Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 9 (1906-1907)

Heft: 1

Artikel: Beziehungen zwischen Faltung und Denudation im Säntisgebirge

Autor: Heim, Arnold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156578

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: 27.11.2025

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

Der Hupper selbst stellt die Verwitterungsrelikte obgenannter Schichten dar — vielleicht vermehrt durch aus der Ferne hergeschwemmten kretazischen Quarz — welche durch oberflächliche Einschwemmung in die Schlote gelangten.

Diese Verwitterung fand während der Kreidezeit statt, während welcher der Tafeljura Festland war; der Hupper darf also als eine terrestrische Bildung der Kreide-

zeit betrachtet werden.

Die Planorbenkalke liegen nach Ansicht des Referenten an primärer Lagerstätte; dieselben haben sich in seichten Süsswasseransammlungen abgelagert, die über den Hupperlagern standen; sie sind also jünger als der Hupper; sie wurden später trocken gelegt und verwitterten bis auf die heutigen Blockreste, die durch kieselsäurehaltiges Tagwasser vielleicht ebensolcher Quellen mit Quarz imprägniert wurden.

Der Bolus mit dem Branueisenstein ist eine Art Terra-

rossa-Bildung.

Beziehungen zwischen Faltung und Denudation im Säntisgebirge.

Von Dr Arnold Heim.

Die folgenden kurzen Betrachtungen und Messungen über Faltung, Abtrag und Oberflächengliederung im Säntisgebirge mögen als eine kleine Ergänzung zu der kürzlich erschienenen Lieferung 16, neue Folge der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz aufgefasst werden. Sie beruhen wesentlich auf Vermessungen der dort gegebenen Profile Nr. 1-29 in 1:20,000.

Eine solche Messung und Betrachtung ist beim Säntisgebirge besser als bei den meisten andern Kettenzonen durchführbar und aus folgenden Gründen gerechtfertigt:

- 1. Das Säntisgebirge ist eine geographisch und geologisch geschlossene Einheit, wie sich kaum eine zweite in den Alpen findet.
- 2. Das Säntisgebirge ist innerlich wie äusserlich reich und vielseitig gegliedert; die Faltenformen sind aussergewöhnlich klar und einfach, und dadurch auch die Faltenrekonstruktion relativ sicher.

3. In Beiträge Liefg. 16 sind eine grosse Zahl von Profilen in ähnlichen Abständen durch das Säntisgebirge gegeben worden. Die Falten und namentlich die Oberflächenformen sind mit möglichster Genauigkeit und geringster Schematisierung gezeichnet.

A. Der Querschnitt der Faltungsmasse (Kolonne 1).

Unter Faltungsmasse ist hier das Volumen des gefalteten Gebirges zwischen einer bestimmten Schichtgrenze und einem bestimmten topographichen Niveau verstanden. Im Folgenden wird stets wie in Tafel XIII, Liefg. 16, die Faltung für die obere Grenze des Gault (Turrilitenschicht) verfolgt, und als Basis das Niveau 1000 M. über Meer gewählt. Die Faltungsmasse konnte nur in ihrem Querschnitt (in der Tabelle in Hektaren angegeben) gemessen werden. Zu einer Volumbestimmung wäre wegen den starken Schwankungen der Faltenlinien (vergl. Tafel XIII, Liefg. 16) eine sehr grosse Zahl genau paralleler Profile in gleichen Abständen erforderlich.

Die Messungen wurden mit dem Amsler'schen Planimeter

ausgeführt.

Die Kolonne 1 zeigt eine vollkommene Gesetzmässigkeit der Faltung. Von Osten wie von Westen her nimmt der Ouerschnitt der Faltungsmasse kontinuierlich zu und erreicht in Profil 12 mit zirka 765 Hektaren ihr Maximum. Das Maximum des Faltungsquerschnittes und damit das Maximum der brandenden Faltung der Säntisdecke überhaupt liegt in einem Querprofil, das zwischen den zwei am höchsten stehen gebliebenen dominierenden Gipfeln Säntis (2504 M. in der nördlichen Faltenpruppe) und Altmann (2438 M. in der südlichen Faltengruppe) durchzieht. Die maximale Faltenentwicklung im Profil 12 fällt zusammen mit der gleichzeitigen mittleren Kulmination der Gewölbe- und Muldenlinien (vergl. Liefg. 16, S. 363), wie sie auf einen Blick auf Tafel XIII, Liefg. 16, überschaut werden kann. Die mittlere Höhe der 7 Schnittpunkte der Muldenlinien mit diesem Profil 12 beträgt hier 1730 M.; diejenige der Gewölbelinien 2500 M.; die mittlere Höhe der Mulden- und Gewölbescheitel, die hier zugleich die Kulmination der mittleren Höhe der Faltenscheitel darstellt, ist 2115 M.

