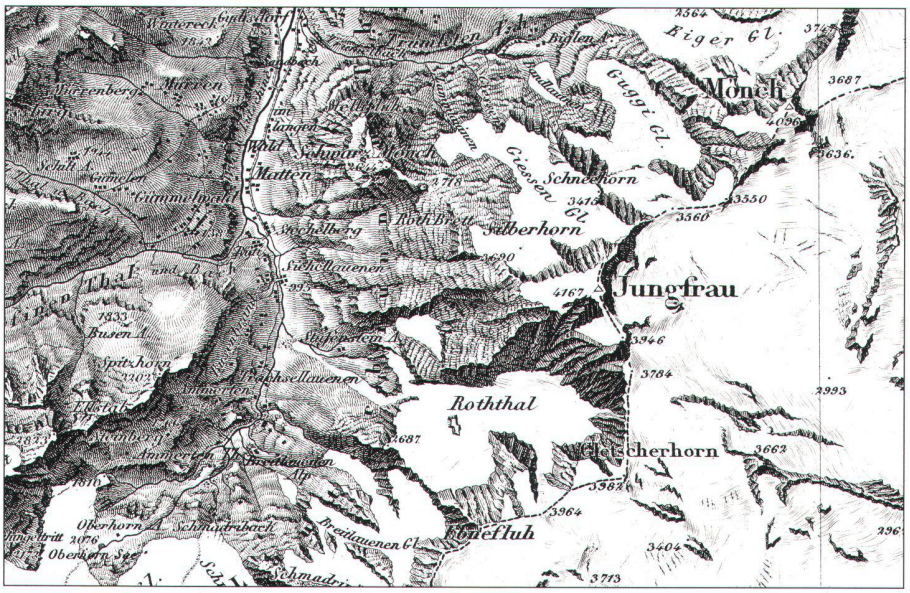


Abb. 6: Die erste amtliche Publikation einer offiziellen Höhe des Mönchs in der Erstausgabe der *Topographischen Karte der Schweiz 1 : 100 000* (Dufourkarte) von 1855.

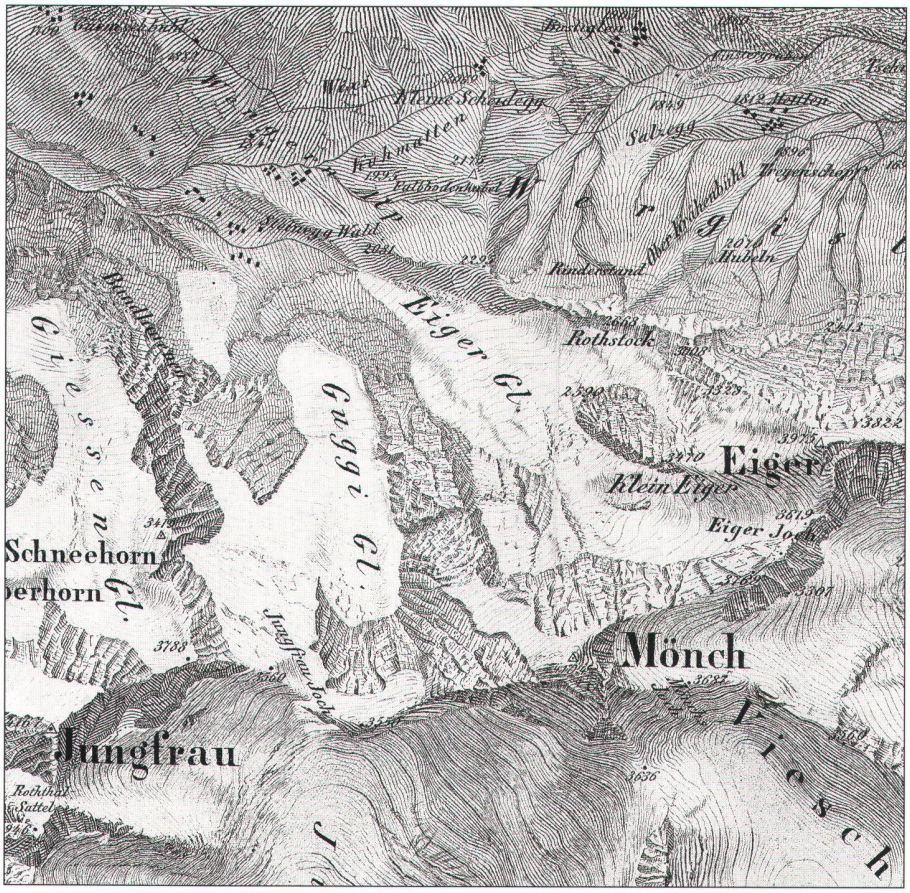


Abb. 7: Ausschnitt aus der *Karte des Hochgebirg's von Grindelwald, nach den eidgenössischen Aufnahmen bearbeitet & gestochen von R. Leuzinger.* Massstab 1 : 50 000. Bern, 1872.

Zeit mehrere Erstbesteigungen gab, die von Ingenieuren in Ausübung ihrer Arbeit ausgeführt wurden, so beispielsweise jene des Piz Bernina durch Johann Wilhelm Fortunat Coaz im Jahre 1850.[26] Aber auch die nachfolgenden Ingenieur-Generationen haben nie auf dem Mönch selbst stationiert: Wegen seiner Bedeckung mit einer Schneekuppe ist er als Standort für einen Triangulationspunkt nicht geeignet. Es wäre nämlich nur mit unverhältnismässigem Aufwand – wenn überhaupt – möglich gewesen, in angemessener Nähe genügend Steine zum Errichten eines Signales zu finden. Und ganz zu schweigen von den Mühen, welche das Freilegen dieses Signales in den kommenden Jahren jeweils erfordert hätte, wäre es doch wohl jeweils in Kürze wieder durch Schneeverwehungen verdeckt gewesen.[27] Da es aus Gründen der Netzkonfiguration nicht zwingend nötig war, ausgerechnet auf dem Mönch ein Signal zu errichten, hat man dieses Unterfangen wohl aus praktischen Gründen unterlassen. Dafür kam mit

dem Finsteraarhorn ein wichtiger Nachbargipfel zu Ehren: Es wurde beim Aufbau des Alpennetzes im August 1913 erstmals mit einem Signal versichert und im folgenden Jahr nach den Winkelmessungen als Punkt erster Ordnung der Landestriangulation bestimmt.[28] Spätestens mit dem Einbezug dieses «höchsten Berners» und der Dufourspitze in die Landestriangulation zur Zeit des Ersten Weltkriegs darf daher diese «Eroberung der Alpen durch Geodäsie und Topographie» als beendet bezeichnet werden, welche mehr als anderthalb Jahrhunderte vorher zu Zeiten des Micheli du Crest begonnen hatte.

Für den Mönch ist in diesem Zusammenhang auch der Umstand bemerkenswert, dass zwischen 1872 und 1874 zwei vom berühmten Kartographen Rudolf Leuzinger (1826–1896) gestochene Karten erschienen, eine mit 4104 m[29] (Abb. 7), die andere mit 4096 m.[30] Nicht nur die amtliche, sondern auch die private Kartographie schien also ihre liebe Mühe mit unserem Gipfel zu haben.

