

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 89 (1947)

**Heft:** 10

**Artikel:** Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Gehalt des Futters an lebensnotwendigen Mineralstoffen

**Autor:** Krupski, A. / Huber, H. / Grünigen, F. von

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-588043>

### **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:** 12.01.2026

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

negativ ausgefallen. Diese Befunde berechtigen zum Schluß, daß von diesen Kühen weder Buck-19-Keime noch virulente Bangkeime ausgeschieden werden. Für Bestände, die auf ein ungestörtes Absinken des durch die Buckimpfung verursachten Agglutinin titers Wert legen, ist die Separation der geimpften Tiere von den banginfizierten Tieren des Bestandes zu empfehlen.

---

Aus der Beobachtungsstation für Rinder und aus dem Institut für interne Vet.-Medizin der Universität Zürich, aus dem Mineralogisch-Petrographischen Institut der E.T.H. und aus der Eidg. Agrikulturchem. Anstalt Liebefeld, Bern.

### **Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Gehalt des Futters an lebensnotwendigen Mineralstoffen<sup>1)</sup>.**

Untersuchungen auf Alpweiden, Mayens und in Dörfern des Val d'Hérens, Valais. Zugleich Beitrag zur Frage des Einflusses der Alpung und des ortsgebundenen Futters auf das Rind.

Von A. Krupski, H. Huber, F. von Grünigen,  
F. de Quervain und H. Ulrich.

Während der Sommer 1944 und insbesondere 1945, teilweise auch 1946, entnahmen wir im Val d'Hérens auf Alpweiden, Mayens und im Talboden zahlreiche Erd-, Gras- und Heuproben, zum Zwecke des Studiums der Beziehungen zwischen der Unterlage des die Weiden und Wiesen bildenden Pflanzenteppichs und dessen Gehalt an lebenswichtigen Mineralstoffen. Die Arbeit erschien uns aus dem Grunde bedeutungsvoll, weil im ganzen Alpengebiet das dem großen und kleinen Wiederkäuer als Futter dienende Gras und Heu mehr oder weniger phosphorarm ist, was die Ursache einer weitverbreiteten Mangelstörung besonders beim Rind abgibt. 1944 sind die Alpweiden Le Prélèt und Cotter einer Bearbeitung unterzogen worden, indem wir zunächst auf sog. Fett- und

---

<sup>1)</sup> Untersuchungen mit Unterstützung aus dem Arbeitsbeschaffungskredit des Bundesamtes für Industrie, Gewerbe und Arbeit.

Anmerkung der Redaktion. Die Aufnahme dieser Arbeit erfolgte, nachdem die Redaktionskommission den Wunsch ausgesprochen hatte, das Archiv möchte auch die Grenzgebiete der Veterinärmedizin berücksichtigen. Ferner soll damit dokumentiert werden, daß unser Berufsstand auch an der Ernährungsphysiologie interessiert ist.

Magerstellen Bodenproben entnahmen<sup>1)</sup> und weiterhin neben Grasmischproben Einzelpflanzen sammelten, die als bestandbildend für die betreffende Weide angesehen werden mußten. Im Sommer 1945 gingen wir dazu über, systematisch an zahlreichen Stellen, z. B. einer Alp, Grasgemische zu entnehmen und zugleich an den gleichen Orten Bodenprofile aufzunehmen und Erdproben auszuheben. In dieser Weise konnten folgende Alpweiden bearbeitet werden: Le Tsaté, Bréona, Les Rosses, Bricola, Perroc, Ferpècle, Montagne d'Eison, Lovégno, Bertol, Louché (oder Lucel), Pra Gra, Arolla, La Coûta, La Crêta, Tsarmine, La Tsa, La Niva, Arbey, Vouasson, La Meina, Artsinol, Le Liapèy, L'Outaret und La Barma im Val des Dix.

Schließlich stammen die Proben aus verschiedenen Mayens und aus folgenden Dörfern des Val d'Hérens: La Forcla, La Sage, Villa, Les Haudères, Evolène, Eison, Trogne, St. Martin, Suen, Mase, Vernamiège, Nax, Mayens de Pralong (Val d'Héremence), Héremence, Vex, Euseigne, La Crêta, La Luette, Pra Jean.

Die Örtlichkeiten, die wir für die Entnahme auswählten, sind zunächst allgemein in geologischer und petrographischer Hinsicht, sodann auch botanisch beurteilt worden, worauf wir im besonderen die Grasproben noch einmal botanisch analysierten und den Gehalt an Ca, Mg, P, K, Na, Cl und S bestimmten.

Die Profile, Erd- und Gesteinsproben erfuhren eine mineralogisch-petrographische und bodenkundliche Bearbeitung. Im folgenden soll nun im einzelnen auf alle diese Analysen eingegangen werden.

In Gebieten endodynamomorpher Bodenentwicklung, welche in den Alpgebieten vorwiegend anzutreffen ist, kommt bei der Beurteilung der zahlreichen Faktoren, die für die Bodenbildung von Bedeutung sind, der Untersuchung der geologisch-petrographischen Grundlagen besonderes Gewicht zu.

Berücksichtigen wir dabei den Umstand, daß im allgemeinen auf den Alpweiden Einflüsse und Eingriffe seitens des Menschen den gesamten Stoffbestand der Böden nicht veränderten, weiterhin, daß keine Düngemittel je diesen Böden zugeführt wurden, so muß der den Pflanzen dienenden, einzigen Quelle mineralischer Roh-, Bau- und Nährstoffe, dem Gesteinsmaterial, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Wohl gestalten sich dort, wo durch Weidgang und Bissedüngung der Pflanzenwuchs und die Bodenkrume umgestaltet werden, die Verhältnisse komplexer, indem sich der tierische

---

<sup>1)</sup> siehe Karte III.

Tabelle 1. Herkunft und Analysendaten der Boden- und Grasproben.

Nummer	Ort	Koordinaten	Höhe m ü.M.	Lage	Neigungswinkel	Magerweide	Fettweide	Gew. %			Düngungszustand					Pflanzenasche g/kg Trockensubstanz							
								-H <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O+Humus	Glühverlust	Tiefe cm	pH	Testzahl			CaCO <sub>3</sub> %	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
													A <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	%								
1	Tsaté	608.45/105.35	2700	SSW	25-30°	+		3.58	7.42	11.00	10 35 60	6.0 6.4 6.4	1.5 1.5 1.0	0.1 0.2 0.7	0 0 0	14.4	2.38	2.17	17.55	0.30	3.59	1.46	
2	Tsaté	608.38 / 105.65	2720	S	~30°	+		2.54	7.55	10.09	5 40 60	5.6 5.2 5.4	1.5 2.0 2.0	0.1 0 0	0 0 0	8.59	1.74	1.97	13.72	0.37	2.70	0.89	
3	Tsaté	608.70 / 105.47	2700	SW	20-25°	+		0.99	5.55	6.54	10 40 65	5.5 5.7 6.2	2.5 1.5 2.0	0.2 0 0.1	0 0 0	11.25	2.27	3.48	16.94	0.33	3.57	1.61	
4	Tsaté	608.32/105.15	2600	SW	~10°	+		4.71	13.0	17.71	5 25 40	5.1 5.2 5.4	3.0 1.5 2.0	Spur 0.3 0.4	0 0 0	5.77	1.09	2.24	9.21	0.45	1.66	0.77	
5	Tsaté	608.11 / 105.15	2550	SW	~37°	+		3.0	9.06	12.06	10 35 60	5.8 6.1 6.3	1.5 1.0 Spur	1.2 Spur 1.2	0 0 0	13.77	2.38	3.35	17.89	0.41	3.75	1.15	
6	Tsaté	607.80 / 105.38	2535	WNW	30°	+		3.19	10.2	13.39	5 25	5.6 5.8	2.5 1.5	0.5 0.5	0 0	7.52	1.05	2.37	9.94	0.40	1.92	0.81	
7	Tsaté	608.06 / 105.0	2445	W	eben	+		2.9	11.9	14.8	10 30	5.6 5.9	3.0 1.0	3.6 1.5	0 0	10.00	2.97	4.07	35.75	0.37	4.10	1.61	
8	Tsaté	608.0 / 104.8	2460	W	10°	+		5.37	17.4	22.77	5 20 35	5.7 5.8 6.0	3.5 2.0 1.5	2.7 2.1 1.2	0 0 0	5.3	1.47	4.54	15.29	0.36	4.79	0.86	
9	Tsaté	607.79 / 105.63	2500	NW	33°	+		1.79	7.95	9.92	10 100	6.1 6.1	3.0 2.0	0.6 0.3	0 0	16.31	1.63	2.57	16.56	0.40	2.00	0.93	
10	Tsaté	607.05 / 105.12	2150	SW	eben	+		3.90	11.23	15.13	12 37 70	6.1 6.3 6.3	9.0 2.0 2.0	2.1 0.2 0.3	0 0 0	12.27	2.28	3.64	29.79	0.38	4.18	1.41	
11	Tsaté	607.11 / 104.75	2155	W	22°	+		4.19	13.5	17.69	5 30 70	6.5 6.5 6.7	7.0 1.5 1.0	1.4 1.3 1.2	0 0 Spur	15.36	2.81	5.01	22.37	0.33	5.23	2.29	
12	Tsaté	607.11 / 104.80	2155	N	22°	+		2.90	10.5	13.40	10 40 75	6.5 6.5 6.5	3.0 1.5 1.0	0.8 0.1 0.4	0 0 0	13.03	1.31	4.85	24.02	0.54	2.18	0.96	
13	Tsaté	606.95 / 105.06	2100	WNW	15-20°	+		4.42	15.6	20.02	7 40	6.3 6.4	3.0 2.0	0.7 0.2	0 0	15.44	1.59	3.79	21.80	0.35	4.62	2.26	
14	Tsaté	606.93 / 104.82	2080	SW	25-30°	+		3.50	11.3	14.80	10 30 50	5.7 5.4 5.9	5.5 2.5 2.0	0.9 0.1 0	0 0 0	36.01	1.84	4.07	17.11	0.31	2.09	1.16	
15	Tsaté	607.0 / 104.65	2070	NW	15-30°	+		2.69	8.0	10.69	15 45 60	5.9 6.0 6.3	5.0 1.5 1.9	0.5 0.1 0.6	0 0 0	18.72	2.13	4.39	28.59	0.63	4.18	1.59	
16	Tsaté	607.50 / 104.80	2285	WNW	28-30°	+		4.95	12.6	17.55	5 60	6.0 6.3	9.0 1.9	1.7 0.6	0 0	12.53	1.60	6.91	18.89	0.37	2.27	1.10	
17	Tsaté	607.62 / 105.13	2350	W	20°	+		1.46	9.2	10.66	10 70	5.7 5.3	2.5 7.0	0.3 0.1	0 0	11.11	1.61	3.44	13.56	0.33	1.74	0.85	
18	Tsaté	607.5 / 105.57	2340	WNW	20°	+		4.17	11.9	16.07	10 65	5.5 5.6	4.5 3.0	0.8 0	0 0	17.44	1.46	6.03	13.02	0.37	3.05	1.13	
19	Tsaté	607.70 / 106.1	2525	W	25°	+		4.17	11.90	16.07	10 60	6.4 6.4	5.0 1.0	2.0 0.3	0 Spur	20.41	1.57	2.82	17.02	0.40	2.61	1.23	
20	Tsaté	607.03 / 105.45	2245	W	0-10°	+		6.68	23.0	29.68	5 30 45	6.6 6.7 6.7	35.0 2.0 1.0	2.9 0.2 0.7	0 0 0	13.84	2.20	4.67	20.94	0.41	5.66	1.44	
21	Bréona	607.55/103.69	2210	WSW	20°	+		1.67	12.2	13.87	10 40	6.5 6.5	8.0 3.0	3.2 0.7	0 0	6.91	1.10	3.90	10.48	0.37	1.66	0.75	
22	Bréona	607.52 / 103.54	2155	SW	5-15°	+		1.57	13.55	15.12	5 20 75	6.4 6.4 6.6	3.5 3.0 2.5	0.3 0 0	0 0 0	11.13	2.36	4.63	21.29	0.39	4.18	1.73	
23	Bréona	608.14 / 103.50	2210	WNW	30-35°	+		2.29	9.7	11.99	5 25	6.5 6.7	12.0 2.0	3.0 0.7	0 0	13.64	1.39	2.63	11.81	0.29	1.31	0.84	
24	Bréona	608.45 / 103.45	2290	SW	20°	+		1.50	6.24	7.74	5 45	6.4 6.2	5.5 2.0	2.6 0.9	0 0	17.75	1.93	3.68	18.83	0.28	2.18	1.02	
25	Bréona	608.75 / 103.37	2380	S	30°	+		3.39	8.64	12.03	7 60	6.0 6.1	4.0 1.0	1.0 0	0 0	12.08	1.33	2.70	14.68	0.36	4.10	0.91	
26	Bréona	608.54 / 103.5	2370	W	5-10°	+		3.98	12.8	16.78	5 55	6.1 6.3	3.0 1.0	1.0 0	0 0	10.31	1.72	3.74	24.77	0.31	5.58	1.19	