B. Das Faltungsniveau (Kolonne 7).

Unter Faltungsniveau ist verstanden die Profilfläche der Faltungsmasse dividiert durch die geologische Basislinie; das ist die mittlere Höhe der Auffaltung bis zum Gault. (Die Basis liegt in unserem Falle bei 1000 M. und ist seitlich begrenzt durch die rekonstruierten absteigenden Gaultlinien.) Das Faltungsniveau erreicht ebenso in Profil 12 zwischen Säntis und Altmann mit 1390 M., d. h. zirka 2390 M. über Meer das Maximum.

C. Die topographische Profilfläche (Kolonne 2).

Als topographische Profilfläche wurde gemessen die Fläche, die oben durch den jetzigen Oberflächenumriss, unten durch die Basis 1000 M. und seitlich durch die rekonstruierte Faltenlinie des Gault umschrieben wird. Die grösste Entwicklung der topographischen Querschnittfläche fällt auf Profil 13, das den Altmann durchschneidet. Die Flächenentwicklung im Querprofil des stehenden Gebirges ist somit zirka 1 Km. östlich von der maximalen Faltenentwicklung am grössten.

D. Die mittlere topographische Höhe (Kolonne 8).

Darunter ist hier die topographische Profilfläche (Kolonne 2) dividiert durch die Basis bei 1000 M. (Kolonne 6) verstanden. Das Maximum von 2036 M. über Meer fällt wieder mit der maximalen Faltenentwicklung auf Profil 12 zusammen. Von der Faltenlinie des Gault sind also durchschnittlich zirka 2390—2036 = zirka 350 M. abgetragen.

E. Die positive Denudation (Kolonne 3).

Es wurden planimetrisch die Flächenstücke zwischen den rekonstruierten Gaultluftlinien und der topographischen Oberfläche gemessen. Dabei ergiebt sich unter den verschiedenen Querprofilen des ganzen Säntisgebirges beiderseits der geologischen Mitte des Gebirges eine verstärkte Denudation (in Profil 16 östlich und in Profil 9 und 10 westlich). Das ausschlaggebende Maximum der Denudation liegt auf der westlichen Gebirgsseite im Profil 9 oder Profil 10, da wo der mächtige Wildhauser Schafberg und mit ihm die Gewölbe IV und V, wie mit einem Mal wegerodiert sind. Hier ist der Abtrag (300 Hektaren) unter der Gaultlinie schon grösser als der über 1000 M. noch stehengebliebene Gebirgsrest (zirka 230 Hektaren). Die Ursache des plötzlichen Erosionsabbruches des Wildhauser Schafberges gegen Westen bleibt uns ein grosses Rätsel, weil keine nennenswerten Brüche und

Zusammenstellung der Messungen über Faltung und Denudation im Säntisgebirge

aus den Profilen Tafel I, II, III, IV, V von Lieferung 16 der Beiträge zur geol Karte der Schweiz.

8	Relativer Zusammen- schub	9,5?	5,1	2,6	1	8.5	3,1	ı	3,3	3,6	3,5
12	Absoluter Zusammen- schub der Faltung in Metern	30003	1820	1720		1240	5540		7430	87.00	10 820
11	lndex der Relief- gliederung im	1,21	1,17	1,34	1,20	1,23	1.18	1,20	1,24	1,22	1,37
10	Länge des dazu gehörigen Grundrisses in Metern	520	030	800	2410	3030	3420	3740	3920	3920	1880
6	Länge der topograph. Profil-Linie im Kreide- massiv in Metern	630	730	1170	3880	3730	4070	4490	4870	4780	0899
8	Mittlere topograph. Höhe ü/M. in Metern	1435	1471	1276	1324	1428	1524	1543	1464	1421	1527
7	Faltungs- Niveau ü/M. in Metern	1575	1587	1415	1850	1869	1962		2020	2030	2107
9	Länge der horizontalen geol. Basis bei 1000 M. ü/M.	400	024	1050	5000	2450	5600	3000	3300	3400	4400
2		5,5	5,3	14,6	105	105,3	114		182	202	355
ħ	Negative Denudation in Hektaren	0,05	0,1	8,0	I	2,4	15	86	30	33	45
3	Positive Denudation in Hektaren	5,6	5,3	15,4	105	107,7	129	ı	303	330	300
8	Topograph. Profil- Fläche, geol. Basis bei 1000 M. in	17,4	21,2	59,0	64,8	104,8	136	163	15/	143	335
1	Querschnitt der faltMasse zwischen der Faltenlinie des ob. Gault u. d. Basis 1000 M. ü/M. in Hektaren	- S.	56,4	43,6	170	213	350		3:6	350	487
.0	TemuN-lifor4	16	1c	<u>ે</u>	3	V	3	9	7	∞	6

