Zeitschrift: Cartographica Helvetica. Sonderheft

Herausgeber: Arbeitsgruppe für Kartengeschichte ; Schweizerische Gesellschaft für Kartographie

Band: 8 (1995)

Artikel: Das Alpenpanorama von Micheli du Crest : Frucht eines Versuches zur Vermessung der Schweiz im Jahre 1754

Autor: Rickenbacher, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1036758

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

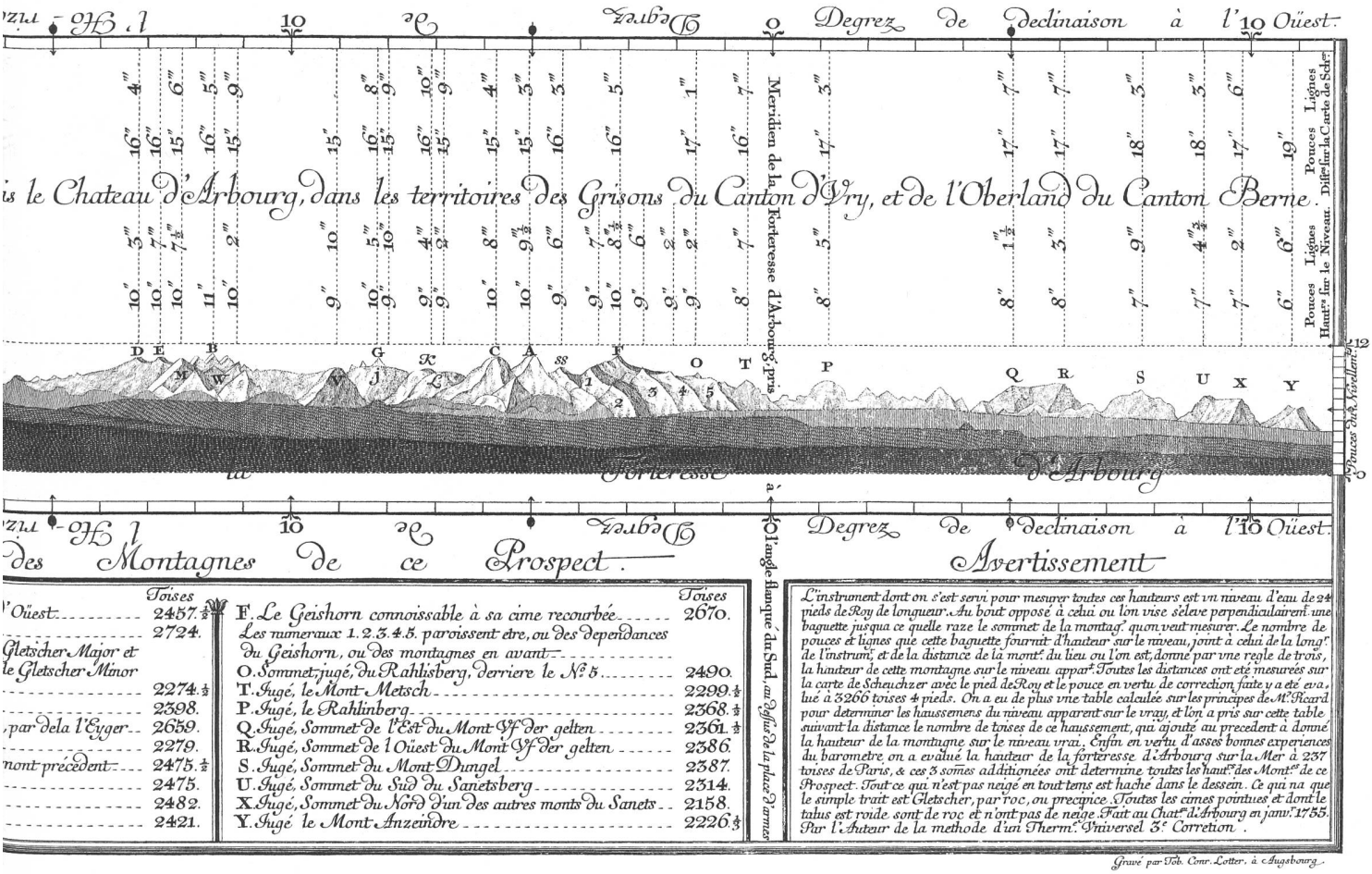
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 14.07.2025

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

Das Alpenpanorama von Micheli du Crest – Frucht eines Versuches zur Vermessung der Schweiz im Jahre 1754

Martin Rickenbacher



Impressum

Dokumentation zur Faksimilierung

Papierformat: 75 x 50 cm
Bildformat *Prospect Géométrique:* 65 x 20 cm
Bildformat berechnetes Panorama: 65 x 11 cm
Kartenpapier: hadernhaltig, SK 2, 160 g/m²
Druck: einfarbiger Offsetdruck

Leihgeber *Prospect Géométrique:*
Stadt- und Universitätsbibliothek Bern (Ryh. 3209 : 16)
Panorama-Berechnung: Daten des Digitalen Höhenmodells DHM25/50
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie,
CH-3084 Wabern (D-2260)

Sonderheft Nr. 8 der Fachzeitschrift für Kartengeschichte
CARTOGRAPHICA HELVETICA
ISSN 1015-8480

Adresse des Autors:
Martin Rickenbacher, dipl. Ing. ETH
Ländteweg 1
CH-3005 Bern

Bezugsquelle und ©:
Verlag Cartographica Helvetica
Untere Längmatt 9
CH-3280 Murten

Murten, Oktober 1995

Heftumschlag:
Ausschnitt aus dem *Prospect Géométrique*
von Micheli du Crest aus dem Jahre 1754.

Das Alpenpanorama von Micheli du Crest – Frucht eines Versuches zur Vermessung der Schweiz im Jahre 1754

Martin Rickenbacher

Abb. 1: Portrait des Jacques-Barthélemy Micheli du Crest aus dem Jahre 1721, gemalt von Robert Gardelle; 80 x 64 cm, Öl auf Leinwand. Privatbesitz.

Wer sich näher mit dem Leben des Genfer Physikers und Geodäten Jacques-Barthélemy Micheli du Crest befasst, der stösst auf das faszinierende Schicksal eines hochbegabten Menschen, welcher mit seinen Erkenntnissen der Zeit oft weit voraus war, auf Grund seiner persönlichen Disposition aber vielfach erfahren musste, dass seine Ideen entweder auf schroffe Ablehnung stiessen oder gar zur Verfolgung seiner Person führten. Das letzte Viertel seines Lebens musste Micheli als Staatsgefangener des alten Standes Bern auf der Festung Aarburg verbringen. Von dort aus hat er im Jahre 1754 die Alpenansicht gezeichnet, weil er Klarheit in die Benennung und die Höhenangaben der Berggipfel bringen wollte.

1755 liess er sein Werk mit dem poetischen Titel *Prospect Geometrique des Montagnes neigées, dittes Gletscher, telles qu'on les découvre en tems favorable, depuis le Château d'Arbourg, dans les territoires des Grisons, du Canton d'Ury, et de l'Oberland du Canton Berne* (im folgenden mit *Prospect Géométrique* bezeichnet) in Augsburg in Kupfer stechen (Abb. 13).

Bisher ist dieses Werk, welches als das älteste wissenschaftliche Gebirgspanorama[1] gilt, vorwiegend in kunst- und kulturhistorischer Hinsicht gewürdigt worden. Zwar wurden gegen Ende des letzten Jahrhunderts in verschiedenen Publikationen[2] die fehlerhaften Bergnamen berichtigt, aber eine eingehende Beurteilung der geometrischen Aspekte fehlt bis heute. Micheli verstand sein Werk als ein vermessungstechnisches; in seinen Augen war er nur ein ungeübter Landschaftsdarsteller. Aus dieser Optik scheint es angezeigt, auch die Geometrie seines Panoramas näher zu untersuchen.

Die vorliegende Studie versucht, diese Lücke zu schliessen, indem sie Michelis Resultate und seine Arbeitsweise mit der heutigen Landesvermessung vergleicht. Dazu ist es allerdings nötig, mit verschiedenen geometrischen und vermessungskundlichen Begriffen zu operieren. Es wurde aber angestrebt, diese auf verständliche Weise zu erklären. Es sollten daher keine speziellen Vorkenntnisse nötig sein, um die nachfolgend gezogenen Schlüsse nachvollziehen zu können.

Vom Mitglied des Genfer Grossen Rates zum Gefangenen auf der Aarburg

Jacques-Barthélemy Micheli du Crest entstammte einer wohlhabenden Familie, welche sich, aus Lucca in Italien herkommend, in der Mitte des 16. Jahrhunderts in Genf niedergelassen hatte und neben weiteren Besitztümern in der Waadt und in Savoyen auch die Herrschaft Crest bei Jussy besass.[3] Micheli wurde 1690 geboren und muss eine seiner aristokratischen Herkunft würdige Ausbildung genossen haben, denn bereits im Alter von dreiundzwanzig Jahren übernahm er als Hauptmann in französischen Kriegsdiensten das Kommando über jene Kompanie, welche zuvor von seinem Vater befehligt worden war. In diesem militärischen Umfeld konnte er seine grossen Talente im Ingenieurwesen und im Festungsbau voll zum Tragen bringen, so dass er sich bald eines ausgezeichneten Rufes bei hochrangigen Vorgesetzten erfreute.

1721 wurde er in den Grossen Rat der aristokratisch regierten Republik Genf gewählt, wo er anfänglich hoch geachtet war. Dazu wird wohl auch sein erstes grosses topographisches Werk beigetragen haben, die Karte *Geneva Civitas* aus den Jahren 1725–26,[4] welche er 1730 der Bibliothèque publique von Genf schenkte.[5] Doch sollte Michelis Schicksal bald einen anderen Verlauf nehmen. Die Rhonestadt erstellte zu jener Zeit grosse Festungswerke, um sich sowohl gegen Frankreich als auch gegen Savoyen besser schützen zu können. Micheli kritisierte diese Arbeiten öffentlich, weil sie seiner Ansicht nach[6] die natürlichen Gegebenheiten zu wenig berücksichtigten und zu aufwendig waren, gleichzeitig aber die Stadt vom See und von der Rhone her ungeschützt liessen.[7] Seine Kritik fiel derart scharf aus, dass sich die Fronten rapid verhärteten und Micheli schliesslich am 9. Mai 1730 aus dem Grossen Rat ausgeschlossen und in seinen Bürgerrechten eingestellt wurde. Zudem konfiszierte man seine Güter.

Micheli wehrte sich heftig gegen diese Massnahmen. In Briefen an seine Freunde äusserte er die Ansicht, wonach nicht der Grosse Rat, sondern einzig das Volk als Sou-

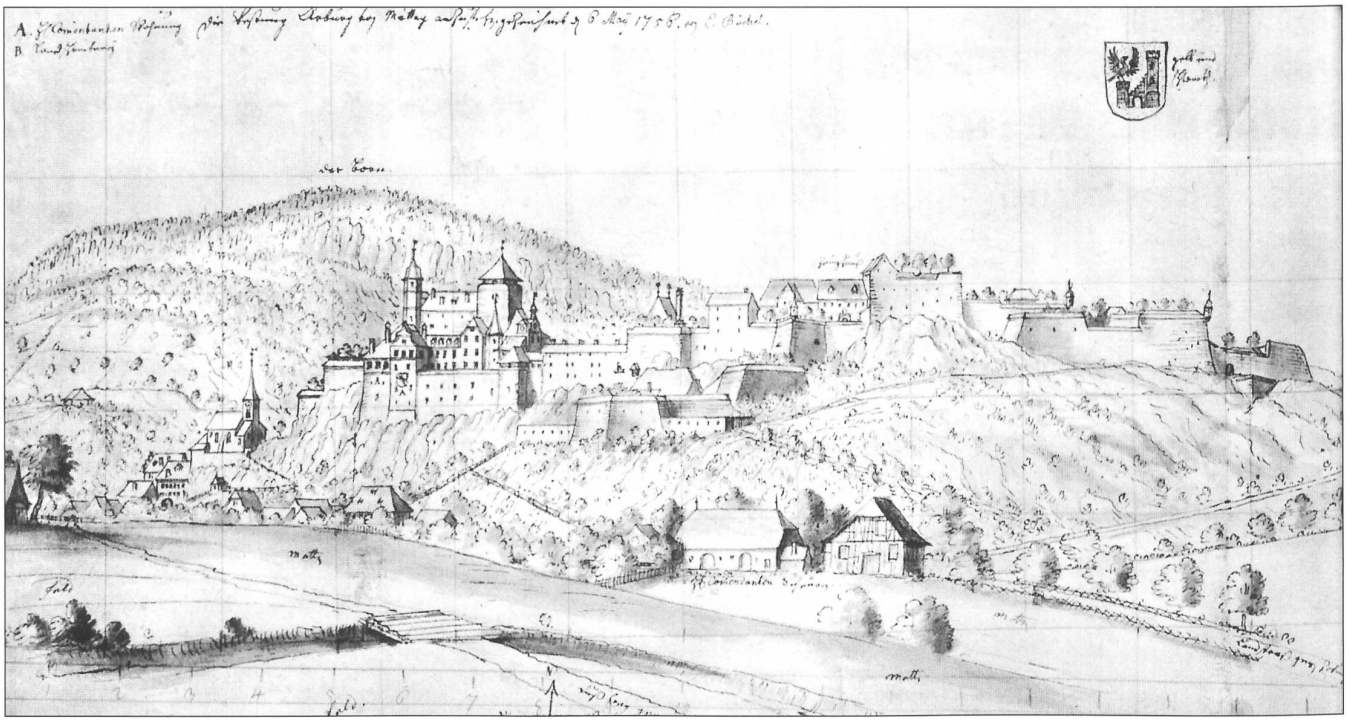


Abb. 2: Die Festung Aarburg von Süden, gezeichnet von Emanuel Büchel am 6. Mai 1756. In der Bildmitte befindet sich das «Laboratorium», Michelis Gefängnis, erkennbar am tief heruntergezogenen Dach, den beiden Dachreitern und dem rechts anschliessenden grossen Kamin. Der *Prospect Géométrique* ist auf der davor liegenden Terrasse entstanden. Kunstmuseum Basel, Kupferstichkabinett.

verän zu einem solchen Urteil berechtigt sei – Gedanken also, welche mehr als ein halbes Jahrhundert später zu den Grundsätzen der französischen Revolution gehörten. In mehreren Schriften legte er dar, dass Genfs Regierungssystem eigentlich auf der Demokratie beruhen sollte, tatsächlich aber als oligarchisches System ausgeprägt sei. Der Wirkung einer öffentlichen Presse bewusst, liess Micheli seine Schriften in grosser Zahl drucken und unters Volk bringen. Seine Anhängerschaft nahm ständig zu, ein Volksaufstand drohte auszubrechen. Micheli wurde nun für die Mächtigen dermassen gefährlich, dass sie ihn vollständig ausschalten mussten: Seine fundamentale Kritik am Regierungssystem wurde von der Regierung als Majestätsbeleidigung bezeichnet und Micheli zum Tod durch das Schwert verurteilt. Vor dem Todesstreich sollten seine Schriften vor seinen Füssen verbrannt werden. Da sich Micheli ins grenznahe Ausland abgesetzt hatte, konnte das Urteil am 8. November 1735 allerdings nur an einem Bildnis vollstreckt werden.

Während der folgenden Jahre wurde die Republik Genf durch Unruhen geschüttelt, welche erst 1738 anlässlich der sogenannten «Genfer Mediation» durch die Vermittlung französischer und eidgenössischer Gesandter aus Bern und Zürich beigelegt werden konnten. Dabei wurde ein Teil der Forderungen verwirklicht, welche auf Michelis Ideen beruhten. Dieser hatte sich kurz nach seiner symbolischen Enthauptung wiederum in französische Kriegsdienste begeben. Bald gab er jedoch das Kommando seiner Kompanie ab und widmete sich in Paris wissenschaftlichen Studien. Er pflegte einen regen Verkehr mit verschiedenen berühmten Gelehrten, unter anderem mit dem Physiker Réaumur (1683–1757) und dem Mathematiker Maupertuis (1698–1759), welcher 1736 die französische Gradmessungsexpedition in Lappland geleitet hatte. Doch seine intensive wissenschaftliche Tätigkeit, vor allem auf dem Gebiet der Physik, vermochte ihn mit seinem in Genf erlittenen Schicksal nicht zu versöhnen: In mehreren Schriften begann er die Genfer Mediation anzugreifen, weil sie ihm bloss als Kompromiss erschien, den er auf Grund seines Charakters nicht hinnehmen konnte. Einige ihm anfänglich wohlgesinnte Persönlichkeiten Frankreichs wandten sich nach und nach von ihm ab, so dass er sich in Paris bald nicht mehr heimisch fühlte. Darüber hinaus vernahm er, man wolle ihn in Genf für bürgerlich tot erklären, damit seine Familie über seine Güter verfügen könne. Micheli sah nun die Zeit gekommen, in seiner Heimat die Rehabilitation anzustreben. Bei der Genfer Mediation war er nicht begnadigt worden. Man hatte damals von ihm ein öffentliches Schuldeingeständnis verlangt, welches von seinen Gegnern in psychologisch kluger Taktik derart erniedrigend formuliert worden war, dass er es nicht unterschreiben konnte.

Im Jahre 1744 wandte sich Micheli – nun bereits 54jährig – an den Bürgermeister Escher von Zürich, in der Hoffnung, Unterstützung für seine Sache zu erhalten. Er wurde aber abgewiesen und begab sich nach Bern, wo er beim Schultheissen von Erlach eine Audienz verlangte. Genf, von den Bemühungen Michelis in Bern und Zürich orientiert, verlangte sofort dessen Ausweisung. Wie ein gehetztes Tier kehrte er nach Zürich zurück, wo er den Befehl erhielt, innert vierundzwanzig Stunden wieder abzureisen. Gebrochen und krank zog er sich nach Basel zurück. Dort blieb er fast den ganzen Winter 1744/45 ans Bett gefes-

Abb. 3: Blick vom Schlossturm nach Nordosten auf die Festung Aarburg. In der Bildmitte befindet sich das «Laboratorium» mit den drei vergitterten Fenstern von Michelis Gefängnis und der darunter angebrachten Gedenktafel. Im Vordergrund der Paradeplatz, auf dem Micheli täglich eine Stunde spazieren durfte. Rechts neben dem «Laboratorium» die Terrasse, von der aus der *Prospect Géométrique* entstand. Das Lifthäuschen rechts in der Ecke der Terrasse ist erst neueren Datums (vergleiche Abb. 2). Photo von A. Gmünder, Heimatmuseum Aarburg.

selt und konnte sein Zimmer im Hotel «Drei Könige» nicht verlassen. Sein Kontakt mit dem grossen Mathematiker Daniel Bernoulli muss auf ihn wie ein heller Lichtblick in trüber Zeit gewirkt haben. Mit gedruckten Memorialen versuchte er, sich an die Grossräte von Zürich und Bern zu wenden. In Basel selbst blieb er politisch inaktiv. Am 25. August 1745 verlangte Bern von Basel Michelis Auslieferung, worauf dieser die Stadt in aller Heimlichkeit und unter Zurücklassung seiner ganzen Habe verliess.

Seine erneute Flucht führte ihn vorerst nach Strassburg, wo er von seinen Bekannten aber derart kühl aufgenommen wurde, dass er sogleich nach Neuenburg weiterreiste. Der Wirt zu den «13 Cantons» gewährte ihm Unterschlupf und half ihm, sich vor dem Zugriff der Staatsmacht zu verbergen.

Micheli wandte sich wiederum schriftlich an Zürich, Bern und Basel und gab dadurch seinen Aufenthaltsort preis. Im Herbst 1746 ahnte er, dass er bald aufgespürt würde, blieb tagsüber auf dem Zimmer und ging nur nachts aus. Sein Wirt riet ihm, sich in der Scheune zu verbergen, um der Verhaftung zu entgehen. Als die Soldaten seine zurückgelassenen Effekten zu plündern begannen, hielt er es in seinem Versteck nicht mehr aus und beklagte sich bitter über dieses Vorgehen. Nun zwang ihn Neuenburg unter Begleitschutz zur Abreise. Micheli selbst wünschte, nach Bern gebracht zu werden, wo er am 10. Oktober 1746 im Inselspital inhaftiert wurde. Niemand durfte mit ihm sprechen, und er erhielt weder Papier noch Feder. Neuenburg verlangte immerhin von Bern die Zusicherung, dass Micheli nicht an Genf ausgeliefert werde.