Tabelle 2. Herkunft und Analysendaten der Boden- und Grasproben.

Nummer	Ort	Koordinaten	Höhe m.ü.M.	Lage	Neigungswinkel	Magerweide	Fettweide	Gew. %			Düngungszustand					Pflanzenasche g/kg Trockensubstanz						
								-H <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O+Humus	Glühverlust	Tiefe cm	pH	Testzahl			Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
													P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> %							
27	Bréona	608.5 / 103.67	2380	W	5-10°	+		9.70	14.8	24.5	5	5.4	2.5	0.4	0	12.82	1.47	4.24	16.37	0.31	2.53	1.27
											30	5.8	1.0	Spur	0							
											55	6.1	1.5	0.5	0							
28	Bréona	608.05 / 103.83	2325	SW	5-10°	+		6.17	19.0	25.17	5	5.6	4.0	2.1	0	2.29	0.78	2.19	5.73	0.28	1.57	0.57
											30	5.9	3.0	0.8	0							
											60	6.0	3.0	1.2	0							
29	Bréona	607.75 / 104.03	2330	SSW	5°	+		2.95	12.1	15.05	10	6.0	6.5	0.4	0	4.85	0.61	3.69	8.01	0.36	2.18	0.78
											45	6.3	2.0	0.1	0							
30	Bréona	608.74 / 103.55	2430	WSW	10-15°	+		2.25	8.13	10.38	10	6.1	3.5	3.0	0	10.22	3.28	4.11	37.04	0.30	5.32	1.20
											40	5.8	2.0	0	0							
											70	6.1	0	0.7	0							
31	Bréona	608.93 / 108.64	2485	SW	5-10°	+		3.37	10.4	13.41	10	4.9	1.5	0.6	0	6.73	1.72	5.20	16.47	0.37	2.96	1.26
											60	5.4	1.0	0	0							
32	Bréona	609.15 / 103.75	2540	S	15-20°	+		4.05	13.3	17.35	7	4.8	1.0	0.4	0	14.65	1.95	4.32	15.80	0.27	2.96	1.41
											60	4.9	1.0	0	0							
33	Bréona	609.35 / 104.00	2590	SW	0-15°	+		5.95	17.15	23.10	5	5.0	1.5	1.6	0	6.46	1.24	2.29	8.26	0.41	2.00	0.96
											20	5.5	Spur	0.4	0							
											50	5.6	0	0	0							
34	Bréona	609.63 / 104.33	2670	SW	0-5°	+		1.55	5.24	6.79	5	5.1	4.0	6.6	0	6.59	2.03	3.36	20.65	0.36	4.36	1.15
											45	5.3	Spur	0.1	0							
35	Bréona	609.30 / 104.18	2590	SW	eben	+		2.63	10.85	13.48	10	5.8	2.0	1.4	0	8.59	2.32	4.54	17.49	0.31	2.61	1.34
											45	6.1	0	0.2	0							
36	Bréona	608.88 / 103.90	2520	SW	10-15°	+		4.56	18.03	22.59	7	5.8	3.5	3.0	0	9.04	1.46	5.87	13.95	0.57	3.31	1.05
											30	6.0	Spur	0	0							
37	Bréona	608.76 / 103.75	2475	W	15-20°	+		4.24	13.90	18.14	13	6.0	1.0	0.4	0	6.11	1.66	7.78	15.48	0.29	3.14	1.11
											50	6.0	Spur	0.1	0							
38	Bréona	608.5 / 103.0	2240	W	15-20°	+		3.42	12.1	15.52	5	4.8	3.5	2.3	0	4.92	1.01	1.62	7.50	0.33	1.31	0.77
											65	5.3	1.0	0.1	0							
39	Les Rosses	609.51 / 101.12	2460	SW	variabel	+		12.24	83.4	95.64	—	5.0	—	—	0	2.89	0.91	1.28	8.09	0.19	1.32	0.16
40	Les Rosses	609.6 / 101.06	2400	SW	30-40°	+		2.85	9.68	12.53	15	5.0	3.5	1.0	0	2.89	0.80	1.43	8.01	0.27	1.98	0.20
											40	5.5	1.0	0.4	0							
											70	5.6	Spur	0.7	0							
41	Bricola	610.08 / 99.43	2500	SW	10-25°	+		3.57	14.1	17.67	10	5.2	3.0	13.0	0	5.75	1.43	1.42	13.51	0.33	2.53	0.95
											30	5.1	1.0	4.8	0							
42	Bricola	610.16 / 99.36	2560	S	10-25°	+		1.58	8.36	9.94	5	5.1	3.5	2.9	0	7.29	1.42	1.36	15.17	0.29	1.83	0.86
											30	5.3	Spur	0.3	0							
43	Bricola	610.27 / 99.22	2540	S	20-30°	+		2.68	11.35	14.03	14	5.2	Spur	0	0	4.36	1.29	1.24	12.81	0.33	1.83	0.74
											60	4.9	Spur	0.3	0							
44	Bricola	610.68 / 98.59	2620	W	10-20°	+		2.13	9.37	11.50	5	5.0	Spur	1.0	0	4.45	1.55	1.54	17.81	0.24	2.18	0.92
											35	4.8	Spur	0	0							
											100	5.0	Spur	0.8	0							
45	Bricola	610.82 / 99.12	2790	W	eben	+		5.06	22.6	27.66	10	4.7	1.0	0	0	4.71	1.05	0.94	8.81	0.32	0.22	0.72
46	Bricola	610.32 / 99.62	2600	W	10-15°	+		1.0	4.57	5.57	5	5.6	4.0	2.7	0	9.19	1.60	1.59	18.85	0.22	2.88	1.29
											30	5.8	1.5	0.7	0							
47	Bricola	609.77 / 99.57	2430	NW	20°	+		3.11	9.6	12.71	7	4.8	2.0	0.8	0	10.34	2.39	2.11	27.22	0.23	2.00	1.21
											50	5.2	4.5	0.8	0							
48	Bricola	609.80 / 99.70	2380	WSW	10-15°	+		1.90	7.05	8.95	7	4.7	2.5	1.8	0	4.16	1.22	1.14	12.81	0.24	2.79	0.71
											25	4.9	1.5	0.5	0							
49	Bricola-Perroc	609.36 / 100.56	2090	W	20-25°	+		1.32	5.85	7.17	10	5.5	12.0	4.1	0	13.08	1.60	2.04	25.85	0.35	2.09	1.07
											50	5.6	1.0	0.2	0							
50	Perroc	608.96 / 100.60	1960	W	10-15°	+		2.02	10.2	12.22	7	5.5	80.0	9.9	0	9.11	2.51	1.97	19.83	0.40	3.14	1.07
											25	5.8	2.5	1.1	0							
51	Ferpécle	608.22 / 101.10	1830	NE	eben	+		4.0	11.95	15.95	5	5.0	3.0	2.5	0	3.57	1.02	1.38	8.01	0.26	1.32	0.62
											10	5.2	2.0	0.1	0							
											30	5.6	1.5	0.1	0							
52	Ferpécle	608.28 / 101.05	1830	NE	eben	+		2.66	10.3	12.96	10	5.0	3.5	2.4	0	6.02	2.37	2.52	22.88	0.38	3.49	1.58
											15	5.2	1.5	0.2	0							
											45	5.2	2.0	0.4	0							
53	Ferpécle	608.24 / 101.48	1755	WSW	5-10°	+		1.22	5.62	6.84	5	5.3	3.5	3.9	0	13.68	2.44	2.64	28.83	0.26	4.79	1.49
											30	5.0	0	0.3	0							
54	Montagne d'Eison	603.14 / 111.55	2030	WSW	25°	+		3.58	9.85	13.43	7	6.0	6.5	2.4	0	13.25	1.25	2.84	10.18	0.33	0.78	1.03
											65	5.9	1.0	2.5	0							
55	Montagne d'Eison	603.40 / 111.42	2135	SW	25-35°	+		3.64	13.4	17.04	10	6.8	44.0	4.4	0.5	10.74	4.28	4.75	33.90	0.30	5.05	2.72
											100	6.0	1.5	1.2	0							

Tabelle 3. Herkunft und Analysendaten der Boden- und Grasproben.