	3,5	١	3,5	3,7	3,3	3,1	3,1	1	2,7	2,6	ĉ,ĉ	1	1,9	9,0	1.3	1	l	
	10 820	ı	13 880	15 540	14 160	12 670	12 130	ı	0850	0000	7080		3360	3200	36.0	l	ı	ı
	1,37	1,29	1,33	1,43	1,49	1,44	1,43	1,46	1,60	1,61	1,43	١	1,30	1,33	1,11	1,08	1,08	1,05
İ	7880	5340	0089	0:300	6140	0989	6480	0809	5880	2900	6040		4140	3280	0668	7000	3870	3010
İ	0899	0889	8390	0688	9150	0440	0988	0068	0886	081/6	0098	1	53/10	1360	4410	/320	4180	3150
i	1527	1553	2046	3036	1964	1893	1775	1722	1718	1577	1476	1473	1387	1446	1030	1		1
	2107		6866	3391	5239	2207	2108	2071	2027	1896	1619	1576	1636	1423	1234	1089	1	
1	4400	4700	9099	5500	6100	0009	0062	2000	0092	0099	2800	0000	3650	0098	2050	90,		1
	255	1	154	195	691	 <u>&</u>	197	506	172	178	- 82	57	16	9	- č7	9		
	45	04	8	65	1/2	 %	- 68	- 27	98	35	37	17	13	- 16				1
	300		219	240	523	224	336	848	508	503	120	74	103	<u> </u> []	15	9	 	
1	335	096	890	570	883	986	457	927	801/	<u>।</u> हरह	92.8	360	141	116	$\frac{1}{9}$			<u> </u>
1	487		732	765	756	724	654	(33	575	205	359	317	333	110	84/	9	1	
	G	10	11	12	13	14	15	16	17	81	06	21	55	83	35	98	37	53

keine entsprechend rasche Veränderung der Faltung nachgewiesen werden kann.

F. Die negative Denudation (Kolonne 4).

Darunter ist verstanden die Querschnittfläche der nicht erodierten jüngeren Gebilde, die über dem Gault noch erhalten geblieben sind. Am meisten Seewerkalk ist in den Mulden des Säntisprofiles (Profil 11) erhalten geblieben.

G. Der Abtrag (Kolonne 5).

Ein Mass für den eigentlichen Abtrag auf die Gaultlinie bezogen erhält man durch Subtraktion der negativen Denudation von der positiven. Dieser Wert der Denudation zur topographischen Fläche (Kolonne 2) addiert, ergibt wieder den Querschnitt der Faltungsmasse.

Ein Blick auf die Profile (Tafel I, II, III, IV, V, Liefg. 16 der Beiträge) zeigt, dass die grössten Abträge (positive Denudation) auf die Gewölbe fallen, und unter den Gewölben selbst fällt der grösste Abtrag auf das höchste und mächtigste Gewölbe III, der zweitgrösste auf das zweithöchste und gegen Norden sehr exponierte Gewölbe I. Umgekehrt liegen die über der Gaultlinie erhalten gebliebenen Massen (= negative Denudation) bei weitem vorherrschend in den Muldenkernen. Dies gilt nicht nur für die einzelnen Profile, sondern auch für das Säntisgebirge in seiner ganzen Längserstreckung; je tiefer sich von der mittleren Säntisgegend nach den äussersten Enden gegen Osten und Westen die Gewölbe senken, umsomehr davon ist von Abtragung verschont geblieben. Von Westen her hat die Erosion fast plötzlich angegriffen (Profil 9 und 10); von Osten her hat sie zunächst im höher liegenden und stärker gefalteten Westflügel des grossen Sax-Schwendibruches plötzlich, von hier an weiter gegen Westen allmählig und scharf modellierend gewirkt, und in der Mitte (Profil 11-13) steht noch eine feste hohe Querbarriere. Durch die Wegnahme der Gewölbe und das Verschontbleiben der Muldenkerne sind die Höhendifferenzen zwischen Berg und Tal viel geringer geworden, als wenn die Denudation überall auf die gleiche Schichtfuge abgeschält hätte. Die gleichen Verhältnisse finden wir bei weniger starker Faltung im Juragebirge, zum Unterschied von flachwellig gefalteten Gebirgen oder gar Plateaugebieten, wo die Höhendifferenzen an der Oberfläche die Differenzen in der Faltenhöhe übersteigen (z. B. Gegend von Zürich).