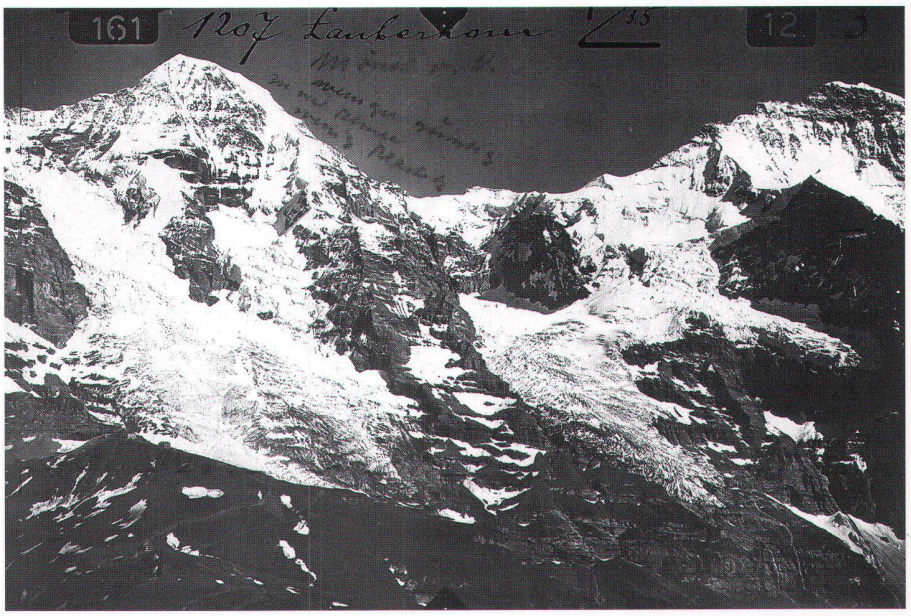


Abb. 8: Eine der Grundlagen für Abb. 9: Terrestrische Aufnahme von 1926 ab der Station Lauberhorn mit der Bemerkung *Mönch v. N., weniger günstig, zu viel Schnee, wenig Plastik,* welche die Schwierigkeiten des Photogrammeters deutlich vor Augen führt (Photothek L+T).

4105 m – Die Höhe des Mönchs in der Siegfriedkarte von 1872

Vor allem aufgrund von Bestrebungen des damals neu gegründeten SAC und weiterer wissenschaftlicher Kreise wurden ab 1868 die Original-Aufnahmen für die Dufourkarte nachträglich publiziert, wobei vielfach eine vorgängige Revision nötig war. In der Erstausgabe des Blattes *Jungfrau* des *Topographischen Atlas 1:50 000* erschien 1872 die Höhe von 4105 m.[31] Dieser Wert blieb auch bei der Revision des Blattes durch den berühmten Topographen Xaver Imfeld (1853–1909) im Jahre 1883 bis hin zur letzten Ausgabe der Siegfriedkarte von 1935 unverändert (Abb. Heftumschlag).

Die Höhen der Schweizer Karten beruhen auf dem «Repère de la Pierre du Niton», einem Findling im Hafenbecken von Genf. Dieser so genannte «Höhenhorizont» war seinerzeit für die Dufour- und Siegfriedkarte aus der *Nouvelle description géométrique de la France* abgeleitet worden. Dessen Referenzhöhe musste zu Beginn unseres Jahrhunderts aufgrund neuer Messungen der Nachbarstaaten um 3,26 m herabgesetzt werden. Sinngemäss müssen die Höhenangaben der auf dem alten Horizont beruhenden Kartenwerke – und damit auch die oben aufgeführten Werte – um den gleichen Betrag reduziert werden, damit sie mit den modernen Höhen verglichen werden können (vgl. Tab. 1).

4099 m – der Mönch auf der Erstausgabe der neuen Landeskarte von 1938

Kurz vor dem Zweiten Weltkrieg wurde mit dem «Kartengesetz» von 1935 die gesetzliche Grundlage für das heutige Kartenwerk geschaffen. Die topographischen Vorarbeiten dazu hatten allerdings bereits früher begonnen, im Falle des Jungfrau-Gebietes bereits 1926/27. Der Mönch lag damals als Grenzpunkt zwischen den drei Operaten *Grosse Scheidegg, Konkordia* und *Stechelberg*. Seine Höhe wurde im letztgenannten bestimmt (Abb. 9). Vermessen wurde nun nicht mehr mit dem Messtisch, sondern mit «terrestrischer Photogrammetrie», also anhand von Photographien.[32] Bei diesem Verfahren werden von zwei nahe beieinander liegenden bekannten Punkten aus mit einem Phototheodoliten (Winkelmessgerät in Verbindung mit einem hochpräzisen Photoapparat) Bildpaare mit paralleler Ausrichtung aufgenommen. Diese werden anschliessend im Büro auf speziellen Geräten ausgewertet, was einer Simulation des menschlichen Sehvorganges entspricht. Bei geeigneter Aufnahmedisposition lassen sich damit ähnliche Genauigkeiten erreichen wie mit dem Messtisch.

Unsere Topographen-Vorfahren erhielten mit dieser Methode eine Höhe von 4099 m. Sie wurde mit der Erstausgabe des Blattes 1:50 000 *Jungfrau* von 1938 erstmals publiziert und erst in der Ausgabe 1993 des Blattes 1:25 000 *Finsteraarhorn* durch den heutigen Wert ersetzt. Die Schlussfolgerung, dass der Mönch *in den letzten 7 Jahren um 8 m gewachsen* sei, muss also dahingehend präzisiert werden, dass sich diese Höhenänderung, falls es sich wirklich um eine solche handelt, über eine Periode von 67 Jahren erstreckt. Es lohnt sich daher, die Bestimmung dieser Höhe etwas näher zu untersuchen.

Leider kann bei topographischen Aufnahmen normalerweise nicht genau rekonstruiert werden, von welcher Station aus die Höhe eines Punktes tatsächlich bestimmt wurde. Aus topographischen Gründen kommen für den Mönch aber nur zwei Möglichkeiten in Frage, eine südlich des Lauberhorns auf rund 2380 m Höhe und eine südwestlich des Bietenhorns auf rund 2690 m. Die erste ist vom Mönch 5,1 km entfernt, die zweite 10,7 km. Aus fehlertheoretischen Gründen ist eine Bestimmung aus der Nähe wahrscheinlicher. Dabei muss der Mönch ziemlich steil von unten anvisiert werden (rund 20 Grad). Da der Gipfel aufgrund der Schneeverwehungen kuppenförmig ausgerundet ist, ist es naheliegend, dass der Operateur nicht den Hauptgipfel einmessen konnte, sondern nur eine davor liegende, von unten als Gipfel interpretierte Geländekante. Aufschlussreich ist eine Bleistiftnotiz auf einer der Photos (Abb. 8): *Mönch v. N. weniger günstig, zu viel Schnee, wenig Plastik*. Dies führt uns die Schwierigkeiten des Operateurs klar vor Augen.

Die Höhe des Mönchs wurde demnach mit der damals üblichen Methode der terrestrischen Photogrammetrie für das moderne Landeskartenwerk vermessen. Aufgrund der steilen Visuren und der sich daraus ergebenden «schleifenden Schnitte» darf aber deren Genauigkeit nicht überbewertet werden. Neben den durchwegs möglichen bzw. sogar wahrscheinlichen Veränderungen der Gipfelkappe aus Eis können also auch vermessungstechnische Randbedingungen in der Bestimmung aus den Dreissigerjahren zur Erklärung der heute auftretenden Differenz beigezogen werden.

Auch bei der Erstausgabe des Blattes 1:25 000 *Finsteraarhorn* von 1974 wurde die Höhe 4099 übernommen und blieb bis zur zweiten Gesamtnachführung von 1986 stehen (Abb. 12). Dass sie dabei nicht verändert wurde, hat verschiedene Gründe: Einerseits wurden die photogrammetrischen Modelle immer in die Karte eingepasst und nicht in ein unabhängiges Festpunktfeld. Es ist nicht auszuschliessen, dass der Mönch dabei als Höhen-Einpasspunkt verwendet