Nummer	Ort	Koordinaten	Höhe m.ü.M.	Lage	Neigungswinkel	Magerweide	Fettweide	Gew. %			Tiefe cm	Düngungszustand				Pflanzenasche g/kg Trockensubstanz						
								-H <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O-Humus	Glühverlust		pH	Testzahl		Ca CO <sub>3</sub> %	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
													P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O								
56	Montagne d'Eison	604.28 / 111.14	2230	SW	30-35°	+		2.38	8.62	11.00	10	5.6	1.0	0.7	0	4.97	0.78	1.28	6.14	0.51	1.31	0.55
57	Montagne d'Eison	604.48 / 111.30	2340	SWS	10-15°		+	2.9	11.0	13.9	60	5.8	1.0	1.7	0	11.89	1.68	5.12	12.81	0.24	1.48	1.53
58	Montagne d'Eison	604.59 / 111.38	2380	SSW	10-20°	+		3.47	14.78	18.25	5	4.2	1.0	0	0	4.05	0.86	1.34	7.52	0.28	1.57	0.67
59	Montagne d'Eison	605.83 / 111.58	2610	W	eben	+		1.22	9.86	11.08	5	5.4	1.0	0.4	0	9.25	2.46	3.91	16.60	0.24	4.62	1.32
60	Montagne d'Eison	605.78 / 111.85	2690	SSW	5-10°	+		2.81	11.75	14.56	5	4.0	2.0	0.4	0	9.04	1.42	1.90	11.87	0.74	1.92	0.88
61	Montagne d'Eison	605.05 / 112.0	2740	SW	30-40°	+		2.37	7.14	9.51	5	5.4	1.5	0.2	0	14.55	1.14	1.21	7.33	0.30	0.96	0.73
62	Montagne d'Eison	604.66 / 112.23	2730	W	10-15°	+		2.11	6.42	8.53	10	6.6	0	0.4	Spur	12.45	1.26	1.68	8.91	0.41	1.66	0.87
63	Montagne d'Eison	604.2 / 112.26	2530	SW	15-20°	+		2.42	8.5	10.92	10	5.9	1.5	1.1	0	8.57	0.89	1.15	4.97	0.37	1.22	0.97
64	Montagne d'Eison	604.04 / 112.0	2450	SW	5-10°	+		3.12	10.5	13.62	7	4.6	1.0	0	0	12.21	0.91	2.09	8.92	0.47	1.22	1.40
65	Montagne d'Eison	603.81 / 111.77	2350	WSW	15-20°	+		3.39	11.9	15.29	5	4.8	1.0	1.0	0	14.11	1.04	2.29	10.15	0.36	1.57	0.91
66	Montagne d'Eison	603.9 / 111.64	2300	SSW	20-25°	+		4.66	16.4	21.06	10	5.7	4.5	1.6	0	17.86	1.34	2.49	11.10	0.24	2.35	1.25
67	Montagne de Lovégno	602.86 / 113.24	2233	WNW	10-15°	+		3.20	10.61	13.81	5	5.6	3.0	1.4	0	18.53	1.51	2.14	10.71	0.30	1.66	0.97
68	Lovégno	603.11 / 113.46	2400	W	eben	+		3.40	11.6	15.0	7	4.6	2.0	0.1	0	10.72	0.86	1.50	7.00	0.22	1.13	0.78
69	Lovégno	603.11 / 113.71	2410	W	0-5°		+	3.73	7.69	11.42	5	4.1	6.0	0.3	0	10.56	1.47	2.64	11.97	0.32	3.22	1.28
70	Lovégno	603.55 / 113.58	2510	NW	eben	+		2.53	10.38	12.91	5	6.9	1.5	1.2	2.7	11.39	1.16	1.51	8.46	0.34	1.74	0.83
71	Lovégno	603.81 / 113.9	2700	W	15-35°	+		2.62	8.75	11.37	10	5.4	1.5	0	0	9.64	1.05	1.06	7.10	0.36	1.66	1.07
72	Lovégno	603.01 / 114.09	2500	W	eben	+		2.15	9.7	11.85	10-15	4.8	5.0	1.2	0	3.67	0.83	0.75	5.10	0.36	1.05	0.63
73	Lovégno	602.61 / 114.27	2370	NW	10°	+		4.25	13.35	17.60	10	4.6	2.0	0	0	10.71	1.25	2.47	8.61	0.30	1.92	1.08
74	Lovégno	602.62 / 113.64	2225	WSW	15-20°		+	3.26	10.6	13.86	10	5.2	2.5	0.1	0	10.13	1.49	3.16	22.82	0.30	3.31	0.91
75	Lovégno	602.51 / 113.60	2190	SW	20-30°	+		1.75	7.25	9.00	7	5.6	1.5	4.5	0	15.80	1.58	3.47	11.49	0.52	2.18	1.12
76	Lovégno	602.33 / 113.67	2120	SW	30-35°		+	1.87	8.28	10.15	10	6.2	6.5	3.4	0	17.90	5.05	4.26	34.55	0.38	6.45	2.50
77	Lovégno	602.15 / 113.54	2000	W	40-30°	+		2.59	9.82	12.41	7	6.0	2.5	3.4	0	17.67	1.36	3.13	22.62	0.34	3.83	1.05
79	Montagne d'Eison	603.18 / 111.47	2060	SW	15-20°	+		1.85	7.58	9.43	10	5.8	25.0	7.5	0	19.33	1.09	4.42	9.86	0.62	1.39	0.85
80	Montagne d'Eison	604.96 / 111.29	2410	SW	0-10°		+	1.55	8.48	10.03	5	6.2	5.0	0.5	Spur	6.79	2.30	3.57	32.54	0.65	5.40	2.40
81	Montagne d'Eison	604.41 / 110.46	2370	S	ca. 10°	+		3.66	13.9	17.56	7	4.9	3.5	0.5	0	10.60	0.78	1.26	7.48	0.72	1.13	0.74
82	Bertol	605.15 / 109.60	2460	SW	35-40°	+		1.79	8.84	10.63	5	6.8	1.0	0	Spur	9.0	1.30	2.64	8.76	0.30	2.09	0.80
91	Louché	602.46 / 100.05	2370	SE	10-20°	+		3.00	12.2	15.2	5	5.0	Spur	0.1	0	11.98	1.00	2.74	7.74	0.48	1.57	0.88
92	Louché	602.82 / 100.50	2480	SE	10-20°	+		3.10	12.6	14.7	25	4.9	Spur	0	0	8.03	0.85	2.06	6.73	0.49	1.48	0.78
93	Louché	602.65 / 100.73	2565	SE	eben	+		3.96	17.2	21.16	5	4.9	Spur	2.2	0	8.40	0.97	2.05	6.01	0.33	0.26	0.79
94	Louché	601.85 / 100.55	2640	SW	10°	+		2.81	12.0	14.81	5	4.9	1.0	0	0	8.70	1.42	3.49	10.55	0.47	3.75	1.09

Tabelle 4. Herkunft und Analysendaten der Boden- und Grasproben.