Bern und Zürich vereinbarten daraufhin, über Michelis weiteres Schicksal anlässlich der sogenannten «Toggenburgerkonferenz» in Aarau zu verhandeln. Dort wurde Mitte Januar 1747 beschlossen, *dass man sich seiner auf immer verwahrlich versichern und auf diese Weise seinem unruhigen und aufrührerischen Wesen den Riegel zu stossen bedacht sein solle.*[8] Auf Antrag Zürichs sollte Bern ihn auf der Aarburg oder auf einem anderen Schloss verwahren, da Zürich über kein derartiges Gefängnis verfügte. Auf jeden Fall sollte die lebenslängliche Versorgung des Micheli nicht auf Kosten der beiden Stände geschehen, sondern aus dessen eigenen Mitteln bestritten werden. Der Grosse Rat Berns stimmte diesem Vorgehen zu, und nach der Regelung der Modalitäten wurde Micheli im Juni 1747 unter strenger militärischer Bewachung auf die Aarburg gebracht.

Dort wurde er im sogenannten «Laboratorium» untergebracht, wo in der Zwischenzeit eigens ein Gefängnis für ihn eingerichtet worden war. Micheli beklagte sich, dieses sei eng und feucht und er sehe seine Gesundheit gefährdet. Immerhin konnte er aber am Tisch des ihm wohlgesinnten Kommandanten Johann Anton Koch[9] speisen, und wenn es ihm beliebte sogar im «Falken» unten im Städtchen. Auch ging er mit dem Kommandanten May,[10] dem Vorgänger Kochs, und mit dem Landvogt von Wattenwil von Lenzburg auf die Jagd. May soll ihm dabei sogar einen Fluchtweg gezeigt haben; doch Michelis Haltung liess eine derartige Handlung nicht zu, weil er sich im Recht fühlte und man sein Entweichen als Eingeständnis seiner Schuld hätte auffassen können.

Im Dezember 1747 richtete er aber wegen seiner ungünstigen Unterbringung an Bern das Gesuch, man möge ihn wieder ins Inselspital zurückführen. Kommandant Koch unterstützte dieses Ansinnen, weil er nicht glaube, *dass er ein Ohrt in der Welt werde antreffen, dass nach seinem Kopf eingerichtet seye ...*[11] Man kam Micheli entgegen, verlangte aber von ihm das schriftliche Versprechen, dass er sich weder mündlich noch schriftlich in irgend einer Weise in die Angelegenheiten Genfs, Berns und Zürichs mischen werde. Auch musste er sich verpflichten, *weder irgend jemanden zu empfangen, zu sprechen, noch mit irgend jemandem schriftlich zu verkehren, ohne die vorgängige Erlaubnis des Spitalverwalters, und ihn alle Briefe, sowie alle anderen Schriftstücke, wie Drucksachen, einsehen zu lassen, welche ihm zugestellt werden oder welche er von irgend jemandem sich wollte zustellen lassen.*[12]

Zum zweiten Mal auf der Aarburg – diesmal lebenslänglich

Micheli scheint auch in Bern milde Haftumstände angetroffen zu haben: Er durfte die Predigt besuchen, einen eigenen Diener halten, mit Freunden im «Storchen» speisen und nach und nach Besuche empfangen, wann und wo es ihm beliebte. Wenn nicht seine Familie ein Interesse gehabt hätte, ihn von seinen Gütern fernzuhalten, so wäre vielleicht auch eine Versöhnung mit Genf möglich gewesen. Die Berner Behörden konnten sich jedenfalls nicht über sein Verhalten beklagen.

Doch nur vorerst. Denn als anfangs Juli 1749 in Bern die Henzi-Verschwörung aufgedeckt wurde, fiel auch Michelis Name unter den Konspirativen. Unter der treibenden Kraft des Hauptmanns Samuel Henzi,[13] des Kommandanten der Stadtwache Emanuel Fueter[14] und des Kaufmanns Niklaus Samuel Wernier[15] hatte diese Bewegung von rund dreissig Verschworenen versucht, die Regierungsmacht von den wenigen Geschlechtern, welche sich in sämtliche Ämter teilten, vermehrt auf die Bürgerschaft der Stadt abzustützen – Bestrebungen also, die Micheli bereits zwanzig Jahre zuvor in Genf selbst unterstützt hatte.

Wernier sagte unter der Folter aus, Micheli sei einer der Anstifter des Unternehmens gewesen, ihm wäre im Falle des Gelingens das militärische Kommando übertragen worden. Henzi behauptete, niemals mit Micheli verkehrt zu haben, was auch auf Grund seines Urteils über den Genfer wahrscheinlich ist, *welchen er als einen unglücklichen Staatsfanaticum* ansah, *dem über dem Articul des gouvernements das Gehirn ein wenig verruckt ist.* Wohl wisse er, *dass, wenn die beiden Stände* [Genf und Bern] *keine gefährlicheren Feinde haben, als diesen, so werden sie wohl, was ich sehr wünsche, lange secula unerschüttert bleiben.*[16] Fueter hingegen hatte mindestens zwei- bis dreimal direkten Kontakt mit Micheli gehabt, wobei ihm der Genfer zu gründlicher Vorbereitung im Rahmen des Rechts und zur Ablehnung jeglicher Gewaltanwendung geraten haben soll, weil man durch die Kraft der Überzeugung zur Macht gelangen müsse. Einzig Fueters Kontakte zu Micheli konnten schlüssig nachgewiesen werden, weil man bei ihm einen Zettel mit Michelis Handschrift gefunden hatte. Dieser enthielt eine der Maximen seiner Memoriale, wonach alle Macht der Regierung zu Recht auf dem Volk beruhe, welches durch keinerlei Gesetz davon beraubt werden könne.

Die drei Rädelsführer Henzi, Fueter und Wernier wurden am 17. August 1749 hingerichtet. Über Michelis Schicksal wurde am folgenden Tag im Grossen Rat beraten. Er war am 4. Juli verhaftet und vom Inselspital in den Dittlinger Turm in strenge Haft überführt worden. Bei der Beratung wurden fünf Meinungen geäussert: Eine erste, wonach die Welt von einer solchen Pest befreit und Micheli mit dem Schwert vom Leben zum Tod befördert werden müsse. Eine zweite verlangte, dass er nach Aarburg zurückgebracht werden solle, wo er weder Papier noch Feder bekommen dürfe und von jeglichen Kontakten mit Dritten fernzuhalten sei. Die dritte Meinung wollte ihn des Landes verweisen, und nach der vierten hätte er lebenslänglich im Dittlinger Turm eingesperrt bleiben sollen. Eine fünfte Meinung verlangte präzisierend, man solle ihm, ehe man ihn nach Aarburg zurückschicke, beide Daumen abhacken, damit er nicht mehr schreiben könne.

In der Abstimmung wurde mit 101 zu 11 Stimmen beschlossen, Micheli am Leben zu lassen. Mit grosser Mehrheit wurde angeordnet, ihn nach Aarburg zurückzuschicken. Dabei wurde ihm angedroht, er würde bei jedem Versuch, sich in neue Umtriebe einzulassen, mit dem Schwert hingerichtet. Am 17. September 1749 wurde er nach Aarburg zurücktransportiert, wo er seine alte Zelle im «Laboratorium» wieder bezog. Der ihm wohlgesinnte Kommandant Koch war in der Zwischenzeit durch den gestrengen Johann Rudolf Tillier[17] abgelöst worden.

Glücklicherweise war der «Daumenabschneider» in der Versammlung alleine geblieben, denn sonst wäre die nun folgende Periode ausschliesslich wissenschaftlicher Tätigkeit, welche das letzte Viertel von Michelis Leben umfasste und von einer deren Facetten in den nächsten Kapiteln die Rede sein wird, wohl nicht mehr möglich gewesen.

In den langen sechzehn Jahren seiner zweiten Haft war Micheli bedeutend strengeren Bedingungen ausgesetzt als während seines ersten Aufenthaltes auf der Aarburg. Mehrmals beklagte er sich über die unwürdige Behandlung. Doch erst am 19. Dezember 1765 wurde Festungskommandant Anton Ludwig Effinger[18] endlich angewiesen, dem greisen Gefangenen alle möglichen Erleichterungen und Unterstützungen zu gewähren. Kurz zuvor hatte sich der Sohn seines Bruders, Jean-Louis Micheli, für ihn eingesetzt und im Namen der Familie verlangt, sein Onkel solle freigelassen werden. Am 30. Dezember 1765 wurde beschlossen, ihn wieder nach Bern ins Inselspital zu überführen. Doch der Greis war zu schwach für diese Reise und siedelte nach Zofingen über, wo er am 29. März 1766 starb.

Aus der Enge in die Weite – erste Konzepte für eine Landesvermessung

In der ersten Zeit nach Beginn seiner zweiten, wesentlich strengeren Haft war Micheli in erster Linie mit der Rechtfertigung seines Verhaltens anlässlich der Henzi-Verschwörung beschäftigt. Nach und nach scheint er sich aber mit der düsteren Aussicht abgefunden zu haben, nun wohl für längere Zeit auf der Aarburg bleiben zu müssen. Er nahm seine wissenschaftlichen Studien wieder auf und beschäftigte sich hauptsächlich mit physikalischen Untersuchungen. Unter anderem konstruierte er Barometer,[19] welche er an bekannte Wissenschaftler weitergab. Als seine Hauptleistung scheint er diejenige auf dem Gebiet der Temperaturmessung[20] angesehen zu haben, unterzeichnete er doch den *Prospect Géométrique* nicht etwa mit seinem vollen Namen, sondern als «Urheber der Methode für einen universellen Thermometer».

An dieser Stelle interessieren jedoch in erster Linie die geodätischen Arbeiten. Ende 1753 / anfangs 1754 scheinen Michelis Gedanken die Enge seiner Gefängniszelle durchbrochen zu haben, denn er begann sich intensiv mit Fragen der Landesvermessung auseinanderzusetzen. Er hatte bereits in den zwanziger Jahren in Genf verschiedene Vermessungen durchgeführt, und seine Karte *Geneva Civitas* darf wohl als das Hauptwerk jener Phase bezeichnet werden.[21] Micheli konnte also bereits auf eine konkrete persönliche Erfahrung als Topograph zurückblicken, als er sich der Vermessung des ganzen Landes zuwandte.

Zunächst untersuchte er in einem Memoire vom 25. Februar 1754 die barometrisch bestimmten Höhen des Gotthards, der Gemmi und des Mont Blanc.[22] Er bat den Festungskommandanten Tillier, diese Abhandlung an Albrecht von Haller[23] weiterzuleiten, weil er niemanden für geeigneter halte, die darin aufgeworfenen Fragen zu beurteilen. In seiner Antwort vom 31. März 1754 – in eher reservierter Form und ohne die sonst üblichen Höflichkeiten abgefasst – bestreitet Haller allerdings, sich bisher zu diesem Problemkreis geäussert zu haben. Trotzdem scheint dies der Beginn einer regen Korrespondenz zwischen dem gefangenen Micheli und dem berühmten Naturforscher zu sein, welche vorzügliche Belege für Michelis Gedanken und Ansichten enthält.[24]

In seinem *Mémoire expliquant sommairement la proposition de faire lever géométriquement les cartes générales et détaillées de toute la Suisse composeé par le Sr. Micheli du Crest*,[25] datiert vom 26. Juni 1754, entwirft Micheli ein umfassendes Konzept für eine Landesvermessung. Danach sollte ein erster Teil die geodätische Grundlagenvermessung (Meridianbestimmung, Mes-

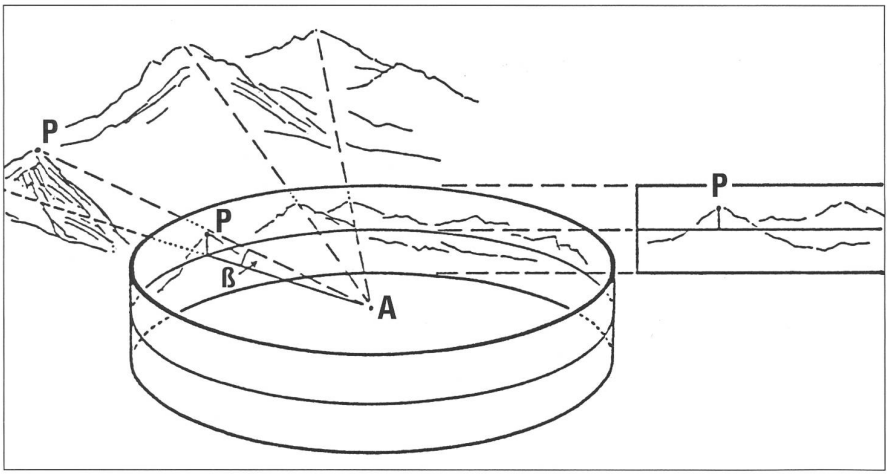


Abb. 4: Das Prinzip des *Prospect Géométrique* als eine Projektion der Landschaftsumrisse auf einen lotrechten Zylinder. Aus: Imhof (1963), S. 63.

sung von Basislinien und eines Triangulationsnetzes, Höhenbestimmung) und die darauf aufbauenden Übersichtskarten umfassen. In einem zweiten Teil sollten mittels des Messtischverfahrens detaillierte Pläne über das ganze Land erstellt werden. In diesem Konzept ist die heutige zweiteilige Struktur des schweizerischen Vermessungswesens im Kern bereits vorgezeichnet: Die Landesvermessung mit den geodätischen Grundlagen und dem Landeskartenwerk wird heute vom Bundesamt für Landestopographie wahrgenommen, die detaillierte amtliche Vermessung, früher mit «Grundbuchvermessung» bezeichnet, ist Aufgabe der Kantone, wobei die Eidgenössische Vermessungsdirektion die Oberaufsicht ausübt.

Micheli übergab dieses *Mémoire* den Tagsatzungsabgeordneten von Bern, wohl in der Hoffnung, die Behörden würden den Nutzen eines derart weitblickenden Vorhabens erkennen und ihn mit der Realisierung dieses Werkes betrauen. Doch auch ein weiteres Memorandum vom 29. November 1762, das er an den Deutschseckelmeister Willading, den Präsidenten der «Chambre oeconomique de Berne», richtete und in dem er auf 23 Seiten sein Vermessungskonzept aktualisierte, fand bei den Verantwortlichen kein Echo. Wären Michelis Ideen realisiert worden, so hätte die Schweiz damals auf diesem Gebiet zu den führenden Nationen gehört. Aber es sollten nochmals acht Jahrzehnte vergehen, bis sich der spätere General Dufour anfangs der dreissiger Jahre des 19. Jahrhunderts der Landesvermessung annahm und sie in über drei Jahrzehnten unermüdlichen Einsatzes zu einer ersten Reife brachte.

Die Landschaft in die Zelle geholt – der *Prospect Géométrique*

Michelis Vorschläge für eine Vermessung stiessen bei den Zuständigen also auf taube Ohren. Man hätte ihm nämlich die Erlaubnis geben müssen, einige Zeit ausserhalb der Festung zu verbringen. Zu tief sass wohl die Angst und das Misstrauen, dieser unbequeme Zeitgenosse möchte die Gelegenheit bloss dazu nutzen, um das Weite zu suchen und unbewacht wieder seine spitze Feder führen zu können. Micheli sah sich deshalb gezwungen, seine Ideen unter den ungünstigen Umständen seiner Gefangenschaft umzusetzen und sich auf den Versuch zu beschränken, von der Aarburg aus die Höhe fern liegender Alpengipfel zu bestimmen. Der *Prospect Géométrique* bildet somit im Grunde die Frucht eines umfassender gedachten Versuches zu einer Vermessung der Schweiz.

Micheli hat die Entstehung seines Werkes in vorbildlicher Weise dokumentiert. Einerseits fügte er seinem in Kupfer gestochenen *Prospect Géométrique* ein kleines *Avertissement* bei, in welchem er die Grundzüge seiner Arbeitsweise offenlegte. Andererseits liess er separat ein vierseitiges *Mémoire pour l'Explication du Prospect des Montagnes neigées que l'on voit du Château d'Arbourg*[26] mit einer ausführlichen Beschreibung seines Vorgehens quasi in Form eines technischen Berichtes drucken. Darüber hinaus enthält seine Korrespondenz, vor allem diejenige mit Albrecht von Haller, eine Fülle weiterer Einzelheiten.

Aus diesen Unterlagen[27] geht hervor, dass Micheli die in zeitgenössischen Beschreibungen oft fehlerhaft angegebenen Höhen der Alpengipfel mit eigenen Messungen genau bestimmen wollte, obwohl er nicht über die hiezu nötigen «mathematischen Instrumente»[28] verfügte. Nicht die Erstellung des Panoramas war also das primäre Ziel, sondern die Höhenvermessung der sichtbaren Alpengipfel. Die Landschaftszeichnung diente somit bloss als Hilfsmittel im Sinne eines graphischen Beleges für das eigentliche Vermessungswerk, damit die Höhenangaben den entsprechenden Gipfeln zugeordnet werden konnten.

Der *Prospect Géométrique* (Abb. 13) besteht aus zwei Hauptteilen: Die obere Hälfte umfasst die eigentliche Panoramazeichnung, oben und unten begrenzt durch zwei Skalen mit Angabe der Azimute[29] bezüglich des Meridians von Aarburg.[30] Über den mit Buchstaben bezeichneten Gipfeln sind Michelis Höhenmessung und die Distanz zum betreffenden Berg auf der Scheuchzer-Karte angegeben. Das dargestellte Gebiet liegt zwischen dem Uri-Rotstock und dem Rinderhorn; das Gesichtsfeld umfasst somit einen Sektor von 56°. Nicht ganzjährig schneebedeckte Partien sind schraffiert, Gletscher, Fels und Schründe hingegen mit einfachen Strichen wiedergegeben. Punktierte Gipfel mit steilen Abhängen sind felsig und schneefrei. Mit Ausnahme der Stadt Zofingen sind die nahe gelegenen Gebiete unterhalb der Horizontlinie nicht dargestellt.

In der unteren Hälfte des *Prospect Géométrique* sind die Namen von vierzig Bergen mit ihrer Höhe über Meer aufgeführt. Mit dieser vollständigen Offenlegung aller Mess- und Berechnungselemente ermöglichte Micheli es allen Betrachtern des *Prospect Géométrique,* sämtliche Höhenangaben nachzuvollziehen und allfällige Fehler selbst zu korrigieren.

Aus den beiden Azimut-Skalen folgt, dass der *Prospect Géométrique* einer Projektion der Landschaftsumrisse auf eine senkrechte Zylinderfläche[31] nach Abbildung 4 entspricht.[32] Aus der Höhenskala rechts und links der Landschaftsdarstellung ergibt sich ein Überhöhungsfaktor von 1,13.

Alle Angaben des *Prospect Géométrique* basieren auf dem französischen Masssystem, welches wie folgt aufgebaut ist:

1 toise (Klafter, 1,9490 m), unterteilt in 6 pieds du Roi (Fuss)

1 pied du Roi (Fuss, 0,3248 m), unterteilt in 12 pouces (Zoll)

1 pouce (Zoll, 0,0271 m), unterteilt in 12 lignes (Linien)

1 ligne (Linie, 0,0023 m).[33]

Die Höhenbestimmung

Wir wenden uns zunächst Michelis Hauptziel zu, der Höhenbestimmung der von Aarburg aus sichtbaren Alpengipfel. Bei dieser Arbeit bestimmte bzw. berücksichtigte er folgende drei Komponenten:

- die Höhendifferenz von Aarburg zu den Gipfeln,
- die Ausgangshöhe von Aarburg und
- den Einfluss der Erdkrümmung.

Zur Bestimmung der Höhendifferenz von Aarburg zu den Gipfeln konstruierte Micheli mit den ihm zur Verfügung stehenden beschränkten Mitteln eine primitive, in ihrer Effizienz aber bestechende Messvorrichtung: Sie bestand aus einem 24 Fuss (7,796 m) langen Holzkanal,[34] welcher eigentlich für eine Dachrinne bestimmt gewesen war und auf beiden Seiten mit zwei sorgfältig ausgerichteten und in den Fugen verkitteten Brettchen verschlossen war. Diese Holzrinne wurde nun im Windschatten in bequemer Beobachtungshöhe auf drei Träger gelegt und auf den Anzielpunkt hin ausgerichtet. Anschliessend goss man Wasser in die Rinne und korrigierte ihre horizontale Lage solange, bis das Wasser bei ruhigem Wasserspiegel auf beiden Seiten gleichmässig herabtropfte. Dieses Instrument war somit nichts anderes als eine gigantische Wasserwaage, deren Horizont Micheli mit *niveau* bezeichnete (Abb. 5).