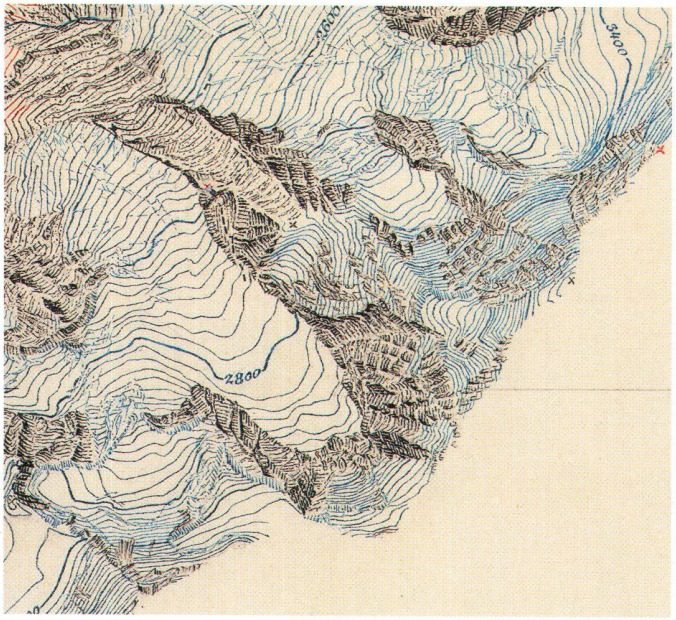


Abb. 9a–b: Ausschnitte aus dem Topo-Original des Operates *Stechelberg* vom April 1929 und der zugehörigen Kotenpause vom März 1929, vergrössert auf ca. 150 %. Es erscheint erstmals die Kote 4099 (Kartensammlung L+T, Erstellungsakten zur LK50).

wurde, dessen Unstimmigkeit wegen der im Hochgebirge herrschenden geringen Dichte an anderen Festpunkten hingegen gar nicht festgestellt werden konnte. Andererseits wurde infolge der beschränkten personellen Ressourcen der L+T im Hochgebirge immer nur das Allernötigste nachgeführt. Hinzu kommt, dass auch ein gewisses Bedürfnis nach Konstanz besteht, so dass man nicht jede geringfügige Abweichung der Messungen in die Karte überträgt.[33] Auch die im *Bund* angesprochene Abschmelzung der Gletscher hat sich übrigens mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht nur innerhalb der letzten Nachführungsperiode ereignet, sondern erstreckt sich auf grössere Zeiträume. Nur wurden die Differenzen jetzt dermassen gross, dass eine aufwendige Korrektur unumgänglich wurde.[34]

4100 m – der Mönch auf der Karte des Aletschgletschers von 1957/64

Ausser auf den Landeskarten ist der Mönch natürlich auch auf anderen Plan- und Kartenwerken der öffentlichen Hand dargestellt. So war im Rahmen des Internationalen Geophysikalischen Jahres 1957 auf Initiative der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAWE) der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit der L+T und der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft beschlossen worden, den Aletschgletscher als längsten Eisstrom der Alpen zu vermessen. Der L+T oblagen dabei ein Grossteil der vermessungstechnischen sowie alle kartographischen und reprotechnischen Arbeiten, währenddem die VAWE zusammen mit 30 freiwilligen Bergsteigern aus den Reihen des SAC das Gros der Feldarbeiten übernahm.[35] Die topographischen Aufnahmen erfolgten nach der modernsten Messmethode, der so genannten «Luftbildphotogrammetrie». Sie basiert auf dem gleichen Prinzip wie das terrestrische Verfahren von 1928, allerdings mit dem grossen Unterschied, dass die Bilder nun nicht mehr vom Boden aus aufgenommen werden, sondern vom Flugzeug aus.

Die Feldarbeiten erfolgten bei nicht sehr günstigen Verhältnissen im Frühherbst 1957. Aufgrund langjähriger Erfahrung wusste man, dass reine Schneeflächen das stereoskopische Sehen und somit die photogrammetrische Auswertung der Höhenkurven stark erschwerten, oft sogar verunmöglichten, wie dies in Abb. 10 deutlich belegt wird. Um in solchen Gebieten, die weder Geröllflecken noch Gletscherspalten aufwiesen, die Auswertung trotz des gefallenen Neuschnees sicherstellen zu können, mussten mit einem trickreichen Verfahren bereits vor dem Bildflug künstliche Kontraste auf den Zonen mit gleissendem Schnee geschaffen werden. Auf rund 30 km² derart kritischer Gletscherfläche wurden mit einem Aufwand von ungefähr 100 Arbeitstagen etwa 10 000 Punkte mit einem Durchmesser von 1,5 bis 3 m aufgetragen. Diese wiesen einen Abstand von rund 50 m auf und bestanden aus einem Gemisch von Sägemehl und etwas Industrieruss. Etwa zwei Drittel der Punkte wurden durch Skipatrouillen von Hand aufgetragen, der Rest unter Mitwirkung der Sektion Sitten des Schweizer Aero-Clubs[36] durch Abwurf aus der Luft. Dabei kamen zwei verschiedene Arten von «Bomben» zum Einsatz: Einerseits wurden Kartonbehälter abgeworfen, welche sich beim Aufprall dank einer vorgespannten Feder automatisch entleerten, andererseits Plastik-Packungen, in die Petarden mit einer Zeitzündschnur eingebaut waren.[37] Auf diese Weise entstand extra für den Photogrammeter ein «getupfter» Eisstrom, der einem Dalmatinerhund sehr ähnlich ausgesehen haben muss. Sehr zum Leidwesen einer amerikanischen Filmgesellschaft, die im Aletschgebiet zur gleichen Zeit Aufnahmen für einen arktischen Film drehte und begreiflicherweise an einem derart «verschmutzten» Gletscher wenig Gefallen fand...[38]

Der Bildflug konnte im August und September 1957 durchgeführt werden,[39] und 1958 begann die mehrere Monate dauernde photogrammetrische Auswertung der 110 Bildpaare. Da das darzustellende Gebiet frei von Siedlungen und Verkehrswegen war, konnte man den Versuch wagen, die Auswertung in endgültiger Form direkt auf Glasplatten zu gravieren. Zu diesem Zwecke wurden die Gravierstifte sorgfältig auf die gewünschte Strichdicke geschliffen, sodass Kurven, Fels- und Gletscherumrisse – mit letzter Sorgfalt ausgewertet – eine nochmalige kartographische Glasgravur überflüssig machten. Nur die Geröllpunkte mussten in der bisherigen Art in die Platte eingetragen werden. Die Farbseparierung in braune (gewachsener Boden), schwarze (Fels), graue (Geröll) und blaue Kurven (Gletscher) erfolgte anschliessend durch Abmaskieren.[40] Bei dieser Auswertung erhielt der Mönch nochmals eine weitere Höhenangabe, nämlich genau 4100 m.[41]

Bis 1964 wurden die Vermessungsresultate auf fünf Kartenblättern im Massstab 1:10 000 publiziert, wobei für den Druck insgesamt elf Farbplatten verwendet wurden. Dieses schöne Werk fand denn auch bei verschiedenen Ausstellungen eine grosse Beachtung, sodass das Ziel, der glaziologischen Forschergemeinschaft eine optimale Arbeitsgrundlage zur Verfügung zu stellen, vollumfänglich erreicht werden konnte.[42]

In diesem Zusammenhang muss auch die Darstellung des Mönchs auf den Übersichtsplänen der schweizerischen Grundbuchvermessung erwähnt werden. Dieses Planwerk basiert zwar auf der Zivilgesetzgebung des Bundes, wurde aber durch die Kantone realisiert.[43] Der Mönch ist ein Grenzgipfel zwi-

