

# Die mittlere Kammhöhe der Berner Alpen.

Von

**Dr. Ludwig Neumann,**

Professor in Freiburg i. B.

In meinem geographischen Praktikum berechnete im Laufe des Wintersemesters 1887/88 einer meiner Zuhörer, Herr C. VON SAMSON aus Dorpat, einige orometrische Werthe der Berner Alpen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung, die ich in allen Punkten controllirt und nachträglich weiter ausgedehnt habe, scheinen mir von allgemeinem Interesse zu sein, weil bezüglich der Kammhöhenbestimmung vier verschiedene Methoden angewendet wurden, von denen zwei neu sind, und weil sich an die gewonnenen Zahlenresultate einige für die Grundlagen der Orometrie nicht ganz unwichtige Bemerkungen anknüpfen lassen. Ueber diese allgemeineren Gesichtspunkte mich eingehender zu äussern, wird sich in kurzer Zeit anderweitige Gelegenheit bieten; ich betrachte darum die folgenden Ausführungen in dieser Hinsicht mehr nur als eine Art vorläufiger Mittheilung.

Auf Grund der Dufourkarte in 1 : 100 000 wurde im gleichen Massstab und ohne Ueberhöhung ein Längenprofil der Berner Alpen vom Fuss der Dent de Morcles im Rhonethal bei St. Maurice bis zum Grimselpass entworfen, wobei alle Coten eingetragen und die Formverhältnisse der Profillinie sorgfältig nach der Schraffenzeichnung der Karte construirte wurden. Das 132 cm lange Profil — entsprechend den 132 km Kammlänge — zeigte nach seinen Höhenverhältnissen auf den ersten Blick, dass die Berner Alpen in zwei durchaus verschieden geartete, im Lötchenpass (2681 m) zusammenstossende Kammstrecken zerfallen. Die östliche ist wesentlich höher und zeigt bei relativ geringer Schartung zugespitzte

Bergformen, während die westliche bedeutend an Höhe zurückbleibt, theilweise sehr stark geschert ist, dagegen an andern Stellen mehr manerartig verläuft; östlich vom Lötchenpass wird der Kamm durch krystallinische Schiefer und Alpen-Granit gebildet, westlich baut er sich aus sedimentären Formationen, hauptsächlich aus Kalken, auf. Die folgende Tabelle enthält die gefundenen orometrischen Werthe für beide Kammstrecken und für den ganzen Gebirgszug. Selbstverständlich wurden die Werthe des letztern aus denjenigen der Theilstrecken unter Berücksichtigung der Kammlängen ermittelt.

Tabelle I.

	1	2	3	4	5 <sup>1)</sup>	6	7	8 <sup>2)</sup>	9 <sup>3)</sup>
	Kammlänge.	Höchster Gipfel.	Mittel der höchsten Gipfel.	Mittlere Gipfelhöhe.	Mittlere Kammhöhe.	Mittlere Passhöhe.	Mittel der tiefsten Pässe.	Mittlere Schartung.	Mittlere tiefste Schartung.
	km.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Oestliche Berner Alpen .	58	4275	4124 (4) <sup>4)</sup>	3555 (26)	3439	3323 (25)	3025 (4)	232	1099
Westliche „ „ .	74	3712	3360 (5)	2994 (25)	2786	2578 (24)	2245 (6)	416	1115
Gesamnte „ „ .	132			3280 (51)	3103	2926 (49)		354	

Die mittlere Kammhöhe ist zu definiren als diejenige Höhe, welche das Längenprofil des Kammes erhalte, wenn es bei unverändertem Flächeninhalte oben durch eine dem Meeresspiegel Parallele begrenzt würde. Die Sonklar'sche Bestimmung der Kammhöhe als Mittel aus Gipfel- und Passhöhe nimmt auf das Areal des Kammlängenprofils keine Rücksicht, sie wird daher nur zu einer ersten Annäherung, aber zu keinem genauen Werth führen. In dem Aufsätze „Eintheilung und mittlere Kammhöhe der Pyrenäen“<sup>5)</sup> weist Professor PENCK auf Sonklar's Fehler und theilweise auch auf deren Ursachen hin und berechnet die Kammhöhe der Pyrenäen durch Zerlegung des Kammprofiles in Trapeze, deren parallele

<sup>1)</sup> Die mittlere Kammhöhe wurde hier nach SONKLAR als arithmetisches Mittel der mittlern Gipfel- und Passhöhe bestimmt.

<sup>2)</sup> Differenz aus der mittlern Gipfel- und Passhöhe.

<sup>3)</sup> Differenz aus dem Mittel der höchsten Gipfel und der tiefsten Pässe.

<sup>4)</sup> Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Anzahl der benützten Höhenpunkte.

<sup>5)</sup> Jahresbericht der Geogr. Gesellschaft in München für 1885, Heft 10, S. 58—70.