Nummer	Ort	Koordinaten	Höhe m.ü.M.	Lage	Neigungswinkel	Magerweide	Fettweide	Gew. %			Düngungszustand				Pflanzenasche g/kg Trockensubstanz							
								-H <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O+Humus	Glühverlust	Tiefe cm	pH	Testzahl		CaCO <sub>3</sub> %	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
													P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O								
95	Louché	601.92 / 100.16	2510	SE	10-20°	+		3.26	15.9	1916	5 12 90	4.4 4.6 4.9	2.0 Spur Spur	1.4 0 0.4	0 0 0	13.79	1.32	4.40	13.56	0.33	3.75	0.81
96	Louché	602.26 / 99.95	2300	S	20-30°	+		4.34	17.65	2199	5 30	4.7 4.9	2.0 1.0	3.0 0.5	0 0	13.38	2.20	4.24	21.16	0.42	4.18	0.64
97	Louché	602.3 / 99.62	2235	E	eben	+		0.81	6.46	7.27	5	5.2	7.0	4.3	0	9.29	3.69	3.51	25.32	0.45	4.22	1.07
98	Louché	603.46 / 99.88	1985	SE	hügelig	+		3.35	12.41	15.76	7 25 25 70	5.9 5.3 6.2 6.0	3.5 0 Spur 0	0.2 0.5 0 0.5	0 0 0 0	12.65	2.38	4.15	19.68	0.35	2.90	1.87
99	Pra Gra	602.21 / 99.18	2520	NE	20°	+		3.66	16.2	19.86	5 12 30	6.8 7.4 7.2	5.5 — 0	0.6 — 0	Spur 3.5 0.2	14.91	1.91	2.44	16.59	0.46	3.72	1.98
100	Pra Gra	601.95 / 98.50	2700	SE	30°	+		3.63	16.0	19.63	7 20 50	4.9 5.3 7.9	1.5 1.0 0	0.3 0 0	0 0 15.2	19.35	1.41	2.19	10.29	0.41	1.74	0.96
101	Pra Gra	601.62 / 98.10	2650	SSE	20-30°	+		2.77	15.1	17.87	7 20 70	7.1 7.6 7.9	11.0 1.0 0	2.1 0.1 Spur	2.0 0.3 2.3	26.29	1.78	2.01	18.31	0.38	2.61	1.18
102	Pra Gra	602.33 / 98.25	2480	E	eben	+		2.22	12.8	15.02	5 35	7.2 7.6	3.5 Spur	1.4 0.1	1.7 0.5	10.24	3.56	2.67	26.84	0.51	2.70	1.61
103	Pra Gra	602.60 / 98.38	2460	SE	10-20°	+		3.58	13.3	16.88	7 40	4.6 5.2	1.0 Spur	0 0	0 0	15.49	2.39	3.25	11.61	0.25	3.92	1.62
104	Pra Gra	602.60 / 97.90	2400	SE	flach	+		2.02	10.95	12.97	10 30 80	5.5 6.1 6.2	1.5 Spur 0	2.2 0.4 0	0 0 0	16.19	1.83	3.24	23.22	0.43	1.57	1.42
105	Pra Gra	603.04 / 98.31	2270	S	20°	+		2.54	11.35	13.89	5 60	5.4 5.5	2.0 Spur	0.9 0	0 0	11.80	1.05	2.84	9.21	0.50	1.83	1.02
106	Pra Gra	603.42 / 97.9	2150	SE	30°	+		3.86	17.5	21.36	5 20 60	6.7 6.4 6.4	15.0 6.0 1.0	3.8 3.4 1.1	0 0 0	15.75	2.42	3.86	18.15	0.50	2.53	1.59
107	Arolla	601.3 / 96.7	2630	S	25°	+		2.18	10.2	12.38	7 20 45	4.8 4.9 4.9	2.0 0 0	0.2 0 0	0 0 0	12.74	1.13	3.69	10.14	0.63	2.09	1.05
108	Arolla	600.45 / 97.55	2885	S	flach	+		2.35	7.84	11.19	5 20 50	4.7 4.7 5.0	1.0 Spur Spur	0.6 0.6 Spur	0 0 0	7.13	1.48	1.64	16.42	0.89	1.39	0.95
109	Arolla	599.97 / 96.03	2735	S	30°	+		2.30	11.5	13.8	5 40	6.7 7.5	1.0 0	0.8 0	0 Spur	12.25	1.64	5.33	18.83	0.40	4.62	0.88
110	Arolla	601.25 / 96.36	2480	SSW	10-20°	+		3.10	11.9	15.0	10 60	5.5 5.7	1.5 0	0.3 Spur	0 0	12.64	1.39	2.97	11.70	0.45	1.83	2.05
111	Arolla	602.25 / 96.55	2360	SE	10-20°	+		1.28	4.74	6.02	5 35 75	6.0 6.0 6.0	1.5 Spur Spur	0.8 0 Spur	0 0 0	13.55	2.06	3.67	18.50	0.39	2.96	1.45
112	La Coûta	603.65 / 102.93	2000	SE	20-30°	+		1.62	10.4	12.02	4 45	7.6 7.9	Spur 0	1.2 0.6	2.4 4.6	19.85	1.45	3.63	13.49	0.44	1.92	1.45
113	La Coûta	603.26 / 103.04	2170	E	flach	+		1.08	16.0	17.08	5 20 55	7.5 8.3 8.5	1.5 0 0	2.6 Spur 0.5	8.2 32.4 0	22.98	1.99	2.53	20.54	0.37	3.75	1.44
114	La Coûta	602.80 / 103.28	2465	SE	10-20°	+		2.64	14.4	17.04	10 30 60	4.9 5.2 5.3	1.0 0 0	0 0 0	0 0 0	10.13	1.08	2.61	8.01	0.65	2.18	1.06
115	La Coûta	603.0 / 102.6	2305	E	5-10°	+		2.98	13.5	16.48	10 40	5.6 5.8	3.0 0	2.2 0	0 0	11.15	1.97	3.16	24.21	0.48	4.44	1.29
116	La Coûta	601.88 / 103.25	2680	S	30-35°	+		1.57	8.63	10.20	10 40	5.7 6.7	1.0 0	2.3 0	0 0	9.79	1.17	2.32	8.32	0.57	2.79	1.01
117	La Coûta	602.80 / 102.25	2490	NE	10-20°	+		1.66	12.15	13.71	10 50	6.1 6.1	9.0 1.0	1.9 Spur	0 0	8.43	1.94	2.55	14.82	0.52	3.14	1.65
118	La Coûta	603.42 / 102.25	2200	E	20°	+		2.96	9.88	12.84	7 50	5.5 5.5	2.0 Spur	0.9 0	0 0	19.01	1.32	3.99	10.52	0.43	1.92	1.43
119	La Coûta	603.63 / 102.35	2100	ESE	flach	+		3.82	13.47	17.29	7 50	5.9 6.1	9.0 1.0	6.3 0.9	0 0	12.59	2.23	3.60	27.25	0.53	5.58	1.43



Tabelle 5. Herkunft und Analysendaten der Boden- und Grasproben.

Nummer	Ort	Koordinaten	Höhe m.ü.M.	Lage	Neigungswinkel	Magerweide	Fettweide	Gew. %			Tiefe cm	Düngungszustand				Pflanzenasche g/kg Trockensubstanz							
								-H <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O+Humus	Glühverlust		pH	Testzahl			Ca CO <sub>3</sub> %	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
													P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O									
120	La Crêta	603.81 / 103.75	2115	SE-E	10°	+		2.84	12.6	15.44	10 40 100	5.5 6.1 7.6	3.5 Spur 0	0.6 0 0	0	20.66	1.29	2.87	13.59	0.61	1.92	1.61	
121	La Crêta	603.55 / 103.94	2240	ENE	10-20°	+		3.21	14.9	18.11	10 30 70	5.6 5.7 7.8	3.0 Spur 0	1.4 0 0	0	18.36	1.46	2.64	13.44	0.83	1.57	1.01	
122	La Crêta	603.28 / 103.9	2340	SE	20-30°	+		1.92	8.87	10.79	7 40 80	6.7 7.9 8.5	0 0 0	0 0 6.8	0	8.89	1.12	2.42	9.90	0.49	1.48	0.70	
123	La Crêta	601.8 / 104.27	2800	S	20°	+		2.24	12.0	14.24	5 40	5.6 6.7	2.0 0	1.7 Spur	0 Spur	13.30	1.88	2.76	13.65	1.04	2.35	1.13	
124	La Crêta	602.53 / 103.9	2600	S	10°	+		1.98	8.95	10.93	10 40	6.4 7.3	1.5 0	0.3 0	0	11.46	1.19	1.63	10.46	0.80	1.74	0.89	
125	La Crêta	603.05 / 103.65	2355	E	20-30°	+		2.64	11.83	14.47	10 40	5.8 6.0	3.0 1.0	1.1 Spur	0	14.73	1.97	3.44	17.07	0.58	1.66	1.60	
126	La Crêta	604.10 / 103.9	1980	ENE	10°	+		2.88	11.9	14.78	10 40	6.3 6.5	10.0 3.5	1.2 0.7	0	14.90	4.33	4.65	23.49	0.47	3.22	2.40	
127	La Tsa	604.18 / 97.20	2180	NE	20°	+		1.10	11.7	12.80	7 80	5.1 5.6	2.0 1.0	3.7 3.2	0	5.35	0.98	1.07	8.75	0.46	2.53	0.73	
128	La Niva	604.00 / 105.0	2010	SE	5-10°	+		2.98	13.4	16.38	5 50	6.1 7.2	16.0 1.0	0.6 Spur	0 Spur	21.07	2.87	5.72	14.55	0.47	2.70	3.26	
129	La Niva	603.28 / 104.90	2310	E	25-30°	+		2.44	12.4	14.84	7 20 80	6.0 6.4 6.6	4.0 Spur 1.0	1.4 0 0.2	0	27.76	1.67	3.31	15.15	0.67	1.92	1.53	
130	La Niva	602.87 / 105.15	2460	NE	20°	+		2.02	11.4	13.42	10 50	6.9 7.3	1.5 0	0.9 0	0	24.69	1.11	2.25	12.34	0.35	2.27	1.35	
131	La Niva	602.20 / 105.35	2560	SE	20-30°	+		2.16	10.05	12.21	10 50	5.4 5.4	2.5 Spur	0.6 0	0	22.41	1.27	4.71	10.68	0.39	1.74	1.07	
132	La Niva	602.85 / 105.45	2350	E	eben	+		2.40	11.35	13.75	20	5.6	2.5	3.3	0	8.72	3.65	2.50	29.80	0.56	1.48	2.57	
133	La Niva	603.00 / 105.65	2270	NW	10-20°	+		2.20	8.51	10.71	10 70	6.4 6.5	1.5 Spur	0 0	0	20.19	1.18	4.31	12.35	0.33	2.44	1.48	
134	Arbey	602.4 / 106.3	2160	E	10-15°	+		2.33	9.35	11.68	5 40	5.7 6.0	1.5 1.0	Spur 0.3	0	35.93	1.45	3.59	11.66	0.48	6.54	1.05	
135	Arbey	602.80 / 106.8	1790	NE	10-20°	+		3.38	14.73	18.11	20 40	5.9 6.3	7.5 1.0	0.4 0	0	17.60	1.47	4.52	17.18	0.30	2.53	1.94	
136	Vouasson	600.95 / 106.05	2160	SE	10-20°	+		2.60	11.1	13.70	10 50	5.1 5.2	3.0 1.0	0.2 0	0	16.53	1.37	3.73	12.48	0.36	1.66	1.20	
137	Vouasson	600.63 / 105.4	2200	SE	30°	+		2.15	6.11	8.26	10 70	6.6 7.7	2.5 Spur	0.5 0	0	43.39	1.28	3.04	8.58	0.34	1.74	0.83	
138	Meina	600.35 / 106.25	2390	SE-E	20°	+		5.45	8.96	14.41	10 35	5.1 7.1	5.0 Spur	1.3 0.2	0	13.21	1.13	2.59	8.58	0.34	1.74	0.83	
139	Artsinol	600.00 / 106.55	2600	ESE	30-40°	+		2.15	8.58	10.73	5 35 60	5.1 4.8 4.8	6.0 1.5 1.0	0.7 0 0.1	0	38.98	1.43	3.60	8.96	0.30	1.13	0.75	
140	Artsinol	600.26 / 107.73	2450	S	10-20°	+		3.60	14.9	18.5	5 50	6.4 5.3	4.0 1.0	1.9 0.1	0	51.63	1.51	3.15	6.28	0.33	0.87	0.71	
141	Artsinol	600.63 / 107.86	2370	SE	10-15°	+		2.56	10.71	13.27	5 30	5.0 6.7	3.0 0	0.2 0	0	16.05	1.20	2.13	9.08	0.44	0.61	0.55	
142	Artsinol	600.56 / 107.65	2360	SE	5-10°	+		3.01	14.0	17.01	5 50	5.6 7.0	7.5 0	2.3 0	0	11.91	1.19	2.84	17.27	0.45	3.22	0.80	
143	Meina	600.85 / 107.1	2250	SE	15-25°	+		2.35	11.0	13.35	5 50	5.0 5.3	3.0 Spur	0.4 0	0	15.20	1.30	3.81	13.15	0.73	1.39	1.45	
144	Meina	601.4 / 107.47	2100	SE	15°	+		2.45	10.7	13.15	5 50	5.8 6.8	14.0 0	0.2 0	0	15.45	3.28	4.24	33.82	0.81	7.49	2.22	
145	Vouasson	601.5 / 106.95	1960	SE	15-20°	+		2.56	10.9	13.46	5 40	6.2 7.5	5.5 0	0.5 0.9	1.8	21.51	2.64	5.90	23.16	0.26	2.79	3.17	



Organismus in den Stoffkreislauf einschaltet. Doch bleibt auch da, wie wir später sehen werden, der Einfluß des Untergrundes ein bedeutender. Darum soll durch eine möglichst detaillierte Darstellung der Geologie und Petrographie der bearbeiteten Alpgebiete die Grundlage für das Verständnis der folgenden Ausführungen geschaffen werden.