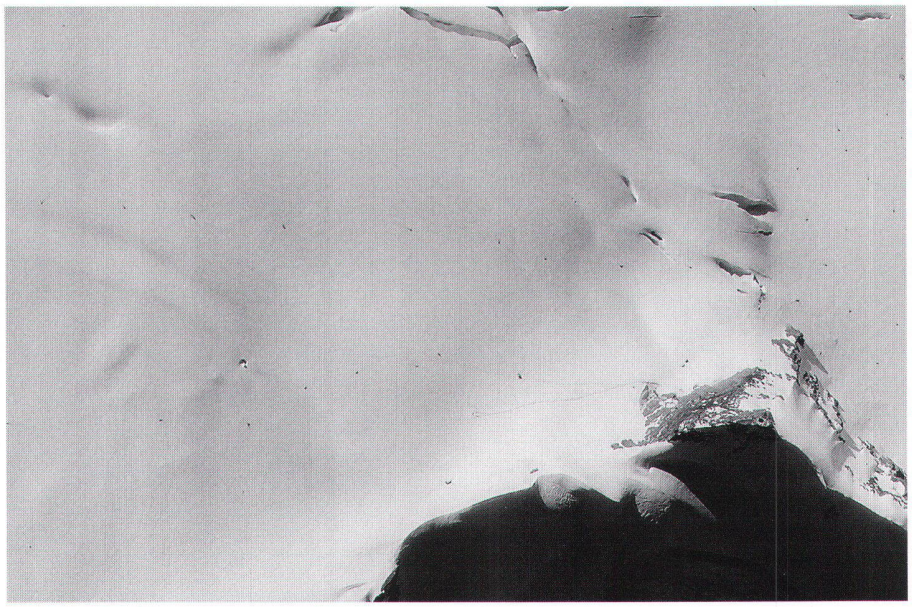


Abb. 10: Ein Gletscher mit «Laubflecken»: Damit der Aletschgletscher überhaupt photogrammetrisch ausgewertet werden konnte, musste er zuerst künstlich mit über 10 000 Punkten aus Sägemehl und Russ versehen werden. Ausschnitt einer Partie auf dem oberen Jungfraufirn südlich der Sphinx (Photothek L+T, Aufnahme 4077 aus der Fluglinie 3a / ALETSCH vom 20. 8. 1957). Der Mönch selbst wies genügend Kontrast auf und musste nicht zusätzlich «getupft» werden.

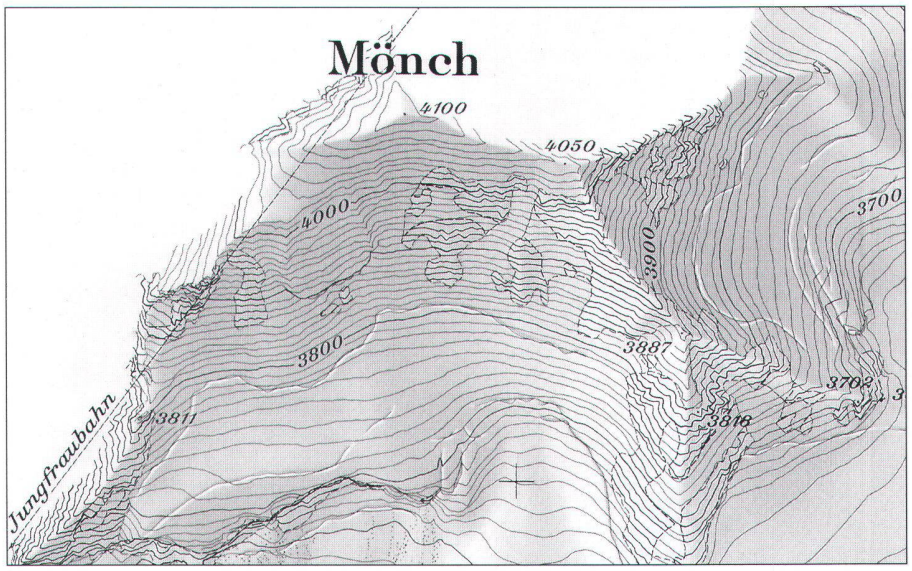


Abb. 11: Ausschnitt aus der Karte 1 : 10 000 *Aletschgletscher,* welche auf Aufnahmen aus dem September 1957 basiert und 1964 von der L+T und der Abteilung Hydrologie der VAWE herausgegeben wurde. © L+T.

schen Bern und Wallis. In diesem Gebiet wurde der Übersichtsplan gemeinsam von den Vermessungsämtern beider Kantone herausgegeben, wobei auf der Walliser Seite die Aletschgletscherkarte die Grundlage bildet. Dank des damals verwendeten Verfahrens konnte die Auswertung direkt übernommen werden. Einzig die Beschriftung wurde neu gesetzt.[44]

1981 wurde in der Erstausgabe des Übersichtsplanes 1249.1 *Jungfrau* im Massstab 1 : 10 000 die Höhe des Mönchs von 4099 m publiziert. Offensichtlich hatte man die Differenz von 1 m von der Aletschgletscherkarte zur damaligen Höhe in der Landeskarte 1 : 25 000 als zu gering befunden, um mit der Höhe 4100 einen weiteren Wert zu veröffentlichen. Auch bei den letzten Einzelnachträgen von 1990 blieb die Kote 4099 unverändert, sodass nun beim Mönch eine Differenz von 8 m zwischen dem Landeskartenwerk und dem kantonalen Übersichtsplanwerk klafft...

4107 m – der Mönch auf der neuesten Ausgabe des Blattes Finsteraarhorn von 1993

Wir kommen nun zum «Stein des Anstosses», der neuen Kote von 4107 m auf der Ausgabe 1993 des Blattes 1 : 25 000 *Finsteraarhorn.* Auch diese wurde mit dem Verfahren der Luftphotogrammetrie ermittelt, welches sich seit den Sechzigerjahren als die Standardmethode bei der Nachführung der Landeskarten etabliert hat.[45]

Am 20. September 1993 wurde der Mönch überflogen und aus einer Höhe von 6400 m über Meer photographiert. Die Präzisionskamera befand sich im Aufnahmezeitpunkt etwa 2300 m über dem Gipfel (d.h. etwa gleichviel wie beim Bildflug für die Aletschgletscherkarte); sie lag somit diesem nochmals etwas näher als die terrestrische Kamera in den Zwanzigerjahren. Mit dem grossen Unterschied, dass von oben der Gipfel nun direkt einsehbar war.

Aber auch in anderer Hinsicht hat sich das komplexe Messverfahren der Photogrammetrie seit jener Zeit – auch seit den Fünfzigerjahren – stark weiterentwickelt: Heute stehen bessere Kameras, besseres Filmmaterial, bessere Entwicklungsmaschinen und bessere Auswertegeräte zur Verfügung. Besonders wichtig ist, dass seit 1994 die photogrammetrischen Modelle nicht mehr wie früher in die Karte eingepasst werden müssen, sondern in ein davon unabhängiges Festpunktfeld. Dadurch können Inhomogenitäten im Karteninhalt entdeckt und sauber korrigiert werden. Diese Faktoren führen in ihrer Gesamtheit dazu, dass die heutige Höheangabe mit guten Gründen als genauer bewertet werden darf, nämlich in der Grössenordnung von unter 1 m. Dies liesse sich mit einem anderen Verfahren, der satellitengestützten Höhenbestimmung nach dem Global Positioning System (GPS), auf unabhängige Art überprüfen[46] (wobei allerdings das Geoid, die geophysikalische Erdform, berücksichtigt werden muss). Dabei müsste sichergestellt sein, dass sich die Messung auf den gleichen wie in den Luftphotos von 1993 festgehaltenen Punkt bezieht (Abb. 13), was angesichts der wahrscheinlich inzwischen eingetretenen Veränderung der Gipfelform nicht mehr garantiert werden kann. Es ist somit zu erwarten, dass das bereits zu Stengels Zeiten feststellbare merkwürdige Höhenverhalten des Mönchs auch die kommenden Topographengenerationen beschäftigen dürfte...