Seiten von den Ordinaten der Gipfel und Pässe, deren nicht parallele Seiten aber vom Meeresniveau und von den einzelnen Kammprofilstrecken gebildet werden. Die Summe aller Trapezinhalte ergibt nach Division durch die Kammlänge die gesuchte mittlere Kammhöhe.

Auf dem gleichen Princip beruht die folgende Methode <sup>1)</sup>, die aber bezüglich der auszuführenden Rechnungsoperationen wesentlich einfacher ist als die PENCK'sche. Hat man das Kammlängenprofil auf Millimeterpapier gezeichnet, so kann man leicht die Höhen äquidistanter Punkte ermitteln, bei welcher Schätzung allerdings ein gewisser Fehler unvermeidlich ist; da er aber ebensowohl positiv als negativ ausfallen kann, hebt er sich im Endergebniss zu einer verschwindenden Grösse auf. Aus der Summe der durch die äquidistanten Profilverpunkte, beziehungsweise durch ihre Ordinaten begrenzten Trapeze ergibt sich in derselben Weise wie bei PENCK die mittlere Kammhöhe. Die hier vorgeschlagene Methode unterscheidet sich von der von PLATZ <sup>2)</sup> angegebenen dadurch, dass PLATZ die Kammhöhe als Mittel der äquidistanten Höhen bestimmt, während ich das Areal des Kammprofils auswerthe.

Dieses Areal kann auch planimetrisch bestimmt werden, und diese letzte Methode hat vor den beiden vorhergehenden den Vorzug, dass sie nicht die Theilstrecken des Kammprofils durch Gerade ersetzt, sondern genau dem wirklichen Verlaufe der Profillinie Rechnung trägt. Allerdings sind die nach ihr gewonnenen Ergebnisse mit dem Fehler des Instrumentes behaftet und ebenso wie die aus äquidistanten Höhen ermittelten abhängig von der mehr oder weniger genauen Profilzeichnung.

Im Folgenden stelle ich die berechneten Kammhöhen zusammen und bezeichne mit

- I die oben gefundenen Werthe nach SONKLAR,
- II diejenigen nach PENCK,
- III diejenigen nach der von mir vorgeschlagenen Methode der äquidistanten Punkte (Abstand je 1 km, in der Profilzeichnung 1 cm),
- IV diejenigen nach der ebenfalls von mir vorgeschlagenen Planimetermethode.

<sup>1)</sup> Diese und die folgende Methode habe ich schon angedeutet, aber nicht praktisch angewendet in NEUMANN, Orometrie des Schwarzwaldes, PENCK's Geogr. Abhandlungen, Bd. I, Heft 2, S. 22 und 29, Wien 1886.

<sup>2)</sup> Die Hornisgrinde, Verhandlungen der Bad. geogr. Gesellschaft zu Karlsruhe 1883—84.

Tabelle II.

	1	2	3	4	5
Kammhöhe in m.	I.	II.	III.	IV.	Mittel aus II, III, IV.
Oestliche Berner Alpen .	3439	3349	3338	3373	3353
Westliche „ „ .	2786	2682	2646	2693	2674
Gesammte „ „ .	3079	2987	2950	3012	2983

Dass die Kammhöhe nach SONKLAR wesentlich verschieden ist von der mit Zuhilfenahme des Profilareals berechneten, hat seinen Grund zunächst in dem Umstande, dass bei SONKLAR diejenigen Kammtheile, welche jenseits des ersten und letzten Gipfels liegen, nicht mit in Rechnung gezogen sind, während diese in ihrem Mittelwerth niedern Strecken des Kammes das Areal des Gesamtprofils und damit die mittlere Kammhöhe nach den Methoden II bis IV namhaft beeinflussen. Werden, um dies nachzuweisen, für die östlichen Berner Alpen die Kammstücke von der Grimsel bis zum kleinen Sidelhorn und vom Schildhorn bis zum Lötschenpass, für die westlichen diejenigen vom Lötschenpass bis zum Badmhorn und von der Dent de Morcles bis zum Fuss des Kammes im Rhonethal von der Rechnung ausgeschlossen, so erhöhen sich die Werthe der Kolumen 5 obiger Tabelle für die Strecke Sidelhorn-Schildhorn um 49 m, für die Strecke Behmhorn-Dent de Morcles um 32 m, für Berner Alpen im Ganzen um 40 m, beziehungsweise die nach SONKLAR berechneten Werthe der Kolumen 1 erniedrigen sich relativ jeweils um ebensoviel. Trotzdem bleiben sie aber zu gross. Der noch übrige Fehler hat seinen Grund, wie PENCK a. a. O. darthut, darin, dass in der Natur die einzelnen Gipfel und Pässe nicht gleichweit von einander entfernt sind, was bei SONKLAR stillschweigend vorausgesetzt wird. Dieser Fehler macht sich um so weniger geltend, je mehr das Längenprofil einer Kammstrecke gleichförmig zwischen Gipfel und Sattel abwechselt, wie dies bei den östlichen Berner Alpen der Fall ist. Setzt sich dieses Profil aber aus langen, ungescharteten mauerartigen und dazwischen aus tief eingeschnittenen, überhaupt ungleichartigen Theilen zusammen, so wächst dieser Fehler bedeutend. Dies zeigt deutlich ein Blick auf die Kammhöhenwerthe der westlichen Berner Alpen.