## I. Geologische Übersicht.

Das Val d'Hérens durchschneidet als alpines Quertal verschiedene tektonische Einheiten der penninischen Alpen. Dies bedingt recht mannigfaltige, petrographische und morphologische Verhältnisse der untersuchten Alpweiden.

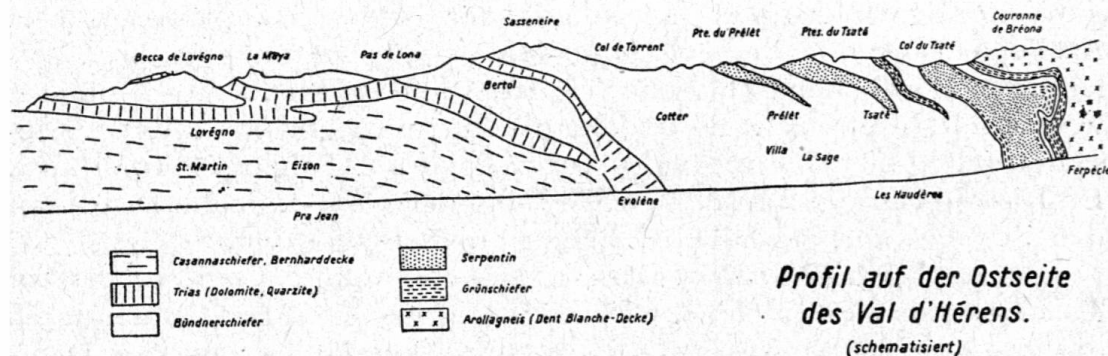
Im Süden, ausgehend von den bis über 4000 m ansteigenden Gipfeln der Dent-Blanche, Dents de Bertol-Bouquetins und Mont Collon-Pigne d'Arolla-Gruppe greift eine arealmäßig sehr bedeutende Vergletscherung Platz. Wir befinden uns hier in einem Gebiet kristalliner Gesteine, welche der Dent-Blanche-Decke angehören. Diese bilden denn auch unmittelbar die Unterlage einiger, z. T. über dem heutigen Gletscherniveau gelegener Alpen, wie Bricola, Arolla und Ferpècle, z. T. auch Pra Gra und Bréona. Durch die diluviale Vergletscherung sind die Ablagerungen der beiden Haupttalgletscher: Arollagletscher und Ferpècle-Mont-Miné-Gletscher auch in den mittleren und nördlichen Talabschnitt gelangt und haben dort die Alpböden wesentlich beeinflußt. Besonders die futterergiebigsten unteren Alpstufen (2000 bis 2300 m) liegen vorwiegend auf Talgletschermoränen. Deshalb haben die kristallinen Gesteine der Dent-Blanche-Decke für den Stoffbestand gewisser Alpböden große Bedeutung.

Der mittlere Talabschnitt, etwa von Les Haudères bis zur Talsperre nördlich Evolène, wird im wesentlichen eingenommen durch die mesozoischen Gesteine der komplexen Mulde zwischen Dent-Blanche- und Bernharddecke und enthält in wechselnden Mengen mehr oder weniger kalkführende, oft sandige Glimmerschiefer der Schistes lustrés- oder Bündnerschiefer-Serie, mit eingelagerten, umgewandelten, basischen Eruptivgesteinen (Grüngesteine, Ophiolithe), Dolomite und Kalksteine, Gips und Rauhwacken der oberen-, und Serizitquarzite bis quarzitischer Serizitphyllite (*Quarzites feuilletées*) der unteren Trias.

Dabei überwiegen im Süden, in der Nähe der Dent-Blanche-Überschiebung die Grüngesteine. Sie bilden auf der Alp Louché (oder Lucel) vollständig und auf den Alpen Bréona und Le Tsaté zum großen Teil das Ausgangsmaterial der Böden und bestimmen besonders in der linksseitigen Talgletschermoräne bis weit hinaus die Skelettzusammensetzung der Böden. Im mittleren Teil, auf den Alpen Le Prélêt, Cotter, La Coûta, La Crêta und La Niva dominieren leicht verwitterbare Kalkglimmerschiefer und Phyllite. Sie liefern durch ihren Graphitgehalt dunkel gefärbte, tiefgründige Böden.

Weiter im Norden, etwa an der Linie Pte. de Vouasson-Le Merdeson-Pas de Lona erscheint unter der komplex gebauten Bündnerschiefer-Grüngestein-Triasserie ein tieferes, tektonisches Bauelement, der Gneiskomplex der Bernharddecke. Flach nach Süden einfallend, erreicht diese Gesteinsserie bei der Einmündung des Merdeson in die Borgne den Talgrund und ist in der Gipfelregion der beidseitigen Grenzgräte zum Teil ziemlich komplex mit der Sedimenthülle verfaltet. Hier schalten sich denn auch reichlich mächtige Quarzite und Quarziphyllite, teils triasischen, teils paläozoischen (permokarbonischen) Alters ein. Diese bestimmen besonders auf den Alpen Eison und Lovégno z. T. die Bodeneigenschaften, während weiter südlich die mächtigen Kalkglimmerschiefer- und Triasserien des Sasseneire und Pic d'Artsinol die Bodenbildung beeinflussen. Die Gneise der Bernharddecke sind sehr verbreitet in den unteren Lagen Lovégno und Eisons und auch auf Vouasson sind sie, vermengt mit Kalkglimmerschiefern, von Bedeutung. Es handelt sich um quarzreiche Muskowit-Chloritgneise, die allmählich in Chlorit- und Muskowitquarzite übergehen können und z. T. stark von Muskowitpegmatiten durchadert sind.

In großen Zügen (siehe das schematisierte, geologische Übersichtsprofil durch die östliche Talseite) können also



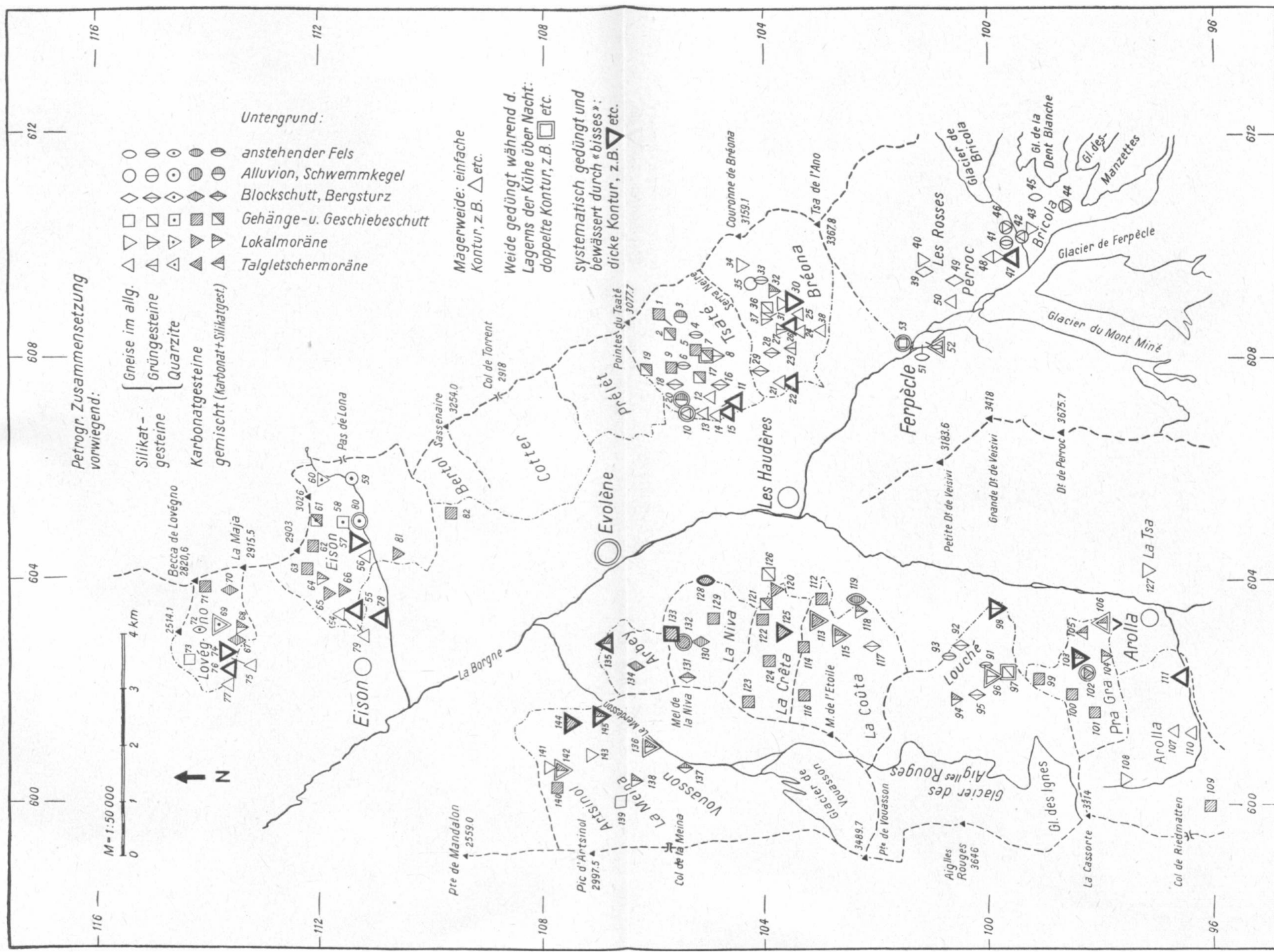
1. eine südliche Zone mit feldspatreichen Gneisen,
  2. eine nördlich anschließende Zone mit Grüngesteinen,
  3. eine mittlere Zone aus Bündnerschiefern und
  4. eine nördliche Zone mit Muskowit-Chloritgneisen, Quarziten, mit darüberliegenden Dolomiten und Kalken
- auseinandergehalten werden.

Im Gebiet der Alp Arolla (im Südwesten) werden die Verhältnisse durch die Einschaltung der West-Ost-streichenden Mont-Dolin-Mulde, welche dolomitische Kalke und Kalkschiefer enthält, modifiziert.