Alles ist relativ – auch die Arbeit der Topographen

Am Beispiel des Mönchs zeigen die obigen Ausführungen, wie die Geodäten und Topographen im Verlauf der letzten zweieinhalb Jahrhunderte ihre anfänglich feststellbare sprichwörtliche Distanz zum Gebirge immer mehr aufgegeben und sich den Alpengipfeln als Objekten ihrer Vermessungen immer stärker angenähert haben. Wir haben dabei gesehen, dass die Höhe des Mönchs in verschiedenen Epochen mit verschiedenen Methoden bestimmt wurde, was zu ebenso vielen verschiedenen Resultaten geführt hat (vgl. Tab. 1).[47] Dies zeigt sehr anschaulich, wie relativ die Arbeit der Topographen ist, deren Werke von vielen als absolut fehlerfrei betrachtet werden. Es ist in der heutigen Zeit mit ihrem raschen und teilweise gar hektischen Wandel ein grosses Bedürfnis des Menschen nach Konstanz spürbar, die von vielen in der Natur gesucht

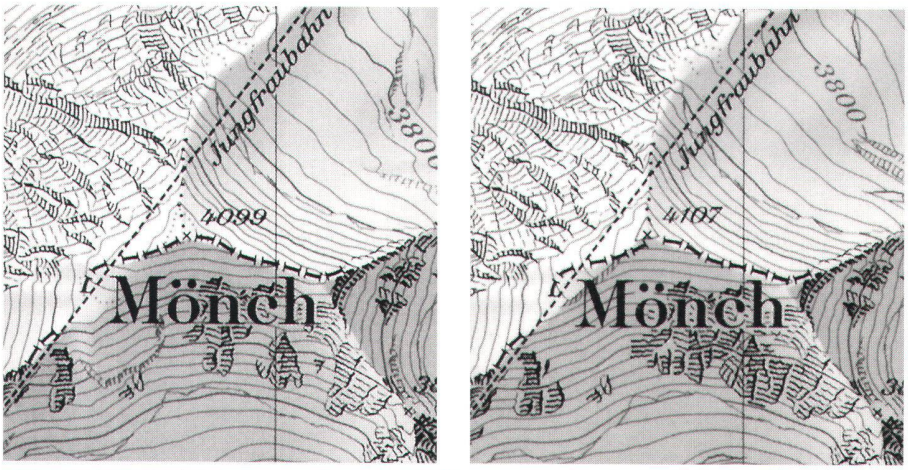


Abb. 12a–b: Stein des Anstosses: Die Kote 4099 in der Landeskarte 1:25 000 Blatt 1249 *Finsteraarhorn* aus der Gesamtnachführung 1986 und die Kote 4107 aus der Ausgabe 1993, vergrössert auf 200%. © L+T.

Abb. 13: Dieses Luftbild wurde bei der Höhenbestimmung in der Gesamtnachführung 1993 mitverwendet: Aufnahme aus 6400 m ü. M. (Photothek L+T, Aufnahme 4983 aus der Fluglinie 565 der Landeskarte 1:50 000 Blatt 264 *Jungfrau* vom 20.9.1993, 13.55 Uhr aus 6400 m ü. M. mit einer RC-30-Kamera von Leica).

wird. Eine scheinbare Veränderung der als unverrückbar geltenden Berge ist daher bereits eine kleine Sensation. Dabei wird oft vergessen, dass den in den Karten enthaltenen Angaben von Menschen geschaffene Modellvorstellungen zugrunde liegen: Ist man sich deren Begrenzung nicht bewusst, so besteht die Gefahr, dass die Angaben überinterpretiert werden. Wenn man beispielsweise die (horizontale) Lagegenauigkeit eines Kartenelementes von 1 bis 3 Zehntel-Millimetern im Kartenmassstab auf die Grössen in natura umrechnet, so ergibt das bei einem Kartenmassstab 1:25 000 2,5 bis 7,5 m und bei einem Kartenmassstab 1:50 000 5 bis 15 m. Die nun festgestellte Höhenänderung des Mönchs liegt innerhalb dieser Grössenordnung und hat trotzdem ein beachtliches Echo ausgelöst, obwohl eine entsprechende Lageverschiebung des Gipfels vermutlich keinem Kartenbenützer aufgefallen wäre.

Damit ist aber die Frage noch nicht beantwortet, ob sich die Alpen denn nun heben oder senken oder – wie von vielen geglaubt – gar unverändert bleiben. Die heutige Wissenschaft kann diese Frage beantworten, und sie weist für das Alpengebiet eine grossflächige Hebung nach, allerdings nicht in der Grössenordnung von 8 m, wie sie für den Mönch behauptet wurde. Aus Vergleichen von Präzisionsnivellementen über grosse Zeiträume lässt sich eine Hebungsrate der Alpen gegenüber dem Mittelland – repräsentiert durch eine Fixpunktgruppe am Fusse der Festung Aarburg, von welcher aus Micheli du Crest als einer der Ersten die Höhe der Alpen zu bestimmen versuchte – von rund 1 mm pro Jahr ableiten.[48] Und dass es Stellen gibt, die sich sogar heben *und* senken, hat Johannes Eschmann bereits 1840 beschrieben: *Schneekuppen wie der Tödi, Titlis, Galenstock u.a., sind ausserdem nach einem durch das Verdunsten und Schmelzen des Schnees erzeugten Schwanken ihrer Höhe unterworfen, das in einem Jahre 7 Meter betragen kann. Es wird daher nie möglich sein, die Höhe des Montblanc definitiv anzugeben.*[49] Was haargenau auch auf den Mönch zutrifft.

Abkürzungen

ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
LK25	Landeskarte 1:25 000
LK50	Landeskarte 1:50 000
L+T	Bundesamt für Landestopographie
SAC	Schweizer Alpen-Club
StAB	Staatsarchiv Bern
VAWE	Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau der ETH Zürich

Anmerkungen

1 Däpp, Walter: *Wo Berge sich erheben: Der Mönch ist plötzlich 8 Meter höher als vor 7 Jahren.* In: *Der Bund* 234 (7.10.1996) S. 17.

2 Bereits am folgenden Tag ertönte im *Bund* vom 8.10.96 ein *Mönch-Echo: Kuriose Sache* aus dem Mund der Grindelwaldner Bergführer, welche bekräftigten, dass das sonderbare «Wachstum» des Berges keine Auswirkungen auf den Bergführertarif habe. Gleichentags reagierte auch die internationale Presse: Die Londoner *Times* berichtete, dass *baffled scientists in Switzerland had noticed the sudden growth of one of the country's mountains – while the rest of the Alps appear to be shrinking* (zit. nach *ICA News* 28 [1997] S. 15). Am 11.10. berichtete sogar das *Journal de Quebec* über *La montagne qui grandit,* und das ARD liess eine Fernseh-Equipe auf den Berggipfel fliegen. In der *Süddeutschen Zeitung* wurde schliesslich in der Wochenendausgabe vom 21./22.12. die *wundersame Erhebung des Mönchs* in einen Zusammenhang mit dem Wirbel gebracht, der vor wenigen Jahren bei der Änderung der Höhenangabe des Fletschhorns entstanden war.

3 Rickenbacher, Martin: *Vom Wachsen und Schrumpfen der Berge.* In: *Der Bund* 247 (22.10.1996) S. 2.

4 Näheres zu dieser äusserst interessanten Persönlichkeit und zu ihrem *Prospect Géométrique* siehe Rickenbacher (1995).

5 Hätte Micheli du Crest die richtige Distanz zum Mönch gekannt und die heutigen Berechnungsmodelle mit Berücksichtigung der Refraktion angewendet, hätte er eine Höhe von 4142 m ermittelt. Dieser Wert liegt bloss 35 m höher als die Kote 4107 von 1993, was angesichts der äusserst einfachen Messmethoden eine beachtliche Leistung ist, siehe Rickenbacher (1995) S. 16.

6 Zölly (1948) S. 22 und Wolf (1879) S. 145ff.

7 Tralles (1790) S. 110.

8 Trechsel hatte zunächst Theologie, daneben aber auch Mathematik und Physik bei Prof. Tralles studiert. Ab 1803 war als dessen Nachfolger Professor für Mathematik und Physik an der Universität Bern.

9 Zölly (1948) S. 34ff.

10 Methode zur trigonometrischen Punktbestimmung, bei welcher ein gesuchter Punkt von zwei gegebenen Punkten aus durch Schnitt der beiden gemessenen Azimute bestimmt wird. Im Gegensatz zum «Rückwärtseinschnitt» muss auf dem gesuchten Punkt nicht stationiert werden.