Den genannten Fehlerquellen gegenüber treten die im nicht geradlinigen Verlaufe des Längenprofils von einem Höhenpunkt zum nächsten begründeten sehr zurück. Denn sonst könnten die Werthe



nach den Methoden II und III nicht so nah übereinstimmen mit denjenigen, welche durch Benützung des Planimeters, also mit Berücksichtigung der oben krummlinig begrenzten Profilfigur gewonnen worden sind.

Die folgende Tabelle stellt die Abweichungen der nach den Methoden I bis IV gefundenen Kammlhöhen von den Mittelwerthen 3353, 2674, 2983 m. der letzten Tabelle absolut und in Prozenten dieser Zahlen dar. Dabei ist ausserdem die Abweichung des SONKLAR'schen Werthes nach ihren beiden Fehlerquellen getrennt angegeben.

Tabelle III.

Abweichungen der Kammlhöhenwerthe von den Mittelwerthen der Tabelle II, Kolumne 4.

Kammstrecke.	1		2		3		4		5		6							
	Sonklar												Penck		Neumann		Neumann	
	Im Ganzen.				Von Anfang und Ende des Kammes herrührend.				Von der ungleichen Vertheilung der Höhenpunkte herrührend.				(Aequidistante Punkte.)		(Planimeter.)			
	absolut m.	o/o	absol. m.	o/o	absol. m.	o/o	abs. m.	o/o	absol. m.	o/o	absol. m.	o/o						
Oestliche Berner Alpen	+ 86	+2,3	+49	+1,2	+37	+1,1	-4	-0,1	-15	-0,5	+20	+0,6						
Westliche „ „	+112	+4,2	+32	+1,2	+80	+3,0	+8	+0,3	-28	-1,0	+19	+0,7						
Gesamnte „ „	+ 96	+3,2	+40	+1,3	+56	+1,9	+4	+0,1	-33	-1,1	+29	+1,0						

Tabelle III bestätigt vollauf die obigen Ausführungen und zeigt insbesondere, wie wenig, wenn überhaupt einmal das Längenprofil des Kammes mit seinem Areal zur Kammlhöhenberechnung herangezogen wird, die Krümmung der Profillinie von einem Höhenpunkt bis zum nächsten ins Gewicht fällt. Können den orometrischen Untersuchungen Höhenschichtenkarten grössern Massstabes mit Isohypsen in kleinem Abstände (50, 30, 10 m) zu Grunde gelegt werden, so erhält man für das Areal des Kammlängenprofils nach den Methoden II bis IV beinahe identische Werthe, die Kammlhöhen stimmen dann bis auf verschwindend kleine Grössen überein. Statt der mühsamen Berechnung nach PENCK und statt der Bestimmung äquidistanter Höhen möchte ich darum zur Ermittlung der Kammlhöhe das Planimeterverfahren empfehlen. Dasselbe setzt zwar eine sorgfältige Profilzeichnung voraus; da diese aber ganz abgesehen von dem hier gestellten Ziele des Lehrreichen sehr Vieles bietet und allseitiger Verwendung fähig ist, so lohnt sich diese leichte Arbeit in jeder Hinsicht.

Bezüglich der Schartung schliesse ich mich den PENCK'schen Ausführungen vollständig an. Giebt die mittlere Schartung einen Begriff von der Zerrissenheit eines Kammes, so ist sie doch jedenfalls in verkehrsgeographischer Hinsicht nicht von Bedeutung. Die östlichen Berner Alpen sind, wenn der Grimselpass als Grenzpunkt ausgeschlossen wird, in ihrer ganzen Länge von 58 km für jeden Verkehr als absolute Schranke zu betrachten, da die Mittelhöhe der tiefsten Pässe — und nur diese ist hier von Belang — über 3000 m hoch liegt. Der Gegensatz zwischen Ost und West tritt praktisch bedeutsam in erster Reihe dadurch hervor, dass die westlichen Berner Alpen, den Lötschenpass eingerechnet; sechsmal in einer Mittelhöhe von 2245 m überschritten werden können, so dass sich durchschnittlich alle 12 km ein einigermaßen brauchbarer Uebergang darbietet.

Können demnach die östlichen Berner Alpen als vollständig undurchgängig gelten, so sind ihnen gegenüber die westlichen dem menschlichen Verkehr viel günstiger, obschon auch sie, absolut betrachtet, noch als schwer überschreitbar und verkehrshindernd angesehen werden müssen; liegt doch das Mittel ihrer tiefsten Pässe in vier Fünftel der Kammhöhe, während es z. B. bei den Pyrenäen in zwei Drittel derselben liegt.

Freiburg i. B., den 27. Februar 1888.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Neumann Ludwig

Artikel/Article: [Die mittlere Kammhöhe der Berner Alpen. 45-50](#)