H. Die Gliederung der Oberfläche im Querprofil (Kolonne 11).

Das Verhältnis der orographischen Oberfläche zur horizontalen Basis ist ein natürlicher Masstab für das Relief, für die Gliederung der Oberfläche. In der nebenstehenden Tabelle wurde die Oberfläche für das ganze Kreidemassiv (inkl. Seewerkalk) bemessen. Ueber die Oberflächenbestimmung im Säntisgebirge hat J. Früh in Hettners geographischer Zeitschrift, Band IX, Heft 3, 1903, berichtet (vergl. auch Beiträge Liefg. 16, S. 309). Aus dem Relief von Alb. Heim in 1:5000 erhält er eine 1,9 mal grössere Oberfläche als Basis. Die Zahlen nebenstehender Tabelle (Kolonne 11) bezeichnen die Länge der Umrisslinie im Querprofil. Die Messung wurde möglichst genau ausgeführt, sodass 1/2 Mm. noch berücksichtigt ist. Die Zahlen sind auffallend klein. Die von Früh bestimmte Zahl 1,9 des Flächenverhältnisses sollte etwa einem Mittelwerte von Längsprofil- und Querprofilgliederung entsprechen. Die Längsprofilgliederung ist aber sicher bedeutend kleiner als die Querprofilgliederung. Die absolute Differenz der Zahlenwerte mag davon herrühren, dass das Relief in viermal grösserem Masstab und dazu ausserordentlich genau und scharf der Natur entsprechend gegliedert ist. Die Bestimmung des absoluten Verhältnisses von Oberfläche zur Grundrissfläche ist unmöglich. Wir können kaum eine Annäherung an die richtige Zahl ermitteln. Das Relief des Säntis geht, von Bergsturzblöcken und dergleichen abgesehen, auf Einzelheiten bis unter zirka 5 M. der natürlichen Grösse ein; aber die schärfsten und feinsten Kanten sind in der Gelatineschicht auf der äusseren Fläche des Relief-Negatifs stets stark abgestumpft, und dadurch geht schon ein grosser Prozentsatz der wahren Oberfläche, vielleicht 100 %, bei der Bestimmung verloren. Aus den Profilen 1:20,000 sind Beträge von unter 20 M. schon nicht mehr genau messbar, obwohl noch unvergleichlich genauer als die meisten der üblichen Bestimmungen aus den topographischen Karten.

Bei Oberflächenmessung sollte stets das Mass der Genauigkeit angegeben werden; denn die resultierende Zahl hängt in felsigen Gebirgen lediglich vom Mass der Genauigkeit ab. Je grösser die Genauigkeit der Bestimmung, umso grösser wird die Oberfläche. Sie könnte im Säntis gewiss auf das fünffache erhöht werden. Ein Karrenfeld allein kann wohl eine 10 bis 20 mal grössere Oberfläche als Grundriss besitzen.

Der Wert der nebenstehenden Zahlenreihe liegt nur in den relativen Grössen der einzelnen Profile zueinander. Da fällt in den Zahlen die geringe Oberflächengrösse in dem tiefliegenden hügeligen Ostende der Säntisgruppe auf, und sehr deutlich ist die rasche Zunahme der Gliederung gegen das hohe Säntisinnere ausgesprochen. Die maximale Gliederung der Oberfläche fällt etwa 4 Km. weit östlich der maximalen Gebirgsfaltung in die Gegend des Fählensees (Profil 18), wo die kühnsten und schönsten Formen des Säntisgebirges, die steilsten Wände und schärfsten Gipfel (Kreuzberge, Hundsteingrat, Marwies) aufragen. Auch in der Oberflächengliederung giebt sich die Wirkung des gewaltigen Sax-Schwendibruches kund. Vor allem hat dessen vertikale Componende die plötzliche relativ grössere Höhe und Intensität der Faltung des Westflügels und seine exponierte Lage gegenüber dem gesunkenen Ostflügel diese scharfe Modellierung bedingt.