11 Trechsel (1812) Netzplan nach S. 43.

12 Johann Jakob Frey (1783–1849), Ingenieur, von Knonau. Dessen Triangulation des Oberamtes Bern wurde später von der Regierung als unge-

Jahr	Höhe m	Werk	Autor	Methode	Bestimmungsdistanz
1754	4837	Prospect Géométrique	Micheli du Crest	(trigonometrisch)	85 km
1788	4114	Höhenvermessung	Tralles	trigonometrisch	ca. 30 km
1816	4105	Triangulation	Frey	trigonometrisch	ca. 13 km
1816	4103	Triangulation	Frey	trigonometrisch	
1816	4113	Triangulation	Frey	trigonometrisch	
1851	4096 (?) *	Aufnahmen zur Dufourkarte	Stengel	Messtisch	?, geschätzt ca. 1,5–3 km
1851	4096 *	Karte Jungfraugebiet	Stengel	aus Messtisch	
1855	4096 *	Erstausgabe Dufourkarte	Stengel	siehe oben 1851	
1854–61	4104,5 *	Triangulation	Denzler	trigonometrisch	ca. 8–10 km (?)
1862	4104 *	Zweitausgabe Dufourkarte	Denzler	siehe oben 1854–61	
1872	4105 *	Erstausgabe Siegfriedkarte	Denzler	siehe oben 1854–61	
1926/27	4099	Topo-Original LK50	L+T	terr. Photogrammetrie	ca. 5 km
1935	4099	Erstausgabe LK50	L+T	terr. Photogrammetrie	
1957/64	4100	Aletschgletscherkarte	L+T / VAWE ETH	Luftphotogrammetrie	ca. 2 km ü. Grund
1993	4107	Nachführung LK25	L+T	Luftphotogrammetrie	ca. 2,3 km ü. Grund

* alter Horizont. Dieser liegt um 3,26 m höher als der neue Horizont, wodurch die fraglichen Werte um diesen Betrag reduziert werden müssen, damit sie mit den neuen verglichen werden können. Dadurch erhöht sich die Bandbreite der «Höhenschwankungen» des Gipfels auf 14 m.[47]

Tab. 1: Zusammenstellung der Höhen des Mönchs (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

nau taxiert und Frey daraufhin brüsk entlassen (Graf [1896] S. 37). Frey wirkte ab 1824/25 in Basel bei der Sekundärtriangulation und anschliessend bei der Vermessung verschiedener Gemeindebänne.

13 StAB BB X 4617. IItes Heft.

14 Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist der Pariser Fuss (Pied de roi) anzusetzen, nach Furrer (1887–1892) Bd. 2, S. 370 zu 144 Pariser Linien à 0,00225583 m definiert (= 0,324839 m). Der Berner Fuss enthielt 130 Pariser Linien, also 0,293258 m, und der Frutiger Fuss war gar noch ¾ Zoll kürzer, d. h. 0,274929 m.

15 StAB BB X 4612. Die Bemerkung *in Bernfuss* auf dem Titelbild ist offensichtlich falsch, denn sonst ergäben die 12 663 Fuss für den Mönch eine Höhe von bloss 3713,5 m. Siehe Anm. 14.

16 Bemerkenswert ist, dass dieser offensichtlich auf einer Verwechslung beruhende Wert aus Eschmanns *Ergebnissen der trigonometrischen Vermessungen der Schweiz* (S. 168, 193) in viele weitere Werke übertragen wurde, so in Studer ([1850] S. 206, ohne dass sich der Autor an der Differenz von 426 Fuss [138,4 m] zu Tralles' Höhenangabe stört), in Ziegler ([1853] S. 180, immerhin mit dem Vermerk *Stengel. 4096 m*), oder auch in Dill [18..].

17 Durheim (1850) S. 184 führt – noch kurz vor dem Erscheinen der Erstausgabe der Dufourkarte 1855 – den Mönch immer noch als *Inner Eiger* auf.

18 Oberli (1979) gibt eine ausgezeichnete Dokumentation von Stengels Wirken.

19 Kartensammlung L+T, Studie A. 428

20 Kartensammlung L+T, Original-Messtischblatt 412 zu Kartenblatt XVIII / Section 2, 1 : 50 000.

21 Die Höhenkote 4096 wurde mit grosser Wahrscheinlichkeit von Stengel bestimmt. Dessen «Topographenbücher», welche diese Annahme hätten bestätigen können, sind bisher nicht aufgefunden worden.

22 Eine genaue Untersuchung des Original-Messtischblattes mit einer starken Lupe bestätigte die Vermutung einer nachträglichen, allerdings sehr sorgfältig ausgeführten Korrektur der Höhenkote des Mönchs. Unter Umständen hat Stengel diese Korrektur selbst vorgenommen, denn ab Mai 1855 arbeitete er bis zu seinem frühen Tod am 1.5.1857 unter Johann Heinrich Denzler (vgl. Anm. 24) an der topographischen Aufnahme des Kantons Bern (Oberli [1979] S. 18).

23 StAB BB X 4633 (15). Darin wird der *Mönch Schneekuppe* mit 4104,5 m aufgeführt. Aus dem *Richtungs-Verzeichniss 1863* (StAB BB X 4632) geht hervor, dass von etwa 12 Stationen Höhenwinkel auf den Gipfel gemessen wurden.

24 Johann Heinrich Denzler (1814–1876), Ingenieur, von Nänikon ZH. Ab 1854 Oberingenieur für die topographische Aufnahme des Kantons Bern und ab 1862 Leiter des bernischen Topographischen Büros.
Denzler und seine Mitarbeiter konnten beim Netzaufbau von den damals bereits angelaufenen topographischen Vorarbeiten profitieren: In den Bergen seien *die Aussichten oft genau beschrieben, oft Panoramen von denselben entworfen worden. Dadurch ist namentlich der topographischen Aufnahme ein grosser Dienst geleistet worden, indem einfache trigonometrische Verbindungen ohne Mühe gefunden wurden und aus den Panoramen ersehen werden konnte, ob alle darstellbaren Einzelnheiten in der Aufnahme vorhanden und ob die Felspartien naturgetreu wiedergegeben seien* (Denzler [1864] S. 414).

25 Dübi (1910) S. 92.

26 Coaz (1917) S. 13 ff. Die Gebirgstopographen (und -geodäten) erzielten generell während ihrer Feldkampagnen bedeutende körperliche Leistungen und mussten daher über eine entsprechend robuste Konstitution verfügen. Coaz (1917) S. 8 beschreibt beispielsweise einen Arbeitstag im Juli 1845 auf Blatt TA 423 *Scaletta*, bei dem *wir mit Ausnahme einer kurzen Mittagsruhe zirka 16 Stunden beständig auf den Beinen waren.* Die Topographen konnten ihre vor allem bei schlechtem Wetter häufig entbehrungsreichen Arbeitsumstände aber auch durch beglückende Erfahrungen in der freien Natur kompensieren: Mit *«Ein freies Leben führen wir, ein Leben voller Wonne», so singt der Räuber im Busch und der Topograph im Feld, wobei letzterer allerdings eher den ersten Teil dieses Zitats betonen wird,* charakterisiert Simon (1923) S. 189 diesen Zwiespalt vortrefflich, der – zwar unterschwellig – trotzdem deutlich zu Gunsten der Wonne ausgefallen sein dürfte…

27 Dübi (1916) zeigt auf S. 175–176, wie die Firnhaube des Poncione della Freccione, eines Trabanten des Rheinwaldhornes, bei der Errichtung eines neuen Signales zuerst mit Sprengschüssen von *einem kolossalen Schneedom* befreit werden musste, *aus dem die Spitze der alten Signalstange kaum ½ m weit hervorragte. Über der Signalstelle mussten also mindestens 2 m Schnee liegen, auf der Nordseite des Gipfels erheblich mehr.*

28 Dübi (1916) schildert auf sehr unterhaltsame Weise in seinem interessanten Aufsatz u. A. die Kampagnen auf dem Finsteraarhorn (S. 184–189) und auf der Dufourspitze (S. 189–194).

29 *Karte des Hochgebirg's von Grindelwald, nach den eidgenössischen Aufnahmen bearbeitet & gestochen von R. Leuzinger. Reduction 1 : 50 000.* Bern, 1872.