Der Beobachter positionierte sich nun am den Alpen abgewandten Ende der Rinne und brachte sein Auge auf die Höhe des Wasserspiegels. Am entgegengesetzten Ende wurde sodann von einem Gehilfen ein bewegliches Stäbchen solange senkrecht nach oben geschoben, bis das Auge des Beobachters, das Stäbchen und der anvisierte Gipfel eine Linie bildeten. Dann konnte die Länge des Stäbchens gemessen werden. Micheli nahm für diese Operation gewöhnlich zwei oder drei Leute mit guter Sehkraft mit. Die Beobachtungen wurden mehrmals von nah und fern wiederholt,[35] so dass Micheli den Ablesefehler am Stäbchen nur auf eine halbe Linie (d. h. 1 mm) schätzte, was 30 Bogen-Sekunden entspricht.

Die Höhendifferenz von Aarburg zum gesuchten Gipfel wurde nun aus der Länge des Stäbchens, derjenigen der Holzrinne und der Distanz zum Berg anhand einer einfachen Dreisatzrechnung abgeleitet. Die ersten beiden Elemente konnte der Gefangene mit eigenen Mitteln bestimmen, nicht aber die Distanz von Aarburg zum Berg, welche vorerst noch unbekannt war und das Hauptproblem des ganzen Unterfangens bildete. In diesem Punkt war Micheli auf die Hilfe Dritter angewiesen.

Von der Schwierigkeit, einen Berg zu identifizieren

Zunächst musste Micheli wissen, auf welche Berge sich seine Messungen bezogen. Für ihn, der weit weg von Aarburg aufgewachsen war und viele Jahre in Frankreich verbracht hatte, war dies vermutlich der mühsamste Teil seiner Arbeit. Wohl lag seine erste Haft auf dieser Festung nun schon sieben Jahre zurück, aber während der kurzen Zeit, die er ausserhalb seines Gefängnisses verbringen durfte, wird ihm die Alpenkulisse höchstens als Landschaftsbild, kaum aber in ihrer topographischen Benennung vertraut geworden sein.

Micheli war also in dieser Frage weitgehend auf die Hilfe Dritter angewiesen. Wahrscheinlich hat er sich zunächst beim Festungskommandanten und dessen Mitarbeitern erkundigt. Bereits kurz nach dem Start seines Unternehmens wandte er sich ein zweites Mal an Albrecht von Haller. Sein ausführlicher Brief vom 20. Juli 1754 enthält eine Skizze *Vüe des montagnes dites Gletscher depuis la forteresse d'Arbourg du cote du Midy* mit der Bezeichnung von sieben Gipfeln im Berner Oberland (Abb. 6).

Haller antwortete, er wäre Micheli zwar gerne beim Bestimmen der Berge behilflich und unterstütze dessen Bestrebungen, aber sein Blickwinkel auf die Alpen sei in Bern gegenüber demjenigen von Aarburg verschoben. Scheinbar hatte auch er grosse Mühe, die Gipfel richtig zu bezeichnen und empfahl, angesichts der vielen Zweifel den *Prospect Géométrique* ohne Namen stechen zu lassen.[36] Zu Recht wies er darauf hin, es sei unmöglich, von Aarburg aus den Gotthard zu sehen,[37] aber auch er konnte dem Gefangenen bis zum Zeitpunkt, als das Werk zum Kupferstecher ging, die Gipfel des Berner Oberlandes nicht richtig benennen. Im Juli 1755 unternahm Haller dann eine Erkundigungsreise ins Berner Oberland,[38] und es ist durchaus möglich, dass er dabei etliche Unsicherheiten vor Ort klärte. Doch damals war der Stich des *Prospect Géométrique* bereits erfolgt.[39]

Als weitere Quelle benützte Micheli *Ein New Lustig Ernsthafft Poetisch Gastmahl und Gespräch zweyer Bergen in der löbl. Eydgenossenschaft... Nemlich des Niesens und Stockhorns.* [40] Es handelt sich dabei um ein von Johann Rudolf Rebmann stammendes Gedicht, welches 1606 und 1620 erschienen war und eine ergiebige Fundgrube für die Namenkunde des Berner Oberlandes bildet.[41] Ein Soldat der Garnison hatte dieses damals bereits 150 Jahre alte Werk für Micheli, der die deutsche Sprache nicht beherrschte, durchgeblättert und darin die Beschreibung mehrerer Berge gefunden. Diese topographischen Schilderungen verglich Micheli nun mit seinen eigenen Beobachtungen und glaubte, die Berge dadurch identifizieren zu können.

All dies scheint ihm aber nicht viel genützt zu haben, denn von den vierzig im *Prospect Géométrique* angegebenen Bergnamen sind bloss deren fünf[42] richtig. Eiger, Mönch und Jungfrau sind nicht darunter...

Die Entfernung der Berge auf Grund der Scheuchzer-Karte

Zur Ermittlung der Distanzen zwischen Aarburg und den Berggipfeln stützte sich Micheli auf die Karte *Nova Helvetiae Tabula Geographica* (Abb. 8), welche 1712 von

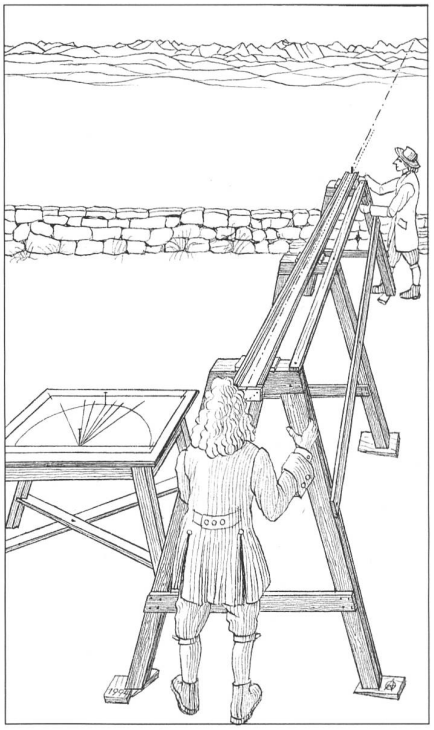


Abb. 5: Rekonstruktion von Michelis Messinstrumenten: Rechts die 24 Fuss lange Dachrinne zur Bestimmung der Höhendifferenzen gegenüber Aarburg, links der Messtisch mit einer Visiervorrichtung bestehend aus einer festen und einer beweglichen Bleinadel, mit welcher die verschiedenen Alpengipfel anvisiert und ihr seitlicher Abstand an einem Kreis von 14–15 Zoll Radius abgelesen werden konnte. Zeichnung von Alfred Oberli, Wabern 1994.

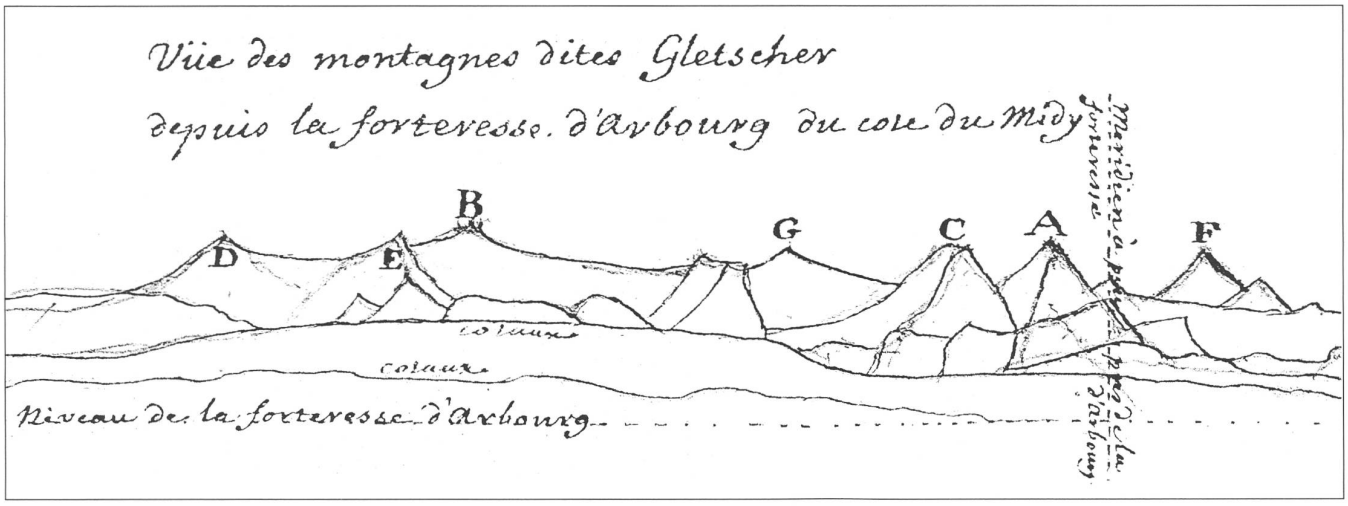


Abb. 6: Ausschnitt aus der ersten Skizze zum *Prospect Géométrique* vom 20. Juli 1754 (BBB), mit welcher sich Micheli an Albrecht von Haller wandte. Er glaubte, A sei der *Letschberg* (tatsächlich ist es der Mönch), C der *Eiger* oder die *Jungfrau* (Eiger), G das *Bietschhorn* (Fiescherhorn) und D die *Grimsel* (Rosenhorn); B und E erkannte er richtig als *Schereckhorn* und *Wetterhorn*, währenddem F (Jungfrau) noch unbenannt ist. Hallers Antwort vom 30. Juli (AEG APM), wonach ihm A die *Jungfrau* zu sein scheine, C das *Roht Biett (oder Eiger) von Lauterbrunnen*, G das *Schreckhorn*, E das *Wetterhorn* und F das *Bieschhorn*, belegt, dass auch für ihn die Identifikation der Berge mit grossen Schwierigkeiten verbunden war. B und D waren ihm unbekannt.

Abb. 7: Derselbe Ausschnitt am 8. November 1963. Photo von A. Gmünder, Heimatmuseum Aarburg.

Johann Jakob Scheuchzer in vier Blättern herausgegeben worden war.[43] Dabei stellte er anhand eines Vergleichs mit der Länge eines Breitengrades fest, dass die Distanz zwischen Basel und Genf nach Scheuchzer 120 840 Toisen (235,5 km)[44] betragen sollte. Die neuesten französischen Karten aus der *Connoissance des tems*[45] gaben dafür aber bloss 98 000 Toisen (191,0 km) an.

Micheli reduzierte in der Folge alle Distanzen aus der Scheuchzer-Karte um «mehr als einen Sechstel».[46] Auf diesen Korrekturfaktor war er gestossen, nachdem er für die Höhe des Schreckhorns zunächst weit mehr als 3000 Toisen (5847 m) erhalten hatte, was ihn am Massstab der Scheuchzer-Karte zweifeln liess.[47]

Pro Zoll auf der Karte errechnete er eine Distanz in der Natur von 3266 Toisen und 4 Fuss (2,7 cm auf der Karte ergaben also 6366,8 m in der Natur, woraus sich ein Massstab von 1:235 000 ergibt). Mit diesem Betrag sind die Angaben unter Ziffer 4 in der Abbildung 13 zu multiplizieren, um die effektiven Distanzen zu erhalten.

Bezüglich der Distanzangaben war Micheli von der Genauigkeit der Scheuchzer-Karte abhängig. Zwar hatte er auf Grund seiner Berechnungen eine globale Korrektur im richtigen Sinne vorgenommen.[48] Doch die innere Genauigkeit dieser Karte war für eine genaue Bestimmung grosser Distanzen ungenügend, wie das Verzerrungsgitter in der Abbildung 9 belegt. Die Gesamtanlage der Scheuchzer-Karte beruht nämlich im wesentlichen auf derjenigen Mercators von 1585 und hatte nur in Einzelheiten und bezüglich der Inhaltsdichte Fortschritte gegenüber älteren Gesamtkarten der Schweiz gebracht.[49]

Auf Grund der aus der Scheuchzer-Karte ermittelten Distanz zwischen Aarburg und dem betreffenden Berg konnte Micheli dessen Überhöhung gegenüber Aarburg mittels der bereits erwähnten Dreisatzrechnung ableiten.

Thuner See
Brientzer See
Thun
Spiez
Unter sewen
Inter lappen
Tattlingen
Fons Emmæ
Wilde Bükten
Fons Arolæ verus
Bietschhorn
Belalp
Anthonien
Geis Daumen See
Eiger
Wetter hörner
Schreck horn
Scheideck
Grindelwald
Lauterbrunen
Brienz
Ober Riedt
Unter Riedt
Rinkenberg
Brunnen
Kandersteg
Frutigen
Gemmi
Rabli Berg
Letsch Berg
Kapel
Ralligen
Merlingen
Oberhofen
Sigriswil
Thierachern
Heimberg
Brentzighofen
Hülimberg
Zum Bach
Wachseldorn
Tschuggenhubel
Im Schenckel
Rotenbach
Diessbach
Langnau
Rüegsau
Eschlismatt
Grossbrunnen
Rothmoos
Zaberli
Schwarzeneck
Im Heubühel
Rangelbbrache
Steinbach
Im Sonnalpi
Im Hübcheren
Ober Flu
Unter Flu
Hohe Flu
Rote Flu
Kandersteg
Frutigen
Latterbrunn
Im Boden
Oberried
Brand
Bischofsriedt
Metsch
Bazli Berg
Gemmi
Rabli
Im Geeksboden
Steigelschmand
Grassbach
Im Boden
Kandersteg
Grindelwald
Lauterbrunen
Scheideck
Petrenell
Schreck horn
Wetter hörner
Eiger
Belalp
Anthonien
Bietschhorn
Fons Arolæ verus
Fons Emmæ
Wilde Bükten
Emmen Ursprung
Gletsch
Hagler Berg
Blatt Berg
Brunnen
Brienz
Kunholtz
Hannen holm
Wilfligen
Hasen Rest
Gold
Lenggen
Steinen
Zwischen
Zwischen
Zwisch

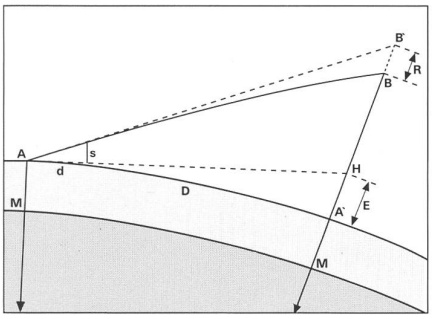


Abb. 10: Das Prinzip für die Berechnung der Berghöhen: *A* = Aarburg, *B* = Berggipfel, *M* = Meeresspiegel. *AA'* ist die gekrümmte Erdoberfläche, *AH* die Horizontale, *AB* der gekrümmte Sehstrahl und *AB'* die Tangente des Sehstrahls. *HA'* ist die Erdkrümmung *E*, *BB'* die Refraktion *R*. Aus der Ablesung *s* am Stäbchen, der Länge der Dachrinne *d* und der Distanz *D* zum Gipfel ergibt sich mit einer Dreisatzrechnung die Höhendifferenz *HB'* (*s* und *HB'* dürfen in der Realität als annähernd parallel betrachtet werden). Die Höhe des Gipfels *B* über Meer ergibt sich aus der Ausgangshöhe von *A* (*MA* bzw. *MA'*), der Erdkrümmung *E* und der Höhendifferenz *HB*. Michelis Fehler war, dass er die Refraktion *R* nicht berücksichtigte, wodurch seine Höhen um den Betrag *BB'* zu hoch ausfielen.

ger verbergen und sie oft weniger hoch erscheinen lassen, als sie es in Wirklichkeit sind, denn ich habe dies nie bemerkt und ich glaube daher nicht, dass es irgend eine Refraktion in unserer Atmosphäre gibt. Ich muss zwar gestehen, dass ich dies nicht so überzeugend darlegen kann, wie wenn ich ein Fernrohr benützen könnte, welches während mehrerer Monate starr auf den gleichen Punkt gerichtet wäre; aber wie dem auch sei, so sind diese Refraktionen doch ein bequemes Mittel, um Beobachtungsfehler zu verbergen, und ich sah überhaupt keinen Anlass, um sie bei meinen Berechnungen zu berücksichtigen, denn sie neigen gleichermassen dazu, die Objekte ebenso abzusenken wie auch anzuheben, wenn man den spanischen Mathematikern folgt (Voyage du Perou, Tom. 2, p. 145), und diese haben sie auch nicht berücksichtigt. Sogar diejenigen, welche die Refraktion dermassen betont haben, wollten sie in ihrem Falle auch nicht anwenden», schrieb er in seinem *Mémoire*.

Damit lagen Micheli alle ihm notwendig erscheinenden Elemente für die Berechnung der Berghöhen vor (Abb. 10). Es bedurfte nur noch der Landschaftszeichnung, damit diese Angaben den entsprechenden Gipfeln zugewiesen werden konnten.

Die Panoramazeichnung

Diese Arbeit muss Micheli ebenfalls grosse Schwierigkeiten geboten haben, denn er hatte noch nie eine Landschaftsansicht gezeichnet. Er vermisste denn auch die Unterstützung durch einen geübten Spezialisten, der ihm diese Arbeit abgenommen hätte. Daneben hatte er aber auch mit meteorologischen Erschwernissen zu kämpfen: Wegen der grossen Entfernung der Bergkulisse waren offenbar einzelne Teile oft für längere Zeit durch Wolken verdeckt, so dass es während der ein- bis zweimonatigen Beobachtungszeit sehr selten vorkam, dass sich die gesamte Alpensicht perfekt wolkenfrei präsentierte.

Darüberhinaus war Micheli sehr ungünstig untergebracht; seine enge, feuchte Zelle musste er mit einem Soldaten teilen, der ihm zu Diensten stand.[54] Um die Alpen zeichnen zu können, musste er seine Zelle verlassen.[55] Sein Verhältnis zum Festungskommandanten Tillier war zudem auf Grund zahlreicher Vorkommnisse derart belastet, dass Micheli seine Zelle pro Tag nur für eine Stunde verlassen durfte.[56] Dank seines unermüdlichen Eifers gelang es ihm dennoch, den *Prospect Géométrique* innerhalb weniger Monate zu erstellen.

Für die Landschaftszeichnung setzte Micheli ebenfalls vermessungstechnische Hilfsmittel ein, um die seitlichen Abstände der Berge in den richtigen Proportionen darstellen zu können (Abb. 5). Auf einem Messtisch zog er mit einem Zirkel einen Viertelskreis von 14 bis 15 Zoll (38 bis 40 cm) Radius. In dessen Zentrum war ein Nagel aus Blei befestigt, der zusammen mit einem zweiten, beweglichen Nagel eine einfache Visiervorrichtung bildete. Damit konnten nun die verschiedenen Gipfel anvisiert und die richtigen Proportionen ihrer seitlichen Abstände auf dem Kreisbogen abgelesen werden.

Micheli schätzte, dass sein *Prospect Géométrique* auf Grund dieses Verfahrens in den allgemeinen Proportionen ziemlich realistisch sei, weniger genau jedoch in den Details. Seines Erachtens wäre es hierzu nötig gewesen, jeden Abschnitt mit sämtlichen Böschungen und Abgründen, Felswänden und Gipfelumrissen mit Hilfe eines guten Fernrohrs im Detail zu zeichnen.[57] Nur anhand derartiger Einzelheiten sei es möglich, jeden Gipfel zu erkennen. Er selbst betrachtete es daher nicht als überraschend, wenn er sich in der Bezeichnung mehrerer Berge geirrt hätte. Nach seiner Auffassung waren die eigenen Angaben im Vergleich zu den anderen damals vorhandenen immer noch «unvergleichbar weniger fehlerhaft» und zudem anhand der offengelegten Berechnungselemente auch ohne weiteres einer nachträglichen Korrektur zugänglich.

Die Bestimmung des Meridians von Aarburg[58]

In der vermutlich ältesten Skizze zum *Prospect Géométrique* (Abb. 6) ist in der Gegend des Jungfraujochs der ungefähre Meridian von Aarburg eingezeichnet. In der gestochenen Version sind zusätzlich zwei Skalen mit einer Gradeinteilung beigefügt, an welcher sich die Azimute der einzelnen Berge bezüglich des Meridians durch den *angle flanqué du Sud, au dessus de la place d'armes*[59] ablesen lassen. Weil die Landschaftszeichnung nach dem oben geschilderten Verfahren auf zuverlässigen seitlichen Proportionen beruhte, war es nach der Bestimmung des Meridians möglich, ihr neben den Distanzen und den Höhenelementen auch die Azimute jedes Gipfels als drittes geometrisches Grundelement zu entnehmen.