Wie sich im übrigen die Verhältnisse in den einzelnen Alpgebieten gestalten, geht aus den Kartenskizzen hervor und soll später erörtert werden.

## Standorte der entnommenen Bodenproben einiger Alpweiden des Val d'Hérens.

Weidentypen und Untergrundverhältnisse.





## II. Die Gesteinsarten der Böden des Val d'Hérens und ihre Bedeutung als Ausgangspunkt für die mineralischen Pflanzennährstoffe.

Auf der Übersichtskarte I sind die Bodenproben, welche im Verlauf der Feldarbeit des Sommers 1945 entnommen wurden, nach ihrer Zugehörigkeit zum Gesteinsmaterial und zur geologischen Unterlage eingeteilt und bezeichnet.

Man kann aus dieser Darstellung die Zugehörigkeit zur Unterlage aus der Form der Signaturen unmittelbar ablesen. Dagegen bedarf es zur richtigen Beurteilung der Bedeutung der Gesteinsarten für die Bodenbildung einiger zusätzlicher Erläuterungen.

Die für die Bodenbildung in Frage kommenden wichtigsten Gesteinsarten umfassen:

### 1. Quarz-Feldspatführende kristalline Gesteine, vorwiegend Gneise.

- |  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| a) Phengit-Alkalifeldspatgneise (Arollagneise)   | } | Dent-Blanche-<br>Decke |
| b) Massive, Hornblende führende Granodiorite (Arkesine)                                |   |                        |
| c) Muskowit-(Serizit-)Chloritgneise und Schiefer (Casannaschiefer) der Bernhard-Decke. |   |                        |

Hauptminerale: Quarz, Feldspäte (Kalifeldspäte, Albit, saure Plagioklase), Glimmer (Biotit, grüner Phengit, Muskowit, Serizit), Chlorit, vereinzelt Hornblende.

### 2. Quarzarme bis -freie intermediäre bis basische Eruptivgesteine und ihre Umwandlungsprodukte.

- |  |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| a) Diorite, Gabbrodiorite und Olivinabbros des Mont-Collon der Dent-Blanche-Decke. |   |                           |
| b) Epidot-Albit-Chloritschiefer (Grünschiefer, Prasinite)                          | } | mesozoische<br>Ophiolithe |
| c) Diallagabbros   |   |                           |
| d) Amphibolite, vereinzelt Einlagerungen in der Bernhard-Decke.                    |   |                           |

Hauptminerale: Albit, basische Plagioklase (meist umgewandelt), Epidot, Zoisit, Chlorit, Hornblende, Diallag, Olivin, Eisenerzminerale, Titanit.

### 3. Umgewandelte, ultrabasische Eruptivgesteine der Ophiolithserie.

- a) Serpentine, z. T. Diallag führend
- b) Talkschiefer

Hauptminerale: Serpentin (Antigorit, Chrysotil), Chlorit, Diallag, Talk, Magnetit.

### 4. Kalkschiefer und Phyllite der Bündnerschieferserie.

- a) Marmorisierte, graue Kalkschiefer



b) Kalkglimmerschiefer mit Übergängen zu Sandkalken und geschiefert, kalkigen Sandsteinen

c) Karbonatarmer bis -freier Phyllit bis Tonschiefer

Hauptminerale: Quarz, Kalkspat, Serizit, gelegentlich Pyrit, etwas graphitische Substanzen.

#### 5. Vorwiegend kalkig-dolomitische Gesteine (Trias).

a) Dolomite, übergehend in Kalkmarmore

b) Rauhwacken

c) Gips

d) Graue Kalkschiefer und Dolomitschiefer mit Übergängen zu Dolomitmergeln

Hauptminerale: Kalkspat, Dolomit, heller Glimmer, Quarz, Gips, gelegentlich Pyrit.

#### 6. Quarzite (Trias, z. T. älter).

a) reine weiße Quarzite

b) Schieferige Muskowit-(Serizit-) Quarzite mit Übergängen zu Gneisquarziten (Chloritquarziten)

Hauptminerale: Quarz, Muskowit, Serizit (Chlorit).

Die Phengit-Alkalifeldspatgneise (Arollagneise) sind als wesentliche Bestandteile der Talgletschermoränen besonders in den unteren Stufen der Alpen Le Prélèt, Le Tsaté, Bréona und Bricola vorherrschend. Man kann feinflaserige, epidotreiche und schieferige Typen, neben grobstruierten, alkalifeldspatreichen Vertretern beobachten.

Ein verbreiteter Typus zeigt flaserig-lagige Textur, weiße, kataklastisch ausgewalzte Feldspatknoten und reichlich Phengitfasern. Es handelt sich um einen ursprünglich porphyrartigen, granitartigen Alkalifeldspatgneis, der in einen flaserig-feinaugigen Epigneis umgewandelt wurde.

Sein Mineralbestand beträgt beispielsweise:

Quarz . . . . .	10 Vol. %
Albit (z. T. schachbrettartig) . . .	36 „
Kalifeldspatrelikte . . . . .	10 „
Phengit und Biotit . . . . .	33 „
Epidot, Zoisit . . . . .	6 „
Nebengemengteile . . . . .	2 „
Kalkspat (sekundär) . . . . .	3 „

Die Nebengemengteile umfassen: Titanit, Apatit, Orthit, Zirkon.

Da nur silikatische Mineralien am Aufbau dieses Gesteines beteiligt sind, werden die bei der Bodenbildung freiwerdenden Komponenten durch die Summe der Verwitterungsvorgänge an den Einzelmineralien bestimmt. Es werden vor allem Alkalien (Na + K) aus Glimmern und

Feldspäten, etwas Ca, als Bikarbonat aus Epidot und Kalzit, Si O<sub>2</sub> als Kieselsäuregel und sehr wenig Eisenhydroxyd frei.

Als Beispiel der chemischen Zusammensetzung dieser Gesteine diene Analyse Nr. 1 der Tabelle 6<sup>1)</sup>. Der normale P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt dieser Gneise beträgt um 0,2—0,4%.

Geringere Bedeutung für die Bodenbildung haben die Arkesine, da diese massigen, granodioritischen Gesteine nur auf der linken Seite des Arollagletschers verbreitet sind.

Die Muskowit-Chloritgneise der Bernhard-Decke sind meist feinkörnig, stark schiefrig, von graugrüner Farbe und oft von Muskowitpegmatiten durchadert. Es sind Sedimentgneise mit granoblastischer Struktur. Sie sind in den für uns in Frage kommenden Gebieten, abgesehen von vereinzelt, amphibolitischen Einlagerungen, sehr Ca-arm (siehe Analysen Nr. 2 und 3 der Tabelle 6).

Diese Gneise und Schiefer weisen meist einen bedeutenden Tonerdeüberschuß auf, der sich in hohem Serizit- und Chloritgehalt äußert. Bemerkenswert ist ferner der variable Alkaligehalt, je nach der Beeinflussung durch die Pegmatitinjektion und je nach dem primär mehr sandig-arkoseartigen, oder tonigsandigen Ausgangsmaterial. Charakteristisch sind die kleinen CaO-Gehalte und der auch relativ sehr geringe Gehalt an P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Bei der Verwitterung werden aus diesen Gesteinen vor allem Kieselsäuregele, Alkalien und Eisenhydroxyd freigesetzt, während der Restbestand dadurch an Quarz und Tonerde reicher wird.

Unter den intermediären und basischen Eruptivgesteinen zeigen die Hornblendediorite und die Diallag-Olivingabbros des Mont-Collon trotz höheren Alters noch die ursprünglichsten Merkmale. Ihr einfacher Mineralbestand: Mittelbasische z. T. zersetzte Plagioklase neben dunkelgefärbten Hornblenden bestimmt die intermediäre, chemische Zusammensetzung der Diorite. Die häufigeren

<sup>1)</sup> In der Tabelle 6 sind einige Beispiele der chemischen Zusammensetzung charakteristischer Gesteine, wie sie in den untersuchten Bodenproben verbreitet sind, aufgeführt. Die Analysen 1—8 wurden dem Werk „Chemismus schweizerischer Gesteine“ (Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie, Lief. 14 und 20, 1930 und 1942) entnommen, wobei nach Möglichkeit Beispiele aus dem Val d'Hérens gewählt wurden, Nr. 9 und 10 entstammen Berichten des Büro für Bergbau. Leider wurde gerade bei diesen Gesteinen der Phosphorgehalt selten bestimmt.

Die Molekularwerte nach Niggli, die neben den Gewichtsprozenten aufgeführt sind, geben das molekulare Verhältnis der einzelnen Oxyde, wobei zur Erleichterung des gegenseitigen Vergleiches jeweils molekular Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (mit al bezeichnet) + [FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + MgO] (fm) + CaO (c) + [Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O] (alk) = 100 gesetzt sind. Also, al + fm + c + alk = 100 si; gibt das entsprechende molekulare Verhältnis für SiO<sub>2</sub>; k bedeutet den molekularen Anteil von K<sub>2</sub>O innerhalb der Alkalien, mg von MgO innerhalb fm. Die Molekularwerte gestatten auf sehr einfache Weise aus den Analysendaten den Mengenanteil der einzelnen Mineralkomponenten zu berechnen.

Tabelle 6.

Beispiele chemischer Zusammensetzung von im Untersuchungsgebiet verbreiteten Gesteinstypen.