30 *Karte des Berner Oberlandes nach den eidg. Aufnahmen bearbeitet und herausgegeben von W. R. Kutter. Gezeichnet von R. Leuzinger.* Massstab 1 : 200 000. Bern, 1872/74.

31 Es handelt sich offensichtlich um den Wert von 4104,5 aus dem Verzeichnis der trigonometrischen Höhenbestimmungen im Kanton Bern von 1854 bis 1861 (StAB BB X 4633), welcher der Dufourkarte von 1862 zugrunde liegt, aber diesmal auf- und nicht abgerundet (vgl. Anm. 23).

32 Spiess (1996) S. 117–123 enthält Belege zur terrestrischen Photogrammetrie.

33 Solche Änderungen wirken sich auf andere Werke aus und bewirken Folgearbeiten: Es müssen Wegweiser oder Schilder oder Angaben in Tourenführern und Reiseführern abgeändert werden. Der Mönch illustriert dies deutlich: Allein in den Publikationen Gottlieb Studers erscheinen vier verschiedene Höhen des Gipfels ([1850] S. 206; [1869] S. 142; [1883] S. 26; [1896] S. 195).

34 Eine nachträgliche Auswertung der Bilder von 1986 mit der gleichen Einpassung wie die Bilder von 1993 zeigte ebenfalls die Höhe 4107. Vermutlich wegen des befürchteten Mehraufwandes, den eine Änderung nach sich gezogen hätte, und eventuell wegen der nicht optimalen Einpassung unterliess man es, die Höhe abzuändern. Vgl. auch Anm. 41.

35 Keel (1960).

36 S+T / LRH [ca. 1962] S. 1

37 Kasser (1961) S. 217–218.

38 Keel (1960).

39 Es wurde eine RC-5-Kamera der Firma Wild mit einem Aviogon-Objektiv mit Brennweite 115 mm und einem Filmformat von 18 x 18 cm eingesetzt. Die Flughöhe betrug 5200 m ü. M. (etwa 2000 m über Grund), woraus sich ein Bildmassstab von etwa 1 : 17 400 ableiten lässt (Kasser [1961] S. 217).

40 Keel (1960).

41 Das Gebiet des Mönchs wurde am 30.6.60 durch Jacques Denzler und Fritz Schütz aus dem Plattenpaar 4078 / 77 der Fluglinie 3a ausgewertet, wobei für die Einpassung des photogrammetrischen Modelles nur sechs Passpunkte verwendet werden konnten. Einer davon ist gar der Mönch selbst, dessen Höhenwert 4099 aus der Landeskarte 1 : 50 000 übernommen wurde. Die in der Karte angegebene Höhe von 4100 m lässt die Vermutung zu, dass also bereits 1960 ein Zwang in dieser Höhe feststellt wurde, dessen Betrag aber wegen der Einpassung gar nicht festgestellt werden konnte. Es lag daher nahe, die gleichen Bilder nochmals auszuwerten, aber diesmal mit einer verbesserten Einpassung ohne Mönch als Festpunkt. Dies geschah durch Armand Perret am 29.5.97 und ergab eine Höhe von 4104 m. Die Schneeakkumulation auf dem Gipfel beträgt somit 3 m im Zeitraum zwischen 1957 und 1993/86. Vgl. auch Anm. 34.

42 Leider ist die Karte des Aletschgletschers 1 : 10 000 vergriffen.

43 Die jüngste Dokumentation des Übersichtsplanes findet sich in Matthias und Spiess (1995).

44 Auf der Berner Seite wurde die Übersichtsplansektion 489 a II *Lauterbrunnen-Nord* 1969 durch das Büro Dr. Ing. R. A. Schlund in Zürich vermessen. Aus der Kotenpause dieses Operates geht hervor, dass die Höhenwerte der auf der Kantonsgrenze liegenden markanten Punkte identisch sind mit denjenigen aus der Aletschgletscherkarte und demnach als Anschlusswerte aus dieser übernommen worden sind.

45 Eidenbenz (1978).

46 Die Höhe des Mönchs soll am 31.8.97 anlässlich einer Bergtour durch Mitarbeiter der L+T mit GPS-Empfängern bestimmt werden.

47 Die Tabelle der auf den gleichen Horizont reduzierten «besten» Höhen der Neuzeit (d.h. ab Stengels Wert von 1851) ergibt folgendes Bild:

1851	4093 m	Stengel
1854–61	4101 m	Denzler
1926/27	4099 m	L+T
1957	4104 m	Neuauswertung der Luftbilder zur Karte des Aletschgletschers (vgl. Anm. 41)
1993	4107 m	L+T (auch bereits 1986, vgl. Anm. 34)

Interessant ist, dass sich mit Ausnahme von Denzlers «korrigierten» 4101 m von 1854 ein scheinbares «Anwachsen» des Gipfels ergibt. Der Autor wagt die Vermutung, dass sich in diesem Phänomen die geschichtliche Entwicklung der Vermessungstechnik widerspiegelt: Stengel wird vermutlich ziemlich steil von unten die Gipfelhöhe zu bestimmen versucht haben (unbelegbar, vgl. Anm. 21). Dabei wird er wohl eine vor dem höchsten Gipfel liegende Geländekante oder -rundung angezielt haben. Er unterlag somit vermutlich noch stärker dem Effekt, der auch 1926/27 zu einer zu tiefen Höhe führte. Der Geodät Denzler hingegegen bestimmte den Gipfel aus etwa 12 umliegenden Punkten (vgl. Anm. 23), welche weiter entfernt lagen und höchstwahrscheinlich weniger steile Visuren aufwiesen als diejenige des Topographen. Denzlers «Gipfel» lag dem tatsächlichen Gipfel vermutlich näher als derjenige Stengels oder der Photogrammeter von 1926/27. Allerdings stand auf dem Mönchgipfel kein Signal, wodurch nicht mit letzter Sicherheit belegt werden kann, dass tatsächlich die höchste Stelle bestimmt wurde. Dies kann erst bei den luftphotogrammetrischen Auswertungen von 1957 und 1993 (1986) und der damit verbundenen direkten Einsehbarkeit des Gipfels garantiert werden. Die Deformation der Gipfelkappe infolge klimatischer Einflüsse dürfte sich daher im Bereich der 4104 bis 4107 m bewegen, keinesfalls aber bis hinunter zu den 4093 m.

Laut freundlicher Auskunft von Herrn Bader (Schweizerische Meteorologische Anstalt SMA) können zwar Schneeverwehungen im 10-m-Bereich durchaus vorkommen, dürften aber bei einem derart exponierten Gipfel nicht über längere Zeit in dieser vollen Grösse liegen bleiben. Klimageschichtlich könnte die gegenüber 1993/86 tiefere Höhe von 1957 auch als später Einfluss der extrem warmen und trockenen Jahre 1947 bis 1950 gedeutet werden, während derer sich diverse klimatische Jahrhundertmaxima ergaben, welche auch in der Zwischenzeit nicht übertroffen wurden.

48 Gubler et. al. (1981).

49 Eschmann (1840) S. 222–223 und Eschmann (1838) S. 4.

Literatur

Coaz, J.[ohann Wilhelm Fortunat]: *Aus dem Leben eines schweizerischen Topographen von 1844 bis 1851.* In: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* 52 (1918) S. 3–20.

Denzler, H.[ans] H.[einrich]: *Ueber die Wechselbeziehungen zwischen den Bergbesteigungen und den topographischen Vermessungen in der Schweiz.* In: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* 1 (1864) S. 413–425.

Dill, Johann Rudolf: *Panorama de la Scheinigen Platte.* Bern, [18..]

Dübi, Hans: *Die Gebirgstriangulationen in der Schweiz.* In: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* 50 (1916) S. 163–194.

Dübi, Heinrich: *Hochgebirgsführer durch die Berner Alpen.* Bd. 2: *Gemmi bis Mönchsjoch.* Bern, 1910.

Durheim, C.[arl] J.[acob]: *Sammlung trigonometrischer oder barometrisch-bestimmter absoluter Höhen der Schweiz und ihrer nähern Umgebung.* Bern, 1850.