Eine ganz andere Frage würde lauten: Vermehrt sich gegenwärtig noch die Oberfläche im Säntisgebirge oder nimmt sie ab? In den höheren Regionen, wo bis in den Frühsommer der Schnee liegen bleibt, sind die Karrenfelder frisch und scharf gezackt, während die Karrenbildung in den tieferen Regionen in die Zeit der Rückzugsstadien der letzten Vergletscherung fällt und die Oberflächengliederung abnimmt. In der Gegend des Fählensees (Profil 18) scheint mir die Schärfe der Oberflächengliederung auch zeitlich ihr Maximum erreicht zu haben, während die Gliederung und Grösse der Oberfläche in der höchsten Region wahrscheinlich noch im Fortschritte steht.

I. Der absolute Zusammenschub (Kolonne 12).

Auch der absolute Zusammenschub, d. h. die Differenz der ausgestreckten Faltenlinie im Gault und der geologischen Basis bei 1000 M. zeigt von Westen wie von Osten her ein gleichmässiges Anwachsen, bis er wiederum im Profil 12 zwischen Altmann und Säntis mit 15½ Km. das Maximum erreicht. Die Zahlen der Tabellen sind etwas grösser als diejenigen, die in Liefg. 16 S. 120 und 121 gegeben sind, weil dort eine Zurückführung der reduzierten Mittelschenkel auf normale Mächtigkeit vorgenommen wurde. In der nebenstehenden Tabelle ist diese für den absoluten und relativen Zusammenschub absichtlich nicht berücksichtigt worden.

K. Der relative Zusammenschub (Kolonne 13).

Darunter ist hier verstanden das Verhältnis der abgewickelten Gaultfaltenlinie zur geologischen Basis bei 1000 M. Die Zahlenreihe ergibt zwei Maxima, wovon das eine und

wichtigste mit 3,7 wieder auf das Profil 12 fällt. Das zweite stärkere Maximum fällt auf das sehr stark zerknitterte, schmal gepresste Westende des Säntisgebirges mit geringem absolutem Zusammenschub.

L. Rückblick.

- 1. Alle Zahlen, die ein Mass für die Intensität, die Masse oder die Höhe der Faltung enthalten: der Querschnitt der Faltungsmasse, das Faltungsniveau, die mittlere Höhe der Muldenlinien, der Gewölbelinien und damit allgemein der Faltenscheitel, ferner der absolute und relative Zusammenschub alle erreichen in Profil 12 ein Maximum. In dieser Profillinie, die zwischen den dominierenden Gipfeln Säntis und Altmann durchzieht, erreicht die Säntisdecke (vom Riseten-Fridlispitz westlich des Linthtales bis in die Gegend des Hohen Kasten im Osten) die grösste brandende Entfaltung.
- 2. Die grösste topographische Querschnittsläche durchzieht den Altmann und die Wasserscheide des Rotsteinpasses, die grösste mittlere topographische Höhe der Obersläche liegt unmittelbar daneben in Profil 12 mit zirka 2040 M. über Meer. Die Hauptdenudation fällt unmittelbar vor das Westende des Wildhauser Schafberges. Ganz abweichend, aber doch sehr gesetzmässig, verhält sich die Oberslächengliederung, die weit östlich der maximaten Faltungsregion im Gebiet des Fählensees, im Westslügel des Sax-Schwendibruches die mannigfaltigste Entwickelung erlangt hat.

Ueber die Bedeutung der Fortschritte im Berg- und Hüttenwesen für die schweizerischen Erzlagerstätten.

Von H. Büeler, Ing. Chem.

Drei Ursachen sind es, die gewöhnlich das rasche Ende von Bergbauunternehmungen herbeiführen:

- 1. Spekulationssucht ohne die Absicht einen regulären Betrieb einzuführen.
- 2. Ungünstige geographische Lage und Mangel an Verkehrswegen und -mitteln.