Micheli bestimmte diesen Meridian mehrmals mit Hilfe eines Senkbleis, indem er «den oberen und den unteren Durchgang des Polarsterns durch den Meridian beobachtete».[60] Dessen Durchgangszeiten hatte er anhand der *Connoissance des tems* [61] vorausberechnet. Leider beschreibt er sein Vorgehen nicht näher. Vermutlich hat er sich zu diesem Zweck jeweils nachts in Begleitung eines Wachsoldaten der Garnison etwa 1400 m südlich der Festung in die Ebene vor Rothrist begeben (Punkt M in Abb. 12). Dort verschob er sich so lange, bis der Polarstern und der Meridianpunkt auf der Festung, den er zuvor auf der Südbrüstung des Ravelins (seitliche Bastion beim Haupteingang) mittels einer gut sichtbaren Lampe

signalisiert hatte, aus seiner Sicht im zum voraus bestimmten Zeitpunkt auf einer vertikalen Linie lagen (Abb. 11). Auf diese Weise hatte er sich selbst in den Meridian eingefluchtet und konnte seinen Standort mit einem Pfahl markieren. Nachdem er diese Operation mehrmals wiederholt hatte, mittelte er die Resultate der einzelnen Beobachtungen aus und brachte an diesem Meridianpunkt ebenfalls eine dauerhafte Markierung[62] an.

Tagsüber konnte er diesen Meridian für seine weiteren Arbeiten auf der Festung jeweils leicht wieder rekonstruieren. Er musste sich dazu bloss auf die Terrasse beim «Laboratorium»[63] begeben. Von dort konnte er auf den Meridianpunkt auf der Südbrüstung des Ravelins hinunterblicken. Mit Hilfe des Senkbleis brachte er nun diesen und den Meridianpfeiler vor Rothrist erneut auf die gleiche Linie, so dass sein Standort wiederum genau auf dem Meridian lag.

Die Meridianbestimmung war vermutlich der letzte Arbeitsschritt vor dem Stich des *Prospect Géométrique.* Um den Jahreswechsel 1754/55 herum befand sich der Polarstern jeweils abends nach dem Einnachten und morgens vor der Dämmerung genau im Norden. Wahrscheinlich waren damals praktisch alle Berge bereits bestimmt, so dass Micheli die Azimute, die man nun seiner Zeichnung entnehmen konnte, bloss als Orientierung für Dritte beifügte, hingegen nicht mehr für die eigene Identifikation der Gipfel einsetzte. Hätte er nämlich beispielsweise das Azimut auf den Punkt F ebenfalls auf die Scheuchzer-Karte übertragen und den fraglichen Punkt längs des dadurch entstandenen Strahles gesucht, so hätte er selbst entdecken können, dass die Jungfrau näher an diesem Strahl liegt als das *Geishorn,* das er «an seinem gekrümmten Gipfel» zu erkennen glaubte[64] (Abb. 8).

Von der Originalzeichnung zum gedruckten Panorama

Die ersten Belege datieren den Beginn der Arbeiten zum *Prospect Géométrique* auf anfangs Juli 1754.[65] Bereits am 10. Oktober schloss Micheli die erste Fassung seines *Mémoires* ab. Am gleichen Tag sandte er es zusammen mit einem Entwurf des *Prospects* an Albrecht von Haller mit der Bitte, beides sofort nach Paris zu senden, um es dort in Kupfer stechen zu lassen.[66] Er hoffe, mit einer derartigen Vervielfältigung das Werk weiteren Spezialisten zur Korrektur vorzulegen, um es mit deren Mithilfe im Laufe der Zeit perfektionieren zu können. Micheli scheute sich also nicht, den *Prospect Géométrique* in unvollständigem Zustand stechen zu lassen.[67]

Offensichtlich hat Micheli mehrere Entwürfe des Panoramas angefertigt. So bot er Haller an, dass er ein weiteres Exemplar direkt nach Paris senden würde, falls dieser das seinige behalten wolle. Ein derartiges Original befindet sich in der Bürgerbibliothek Luzern.[68] Es umfasst nur den Sektor zwischen dem Uri-Rotstock und der Jungfrau und kann daher nicht als Stichvorlage gedient haben. Da es zudem keine Azimutangaben enthält und mit Sicherheit vor der Meridianbestimmung erstellt wurde, datiert es höchstwahrscheinlich vom Oktober 1754.

Vermutlich gab Haller den Stich nicht allein in Auftrag, sondern zusammen mit Michelis Freund Jacob Bavier in Basel.[69] Jedenfalls erschien der *Prospect Géométrique* nicht in Paris, sondern in Augsburg, von Tobias Konrad Lotter[70] in Kupfer gestochen. Der Vermerk «erstellt auf dem Schloss Aarburg im Januar 1755» bezieht sich auf die Stichvorlage; der Stich erfolgte demnach erst später.

Von diesem Stich sind mehrere Exemplare erhalten geblieben.[71] Zum Teil finden sich darauf Michelis handschriftliche Korrekturen. Sie belegen, dass er den *Prospect Géométrique* laufend seinem neusten Wissensstand anpasste und seine Arbeit somit als einen dynamischen Prozess auffasste. Diese Vermerke zeugen aber auch von grossen Unsicherheiten und Problemen bei der Identifikation der Berggipfel. Denn neben mehreren wiederum falschen «Korrekturen» im linken Bildteil, der immer fälschlicherweise als Gegend zwischen Gotthard und Bündner Oberland lokalisiert wurde, konnte Micheli bloss einen weiteren Gipfel richtig bestimmen, den Titlis. Dazu bedurfte er zusätzlicher Hilfe von dritter Seite.

Brenners Expedition auf den Pilatus und die Pläne für eine Basismessung

Im Herbst 1755 schickte Micheli unter Leitung von Johann Jakob Brenner[72] einige «Geometer» auf den Pilatus, welche die dahinter liegenden Berge näher untersuchen sollten. Am 20. September mass Brenner auf dem Widderfeld mit seinem Kompass den Brechungswinkel zwischen dem Nollen des Titlis und der Festung Aarburg. Diese Beobachtung und eine Karte der Umgebung von Engelberg überzeugten Micheli, dass der Berg Z nicht der Gotthard sei, sondern der Titlis, für welchen er die Höhe zu 2000,5 Toisen (3899 m) über Meer errechnete. Diese Höhe differiert über 600 m zum heute bekannten Wert. Micheli begann offenbar die Ungenauigkeit der Höhenangaben selbst zu erahnen und auch deren Ursache, nämlich die Tatsache, dass er die Entfernung der Berge zuwenig genau kannte. Zwar hatte er noch im August 1754 behauptet, dass die der Scheuchzer-Karte entnommenen und mit dem von ihm selbst ermittelten Korrekturfaktor multiplizierten Distanzen keinen grossen Einfluss auf die Höhenfehler ausüben würden.[73] Diese seien

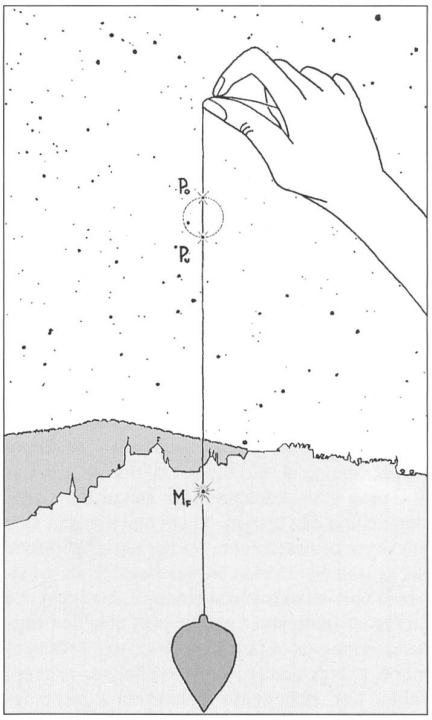


Abb. 11: Rekonstruktion der Meridianbestimmung: Vermutlich fluchtete sich Micheli bei Punkt M in Abb. 12 mit Hilfe eines Senkbleis in den Meridian ein, welcher durch den oberen (und zwölf Stunden später durch den unteren) Durchgang des Polarsterns und eine hell leuchtende Lampe auf der Südbrüstung des Ravelins (Meridianpunkt der Festung) definiert war.

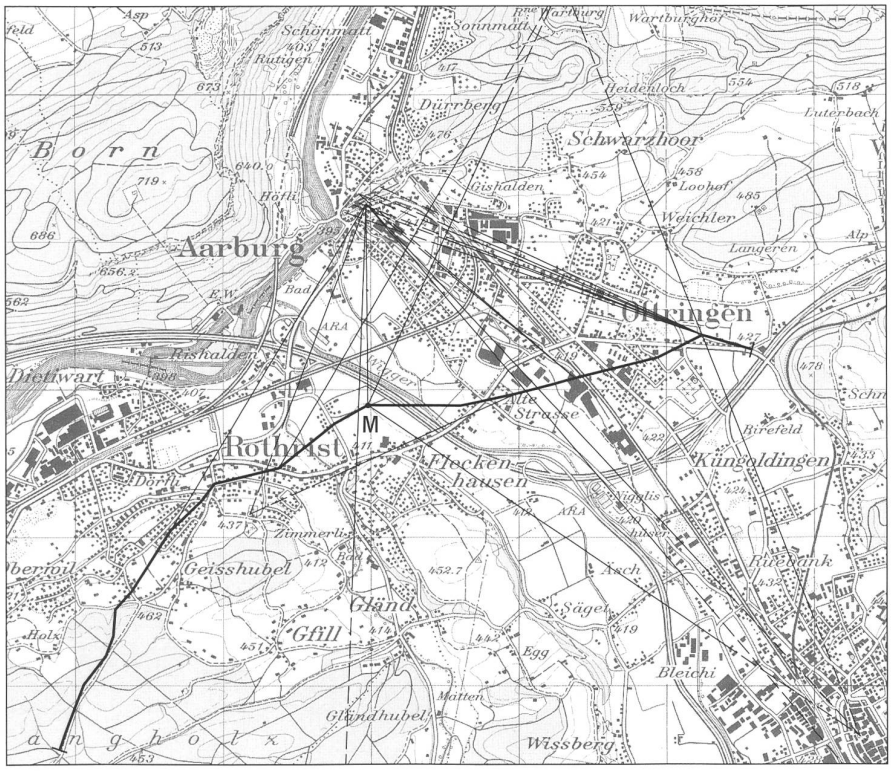


Abb. 12: Die Basis von Aarburg, von Osten nach Süd-Westen gemessen zwischen dem 13. und dem 15. September 1756. Auf dem Meridianpunkt M bei Rothrist (Koordinaten 634975/239875) wurde vermutlich der Meridian gemäss Abb. 11 bestimmt. Ausschnitt aus der Landeskarte 1:50 000, Blatt 224 Olten.

in jedem Fall besser, als wenn er selbst zu diesem Zweck eine Basis[74] von etwa 3300 Toisen (6,4 km) gemessen hätte, so wie es Herr de Chesaux[75] gemacht habe, um die Höhe des Mont Blanc in Savoyen zu bestimmen. Dessen Basis sei rund zwanzigmal kleiner gewesen als die beiden anderen Dreiecksseiten, wodurch sich sehr ungünstige Schnittverhältnisse und somit ungenaue Distanzen ergeben hätten.

Nach und nach schien Micheli zur Überzeugung zu gelangen, dass genauere Distanzmessungen nötig wären, damit aus seiner Arbeit wirklich zuverlässige Höhenangaben resultierten. So schrieb er am 19. März 1755 an Johannes Gessner[76] in Zürich: «Um [all diese Ungenauigkeiten] zu vermeiden, ist es nötig, dass ich eine Basis messe, und ich biete an, meinen ‹Prospect› zu bestätigen, indem ich einen neuen mit ungefähr den gleichen Objekten von Bern aus aufnehme. [Dazu wäre es nötig], eine Basis von 30 000 Toisen dreimal zu messen, alles auf meine eigenen Kosten. Diese Basis wäre grösser als jede, welche je gemessen worden ist.»[77]

Brenner schlug vor, in Bern eine Basis von einigen 1000 Toisen zu messen, um daraus die Distanz zwischen dem Signal auf dem Gurten und dem Bantiger abzuleiten. Daran sollten mehrere Dreiecke angeschlossen und von diesen zusätzlichen Signalen aus die Distanzen und die Höhendifferenzen zu den Bergen bestimmt werden.[78] Im Juli 1756 wünschte er, Micheli möge für einige Tage in die Gegend von Bipp kommen, wo besonders in Farneren, Rumisberg und Wolfisberg die Aussicht schöner sei als in Aarburg und man angeblich gleichzeitig Aarburg und den Goliath (Christoffelturm) in Bern sehen könne.[79] Doch Micheli durfte die Festung für eine so lange Reise nicht verlassen, und die vorgeschlagene vermessungstechnische Verbindung zwischen Aarburg und Bern wurde nicht realisiert.

Die Basis von Aarburg

Micheli muss damals seine Gefangenschaft in Aarburg als besonders belastend empfunden haben. Ständig beschäftigte er sich mit der Vermessung grosser Gebiete und durfte sich doch nur auf dem eng begrenzten Raum der Festung bewegen, was ihn zeitweise stark bedrückte. So entschuldigte er sich einmal bei Haller, dass ihn «körperliche und seelische Leiden an einer früheren Antwort gehindert» hätten.[80] Das Ende des strengen Regimes von Festungskommandant Tillier muss daher für ihn ein Lichtblick gewesen sein, als dieser 1755 durch Niklaus Wyttenbach[81] abgelöst wurde.

Offenbar erhielt Micheli dadurch wieder etwas grössere Freiheiten und konnte die Festung auch zeitweise verlassen. Dies belegt ein Plan, der zwischen dem 13. und dem 15. September 1756 aufgenommen wurde.[82] Er enthält eine graphische Triangulation, durchgeführt mit einem Messtisch und einer Messkette[83], basierend auf einer Toise zu 8 Fuss. Hauptelement ist ein Polygonzug[84], dessen Endpunkte zirka 5380 m voneinander entfernt liegen. Es scheint, dass Micheli seine Messungen auf einem Pfeiler im Bärenfeld östlich von Oftringen begonnen und über rund zwanzig Zwischenpunkte bis ins Langholz südlich von Rothrist ausgedehnt hat. Auch die Meridianpunkte auf der Festung und bei Rothrist sind im Plan enthalten, ebenso einige Fernzielpunkte, auf die keine Distanzmessungen möglich waren (Abb. 12.).

Leider fanden sich in den Dokumenten, welche für diese Studie benützt wurden, keine weiteren Angaben zu diesem Plan. Es scheint sich dabei um einen Versuch zu handeln, die Idee einer Basismessung konkret umzusetzen und damit das Problem der ungenauen Distanzen anzugehen. Offenbar hatte Micheli keine Zeit für eine eingehende Rekognoszierung. Vom östlichen Basisende aus ist zwar ein ähnlich grosser Teilausschnitt der Alpenkulisse sichtbar wie von der Festung aus, aber das westliche Basisende liegt im Wald.[85] Da sich dieses zudem nahe dem Planrand befindet, scheinen die Messungen dort ziemlich abrupt abgebrochen worden zu sein. Wahrscheinlich hatte Micheli sich mit dem ihm eigenen Eifer auf diese Operation gestürzt, um sie ebenso rasch wieder aufzugeben, nachdem er die Hoffnungslosigkeit eines derartigen Unterfangens ohne solide Vorbereitung erkannt hatte oder durch andere äussere Umstände zum Abbruch gezwungen worden war.[86] Wäre es ihm gelungen, zwei Punkte mit guter Sicht auf die Alpen zu finden und diese mit einer Distanzmessung zuverlässig

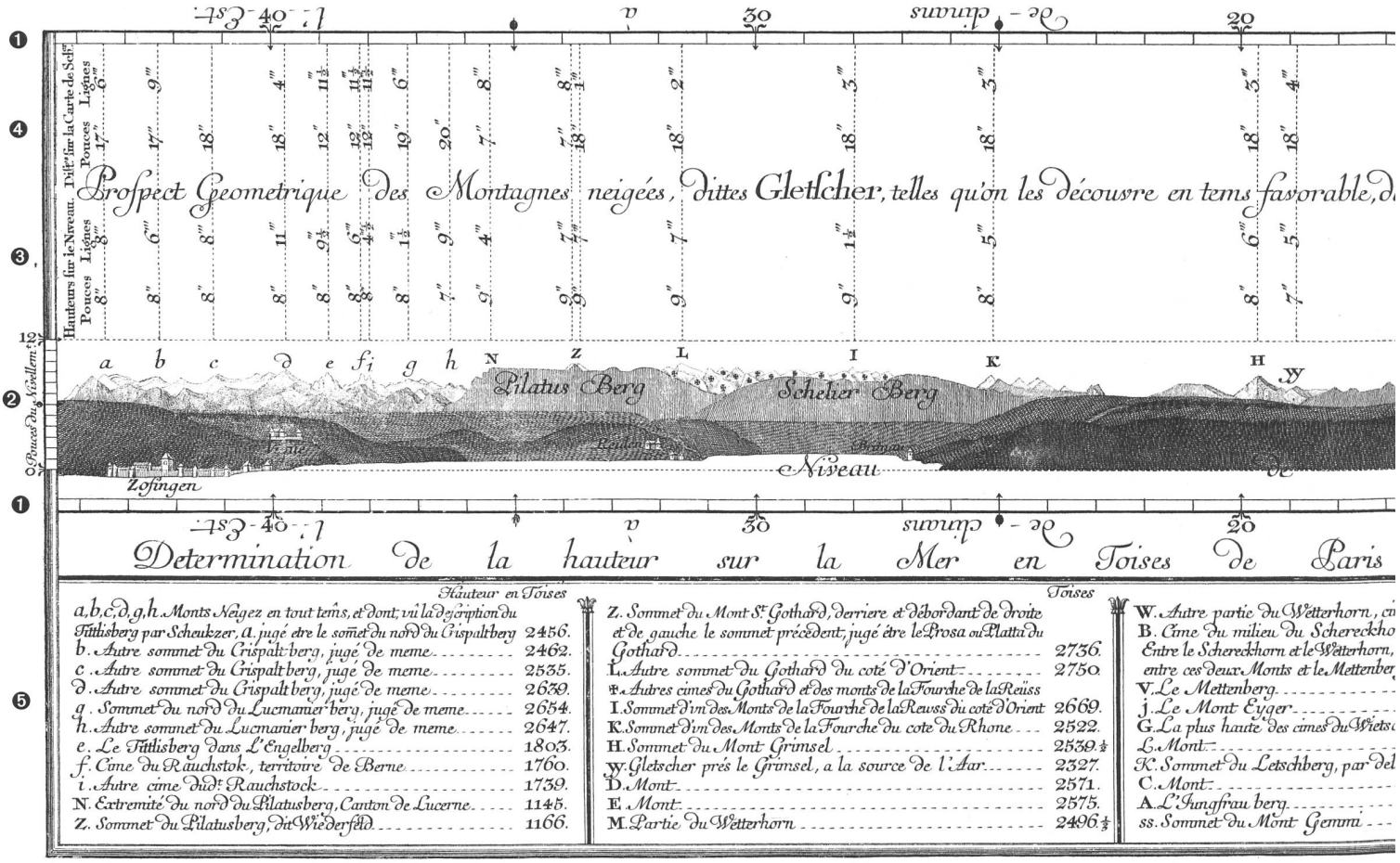


Abb. 13: Die Hauptelemente des *Prospect Géométrique:*

❶ Skalen mit den Azimuten bezogen auf den Meridian von Aarburg

❷ Eigentliche Panoramazeichnung mit seitlichen Höhenskalen

❸ Michelis Höhenmessung (Ablesung am Stäbchen in Abb. 5)

❹ Distanzablesungen aus der Scheuchzer-Karte

❺ Namen der Berge mit ihrer Höhe über Meer

miteinander zu verbinden, so hätte er die Hauptschwäche seiner Arbeit selbst beheben können. Er hätte damit jenes Konzept vorweggenommen, welches Johann Georg Tralles (1763–1822) zweiunddreissig Jahre später bei der Höhenbestimmung einiger Berge des Berner Oberlandes erfolgreich anwenden sollte.[87]