Eidenbenz, Ch.[ristoph]: *Einsatz der Photogrammetrie bei der Nachführung der Landeskarten.* In: *Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik* 10 (1978) S. 302–308.

[Eschmann, Johannes]: *Trigonometrisch bestimmte Höhen der Schweiz.* Zürich, 1838.

Eschmann, J.[ohannes]: *Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz.* Zürich, 1840.

Furrer, A.[lfred] (Hrsg.): *Volkswirtschafts-Lexikon der Schweiz.* 4 Bde. Bern, 1887–1892.

[Graf, Johann Heinrich]: *Die Schweizerische Landesvermessung 1832–1864 (Geschichte der Dufourkarte).* Bern, 1896.

Gubler, Erich et. al.: *Recent Crustal Movements in Switzerland and their Geophysical Interpretation.* In: *Tectonophysics* 71 (1981) S. 125–152.

Kasser, P.[eter]: *Glaziologischer Kommentar zur neuen im Herbst 1957 aufgenommenen Karte 1:10 000 des Grossen Aletschgletschers.* In: *Publication de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique* 54 (1961) S. 216–223 und in: *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH Zürich* 54 (1961) S. 216–223.

Keel, Th.[eodor]: *Aletschkarte 1:10 000.* In: *Hauszeitung der Eidg. Landestopographie* 3 (1960) [S. 6–8].

Matthias, Herbert J.; Spiess, Ernst: *Topographische Grundkarte: Der Übersichtsplan.* Aarau, 1995. (*Amtliche Vermessungswerke AVW* 4).

Oberli, Alfred: *Johann Rudolf Stengel 1824–1857. Ingenieur-Topograph und Mitarbeiter Dufours.* Köniz, 1979.

Rickenbacher, Martin: *Das Alpenpanorama von Micheli du Crest – Frucht eines Versuches zur Vermessung der Schweiz im Jahre 1754.* Murten, 1995. (*Cartographica Helvetica,* Sonderheft 8).

Service topographique fédéral / Laboratoire de recherches hydrauliques et de mecanique des terres (S+T / LRH): *Quelques commentaires à propos de la carte au 10 000me du Glacier d'Aletsch.* Typoskript. Wabern, [ca. 1962].

Simon, Paul: *Der Gebirgstopograph.* In: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* 58 (1924) S. 189–209.

Spiess, Ernst: *Die Auswirkungen der Photogrammetrie auf das Kartenbild.* In: *Photogrammetrie in der Schweiz.* Red. P.[aul] Fülscher. Bonn, 1996. S. 117–123.

Studer, G.[ottlieb]: *Das Panorama von Bern. Schilderung der in Berns Umgebungen sichtbaren Gebirge.* Bern, 1850.

Studer, G.[ottlieb]: *Ueber Eis und Schnee. Die höchsten Gipfel der Schweiz und die Geschichte ihrer Besteigung.* Bd. 1: *Berner-Alpen.* Bern, 1869.

Studer, Gottlieb: *Ueber Eis und Schnee. Die höchsten Gipfel der Schweiz und die Geschichte ihrer Besteigung.* Supplementband. Bern, 1883.

Studer, Gottlieb: *Über Eis und Schnee. Die höchsten Gipfel der Schweiz und die Geschichte ihrer Besteigung.* 2. Aufl., umgearbeitet und ergänzt von A.[dolf] Wäber und H.[einrich] Dübi. Bd. 1: *Nordalpen.* Bern, 1896.

Tralles, Johann Georg: *Bestimmung der Höhen der bekanntern Berge des Canton Bern.* Bern, 1790.

Trechsel, [Friedrich]: *Nachricht von der im Jahr 1811 angefangenen trigonometrischen Aufnahme des Cantons Bern.* Bern, 1812.

Wolf, Rudolf: *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als Historische Einleitung zu den Arbeiten der schweiz. geodätischen Commission.* Zürich, 1879.

Ziegler, J.[akob] M.[elchior]: *Sammlung absoluter Höhen der Schweiz und der angrenzenden Gegenden der Nachbarländer.* Zürich, 1853.

Zölly, H.[ans]: *Geodätische Grundlagen der Vermessungen im Kanton Bern.* Winterthur, 1944.

Zölly, H.[ans]: *Geschichte der geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz.* [Wabern], 1948.

[Zschokke, Heinrich]: *Reise auf die Eisgebirge des Kantons Bern und Ersteigung ihrer höchsten Gipfel im Sommer 1812.* Aarau, 1813. Unveränderter Nachdruck: Bern, 1978.

Dank

Der Autor verdankt bei dieser Gelegenheit ganz herzlich die spontane Mithilfe von Jakob Gillmann (Vermessungsamt des Kantons Bern) sowie verschiedener Arbeitskolleginnen und -kollegen, insbesondere diejenige von Pierre Gerber, Alfred Oberli, Armand Perret und Jean-Claude Stotzer.

Résumé

En 1996, un communiqué de presse fit quelque bruit en suggérant que le Mönch, dans l'Oberland bernois, avait crû de huit mètres en sept ans. Par la suite l'histoire, longue de presque 250 ans, de la détermination de l'altitude de ce sommet a été minutieusement analysée. En 1754 et 1788, les premières mesures ont été entreprises par la méthode de la triangulation. Au fil des ans, on s'approcha de plus en plus des montagnes avec les instruments de mesure, mais ce n'est qu'avec la méthode topographique la plus moderne, la photogrammétrie aérienne, que l'on put déterminer avec sûreté l'altitude des montagnes. En 1957, pendant l'Année géophysique internationale, des mensurations très précises ont été effectuées dans cette région au cours desquelles le glacier d'Aletsch et son bassin versant ont été cartographiés à l'échelle 1:10 000. Dans ce but on a répandu des milliers de sacs remplis de suie pour rendre possible la restitution photogrammétrique de points ainsi bien marqués sur le glacier et les surfaces neigeuses. L'altitude du Mönch figurant de nos jours sur la Carte nationale de la Suisse est de 4107 m. Celle-ci sera contrôlée cette année, 140 ans après la première ascension du sommet, par des collaborateurs de l'Office fédéral de topographie au moyen de la méthode la plus moderne recourant aux satellites, le GPS (Global Positioning System). Il faut cependant prêter attention à ce que le célèbre ingénieur géodésien Johannes Eschmann écrivait déjà en 1840: «l'altitude des sommets couverts de neige tels que le Tödi ou le Mont-Blanc [et le Mönch] est soumise à des variations qui peuvent atteindre sept mètres par an en raison de l'évaporation et de la fonte de la neige.»

Summary

In 1996 quite a stir was caused by a press release proclaiming Mönch, a mountain in the Bernese Oberland, has grown by eight meters during the last seven years (which is the revision cycle of the topographic map series 1:25 000). A meticulous study was launched to document the height measurements made during the last 250 years. In 1754 and in 1788 the first attempts to measure its height were made with the method of triangulation. In the following years, the surveyors moved ever closer to remeasure the mountain. It was not until the introduction of aerial photography that the height of Mönch could be determined more accurately. Probably the most accurate measurements were carried out in 1957 in the scope of surveying the Aletsch Glacier and its surroundings for the publication of the map at the scale 1:10 000. For that purpose, several thousand bags filled with ashes and sawdust were dropped from an airplane to visibly mark the glacier's surface for easy recognition by the photogrammetrist.

In today's National map series, the height of Mönch is 4107 m above sea level. Marking the 140th anniversary of Mönch's first ascent, this spot height will be remeasured this year using the most modern satellite-assisted surveying techniques called GPS (Global Positioning System). However, one must remember that already in 1840 geodesist Johannes Eschmann remarked that the top of a snow-covered mountain peak like Tödi, Mont-Blanc [and Mönch] can vary by seven meters due to evaporating or melting snow.

Martin Rickenbacher, dipl. Ing. ETH
Bundesamt für Landestopographie
Privat: Ländteweg 1, CH-3005 Bern