	Gewichtsprozent													Molekularwerte nach Niggli						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	si	al	fm	c	alk	k	mg
1. Phengit-Alkalifeldspatgneis. Arollaserie, Valpelline	7020	16.60	1.57	1.66	0.67	0.74	4.24	4.29	0.05	0.25	—	1.64	—	354	43.5	18	4	34.5	0.40	0.28
2. Muskowit-Chloritgneis, (Casannaschiefer), Alpe de Ménébé, Val d'Hérémence	7355	14.30	1.55	0.57	0.44	0.00	2.51	5.74	0.01	0.39	0.03	0.65	—	442	50	13.5	0	36.5	0.61	0.30
3. Serizit-Albitgneis (Casannaschiefer), La Garde bei Evolène	6482	17.13	3.17	2.92	2.05	0.53	3.78	2.19	0.07	1.11	0.05	2.29	0.00	275	42.5	33.5	2.5	21.5	0.27	0.39
4. Gabbro, Mont Collon	4890	18.08	2.52	3.20	11.43	14.10	1.53	0.25	Spur	—	—	0.88	—	99	21.5	44.5	31	3.5	0.11	0.79
5. Epidot-Chlorit-Albitschiefer (Grün- schiefer), Evolène	4715	15.61	8.02	6.69	7.83	4.70	4.35	0.49	—	1.80	—	4.12	—	113	22	55.5	12	10.5	0.07	0.50
6. Serpentin, Gornergrat	3892	3.88	1.23	5.89	38.32	0.05	0.06	0.26	0.04	0.04	—	11.36	—	59	3.5	96	0	0.5	0.75	0.91
7. Kalkphyllit (Bündnerschiefer), Simplontunnel	3525	12.60	4.22	—	2.37	21.26	1.21	2.06	0.73	0.73	—	2.48	13.84	89	19	17	58	6	0.54	0.53
8. Phyllit, kalkarm (Bündnerschiefer) Simplontunnel	5688	21.45	1.78	4.54	2.16	1.47	1.64	3.87	1.16	1.16	—	5.34	—	215	47.5	31.5	6	15	0.61	0.39
9. Quarzit, serizitführend, Trias, Bramois, Val d'Hérens	9080	5.48	0.56	—	—	—	0.60	1.84	—	—	—	0.56	—	1698	60	8	0	32	0.66	—
10. Dolomit, Trias, Chippis	1.14	0.49	0.21	—	20.31	31.24	—	—	—	—	—	—	46.60	2	0.5	47.5	52	0	—	0.99



Olivin-Diallaggabbros (Analyse Nr. 4 der Tabelle 6) führen neben mittelbasischem Plagioklas, bräunlichen z. T. uralitisierten Diallag, etwas Olivin und braune Hornblende. Wichtigster Nebengemengteil ist (z. T. in Titanit umgewandeltes) Erz, während Apatit meist stark zurücktritt oder fehlt.

Die Verwitterung liefert besonders CaO und Alkalien (vorwiegend Na<sub>2</sub>O) neben Eisenhydroxyd. Infolge ihrer massigen Textur und großen Frische sind diese Gesteine (wie die meisten Silikatgesteine) erst bei großer Dispersion zur Stoffbelieferung der Bodenlösung geeignet.

Die Grünschiefer und Prasinite der mesozoischen Ophiolithserie sind eingeschaltet in die Bündnerschiefer, können aber darin geologisch selbständige, umfangreiche Komplexe bilden. Sie haben etwa gabbroiden bis dioritischen Chemismus und zeigen chemisch und mineralogisch eine erhebliche Variationsbreite.

Verbreitet sind feinkörnige Schiefer mit etwa folgendem Mineralbestand:

Albit + wenig Quarz . . . . .	30 Vol. %
Epidot . . . . .	30 „
Chlorit . . . . .	22 „
Hornblende (strahlsteinartig) . . .	7 „
Kalkspat . . . . .	6 „
Nebengemengteile (Titanit, Erz, Apatit) . . . . .	5 „

Hier bilden die dunkeln Gemengteile ein zusammenhängendes Netzwerk, in das die Albitkörner eingebaut sind.

Daneben bestehen Übergänge einerseits zu reinen Albit-Zoisitschiefern, andererseits zu Chlorit-Epidotschiefern. Bei der Verwitterung entstehen aus den Mineralien dieser Gesteine durch hydrolytische Zersetzung Alkali-(Na)-, Mg- und Ca-reiche Lösungen, Kieselsäure und Eisenhydroxydgele und eine Si- Al-reiche, kaolinartig-chloritische Masse bleibt zurück.

Die hellen Zoisit-Albitschiefer liefern nur Alkalien und Ca (neben Kieselsäuregel) in die Bodenlösung.

Zur selben ophiolitischen Gesteinsserie sind auch die Diallag-Gabbros La Forcla's und der Aiguilles-Rouges zu zählen. Sie sind meist stark metamorph und schiefrig, mit vollständig zoisitisierten Plagioklasen und großen Diallagkristallen als Hauptgemengteile. Sie sind besonders zur Ca-, ferner Na- und Mg-Abgabe bei der Verwitterung befähigt, während Eisenhydroxyd nur in untergeordneter Menge gebildet wird.

Über die chemische Zusammensetzung der Grünschiefer orientiert Analyse Nr. 5 der Tabelle 6.

Der P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt der mesozoischen Ophiolithe ist im allgemeinen ziemlich variabel und kann bis 0,5% erreichen. Die Dünnschliffe aus dem Untersuchungsmaterial zeigten nur geringfügige Apatitgehalte. Die z. T. Diallag führenden Serpentine spielen als Skelettbestand-



teile und Ausgangsmaterial für die Bodenbildung auf den Alpen Le Tsaté, Bréona und z. T. Le Prélèt eine große Rolle. Die massigen, schwer verwitterbaren, zähen, dunkelgrünen Gesteine bilden groblockige Schutthalden mit nur magerem Graswuchs.

Im Dünnschliff beobachtet man neben Diallagrelikten deutliche Maschenstrukturen des Serpentin, angedeutet durch die Anordnung der Erzkörner.

#### Mineralzusammensetzung:

Diallag . . . . .	20—40 Vol. %
Serpentin und Erzstaub . . .	75—50 „
Größere Erzkörner . . . . .	5—10 „

Für die Bodenbildung haben diese Gesteine (Analyse Nr. 6 der Tabelle 6) vor allem als Mg-Lieferanten Bedeutung. Ihr Gehalt an  $P_2O_5$  ist meist sehr gering.

Die Kalkphyllite und Kalkglimmerschiefer der Bündnerschiefer-Serie sind als Karbonatgesteine besonders stark der Verwitterung ausgesetzt (Analyse Nr. 7 der Tabelle 6). Bei ihrer großen Verbreitung sind sie darum sehr wichtige Bodenbildner. Die Böden auf ihnen werden sehr tiefgründig und besitzen eine dunkelgrauschwarze Farbe. Diese Farbe wird hervorgerufen durch die Beimengung feiner, graphithaltiger Tonschieferstücke, welche sehr verwitterungsbeständig sind.

Die Hauptmineralien Quarz, Muskowit-Serizit und Karbonat, reagieren auf die Verwitterungsagentien ganz verschieden. Während der Quarz unbeeinflusst bleibt und die Muskowite nur einen Teil der Alkalien abgeben, geht der Kalkspat als Bikarbonat vollständig in Lösung. Die Gesteinsbruchstücke zeigen darum auch im Boden eine sehr poröse Textur, rauhe Oberfläche, starke Beschmutzung durch feintonige Beimengungen und sind meist vollständig entkalkt. Der z. T. beträchtliche Pyritgehalt dieser Schiefer befördert die Verwitterung, indem neben Eisenhydroxyden, welche lokal eine Rotfärbung bewirken, Sulfate in die Bodenlösung geliefert werden.

Während also die Kalkglimmerschiefer als Stofflieferanten erster Ordnung gelten können, gehen die reinen Phyllite bis Tonschiefer (Analyse Nr. 8 der Tabelle 6) nahezu unverändert in die Bodensubstanz über. Sie haben aber als oberflächenreiche Bodenteilchen doch eine große funktionelle Bedeutung (Wasserhaltevermögen).

Noch ausgeprägtere Löslichkeit kommt den reinen Kalk- und Dolomitgesteinen, ferner den oft gipshaltigen Rauhwacken und den eigentlichen Gipslinsen der Trias zu. Bei den Dolomiten (Analyse Nr. 10 der Tabelle 6) sind die Bodenlösungen (neben Ca) reich an Mg, bei Rauhwacken und Gipsgesteinen tritt  $SO_4$  hinzu. Oft ist auch Pyrit als Nebengemengteil am Stoffumsatz beteiligt und bedingt durch Eisenhydroxydbildung eine starke Braunrotfärbung.

Bezeichnend ist z. B. das Bodenprofil am Pas-de-Chèvres (110 der

Tabelle 4), wo auf jungem, körnigem Dolomitmarmorschutt ein schon recht tiefgründiger und bis in große Tiefen karbonatfreier Boden, mit vorwiegend Quarzrelikten, limonitisch-erdigen Krümeln und Pyritwürfeln entstanden ist.

Im Gegensatz zu den Kalkglimmerschiefern, welche rauhe Verwitterungsformen zeigen, ist bei den reinen Kalkmarmoren und feinkörnigen Dolomiten kein Kornzerfall, sondern stets ein reiner Lösungsprozeß festzustellen, der zu rundgelösten, größeren Gesteinsresten führt, während in der Feinerde die Karbonatkörner meistens schon in Lösung gegangen sind und darum in den Körnerpräparaten fehlen (z. B. Nr. 140 der Tabelle 5, Alp Artsinol).

Im Gegensatz dazu sind die Quarzite (Analyse Nr. 9 der Tabelle 6) der unteren Trias und des Permokarbons wenig geeignet den Boden an Pflanzennährstoffen anzureichern. Nur geringfügige Mengen Alkalien aus dem beigemengten Serizit werden neben Silikagel abgegeben und es verwundert darum nicht, daß die Pflanzenbestände auf dieser Quarzitunterlage (z. B. 60, 69, 72 der Tabelle 3) ganz besonders mager sind.

Im zusammenfassenden Überblick können wir folgende Hauptprozesse, welche zur Freisetzung mineralischer Pflanzennährstoffe aus den Gesteinen führen, erkennen:

1. Entkarbonatisierung (Lösung als Bikarbonat).
2. Pyritzersetzung unter Limonit- und Sulfatbildung.
3. Hydrolytische Zersetzung der Silikate, insbesondere Silikagelbildung unter Alkalien- und Ca-Freisetzung bei den hellen Gemengteilen, Bildung Mg-(Fe)-reicher Lösungen in den Böden mit reichlichen Grüngesteinen.

Für die Bodenbildung von besonderer Bedeutung sind die bei der Verwitterung erfolgenden physikalischen Veränderungen, insbesondere die Erhöhung der Dispersität (besonders wirksam bei der Tonschieferverwitterung), sowie die Erhöhung der Porosität (und Innenoberfläche) der Gesteinstrümmer, die günstige Voraussetzungen für die Krümelbildung schaffen.