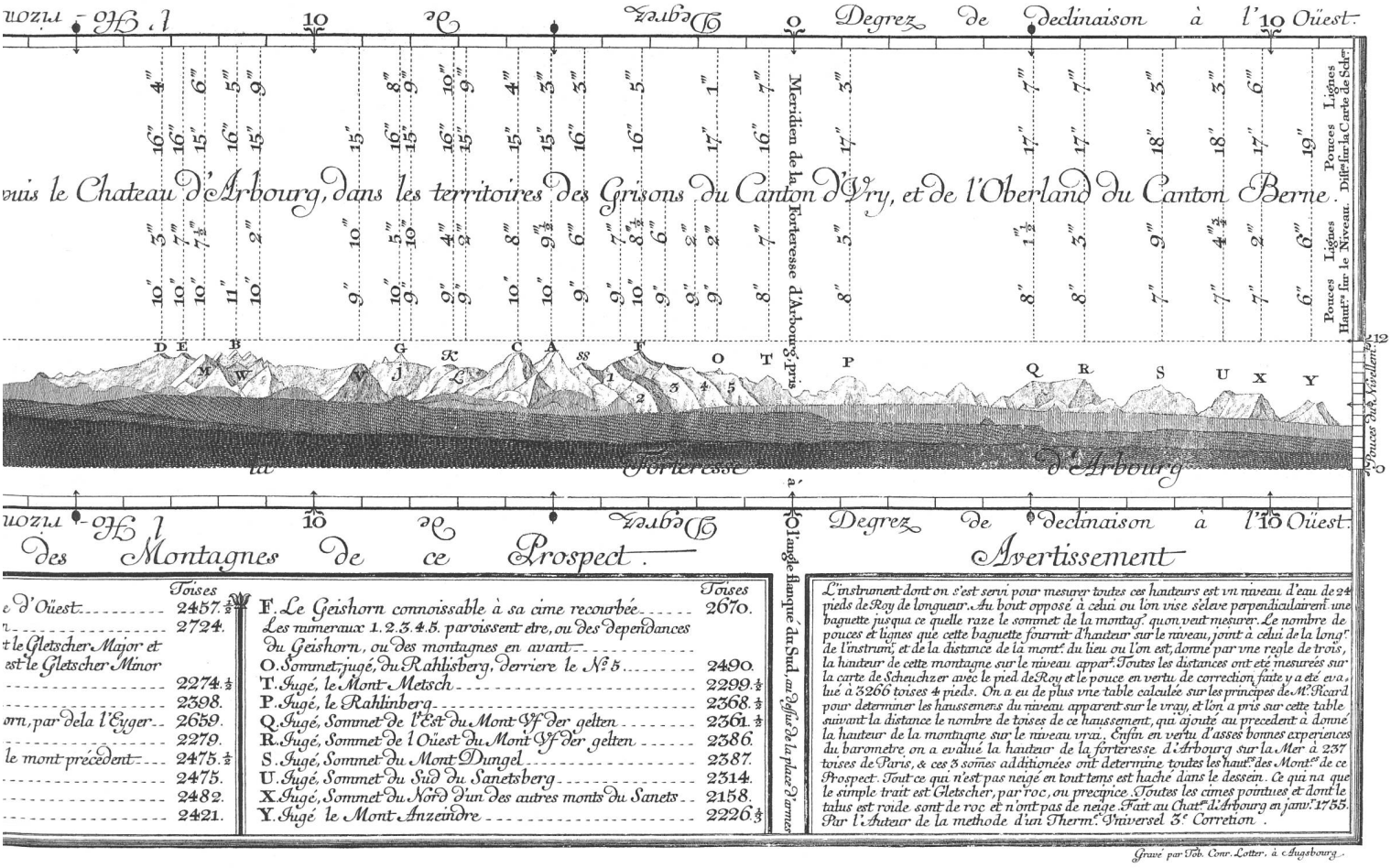
Der *Prospect Géométrique* im Urteil der damaligen Zeit

Michelis Anstrengungen blieben nicht ohne Echo. Bereits am 18. August 1755 erschien in den *Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen* eine erste Rezension des *Prospect Géométrique.*[88] Deren Autor – höchstwahrscheinlich der damals in Göttingen lehrende Albrecht von Haller – führt nach einer kurzen Beschreibung des Werkes aus, dass nach Michelis *Rechnung eine der höchsten Alpen 16 500 französische Schuhe hoch wäre, aber dennoch fast 3000 niedriger, als der Chimborasso, und andere Peruvianische Gebirge. (Wobey uns denn fast unbegreiflich fällt, dass die französischen Academisten mit Werkzeugen und Geräthe auf diese himmelhohen Berge so leicht gestiegen sind, da hingegen alle die Gipfel von dieser Art in der Schweiz um so viel niedriger unersteiglich sind. Sollte der Bau der Erde nicht überall der nehmliche seyn?).*

Gottlieb Sigmund Gruner[89] berief sich in seinem Werk *Die Eisgebirge des Schweizerlandes* von 1760 an mehreren Stellen auf Michelis Höhenangaben und zog diese zur Bestimmung der Schneegrenze heran. Gruner, der wegen seiner schlechten Gesundheit nur wenige Beobachtungen direkt im Gelände vornehmen konnte und auf Informationen von dritter Seite angewiesen war,[90] stützte seine Arbeit somit auf eine fehlerhafte Quelle ab.

Horace Bénédict de Saussure[91] kam im Jahre 1786 in seinen *Voyages dans les alpes* auf Gruners Bestimmung der Schneegrenze zurück. General Pfyffer[92] hatte ihm am 10. Januar 1779 seine Kritik an Michelis Werk zugesandt, in welcher die Hauptgründe für die fehlerhaften Höhenangaben angeführt sind, nämlich die falschen Distanzen, die sich aus der Scheuchzer-Karte ergaben, vor allem aber die fehlerhaften Bergbezeichnungen, welche Micheli dazu verleitet hatten, nahe gelegene Gipfel für sehr entfernte zu halten.[93] Nach Pfyffer fiel der Fehler somit auf jene zurück, die dem Gefangenen die Berge falsch bezeichnet hatten; das Werk sei beachtlich für jemanden, der nur von einem einzigen Punkt aus arbeiten konnte. Offenbar hatte Pfyffer Micheli auf die Fehler aufmerksam gemacht, worauf dieser resigniert bereute, seinen *Prospect Géométrique* überhaupt erstellt zu haben.

Neben Michelis bereits fortgeschrittenem Alter mag dies der Hauptgrund dafür gewesen zu sein, dass sein Eifer, mit dem er sich anfänglich auf diese Arbeit gestürzt hatte, nach und nach erlahmte. In seinen letzten Lebensjahren wandte er sich wieder seinen



Studien über Temparatur- und Druckmessungen und über die Erdform zu.

Kurz nach dem Erscheinen der *Voyages dans les Alpes* wurde 1787 eine Kritik des *Prospect Géométrique* in Höpfners *Magazin für die Naturkunde Helvetiens* publiziert. Sie stammte vom Berner Samuel Emanuel Studer[94] und ging – im Gegensatz zu de Saussure und Pfyffer – kaum auf Michelis besondere Lage als Gefangener auf der Aarburg ein.[95]

Studer bemängelte, dass sich Micheli auf die *insonderheit in Rücksicht auf unser bernisches Oberland ganz falsche und äusserst fehlerhafte Scheuchzerische Landkarte* gestützt hatte, um ihr die Namen der Berggipfel und – *was noch ärgerlicher ist* – deren Entfernung von Aarburg zu entnehmen. Zudem stellte er auch die Qualität der Höhenwinkel in Frage, welche sogar *in Ermangelung eines besseren Instruments mit hölzernen Dünkeln abgemessen* worden seien. *Konnte da wol etwas Zurverlässiges herauskommen? Uebrigens darf man nur die Gebürgskette, die er herausgegeben, mit der Natur selbst vergleichen, und die darauf angemerkten Namen mit einem etwas kritischen Auge mustern, so wird man bald entdecken, wie wenig sicher und zuverlässsig seine Arbeiten sind. Bey der Zusammenhaltung seiner Karte mit der Natur hat man oft die grösste Mühe, ja es ist meistens ganz unmöglich zu errathen, was für Berge er durch seine seltsam gezeichneten Figuren habe vorstellen wollen, und auf die untenher geschriebenen Namen, ist ganz und gar nicht zu gehen. Wir hoffen einst im Stand zu seyn, der Welt etwas befriedigenderes und zuverlässigeres hierüber vorlegen zu können und dadurch zu beweisen, dass unsere erhabenen Bergspitzen, das Finsteraarhorn, die Jungfrau, das Schreckhorn, das Wetterhorn, die Eigere u.s.w. den Savoischen an Höhe wenig oder nichts nachgeben. In unseren Zeiten ist es ohne dies leichter mit Hilfe der verbesserten Barometer etwas befriedigendes hierüber auszuarbeiten, als in den Jahren 1750, 1751 u.s.w. in denen Micheli (fast von allen nöthigen Subsidien entblösst) seine Ausmessungen angestellt hatte.*

Aus Studers Kritik wird deutlich, dass es ausgerechnet die Fehlerhaftigkeit des *Prospect Géométrique* war, welche die nachfolgenden Generationen von Alpenforschern zu Verbesserungen anspornte. So war es denn auch Studers jüngerer Bruder Sigmund Gottlieb[96], der 1788 die *Chaîne d'Alpes vue depuis les environs de Berne* zeichnete und mit diesem Schlüsselwerk einen wesentlichen Fortschritt gegenüber dem *Prospect Géométrique* erreichte.

Ob allerdings Michelis Arbeit in Würdigung der besonderen Umstände ihrer Entstehung wirklich so schlecht ist, wie man auf Grund obiger Urteile glauben müsste, soll im folgenden näher untersucht werden.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
a	Uri-Rotstock	683620.	190650.	2928.5	-43.46	-43.84	-0.10	-1.14	70.2	111.4	-41.2	-58.7	4786.8	-1858.3	-63.5	-0.8
b	Blackenstock	683840.	188340.	2930.0	-42.36	-42.70	-0.05	-0.59	72.1	113.0	-40.9	-56.8	4798.5	-1868.5	-63.8	-0.3
c	Wissigstock	681490.	188810.	2887.0	-41.19	-41.55	-0.07	-0.81	70.1	114.6	-44.5	-63.4	4940.8	-2053.8	-71.1	0.1
d	Schlossberg	683080.	184060.	3132.5	-39.71	-40.04	-0.05	-0.61	74.8	116.7	-42.0	-56.1	5143.5	-2011.0	-64.2	-0.4
e	Gross Spannort	682915.	182305.	3198.2	-38.86	-39.10	0.05	0.54	76.0	82.5	-6.5	-8.5	3514.1	-315.9	-9.9	-0.1
f	Chli Spannort	682345.	181585.	3140.0	-38.12	-38.42	-0.02	-0.19	76.2	82.5	-6.3	-8.2	3430.3	-290.3	-9.2	-0.2
g	Rigidalstock	674805.	189480.	2593.2	-37.17	-37.55	-0.09	-1.07	65.4	124.1	-58.8	-90.0	5172.7	-2579.5	-99.5	-0.4
h	Grassengrat	680195.	180530.	2887.0	-36.32	-36.65	-0.05	-0.53	75.7	127.3	-51.6	-68.1	5159.1	-2272.1	-78.7	-0.6
i	Chli Spannort	682170.	181535.	3118.0	-37.99	-38.30	-0.03	-0.29	76.1	82.5	-6.3	-8.3	3389.4	-271.4	-8.7	-2.8
N	Pilatus Esel	662200.	203440.	2119.9	-35.50	-35.72	0.07	0.79	46.6	48.8	-2.2	-4.7	2231.6	-111.7	-5.3	0.6
Z1	Titlis	676305.	180585.	3238.3	-33.71	-34.24	-0.25	-2.83	73.4	115.1	-41.7	-56.8	5332.6	-2094.3	-64.7	-0.2
Z2	Tomlishorn	661070.	202850.	2128.5	-33.71	-34.16	-0.17	-1.90	46.5	48.8	-2.3	-5.0	2272.6	-144.1	-6.8	0.1
L	Sustenhorn	677750.	172470.	3503.0	-31.53	-31.86	-0.05	-0.56	81.0	115.7	-34.6	-42.7	5359.9	-1856.9	-53.0	0.0
I	Dammastock	675215.	166270.	3629.3	-27.98	-28.20	0.06	0.68	85.1	116.2	-31.0	-36.5	5202.0	-1572.7	-43.3	-0.1
K	Diechterhorn	670545.	166730.	3389.0	-25.13	-25.50	-0.09	-1.02	82.6	116.2	-33.6	-40.6	4915.5	-1526.5	-45.0	-0.5
H	Ritzlihorn	662800.	165005.	3263.1	-19.61	-20.03	-0.14	-1.63	81.2	116.2	-35.0	-43.1	4949.6	-1686.5	-51.7	-0.3
yy	Golegghorn	662145.	163015.	3077.0	-18.85	-19.14	0.00	-0.01	82.9	116.7	-33.9	-40.9	4535.4	-1458.4	-47.4	-0.6
D	Rosenhorn	653490.	164760.	3689.3	-13.26	-13.60	-0.06	-0.65	78.7	104.0	-25.2	-32.1	5011.0	-1321.7	-35.8	0.0
E	Mittelhorn	652535.	165100.	3704.0	-12.77	-12.97	0.08	0.91	78.2	101.9	-23.7	-30.3	5018.8	-1314.8	-35.5	-0.2
M	Wetterhorn	651835.	165495.	3701.0	-12.29	-12.54	0.04	0.46	77.7	98.7	-21.0	-27.1	4865.4	-1164.4	-31.5	-0.5
B	Schreckhorn	652075.	160075.	4078.0	-11.65	-11.89	0.04	0.49	83.0	104.5	-21.5	-25.9	5309.2	-1231.2	-30.2	-0.8
W	Hugisattel	652525.	154520.	4088.0	-11.11	-11.43	-0.03	-0.38	88.5	100.3	-11.7	-13.3	4789.8	-701.8	-17.2	-0.3
V	Ochs	648860.	156220.	3900.0	-9.10	-9.27	0.12	1.33	86.2	95.5	-9.3	-10.8	4433.1	-533.1	-13.7	-2.5
G	Gross Fiescherhorn	647765.	155750.	4048.8	-8.22	-8.50	0.00	-0.01	86.5	106.1	-19.6	-22.7	5182.5	-1133.7	-28.0	-0.2
j	Pt. 3849 NW G	647415.	156035.	3849.0	-8.20	-8.30	0.18	2.11	86.2	100.3	-14.1	-16.4	4673.8	-824.8	-21.4	-0.3
K.	Walcherhorn	645735.	156700.	3692.0	-7.15	-7.25	0.19	2.21	85.3	107.2	-21.9	-25.7	4824.8	-1132.8	-30.7	-5.7
L.	Fieschergrat	645330.	156960.	3611.0	-6.87	-7.00	0.15	1.76	85.0	100.3	-15.3	-18.0	4441.9	-830.9	-23.0	-0.2
C	Eiger	643445.	158630.	3970.0	-5.76	-5.85	0.20	2.25	83.1	97.6	-14.5	-17.5	4823.9	-853.9	-21.5	-0.6
A	Mönch	642850.	156500.	4099.0	-4.98	-5.30	-0.04	-0.49	85.2	97.1	-11.9	-14.0	4837.5	-738.5	-18.0	-1.0
SS	Aletschhorn	642635.	146125.	4195.0	-4.45	-4.60	0.13	1.49	95.5	103.5	-8.0	-8.4	4718.6	-523.6	-12.5	2.3
F	Jungfrau	640190.	154075.	4158.2	-3.23	-3.42	0.10	1.09	87.4	104.5	-17.1	-19.6	5203.9	-1045.7	-25.1	-0.5
O	Mittaghorn	637935.	149770.	3897.0	-1.55	-1.85	-0.02	-0.22	91.6	108.8	-17.2	-18.8	4853.1	-956.1	-24.5	0.8
T	Grosshorn	636200.	148520.	3754.0	-0.55	-0.75	0.08	0.90	92.8	105.6	-12.8	-13.8	4481.8	-727.8	-19.4	-0.6
P	Breithorn	633655.	147570.	3785.0	1.13	0.81	-0.03	-0.37	93.7	109.8	-16.1	-17.2	4616.3	-831.3	-22.0	-0.7
Q	Morgenhorn	627150.	149380.	3627.0	5.00	4.87	0.16	1.80	92.2	111.9	-19.7	-21.3	4602.6	-975.6	-26.9	-0.3
R	Blümlisalphorn	625630.	148675.	3663.0	6.09	5.76	-0.05	-0.53	93.1	111.9	-18.8	-20.2	4650.4	-987.4	-27.0	-0.7
S	Doldenhorn	622755.	146425.	3643.0	7.70	7.34	-0.07	-0.80	95.7	116.2	-20.5	-21.5	4652.3	-1009.3	-27.7	2.4
U	Balmhorn	619600.	141545.	3699.0	9.01	8.77	0.04	0.44	100.9	116.2	-15.3	-15.1	4510.1	-811.1	-21.9	2.8
X	Altels	618435.	141980.	3629.4	9.79	9.46	-0.05	-0.59	100.7	111.4	-10.7	-10.7	4206.0	-576.6	-15.9	-1.1
Y	Rinderhorn	616580.	140270.	3453.0	10.78	10.32	-0.18	-2.04	102.7	121.0	-18.3	-17.8	4339.1	-886.1	-25.7	-0.4
Durchschnitt							0.00	-0.00			-22.4	-28.2		-1127.1	-33.5	-0.4
Durchschnitt des Absolutwerts							0.08									0.96

A Abkürzung im *Prospect Géométrique*
B Name des Berges
C West-Ost-Koordinate
D Nord-Süd-Koordinate
E Höhe
} aus der Landeskarte 1:25 000 (im Sommer 1994 verfügbare Blätter)
F Azimut aus dem *Prospect Géométrique*
G Azimut aus der Landeskarte 1:25 000
} in Grad. Positive Werte = von S Richtung W, negative Werte = von S Richtung E.
H Quer-Verschiebung in Grad[106]
I Quer-Verschiebung im *Prospect Géométrique* in mm
J Distanz aus der Landeskarte in km
K Distanz aus dem *Prospect Géométrique* in km
L Differenz J-K in km
M Differenz L in % von J
N Höhe aus dem *Prospect Géométrique* in m
O Differenz E-N in m
P Differenz O in % von E
Q Differenz bei der Nachrechnung in Toisen

Tabelle 1: Genauigkeit der Azimut-, Distanz- und Höhenbestimmungen

Der *Prospect Géométrique* aus heutiger Sicht

Auch in der neuzeitlichen Literatur ist der *Prospect Géométrique* schon oft erwähnt worden. Die bereits bei Samuel Emanuel Studer erkennbare ausgeprägt kritische Haltung bernischer Gelehrter gegenüber diesem Werk setzte sich dabei fort, so auch bei dessen Sohn Bernhard Studer (1794–1887), dem Professor für Mineralogie und Geologie an der Universität Bern. Dieser bemängelte unter anderem, dass *sich die absolute Höhe des Schlosses Aarburg, nach* [Michelis] *barometrischen Messungen, gleich 237 Toisen = 1322 Fuss ergab (statt 1447 Fuss nach Michaelis).*[97] Mit dieser Formulierung gab er Ernst-Heinrich Michaelis' trigonometrischer Höhenbestimmung, die sich auf den unteren Dachrand des Gefängnisses bezog,[98] automatisch den Vorzug gegenüber der langjährigen barometrischen Bestimmung Michelis, indem er für letztere einen Höhenfehler von 125 Fuss (40,6 m) suggerierte, ohne dabei anzumerken, dass sie sich mit Sicherheit nicht auf den gleichen Punkt beziehen konnte. Wirkten bei derartigen Beurteilungen etwa noch Reste unterschwelliger politischer Ressentiments der gehobenen Schichten Berns gegenüber dem unbequemen ehemaligen Staatsgefangenen mit? Oder musste man sogar bewusst Michelis Leistungen herabmindern, um damit dem allfälligen Vorwurf auszuweichen, man hätte einen herausragenden Pioniergeist ungerechtfertigt festgehalten?

Johann Heinrich Graf (1852–1918), Mathematikprofessor an der Universität Bern, hat gegen Ende des letzten Jahrhunderts in zwei Publikationen ebenfalls die geometri-

schen Aspekte des *Prospect Géométrique* angeschnitten.[99] Er stellte dabei in vereinfachender Weise die Höhen der bei Micheli falsch bezeichneten Berge den gültigen Höhen der eigentlich gemeinten Gipfel gegenüber, so dass auch er urteilte, *Michelis Arbeit leide unzweifelhaft an bedeutender Ungenauigkeit, sowohl was die Zeichnung als auch was die Berechnung anbetrifft.*[100] Wenn man von der Tatsache ausgeht, dass von den vierzig bestimmten Gipfeln nur deren fünf mit ihrem Namen richtig bezeichnet sind, so liegt ein derartiger Schluss tatsächlich nahe. Untersucht man allerdings die geometrischen Aspekte etwas genauer, so sind differenzierte Erkenntnisse möglich.

