

Beziehungen zwischen Faltung und Denudation im Säntisgebirge

Autor(en): **Heim, Arnold**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **9 (1906-1907)**

Heft 1

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-156578>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 Kreidezeit betrachtet werden.

Die Planorbenkalke liegen nach Ansicht des Referenten an primärer Lagerstätte; dieselben haben sich in seichten Süswasseransammlungen 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 topographischen 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 Querschnitt 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 Gaultlinien und der topographischen Oberfläche gemessen. Dabei ergibt 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*.

Profil - Numero.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Querschnitt der Falt.-Masse zwischen der Faltenlinie des ob. Gault u. d. Basis 1000 M. ü./M. in Hektaren	Topograph. Profil-Fläche, geol. Basis bei 1000 M. in Hektaren	Positive Denudation in Hektaren	Negative Denudation in Hektaren	Abtrag = Pos. D. — Neg. D. in Hektaren	Länge der horizontalen geol. Basis bei 1000 M. ü./M. in Metern	Faltungs-Niveau ü./M. in Metern	Mittlere topograph. Höhe ü./M. in Metern	Länge der topograph. Profil-Linie im Kreidemassiv in Metern	Länge des dazu gehörigen Grundrisses in Metern	Index der Relief-gliederung im Querprofil	Absoluter Zusammen-schub der Faltung in Metern	Relativer Zusammen-schub
1b	23	17,4	5,6	0,05	5,5	400	1575	1435	630	520	1,21*	2000?	9,5?
1c	26,4	21,2	5,3	0,1	5,2	450	1587	1471	730	620	1,17	1820	5,1
2	43,6	29,0	15,4	0,8	14,6	1050	1415	1276	1170	800	1,34	1720	2,6
3	170	64,8	105	—	105	2000	1850	1324	2880	2410	1,20	—	—
4	213	104,8	107,7	2,4	105,3	2450	1869	1428	3730	3030	1,23	4240	2,8
5	250	136	129	45	114	2600	1962	1524	4040	3420	1,18	5540	3,1
6	—	163	—	28	—	3000	—	1543	4490	3740	1,20	—	—
7	336	154	202	20	182	3300	2020	1464	4870	3920	1,24	7420	3,3
8	350	143	230	23	207	3400	2030	1421	4780	3920	1,22	8760	3,6
9	487	232	300	45	255	4400	2107	1527	6680	1880	1,37	10 820	3,5

9	487	232	300	45	255	4400	2107	1527	6680	4880	1,37	10 820	3,5
10	—	260	—	40	—	4700	—	1553	6880	5340	1,29	—	—
11	722	568	219	65	154	5600	2289	2016	8300	6300	1,33	13 880	3,5
12	765	570	240	45	195	5500	2391	2036	8800	6200	1,43	15 540	3,7
13	756	588	223	54	169	6100	2239	1964	9150	6140	1,49	14 160	3,3
14	724	536	224	36	188	6000	2207	1893	9140	6360	1,44	12 640	3,1
15	654	457	236	39	197	5900	2108	1775	8860	6180	1,43	12 120	3,1
16	632	426	248	42	206	5900	2071	1722	8000	6080	1,46	—	—
17	575	403	208	36	172	5600	2027	1718	9380	5880	1,60	9820	2,7
18	502	323	203	25	178	5600	1896	1577	9480	5900	1,61	9500	2,6
20	359	276	120	37	83	5800	1619	1476	8600	6040	1,42	7080	2,2
21	317	260	74	17	57	5500	1576	1473	—	—	—	—	—
22	232	141	103	12	91	3650	1636	1387	5340	4140	1,30	3360	1,9
23	110	116	15	21	6	2600	1423	1446	4360	3280	1,33	2500	2,0
25	48	6	42	—	42	2050	1234	1030	4410	3000	1,11	340	1,2
26	6	—	6	—	6	700	1089	—	4320	4000	1,08	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	4180	3870	1,08	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	3150	3010	1,05	—	—

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 Säntisprofils (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 $\frac{1}{2}$ Mm. noch berücksichtigt ist. Die Zahlen sind auffallend klein. Die von Fröh 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 Bergsturzböcken 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 tief-
liegenden 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, Hund-
steingrat, Marwies) aufragen. Auch in der Oberflächengliederung
gibt sich die Wirkung des gewaltigen Sax-Schwendi-
bruches kund. Vor allem hat dessen vertikale Componente
die plötzliche relativ grössere Höhe und Intensität der Fal-
tung 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 Maxi-
mum 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 $15\frac{1}{2}$ Km. das Maximum
erreicht. Die Zahlen der Tabellen sind etwas grösser als die-
jenigen, die in Liefg. 16 S. 120 und 121 gegeben sind, weil
dort eine Zurückführung der reduzierten Mittelschenkel auf
normale Mächtigkeit vorgenommen wurde. In der neben-
stehenden Tabelle ist diese für den absoluten und relativen
Zusammenschub absichtlich nicht berücksichtigt worden.

K. Der relative Zusammenschub (Kolonne 13).

Darunter ist hier verstanden das Verhältniss der abge-
wickelten 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-Fridlispietz westlich des Linthtales bis in die Gegend des Hohen Kasten im Osten) die grösste brandende Entfaltung.

2. Die grösste topographische Querschnittfläche durchzieht den Altmann und die Wasserscheide des Rotsteinpasses, die grösste mittlere topographische Höhe der Oberfläche 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 Oberflächengliederung, die weit östlich der maximalen Faltungsregion im Gebiet des Fählensees, im Westflügel des Sax-Schwendibruches die mannigfaltigste Entwicklung 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.