In den folgenden Abschnitten wird der *Prospect Géométrique* mit modernen Rechenmitteln einerseits auf innere Widersprüche geprüft und andererseits untersucht, wie sehr die einzelnen Elemente von der Wirklichkeit abweichen. Die Resultate der heutigen Landesvermessung dienen als Vergleichsbasis. Dabei interessiert vor allem die Frage, was Micheli mit seiner Messmethode hätte erreichen können, wenn er sich nicht auf die Karten seiner Zeit, sondern auf die heutigen Vermessungsgrundlagen hätte abstützen können.

Innere Genauigkeit

In der Tabelle 1 sind die Gipfelhöhen mit Michelis Messelementen und den Distanzangaben aus der Scheuchzer-Karte nochmals nachberechnet. Die Abweichungen in Kolonne Q (in Toisen) sind klein; sie zeigen, dass die Berechnungen in sich widerspruchsfrei sind. Die durchschnittliche Abweichung beträgt bloss 0,4 Toisen, und nur sechs Höhen zeigen Abweichungen von mehr als 2 Toisen.[101] Alle anderen Fälle liegen innerhalb der Rundungsgenauigkeit.

Die Bestimmung der effektiv anvisierten Berggipfel

Zur Beurteilung der «äusseren Genauigkeit», d.h. der Abweichung des *Prospect Géométrique* von der Wirklichkeit, muss zunächst ermittelt werden, auf welche Berge sich Michelis Messungen überhaupt beziehen. Zu diesem Zweck werden deren Azimute genau bestimmt, indem die Lage der Gipfel im Kupferstich[102] mit einem Glasmassstab ausgemessen wird. Mit Hilfe eines programmierbaren Taschenrechners können diese Distanzmessungen anhand der Gradeinteilung in Azimute umgerechnet und anschliessend auf die Landeskarte 1:25 000 übertragen werden. Die Koordinaten der gesuchten Punkte lassen sich nun durch Kartenlesen längs dieser Strahlen bestimmen.

Bei diesem Vorgang muss berücksichtigt werden, dass dem *Prospect Géométrique* und der Landeskarte verschiedene Nordrichtungen zugrunde liegen. Der von Micheli bestimmte Meridian von Aarburg bezieht sich auf geographisch (astronomisch) Nord, die Karte hingegen auf Karten-Nord. Infolge der Verzerrungen, welche sich bei der Karten-Projektion ergeben, weicht Karten-Nord in allen Punkten, welche nicht auf dem Meridian von Bern liegen, von geographisch Nord ab. Der dadurch entstehende Winkel zwischen geographisch Nord und Karten-Nord wird mit «Meridiankonvergenz» bezeichnet.[103]

Im allgemeinen können die Gipfel recht gut identifiziert werden. An einigen Orten ist es allerdings nicht leicht herauszufinden, was Micheli seinerzeit angezielt hatte. Mit Ausnahme des Punktes j – von Micheli fälschlicherweise mit *Eyger* bezeichnet – lassen sich aber alle Punkte einigermassen plausibel bestimmen.[104] Trotzdem kann nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden, ob sie wirklich mit den von Micheli anvisierten identisch sind. Dazu wären jene Detailskizzen nötig gewesen, die er eigentlich unter Benützung eines guten Fernrohres hatte anfertigen wollen. Oder man hätte bei der Messung dabei sein müssen...

Die Tabelle 1 enthält die Namen, Koordinaten und Höhen der von Micheli anvisierten Gipfel aus heutiger Optik.[105] Auch die seitlichen Abweichungen sind aufgelistet, welche sich aus der Differenz zwischen gemessenen (Kolonne F) und gerechneten Azimuten (Kolonne G) ergeben, und zwar in Kolonne H in Grad und in Kolonne I auf Millimeter im *Prospect Géométrique* umgerechnet.[106] Eine negative Abweichung bedeutet, dass dieser Punkt auf Grund der Landeskarte eigentlich links von seiner Darstellung im *Prospect Géométrique* liegen müsste. Negative Azimute sind ausgehend von Süden nach Osten zu zählen, positive von Süden nach Westen.

Wenn man die Vorzeichen vernachlässigt, beträgt die durchschnittliche Abweichung 0,08° beziehungsweise 0,96 mm im Panorama. Bedenkt man, welch einfache Methoden bei dessen Erstellung angewendet wurden, so darf dieser Wert als sehr gut bezeichnet werden, zumal die Azimute nicht einer Original-Richtungsscheibe (Abb. 5) entnommen werden konnten, sondern dem Kupferstich. Wenn man diesen dann noch mit der Original-Skizze[107] vergleicht, so ist dieses Resultat noch erstaunlicher.

In Kolonne J von Tabelle 1 sind die Distanzen zwischen Aarburg und den bestimmten Gipfeln gemäss der Landeskarte aufgeführt, in Kolonne K jene, welche Micheli anhand der Scheuchzer-Karte (Ziffer 4 in Abb. 13) ermittelt hatte, und in Kolonne L die Differenz dieser beiden Werte. Daraus folgt, dass die Distanzen des *Prospect Géométrique* im Mittel um 22,4 km beziehungsweise um 28% (Kolonne M) zu lang sind, was sich natürlich auf die Höhen auswirkt.

Kolonne N enthält die Höhenangaben des *Prospect Géométrique* in Metern, Kolonne O die Differenzen zu den Höhen gemäss Landeskarte. Micheli irrte sich in der Höhe durchschnittlich um 1127 m bzw. um 33,5%; dieser Vergleich ist allerdings problematisch, weil er nicht berücksichtigt, dass diesen falschen Höhen auch falsche Distanzen zugrunde liegen. Es müssen daher zuerst die Höhen anhand von Michelis Ablesungen am Stäbchen mit den richtigen Distanzen berechnet werden, um sie mit den richtigen Höhen vergleichen zu können. Für die möglichst korrekte Bestimmung der richtigen Distanzen ist es nötig, Michelis Arbeitsort genauer zu lokalisieren.

Michelis Arbeitsort

Es gilt also zunächst, Lage und Höhe des Projektionszentrums des *Prospect Géométrique* genau zu bestimmen. Die Festung Aarburg ist nämlich über 350 m lang und weist in sich grössere Höhendifferenzen auf (Abb. 2). Mehrere Stellen wären als Arbeitsort Michelis in Frage gekommen.

Auf Grund der vorgängig bestimmten Koordinaten und Höhen der anvisierten Gipfel wird dabei der Versuch gewagt, Michelis Fragestellung umzukehren und von bekannten Anzielpunkten auf seinen nicht genau bekannten Standort zurückzuschliessen. Dies erfolgt mittels eines mehrfachen Rückwärtseinschnittes.[108] Dabei werden neben den vierzig Berggipfeln auch die nahe gelegenen Punkte wie die Kirchen von Zofingen und Brittnau, das Schloss Wikon und die Kommende Reiden beigezogen. Dadurch können sämtliche Ortsangaben des *Prospect Géométrique* ausgenützt werden, womit sich die Zuverlässigkeit des Ergebnisses erhöht.

Das Resultat belegt auf eindrückliche Weise, dass Micheli in unmittelbarer Umgebung seines Gefängnisses gearbeitet haben muss, nämlich im Windschatten des «Laboratoriums» auf der östlich davon liegenden Terrasse, und nicht etwa auf dem höchstgelegenen Punkt der Festung, wie man auch hätte vermuten können. Anhand von Michelis eigenen, in graphischer Form im *Prospect Géométrique* enthaltenen Messungen ist es also möglich, seinen Standort auf wenige Meter genau im heutigen Landeskoordinatensystem festzulegen, nämlich bei 634980/241295.

Bei einem Augenschein auf der Festung hat sich diese Erkenntnis bestätigt. Gleichzeitig wurde anhand einer trigonometrischen Messung die Höhe eines Hilfspunktes neben dem «Laboratorium» bestimmt und durch ein Nivellement diejenige des alten Terrains[109] sowie diejenige des Fensterbrettes in Michelis Zelle abgeleitet.[110]

Diese Bestimmung ergibt eine Höhe des *niveaus* von 454,5 m über Meer. Micheli hatte diesen Wert mit 461,9 m (237 Toisen) bestimmt. Sein Ausgangs-Horizont lag somit nur um etwa 7,5 m zu hoch. Wenn man

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
a	Uri-Rotstock	104.00	70219.4	2113.1	387.0	50.3	2904.3	2928.5	24.2	1.2	2.7	2954.6	-26.1	-1.3	-2.9
b	Blackenstock	102.00	72052.3	2126.5	407.5	53.0	2935.5	2930.0	-5.5	-0.3	-0.6	2988.5	-58.5	-2.8	-6.3
c	Wissigstock	104.00	70127.4	2110.3	386.0	50.2	2900.6	2887.0	-13.6	-0.7	-1.5	2950.8	-63.8	-3.1	-7.1
d	Schlossberg	107.00	74762.7	2314.7	438.7	57.0	3150.9	3132.5	-18.4	-0.8	-1.9	3207.9	-75.4	-3.5	-7.9
e	Gross Spannort	105.50	76010.4	2320.3	453.5	59.0	3169.3	3198.2	28.9	1.3	3.0	3228.3	-30.1	-1.4	-3.1
f	Chli Spannort	102.00	76215.0	2249.4	455.9	59.3	3100.5	3140.0	39.5	1.8	4.0	3159.8	-19.8	-0.9	-2.0
g	Rigidalstock	97.50	65351.5	1843.7	335.2	43.6	2589.8	2593.2	3.4	0.2	0.4	2633.4	-40.2	-2.1	-4.8
h	Grassengrat	93.00	75741.5	2038.2	450.3	58.5	2884.5	2887.0	2.5	0.1	0.3	2943.0	-56.0	-2.5	-5.8
i	Chli Spannort	100.50	76145.6	2214.3	455.1	59.2	3064.7	3118.0	53.3	2.4	5.5	3123.9	-5.9	-0.3	-0.6
N	Pilatus Esel	112.00	46625.4	1511.0	170.6	22.2	2113.9	2119.9	6.0	0.4	1.0	2136.1	-16.2	-1.2	-2.7
Z1	Titlis	115.00	73440.2	2443.8	423.3	55.0	3266.6	3238.3	-28.3	-1.3	-3.0	3321.6	-83.3	-3.9	-8.8
Z2	Tomlishorn	115.00	46461.9	1546.0	169.4	22.0	2147.9	2128.5	-19.4	-1.4	-3.3	2169.9	-41.4	-3.1	-7.0
L	Sustenhorn	115.00	81031.8	2696.4	515.4	67.0	3599.3	3503.0	-96.3	-4.1	-9.3	3666.3	-163.3	-6.9	-15.7
I	Dammastock	109.50	85132.9	2697.4	568.9	74.0	3646.8	3629.3	-17.5	-0.7	-1.6	3720.8	-91.5	-3.7	-8.3
K	Diechterhorn	101.00	82612.4	2414.3	535.7	69.6	3334.9	3389.0	54.1	2.3	5.1	3404.5	-15.5	-0.6	-1.5
H	Ritzlihorn	102.00	81204.2	2396.7	517.6	67.3	3301.5	3263.1	-38.4	-1.6	-3.7	3368.8	-105.7	-4.5	-10.2
yy	Golegghorn	89.00	82859.5	2133.8	538.9	70.1	3057.1	3077.0	19.9	0.8	1.9	3127.2	-50.2	-2.1	-4.7
D	Rosenhorn	123.00	78741.5	2802.4	486.7	63.3	3680.3	3689.3	9.0	0.4	0.9	3743.6	-54.3	-2.4	-5.4
E	Mittelhorn	127.00	78191.2	2873.3	479.9	62.4	3745.3	3704.0	-41.3	-1.8	-4.1	3807.7	-103.7	-4.6	-10.3
M	Wetterhorn	127.50	77651.3	2864.7	473.3	61.5	3731.0	3701.0	-30.0	-1.3	-3.0	3792.5	-91.5	-4.1	-9.2
B	Schreckhorn	132.00	82999.6	3170.1	540.7	70.3	4095.0	4078.0	-17.0	-0.7	-1.6	4165.3	-87.3	-3.6	-8.2
W	Hugisattel	122.00	88530.9	3125.2	615.2	80.0	4114.9	4088.0	-26.9	-1.0	-2.4	4194.9	-106.9	-4.2	-9.4
V	Ochs	118.00	86199.8	2943.2	583.2	75.8	3905.1	3900.0	-5.1	-0.2	-0.5	3980.9	-80.9	-3.2	-7.3
G	Gross Fiescherhorn	125.00	86495.1	3128.4	587.2	76.3	4093.8	4048.8	-45.0	-1.8	-4.1	4170.1	-121.3	-4.8	-10.9
j	Pt. 3849 NW G	118.00	86162.0	2941.9	582.7	75.8	3903.3	3849.0	-54.3	-2.2	-4.9	3979.1	-130.1	-5.2	-11.8
K.	Walcherhorn	112.00	85275.9	2763.6	570.8	74.2	3714.7	3692.0	-22.7	-0.9	-2.1	3788.9	-96.9	-3.9	-8.9
L.	Fieschergrat	110.00	84967.7	2704.4	566.7	73.7	3651.9	3611.0	-40.9	-1.7	-3.8	3725.6	-114.6	-4.6	-10.5
C	Eiger	128.00	83097.3	3077.7	542.0	70.5	4003.7	3970.0	-33.7	-1.4	-3.2	4074.2	-104.2	-4.3	-9.8
A	Mönch	129.50	85159.4	3191.0	569.2	74.0	4140.7	4099.0	-41.7	-1.7	-3.8	4214.7	-115.7	-4.7	-10.6
SS	Aletschhorn	114.00	95477.4	3149.4	715.5	93.0	4226.4	4195.0	-31.4	-1.1	-2.6	4319.4	-124.4	-4.5	-10.2
F	Jungfrau	128.50	87375.5	3248.8	599.3	77.9	4224.7	4158.2	-66.5	-2.6	-5.9	4302.6	-144.4	-5.7	-12.9
O	Mittaghorn	110.00	91572.7	2914.6	658.2	85.6	3941.7	3897.0	-44.7	-1.7	-3.8	4027.3	-130.3	-4.9	-11.1
T	Grosshorn	103.00	92783.0	2765.2	675.7	87.8	3807.6	3754.0	-53.6	-2.0	-4.5	3895.4	-141.4	-5.2	-11.9
P	Breithorn	101.00	93734.4	2739.3	689.6	89.6	3793.8	3785.0	-8.8	-0.3	-0.7	3883.4	-98.4	-3.6	-8.2
Q	Morgenhorn	97.50	92247.9	2602.5	667.9	86.8	3638.1	3627.0	-11.1	-0.4	-0.9	3724.9	-97.9	-3.6	-8.3
R	Blümlisalphorn	99.00	93090.7	2666.7	680.2	88.4	3713.0	3663.0	-50.0	-1.8	-4.2	3801.4	-138.4	-5.1	-11.6
S	Doldenhorn	93.00	95654.4	2574.0	718.2	93.4	3653.3	3643.0	-10.3	-0.4	-0.8	3746.7	-103.7	-3.7	-8.5
U	Balmhorn	88.75	100928.7	2591.8	799.6	103.9	3742.0	3699.0	-43.0	-1.5	-3.3	3845.9	-146.9	-5.0	-11.3
X	Altels	86.00	100683.7	2505.4	795.7	103.4	3652.2	3629.4	-22.8	-0.8	-1.8	3755.6	-126.2	-4.3	-9.8
Y	Rinderhorn	78.00	102687.0	2317.6	827.7	107.6	3492.2	3453.0	-39.2	-1.3	-3.0	3599.8	-146.8	-4.9	-11.2
Durchschnitt									18.4	-0.7	-1.6		-88.7	-3.6	-8.2
Durchschnitt des Absolutwerts									30.4	1.3	2.9				

A Abkürzung im *Prospect Géométrique*
B Name des Berges
C Ablesung am Stab in Linien
D Distanz aus der LK 25 in m
E Höhendifferenz zu Aarburg (aus Dreisatzrechnung)
F Erdkrümmung in m
G Refraktion in m
H Gemessene Berghöhe (Höhe Aarburg [454.5 m][110] + E + F - G)
I Berghöhe aus der LK 25 (Tabelle 1, Kol. E)
J Differenz I-H in m
K Differenz in Minuten
L Differenz auf dem Stab in mm
M Gemessene Berghöhe ohne Refraktion (H + G)
N Differenz I-M
O Differenz in Minuten
P Differenz auf dem Stab in mm

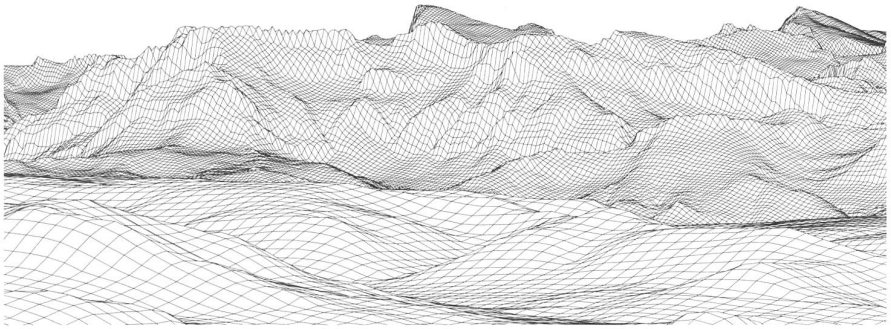
Tabelle 2: Berechnung der Höhen mit den richtigen Distanzen

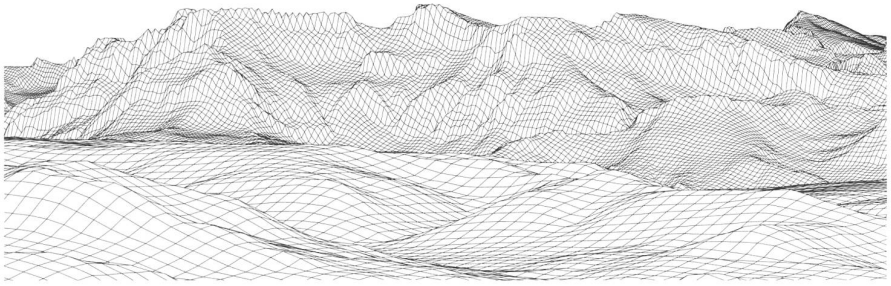
bedenkt, dass 1903 derjenige der Dufour-Karte, die Höhe des Repère Pierre du Niton im Hafenbecken von Genf, welche aus der Höhe des Chasserals nach der *Nouvelle description géométrique de la France* abgeleitet worden war,[111] ebenfalls um 3,6 m auf den heute gültigen Wert herabgesetzt werden musste, so verdient das Resultat des gefangenen Micheli, erzielt mit einem selbst gebauten Instrument auf Grund einer sorgfältigen Beobachtungsreihe und eines intensiven Literaturstudiums, auch heute noch unsere volle Beachtung.

Die Neuberechnung der Höhen

Kernstück dieser Untersuchung bildet die Neuberechnung der Höhen auf der Basis von Michelis Messungen, aber mit den richtigen Distanzen und den heutigen Berechnungsgrundsätzen. Die Resultate sind in der Tabelle 2 dargestellt. Die vierzig untersuchten Höhen weichen durchschnittlich um 30,4 m von den Angaben der Landeskarte ab, wenn man die Vorzeichen nicht berücksichtigt (Durchschnitt des Absolutwertes). Addiert man die positiven und negativen Differenzen auf und dividiert diese Summe durch vierzig, so beträgt dieser Durchschnitt sogar bloss 18,4 m, natürlich stets unter der Voraussetzung, dass die untersuchten Punkte auch wirklich mit den von Micheli anvisierten identisch sind.

Diese Abweichungen mögen im Vergleich mit heutigen Messmethoden etwas hoch erscheinen, bei welchen unter Einsatz von Satelliten auch über sehr grosse Distanzen Höhen mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern übertragen werden können. Wenn man aber bedenkt, dass Michelis Mes-





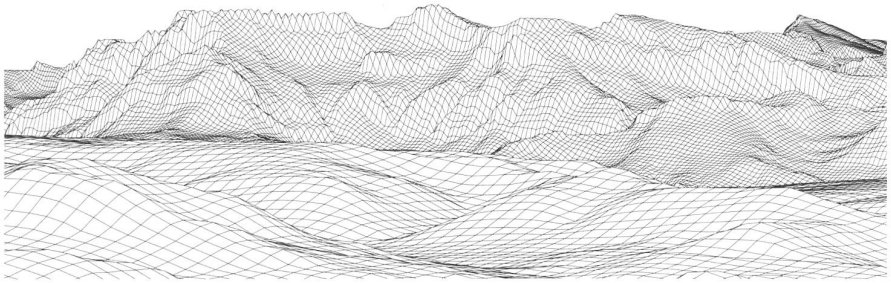


Abb. 14: Der Einfluss von Erdkrümmung und Refraktion anhand eines Blicks von Aarburg Richtung Pilatus. Wäre die Erde eben und gäbe es keine Refraktion, so würde sich der Titlis (Bildmitte) deutlich über das Tomlishorn erheben.

Abb. 15: Gleiche Blickrichtung wie in Abbildung 14, aber mit Berücksichtigung von Erkrümmung und Refraktion nach den heute gültigen Grundsätzen: Der Titlis schaut noch knapp rechts und links des Tomlishorns hervor.

Abb. 16: Michelis Berechnungsmodell mit Erdkrümmung, aber ohne Refraktion: Die Erdkrümmung lässt den Titlis vollständig hinter dem Tomlishorn verschwinden, da die anhebende Wirkung der Refraktion fehlt (Berechnungen auf der Grundlage des digitalen Höhenmodells DHM25 des Bundesamtes für Landestopographie, Zylinderprojektion mit einem Radius von 1200 mm, gerechnet mit dem Programmsystem SCOP der Technischen Universität Wien).

sungen nun bereits zweihundertvierzig Jahre zurückliegen und mit denkbar einfachen Mitteln bei widrigen Umständen gemacht wurden, so verdient seine Leistung auch heute noch allen Respekt.

Rechnet man die Absolutwerte dieser Abweichungen in Winkel um, so erhält man einen Durchschnitt von 1,3 Bogen-Minuten; wenn man die Vorzeichen berücksichtigt, so ergeben sich bloss –0,7 Minuten. Micheli selbst hatte diesen Wert auf 30 Sekunden (also 0,5 Minuten) geschätzt; in der Grössenordnung lag er also ziemlich richtig, hatte sich aber etwas zu optimistisch eingeschätzt.

Bezieht man die Abweichungen auf die Länge des *niveaus,* so weichen die Ablesungen am Stäbchen durchschnittlich um 2,9 mm (absolut) bzw. –1,6 mm ab. Man beurteile diese Leistung selbst, indem man sich gedanklich hinter die Dachrinne in Abbildung 5 plaziert und sich diese Abweichungen am anderen Ende der Dachrinne vorstellt.

Die Auswirkung von Michelis Haltung zur Erdform und zur Refraktion

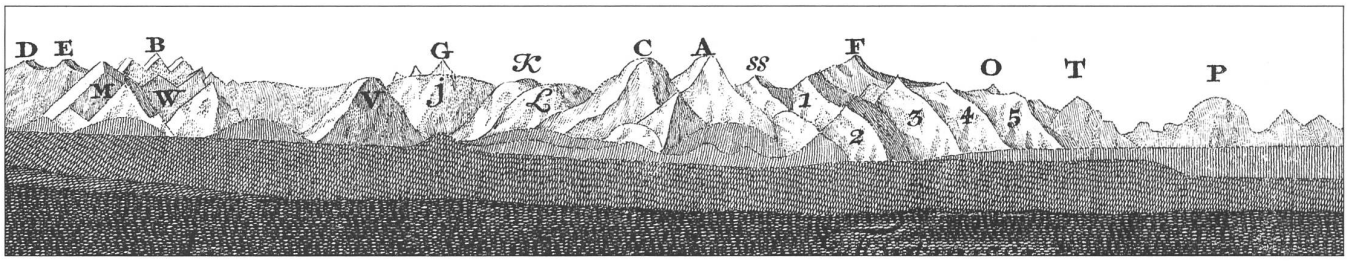
In der Tabelle 2 wurden Erdkrümmung und Refraktion[112] nach den heute gültigen Gesichtspunkten berechnet. Micheli berücksichtigte hingegen nur den ersten Faktor. Zudem verfocht er die damals bereits veraltete Theorie, wonach die Erde eine perfekte Kugelgestalt aufweise. Seinen Berechnungen legte er einen Erdradius von 6371,979 km[113] zugrunde, wie er im Jahre 1669 bei der Gradmessung auf dem Meridian von Paris durch Jean Picard bestimmt worden war. Die heutigen Höhenberechnungen basieren in der Schweiz auf einem mittleren Krümmungsradius von 6370 km. Dieser gilt aber nur für Gebiete mit ähnlicher nördlicher (oder südlicher) Breite, denn die Erde ist ein an den Polen abgeplattetes Rotationsellipsoid.[114] Die Differenz zwischen Picards Krümmungsradius und dem heutigen wirkt sich auf die Höhenberechnung allerdings nur minim aus (22 cm auf der längsten Distanz von 102,7 km zum Rinderhorn), weil Picard den Meridianbogen ungefähr auf der gleichen Breite wie Aarburg gemessen hatte.

Gravierender wirkt sich aus, dass Micheli den Einfluss der Refraktion vernachlässigte. Wertet man seine Messungen ohne diesen Faktor aus, so steigt die durchschnittliche Abweichung zu den gültigen Höhen auf –88,7 m an (Kolonne N in Tabelle 2), was einem Winkel von 3,6 Minuten bzw. einer Abweichung am Stäbchen des *niveaus* von –8,2 mm entsprechen würde. Die Refraktion beträgt auf der kürzesten Distanz (46,5 km auf Tomlishorn/Pilatus) 22 m, auf der längsten (102,7 km auf das Rinderhorn) 107,6 m. Die Höhen werden in diesem Falle zu hoch, was in der Abbildung 10 ohne weiteres nachvollzogen werden kann.

Anhand des Ausschnitts Pilatus/Titlis sollen die Auswirkungen von Erdkrümmung und Refraktion noch anschaulicher demonstriert werden: Die Abbildung 14 zeigt das Tomlishorn am Pilatus, von der Aarburg aus gesehen, wenn die Erde keine Kugel, sondern eine Ebene wäre und die Sehstrahlen ohne Refraktion, also völlig geradlinig, durch die Luft verlaufen würden. Der Titlis würde sich deutlich über das Tomlishorn erheben. Die Abbildung 15 zeigt die tatsächlichen Verhältnisse, also mit Berücksichtigung von Erdkrümmung und Refraktion. Im *Prospect Géométrique* sind die Verhältnisse zeichnerisch ähnlich dargestellt, indem der Titlis nur noch knapp rechts und links des Tomlishorns hervorragt. Die Berechnung der Abbildung 16 hingegen berücksichtigt, Michelis Ansicht folgend, nur die Erdkrümmung, nicht aber die Refraktion: Der Titlis verschwindet dadurch praktisch vollständig hinter dem Tomlishorn. Wenn es wirklich keine Refraktion gäbe, hätte Micheli von Aarburg aus den Titlis also gar nicht sehen können.

Die Genauigkeit der Meridianbestimmung

Anhand der Auswertung der Azimute in Tabelle 1 lässt sich auch die Lage des von



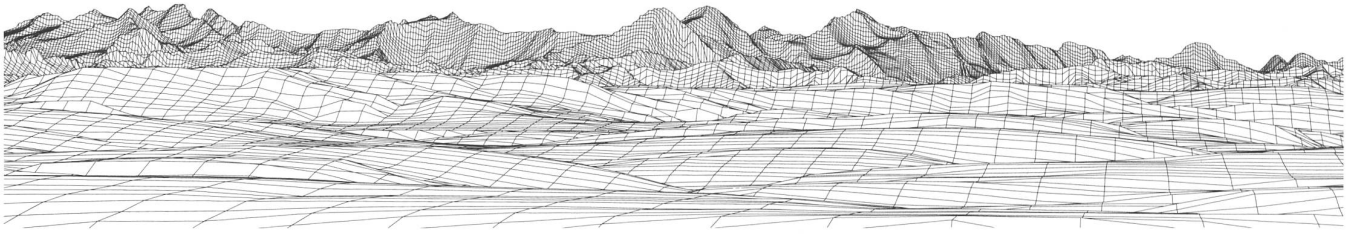


Abb. 17: Die Gipfel des Berner Oberlandes in der Darstellung des gestochenen *Prospect Géométrique*. Die Landschaftsdarstellung ist gegenüber Abbildung 6 deutlich weiterentwickelt, obwohl sie in einigen Partien immer noch unklar ist, beispielsweise in der Schreckhorn-Gruppe (B und W).

Abb. 18: Derselbe Ausschnitt, rechnerisch erstellt auf der Grundlage des digitalen Höhenmodells DHM25/50 des Bundesamtes für Landestopographie. Der Vergleich mit Abbildung 17 zeigt, dass Micheli die Landschaftsformen im grossen und ganzen gut erfasst hat (Zylinderprojektion mit Radius analog zum *Prospect Géométrique*, berechnet mit dem Programmsystem SCOP der Technischen Universität Wien; es ist nur eine Maschenweite von 50 m dargestellt).

Micheli bestimmten Meridians im Projektionssystem der heutigen Landesvermessung bestimmen.[115] Seine Abweichung vom heutigen Karten-Nord setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, nämlich einerseits der Meridiankonvergenz[116] und andererseits dem Fehler, den Micheli bei der Bestimmung seines Meridians im Vergleich zu demjenigen der alten Sternwarte von Bern begangen hat, welcher der heutigen Landesvermessung zugrunde liegt. Diese Verdrehung beträgt etwa 3,3 Bogen-Minuten,[117] was einer Querverschiebung von etwa 1 m auf 1 km entspricht. Wenn man diesen Betrag auf die Bewegung des Polarsterns umrechnet, so ergibt sich, dass Micheli den Polarstern zu einem nur um etwa 6 Zeit-Minuten falschen Zeitpunkt beobachtet hatte.[118]

Ein noch besseres Ergebnis ergibt sich aus einer völlig unabhängigen Auswertung anhand der Basismessung von Aarburg.[119] Darauf sind sowohl der Meridianpunkt auf der Festung als auch derjenige vor Rothrist eingezeichnet, die allerdings zuerst in das Landeskoordinatensystem transformiert werden müssen.[120] Anschliessend kann das Azimut zwischen beiden Meridianpunkten zu 359,64° berechnet werden.

Nach der Berücksichtigung der Meridiankonvergenz[121] ergibt sich ein Restfehler von sogar nur noch 1,7 Minuten, was einem Querfehler von bloss 0,3 m auf 1 km entspricht. Wäre der Zeitfehler der einzige Fehler dieser Meridianbestimmung gewesen, so hätte er nur 3 Minuten betragen. Wenn man bedenkt, wie behelfsmässig Micheli den Polarstern beobachtet hat, so ist dies ein sehr beachtliches Resultat, zumal nicht bekannt ist, mit welcher Uhr er den Zeitpunkt seiner Beobachtung bestimmt hat.

Die Neuberechnung der Panoramazeichnung aus dem DHM25

Zum Abschluss dieser Untersuchung soll auch die Landschaftszeichnung des *Prospect Géométrique* näher betrachtet werden. Leider war es in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich, als Vergleichsgrundlage eine Panorama-Aufnahme auf photographischem Weg zu erstellen. Ein solches Vorhaben hätte zudem einige technische Probleme aufgeworfen. Die Alpenansicht von Aarburg wurde daher rechnerisch ermittelt.

Diese Berechnungen stützen sich auf das bereits in den Abbildungen 14–16 gezeigte digitale Höhenmodell DHM25 des Bundesamtes für Landestopographie.[122] Dabei werden den Berechnungen möglichst die gleichen geometrischen Verhältnisse wie im *Prospect Géométrique,* d.h. eine Projektion der Landschaft auf einen Zylinder mit lotrechter Achse und entsprechendem Radius, zugrunde gelegt.[123] Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Drahtgittermodell der Landschaftsdarstellung bei den entferntesten Partien auch bei einer Betrachtung über die Diagonalen (Süd–Ost- bzw. Süd–West-Richtung) nicht zusammenfällt. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, das DHM25 nicht in der vollen Auflösung von 25 m, sondern nur in einer reduzierten Maschenweite von 50 m darzustellen (DHM25/50).[124]

Die Abbildungen 17 und 18 vergleichen die Darstellung des *Prospect Géométrique* mit derjenigen des DHM25/50. Der Stich stammt nicht direkt aus Michelis Hand, sondern aus derjenigen des Kupferstechers, der sich aber immerhin auf dessen Stichvorlage stützen musste. Die Landschaftsformen sind etwas schematisch dargestellt, was auf Grund der ungeübten Hand des Erstellers aber auch nicht anders zu erwarten ist. Die Hauptcharakteristika der Berge sind erkennbar, so dass die meisten Gipfel ohne weiteres identifiziert werden können. Bei der Erfassung von Detailformen scheint Micheli allerdings einige Mühe gehabt zu haben, was beispielsweise die Partie zwischen dem Wetter- und dem Finsteraarhorn – welches er als höchsten Berg der Berner

Alpen während seiner Arbeit nicht erkannt hat – deutlich belegt. Wenn man bedenkt, dass er kein gutes Fernrohr zur Verfügung hatte, dass die Sehschärfe des damals 65jährigen sicherlich nicht die beste war und er dieses Werk in sehr kurzer Zeit unter widrigen Umständen ausgeführt hat, so zeigt dieser Vergleich dennoch, dass auch Michelis zeichnerische Leistung eine günstigere Beurteilung als die bisherige verdient hätte.

Schlussgedanken

Es mag in der heutigen Zeit, in der wohl jedes Berner Schulkind die Gruppe von Eiger, Mönch und Jungfrau richtig zu benennen mag, etwas seltsam anmuten, wie schwierig sich dieselbe Frage in der Mitte des 18. Jahrhunderts sogar für die geistige Elite unseres Landes gestaltete. Es wäre zu weit gegangen, im Rahmen dieser Arbeit alle Details der Namengebung nachzuvollziehen. Selbst wenn man aber Micheli zubilligt, dass er sich zuvor in Genf und in Frankreich kaum mit der Nomenklatur des Berner Oberlandes auseinandergesetzt haben dürfte, so ist es doch erstaunlich, dass im *Prospect Géométrique* bloss fünf von vierzig Bergen richtig bezeichnet sind. Dieser Umstand zeugt in erster Linie von der topographischen Unwissenheit der damaligen gebildeten Kreise, zu der Michelis Korrespondenten und gewiss auch der mit dessen Forschungen vertraute Festungskommandant gehörten. Offensichtlich kannte man damals die höchsten Erhebungen Europas noch nicht, denn sonst hätte Micheli wohl kaum für mehr als einen Viertel der von ihm bestimmten Berge eine Höhe von über 5000 m angegeben. Micheli musste sich auf diesen Gebieten voll auf den Erkenntnisstand seiner Zeit abstützen.

Nicht anders war dies auch beim zentralen Problem der Bestimmung grosser Distanzen. Zwar hatte Micheli richtig erkannt, dass die Distanzangaben der Scheuchzer-Karte im Vergleich zu den neuesten französischen Kartenwerken um etwa einen Fünftel reduziert werden mussten. Er war aber gleichwohl deren innerer Genauigkeit ausgeliefert, denn sein Versuch, die Distanzen selbst zu bestimmen, blieb auf Grund der Haftumstände im Ansatz stecken. Was hätte er wohl geleistet, wenn er in Freiheit hätte leben können?

Michelis eigene Leistungen rufen hingegen in den wesentlichen Punkten auch heute noch grosse Bewunderung hervor, vor allem wenn man die besonderen Umstände beachtet, unter denen sie hervorgebracht wurden. Diejenigen Elemente seines Werkes, die er mit eigenen Mitteln erarbeiten konnte, sind vorwiegend von erstaunlicher Qualität. Die Bestimmung der Ausgangshöhe von Aarburg, die Konzeption und die Durchführung der Höhenmessung mit der anschliessenden Berechnung, die Bestimmung des Meridians und die Gedanken, wie die erkannten Mängel seiner Arbeit behoben werden könnten, zeugen von einer genialen Auffassungsgabe, welche ihre Faszination auch in heutige Zeiten auszustrahlen vermag.

Michelis Hauptleistung liegt aber darin, dass er im Sinne der Aufklärung Licht in einen damals noch ungelösten Problemkreis bringen und die noch weitgehend unbekannte Bergwelt topographisch erschliessen wollte. Sein Werk besticht weniger durch wissenschaftliche Genauigkeit, sondern vielmehr durch den Pioniergeist, mit dem topographische Fragen selbst unter schwierigsten Verhältnissen angegangen wurden. Zwar hat Micheli dabei Methoden und Instrumente angewendet, die bereits lange vor ihm bekannt waren, aber er hat sie auf seine spezielle Situation ausgelegt. In seinen Berichten und seiner Korrespondenz hat er im übrigen stets auf die Quellen seiner Inspiration verwiesen.

Bei allem Respekt muss allerdings auch daran erinnert werden, dass Micheli sich in einigen Fragen den modernsten wissenschaftlichen Erkenntnissen seiner Zeit verschloss oder sich ihnen zumindest ablehnend gegenüberstellte. Sein fast sektiererisch anmutender Kampf gegen die Berücksichtigung der Refraktion als einer physikalischen Gegebenheit wirkt heute unverständlich, ebenso sein Eintreten für das Modell, wonach die Erde eine perfekte Kugelgestalt aufweise. In beiden Fragen hat sich Micheli stark engagiert, obwohl er seinerzeit in Paris im direkten Kontakt mit denjenigen Wissenschaftlern gestanden hatte, welche die heute gültige Auffassung wesentlich mitprägten. Es ist durchaus möglich, dass er sich auf Grund seiner Fixierung mit seinen Pariser Freunden derart entzweit hatte, dass ihm letztlich nur noch die Rückkehr in die Schweiz offen blieb. Und auch diese führte ihn nicht auf die Menschen zu, sondern in die Einsamkeit einer langjährigen Haft.

Wer heute mit dem Zug von Bern nach Zürich braust und kurz vor dem Eintauchen in den Borntunnel einen raschen Blick auf die majestätisch gelegene Festung Aarburg wirft, der wird wohl kaum wissen, dass hinter jenen Mauern vor über zweihundertvierzig Jahren ein alter, lebenslänglich dorthin Verbannter den Versuch unternommen hat, die Höhen fern gelegener Alpengipfel von seinem Kerker aus zu bestimmen. Und dieser wiederum wird noch viel weniger geahnt haben, dass er sein Werk an einem Ort vollbracht hat, der für die zukünftigen geodätischen Untersuchungen der Schweiz dereinst sozusagen einen «ruhenden Pol» darstellen sollte: Im Rahmen der Erforschung von Bewegungen der Erdkruste dient nämlich eine Fixpunktgruppe am Fuss des Schlosshügels von Aarburg als Referenzpunkt für die Hebungsraten der Alpen gegenüber dem Mittelland.[125] Womit sich der Kreis geschlossen hat.

Anmerkungen

Kursive Texte geben Originalzitate wieder, Stellen in Anführungszeichen sind Übersetzungen des Autors aus dem Französischen.

Es werden folgende Abkürzungen verwendet:

AEG	Archives d'Etat Genève
APM	Archives privées Micheli
AvH	Albrecht von Haller
BBB	Burgerbibliothek Bern
BPU GE	Bibliothèque publique et universitaire Genève
DHM25	Digitales Höhenmodell des Bundesamtes für Landestopographie
M.	Jacques-Barthélemy Micheli du Crest
SCOP	Programmsystem zur Berechnung und Anwendung digitaler Höhenmodelle
StAB	Staatsarchiv Bern
StUB	Stadt- und Universitätsbibliothek Bern

1 Solar (1979), S. 25.
2 Graf (1890), S. 106ff. und Graf (1892), S. 250ff.
3 Das Schloss Crest bei Jussy (GE) ist heute noch Stammsitz der Familie Micheli.
4 Corboz (1980), S. 164.
5 Weiteres zu dieser Karte bei Graf (1890), S. 93ff., Gardy (1924) und Flury (1949).
6 Auch General Dufour soll als Festungsbauspezialist hundertfünfzig Jahre später in einer Studie bemerkt haben, dass M. das angewandte System mit Recht angegriffen habe (Müller [1971], S. 13 [ohne Quellenangabe]).
7 Corboz (1980), S. 158.
8 Eidg. Abschiede, Bd. VII, 2, S. 51, zitiert nach Graf (1890), S. 50.
9 Johann Anton Koch (1691–1757), Festungskommandant 1743–1749.
10 Festungskommandant 1737–1743.
11 Brief von Koch vom 12. Dezember 1747, zitiert aus Graf (1890), S. 58.
12 Zitiert aus Müller (1971), S. 15.
13 Samuel Henzi (1701–1749), 1741–1743 Hauptmann im Dienst des Herzogs von Modena, anschliessend Lehrer und Erzieher, wurde 1744 wegen seiner Beteiligung am sogenannten «Memorial» verbannt, 1748 aber begnadigt und zum Unterbibliothekar ernannt.
14 Emanuel Fueter (1703–1749), ab 1744 Kommandant der Stadtwache.
15 Niklaus Samuel Wernier (1714–1749), Handelsmann.
16 Brief von Henzi an Bodmer vom 2. Januar 1747, zitiert nach Baebler (1879), S. 93.
17 Johann Rudolf Tillier (1706–1773), Festungskommandant 1749–1755.
18 Anton Ludwig Effinger (1723–1792), Festungskommandant 1761–1767.
19 Eine Anleitung zur Konstruktion von Barometern ist im Brief an AvH vom 2. Juli 1759 enthalten, abgedruckt in Graf (1890), S. 130ff.
20 Graf (1890), S. 114ff.
21 Siehe Anm. 4 und 5.
22 AEG APM 111.785.
23 Albrecht von Haller (1708–1777): Verfasser des Gedichtes *Die Alpen* (1729) und universeller Naturforscher mit Weltruf, wohl der bedeutendste Gelehrte der Schweiz im 18. Jahrhundert. Zur Zeit, als M. sich an ihn wandte, war AvH Ammann im Berner Rathaus.
24 Die BBB besitzt dreiundvierzig Briefe von Micheli, die er zwischen dem 20. Juli 1754 und dem 8. Juli 1765 an AvH richtete. Im Privatarchiv der Familie Micheli (zugänglich über das Staatsarchiv Genf [AEG APM 111.747–758 und 764–765]) befinden sich vierzehn Antworten von AvH aus dem Zeitraum zwischen dem 31. März 1754 und dem 7. August 1756.
25 Vollständig abgedruckt in Graf (1890), S. 97ff.
26 *Mémoire* «geschrieben am 10. Oktober 1754, durchgesehen und korrigiert am 2. Juni 1755»: StUB, Ryh. 3209 : 16 (mit *Prospect Géométrique*).
27 Wo nichts spezielles vermerkt ist, beziehen sich die Angaben auf das *Mémoire* von 1755.

28 Wahrscheinlich sind damit Quadranten und Sextanten für die Bestimmung von Horizontal- und Höhenwinkeln gemeint.

29 Mit Azimut wird der Winkel zwischen dem Meridian und einer bestimmten Richtung bezeichnet. M. kannte diesen Begriff noch nicht, sondern sprach von «Neigung einer Richtung gegen den Meridian». In der Regel werden heute die Azimute auf die Nordrichtung bezogen; M. bezog sie auf die Südrichtung.

30 Der Meridian von Aarburg ist derjenige Grosskreis (oder Längenkreis) zwischen dem Nord- und dem Südpol, der durch Aarburg verläuft und somit an diesem Ort die Richtung nach geographisch Nord bzw. Süd anzeigt.

31 Dieser Zylinder wird auch als «Projektionszylinder» bezeichnet; der Radius des Schnittkreises mit der Horizontebene heisst sinngemäss «Radius des Projektionszylinders». Er beträgt im Falle des *Prospect Géométrique* 658,59 mm.

32 Im Gegensatz zur Zylinderprojektion ist das photographische Bild in der Regel eine Zentralprojektion auf eine Ebene. Dabei entstehen aber in den Randbereichen des Bildes Verzerrungen, wohingegen die Zylinderprojektion verzerrungsfrei ist.

33 In Zofingen und Aarburg war ein Fuss seinerzeit 132,408, in Aarau und Bern exakt 130 französische Linien lang (Furrer [1887], S. 370). M. stützte sich nicht auf diese Kantonal- (oder Bezirks-)Masse ab, sondern auf das französische System, welches auch in Genf galt.

34 Bei den ersten Messungen war die Dachrinne noch 23 Fuss, 10 Zoll und 6 Linien lang, also 7,755 m; siehe Brief an AvH vom 20. Juli 1754 (Wolf [1858], S. 255), wurde aber bald danach auf genau 24 Fuss verlängert; siehe Brief an AvH vom 5. August 1754 (Graf [1890], S. 158).

35 Beispielsweise wurde der Mönch (A) am 12., 13. und 14. Juli 1754 jeweils morgens und abends gemessen (Brief an AvH vom 20. Juli 1754 [BBB]).

36 Brief von AvH an M. vom 6. November 1754.

37 Brief von AvH an M. vom 6. September 1754.

38 Dübi (1908), S. 198.

39 Es würde angesichts M.s umfangreicher Korrespondenz zu weit führen, sämtliche Details der Identifikation der Berggipfel zu rekonstruieren. Die Namensgebung auch der heute bestbekannten Berner Oberländer Gipfel war zu M.s Zeit noch in vollem Fluss; sie scheint erst 1790 nach Studers *Chaîne d'Alpes* in den Hauptzügen festgestanden zu haben (Wäber [1893], S. 256 [Anm. 1] und 258).

40 Brief an AvH vom 19. Juli 1755 (Graf [1890], S. 169ff.).

41 Wäber (1893), S. 242.

42 Pilatus, Wetterhorn, Schreckhorn, Fiescherhorn. Später kam noch der Titlis hinzu (siehe weiter unten).

43 Näheres zur Scheuchzer-Karte siehe bei Dürst (1971) und Wolf (1879), S. 54–56.

44 1 Toise entspricht 1,9490 m (siehe S. 5).

45 Die *Connaissance des Temps* ist ein astronomisches Jahrbuch, welches von Picard 1679 erstmals herausgegeben wurde (Wolf [1890], Bd. 1, S. 468, Anm. 218 d) und noch heute existiert.

46 Effektiv betrug M.s Reduktionsfaktor für die Scheuchzer-Karte praktisch einen Fünftel; er multipliziert nämlich alle Distanzen mit dem Faktor 0,811.

47 Beilage zum Brief an AvH vom 20. Juli 1754 (BBB).

48 Wolf (1879), S. 54, Anm. 3 erhält mit seinem Verfahren einen Massstab für die Scheuchzer-Karte von 1:237500. Micheli kam also mit seiner eigenen Korrektur bis auf 1% an diesen Wert heran.

49 Imhof (1971), S. 232.

50 Die Erdkrümmung E ist eine rein geometrische Grösse, die sich aus den Erddimensionen ergibt und genau berechnet werden kann. Sie bewirkt, dass sich die Objekte entsprechend ihrer Entfernung allmählich gegenüber dem Beobachtungshorizont absenken und bei genügend grosser Distanz ganz verschwinden. Die Refraktion R (Strahlenbrechung) ist hingegen eine physikalische Grösse. Sie ergibt sich aus der unterschiedlichen Dichte der Luft, was bewirkt, dass ein scheinbar gerade verlaufender Sehstrahl die verschieden dichten Luftschichten in Form einer Bogenlinie durchdringt, deren konkave Seite gegen die Erde gerichtet ist. Im Gegensatz zu E hat R einen positiven Einfluss auf die Sichtbarkeit, ist aber durchschnittlich etwa 7,7 mal kleiner als die Erdkrümmung. Dieses Verhältnis E/R wird als «Refraktionskoeffizient» bezeichnet. In der heutigen Vermessungspraxis werden E und R bei der Höhenberechnung zusammengefasst behandelt. Für Überschlagsberechnungen ergibt sich E-R in Metern aus $0{,}0682 \cdot D^2$, wobei die Distanz D in km einzuführen ist.

51 Noch in seinem Brief an AvH vom 24. Dezember 1759 (BBB) hielt M. an der Theorie von der Kugelgestalt der Erde fest, obwohl er in Paris wissenschaftliche Kontakte mit Maupertuis gepflegt hatte, welcher bereits 1736 als Leiter der französischen Gradmessungsexpedition nach Lappland den Beweis erbracht hatte, dass die Erde ein an den Polen abgeplattetes Rotationsellipsoid bildet.

52 *Table des haussements du niveau apparent par dessus le vray jusqua la distance de 100 000 toises, calculé par un geometre de Bâle* (Beilage zum Brief an AvH vom 20. Juli 1754 [BBB]).

53 Jean Picard (1620–1682) hatte 1669 die Länge des Meridiangrades zwischen Paris und Amiens zu 57060 Toisen (111,2 km) bestimmt, woraus sich ein Erdradius von 6371,979km ergibt. Bereits er vermutete Abweichungen von der Kugelgestalt.

54 Graf (1890), S. 82. Im StAB befindet sich ein *Plan de l'état actuel de l'escalier depuis la place d'armes jusqu'au terreplain de la fortresse du Château d'Arbourg* von M. aus dem Jahre 1755, in welchem unter anderem das *apartement que Micheli occupe* und das *Lit du soldat qui me sert* eingezeichnet sind und welcher die knappen Raumverhältnisse belegt (B II 165 Bd. 3 Festungswerke).

55 Aus den vergitterten Fenstern von Michelis Zelle sind nur der Paradeplatz, grosse Teile des Schlosses und der westlich der Aare liegende Born sichtbar.

56 Graf (1890), S. 79ff., schildert nähere Einzelheiten dieses belasteten Verhältnisses.

57 M. klagte in seinem Brief an AvH vom 19. Juli 1755, es stehe ihm kein gutes Fernrohr zur Verfügung (Graf [1890], S. 170).

58 Siehe Anm. 30.

59 Dabei handelt es sich vermutlich um einen Punkt auf der Südbrüstung des Ravelins (Eingangswerk), welchen M. als Meridianpunkt der Festung festgelegt hatte.

60 Der Polarstern beschreibt im Verlauf einer Erdumdrehung (also eines Tages) einen Kreis, in dessen Zentrum die Rotationsachse der Erde und somit Norden liegt. Im Jahre 1754 hatte dieser Kreis einen Radius von 2°. Somit liegt der Polarstern pro vierundzwanzig Stunden in einem Abstand von zwölf Stunden zweimal genau im Norden, einmal im oberen und einmal im unteren Durchgang (Kulmination). Der Zeitpunkt, in welchem er genau im Norden liegt, lässt sich anhand eines astronomischen Jahrbuches berechnen.

61 Siehe Anm. 45.

62 *Poteau du meridien,* in Abb. 12 mit M bezeichnet. Siehe auch das Kapitel «Die Basis von Aarburg».

63 Dort, wo heute das Lifthäuschen steht (Abb. 3).

64 Woher M. wusste, dass das *Geishorn* einen «gekrümmten Gipfel» habe, ist nicht klar. Falls er sich dabei auf die Scheuchzer-Karte gestützt haben sollte, so wäre das vermutlich einer der ältesten Versuche der Interpretation von Fels-Darstellungen in einer Karte. Allerdings mit entsprechenden Fehlschlüssen.

65 Die ersten Messungen datieren vermutlich vom 12. Juli (Brief an AvH vom 20. Juli 1754 [BBB], siehe auch Anm. 35).

66 Brief an AvH vom 10. Oktober 1754 (Graf [1890], S. 158).

67 Brief an AvH vom 17. Oktober 1754 (BBB).

68 Graf (1892) beschreibt dieses Original ausführlich. Es stammt wahrscheinlich aus dem Nachlass von Generalleutnant Franz Ludwig Pfyffer von Wyer (1716–1802), dem Ersteller mehrerer Reliefs der Innerschweiz. Es wurde vor kurzem nochmals als Vierfarben-Druck faksimiliert (siehe Wullschleger [1978]). Beim Reformierten Pfarramt Aarburg sind noch einige Restexemplare erhältlich.

69 Solar (1974), S. 111.

70 Tobias Konrad Lotter (1717–1777), Kupferstecher in Augsburg, stach Landkarten mit Figurenstaffage. Sein Sohn Matthäus Albrecht (1741–1810) war ebenfalls Kupferstecher und könnte den Stich des *Prospect Géométrique* in seiner Lehrzeit mitverfolgt haben.

71 Im Rahmen dieser Studie wurden folgende Exemplare des Stiches eingesehen: StUB (Ryh. 3209 : 16 [Nachlass Bernhard Studer]: Exemplar mit wenigen Korrekturen aus der Hand M.s, mit *Mémoire*), StAB (Karten und Pläne AD Nr 765: mit Korrekturen aus der Hand M.s und eines Herrn Sigfried), BPU GE (Q 201/7 [12]: mit Korrekturen aus der Hand M.s und einem überklebten *Avertissement* vom Januar 1757), sowie Privatbesitz Aarburg (mit wenigen handschriftlichen Signaturen).

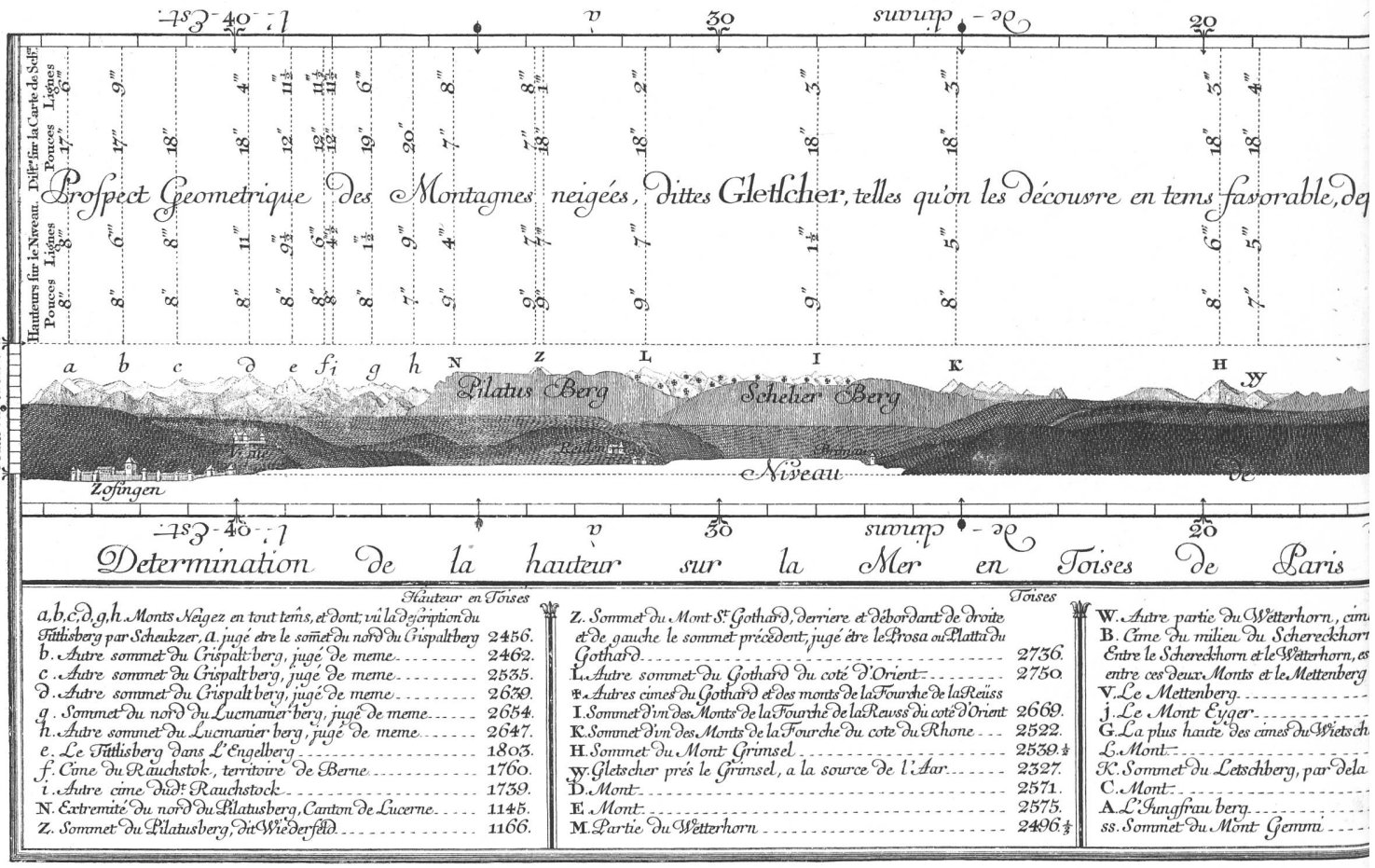
72 BPU GE (Q 201/7 [12], überklebtes *Avertissement* vom Januar 1757).
Johann Jakob Brenner (1712–1774), aus Basel stammender Geometer und Architekt, nahm zwischen 1757 und 1769 eine Serie von Plänen zur Stadtentwicklung von Bern auf und entwarf Pläne zur Korrektion von Aare und Zihl (1763) und des Thuner Sees (1771). Es scheint, dass M. an Brenner einen entsprechenden Auftrag mit der Ankündigung einer Entschädigung erteilt hatte; dieser rapportierte am 16. August 1755 an M., er mache das Ganze nur zum Vergnügen und nicht um Geld zu verdienen; er nehme seinen alten Freund Kohler sowie als Schüler die Söhne des Festungskommandanten und seinen Neffen Ernst mit (AEG APM 111.680).

73 Brief an an AvH vom 5. August 1754 (Graf [1890], S. 154).

74 Das Prinzip der Basismessung kann für die Bestimmung grosser Distanzen eingesetzt werden, indem in einem Dreieck die längeren Seiten (z. B. die Distanzen zu fern liegenden Alpengipfeln) nach den Gesetzen der Trigonometrie aus der bekannten Länge der kürzesten Seite (sogenannte «Basis») und den beiden anliegenden Dreieckswinkeln ableitet werden. Um genaue Resultate zu erreichen, darf das Dreieck allerdings keine ungünstige Form mit schleifenden Schnitten aufweisen, d. h. die Basis muss in einem vernünftigen Verhältnis zu den langen Seiten liegen.

75 Jean Philippe Loys de Cheseaux (1718–1751), Physiker und Astronom, bestimmte 1736 mit astronomischen Beobachtungen die Lage des väterlichen Gutes in Cheseaux nördlich von Lausanne und errichtete in der Folge die älteste Sternwarte der Westschweiz. Er ermittelte auch die Höhe des Mont Blanc (Mont Maudit genannt) zu 2230 Toisen (4346 m) über dem Spiegel des Genfer Sees, wobei er die Entfernung von 43 100 Toisen (84 km) aus einer Basis von ungefähr 2165 Toisen (4,2 km) ableitete (Wolf [1860], S. 248).

76 Johannes Gessner (1709–1790), Zürcher Naturforscher, hatte u. a. bei Scheuchzer studiert und sich in Medizin, Botanik und Mathematik aus-



	Hauteur en Toises
a,b,c,d,g,h. Monts Neigez en tout tems, et dont; vû la description du Fütlisberg par Scheukzer, a. jugé être le sommet du nord du Gispaltberg	2456.
b. Autre sommet du Grispaltberg, jugé de meme	2462.
c. Autre sommet du Grispaltberg, jugé de meme	2535.
d. Autre sommet du Grispaltberg, jugé de meme	2639.
g. Sommet du nord du Lucmanierberg, jugé de meme	2654.
h. Autre sommet du Lucmanierberg, jugé de meme	2647.
e. Le Fütlisberg dans L'Engelberg	1803.
f. Cime du Rauchstok, territoire de Berne	1760.
i. Autre cime dit.e Rauchstock	1739.
N. Extremité du nord du Pilatusberg, Canton de Lucerne	1145.
Z. Sommet du Pilatusberg, dit Wiederfeld	1166.

	Toises
Z. Sommet du Mont S.t Gothard, derriere et débordant de droite et de gauche le sommet précédent; jugé être le Prosa ou Platta du Gothard	2736.
L. Autre sommet du Gothard du coté d'Orient	2750.
✠. Autres cimes du Gothard et des monts de la Fourche de la Reüss	
I. Sommet d'un des Monts de la Fourche de la Reuss du coté d'Orient	2669.
K. Sommet d'un des Monts de la Fourche du cote du Rhone	2522.
H. Sommet du Mont Grimsel	2539. ½
W. Gletscher prés le Grimsel, a la source de l'Aar	2327.
D. Mont	2571.
E. Mont	2575.
M. Partie du Wetterhorn	2496. ½

W. Autre partie du Wetterhorn, cim
B. Cime du milieu du Schereckhorn Entre le Schereckhorn et le Wetterhorn, es entre ces deux Monts et le Mettenberg
V. Le Mettenberg
j. Le Mont Eyger
G. La plus haute des cimes du Wietsch
L. Mont
K. Sommet du Letschberg, par dela
C. Mont
A. L'Jungfrau berg
ss. Sommet du Mont Gemmi