Die bei den einzelnen Gesteinsarten wichtigsten, in Freiheit gesetzten Komponenten sind folgende:

Für: Serpentine.....	reichlich MgO ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
Grünschiefer und Gabbros.....	mäßig CaO, MgO, $\text{Fe}_2\text{O}_3$
Gneise .....	mäßig bis wenig Alkalien, wenig CaO
Quarzite .....	(wenig Alkalien)
Dolomite und Rauhwacken (gipshaltig)	sehr reichlich CaO, MgO, $\text{SO}_4$ , $\text{HCO}_3$
Kalkglimmerschiefer .....	sehr reichlich CaO, mäßig $\text{Fe}_2\text{O}_3$ und $\text{SO}_4$ (durch die Pyritzersetzung)

### **III. Die feldgeologisch erkennbaren Bodentypen und ihre Beziehung zum Ausgangsmaterial.**

#### **A. Einteilung und wichtigste Profilmerkmale der Bodentypen.**

Schon bei der Entnahme der Bodenproben konnte vielerorts sofort eine Zuordnung zu bestimmten Profiltypen eindeutig erfolgen. Dabei mußte man sich bewußt sein, daß die oft endodynamomorphe Entwicklung einerseits eine Zuordnung zum Ausgangsmaterial aufdrängte und andererseits bei weiterentwickelten Bodentypen eine Einteilung in die bestehenden, klimatisch bedingten Entwicklungsreihen angestrebt werden mußte.

Dies führte dazu, daß „für den Hausgebrauch“ neben den systematisch definierten Bodentypen besonders die Rohböden nach petrographisch-strukturellen Gesichtspunkten gegliedert werden mußten.

In diesem Sinne wurden folgende mit verschiedenartigen Signaturen in der Übersichtskarte II gekennzeichneten Sorten auseinandergehalten:

1. Braunerden und braunerdeartige Böden, sehr verbreitet auf den unteren Alpstufen und auf gemischter Gesteinsgrundlage und gliedert in:
  - a) humusreiche Braunerden, meist stark gedüngt,
  - b) normale, braunerdeartige Böden,
  - c) Braunerden mit Anklängen an Podsole.
2. Podsole mit deutlichem Bleicherdehorizont und Sesquioxid-Verlagerung.
3. Rohböden:
  - a) feintonige, meist serizitreiche und oft tiefgründige Schwemm Böden mit reichlich Schluff und besonders gearteter (gute Aufbereitung zeigender) Kornverteilungskurve;
  - b) meist tiefgründige, grauschwarze Bündnerschieferböden mit primitiver Struktur, manchmal mit Tendenz zur Braunerdebildung;
  - c) skelettreiche Rohböden mit grober Struktur, arm an Feinsand und mit nach unten durchgebogener Kornverteilungskurve, weiter eingeteilt nach dem Ausgangsmaterial:
    - I Rohböden auf Gneisgrundlage,
    - II Rohböden auf Quarzitgrundlage,
    - III Rohböden auf Grüngesteinsgrundlage,
    - IV Rohböden auf Karbonatgesteinsgrundlage, (Kalkglimmerschieferroh Böden, Rohböden im Kalk- und Dolomitschutt).



Die normalen Braunerden gehören zu den verbreitetsten Bodentypen auf den futterergiebigsten, unteren Alpstufen. Sie dominieren besonders auf gemischter Gesteinsgrundlage dort, wo sich der Boden lange Zeit unbeeinflusst durch Überführung mit Lawinenschutt, Geschiebe und Schlamm, oder durch Erosion in seiner Entwicklung zurückgeworfen, ungestört den Umweltbedingungen angleichen konnte. Jedoch bildet er sich auch in fortgeschrittenem Reifezustand aus Bündnerschieferböden, allerdings mit mehr dunkelbraungrauem Aussehen.

Sehr variabel sind bei diesen Böden Skelettgehalt und dadurch bedingtes Grobgefüge, Tiefgründigkeit und Durchwurzelung. Allen gemeinsam aber ist neben der vorherrschend braunen Farbe (variabel von gelbbraun bis dunkelgraubraun) die gute Krümelung und die gleichmäßige Änderung der Färbung dunkelbraun in den etwas humusreicheren, oberen Partien zu gelbbraun im primitiv struierten, oft sandig lehmigen Untergrund.

Oft kann eine Aggregierung der Krümel zu ziemlich beständigen Aggregaten beobachtet werden. Das Bodengefüge ist also gut entwickelt, entsprechend dem ziemlich fortgeschrittenen Reifegrad.

Bei Braunerdeböden, welche leicht zur Podsolierung neigen, ist eine deutliche Sesquioxidverlagerung durch Braunrotfärbung der tieferen Bodenhorizonte und eine fleckige Ausbleichung unterhalb der Hauptwurzelschicht erkennbar.

Die humusreichen Braunerden, meist auf stark gedüngten Weideplätzen, sind besonders locker und krümelig und oft sehr tiefgründig und durch den höheren, gleichmäßig verteilten Humusgehalt bis in größere Tiefen dunkelbraun.

Weniger verbreitet und weniger häufig sind unter den ausgereiften Bodentypen der Alpweiden des Val d'Hérens die Podsole. Auch ist es hier, einzig auf Grund der Feldbeobachtungen oft schwierig zu entscheiden, ob es sich um richtige, voll entwickelte Podsole handelt, oder ob nur die äußeren Merkmale dafür vorliegen. „Ausgebleichte“ Horizonte können auch durch feinsandige Einlagerungen, die auf eine ältere Überschwemmung durch Gletschermilch zurückzuführen sind, vorgetauscht werden. Solche Bildungen sind besonders auf der Alp Bricola verbreitet.

Als Podsole aufgefaßt und auf den Übersichtsskizzen als solche zur Darstellung gebracht wurden deshalb nur Böden, bei denen unter der braunen Humuslage der Vegetationsschicht eine deutliche Bleicherdezone und dazu in größerer Tiefe auf Grund der ockerroten Verfärbung eine Sesquioxidverlagerung notiert werden konnten. Das Gefüge der oberen Humusschicht ist dabei meist primitiv und die Krümelung mangelhaft. Dagegen ist in der Regel die Durchwurzelung sehr dicht und tiefreichend.

Besonders rein entwickelt und ziemlich verbreitet sind diese Podsole im Gebiet der Alpen Ferpècle und Bricola, wo das humidere Klima und



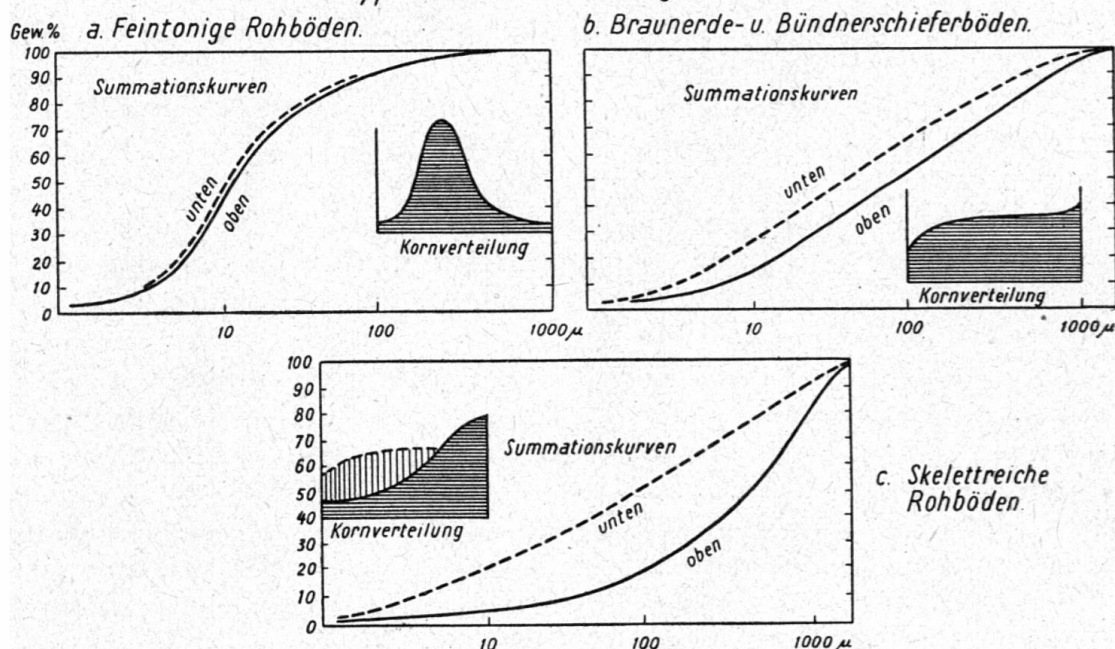
die rein silikatische Gesteinsunterlage diesen Entwicklungstyp förderten.

Unter den Rohböden zeigen die feintonigen Schwemmböden die mannigfaltigsten Strukturmerkmale. Gemeinsames Merkmal ist die gute Aufbereitung mit Anreicherung der Schluff und Feinsandfraktion. In oberen und unteren Bodenschichten ist die Kornverteilung nahezu gleichartig, wenn man absieht von einzelnen Kieslagen, die zuweilen dazwischen geschaltet sind.

Ein typischer derartiger Boden der Alp Cotter zeigt z. B. die Kornverteilung des Diagr. 3.

Diagramm 1<sup>1)</sup>.

*Typische Kornverteilungskurven.*



Ein wesentliches Merkmal dieser Rohböden ist ihre Gliederung durch oft mehrere ältere Humuslagen, die bis in mehr als 1 m Tiefe ergraben werden konnten. Diese geben wertvolle Hinweise auf ihre Entstehung. Die feintonigen Absätze aus Schmelz- und Gletscherwassern wurden auf bestehenden Vegetationsschichten abgelagert und auf ihnen bildete sich später eine neue Vegetations- und Humusschicht. Derartige Überschwemmungen durch Schluff aus Gletschermilch konnten bei der Probenahme auf der Alp Bricola bei Probe Nr. 46 (siehe Tab. 2) beobachtet werden. Das Aussehen dieser primitiv struierten, meist sehr stark durchfeuchteten Tonrohböden wird durch die oben erwähnten Kieszwischenlagen, die durch kräftigere Schmelzwasserüberschwemmungen zum Absatz gelangten, ferner durch oft fleckig

<sup>1)</sup> Korngrößendarstellung von 3 wichtigen Bodentypen (Feinerde) aus dem Val d'Hérens. Darstellung wie in Diagr. 3, etwas schematisiert.

verteilte Eisenhydroxydverfärbungen modifiziert. Extrem hoher Serizitgehalt verleiht diesen Böden oft silberglänzendes Aussehen und knetbare Eigenschaften. Die Mineral- und Gesteinstrümmer sind meist vollkommen frisch und die Durchlüftung dieser schichtig struierten Böden ist offenbar schlecht.

Als Ausgangsmaterial dieser Rohtonböden kommt jedes feine Gesteinsmehl in Frage, sei es in Form der Gletschermilch aus Arollagneis, sei es in Form verschwemmter Tonschieferchen, oder Serizitblätter aus Muskowitquarziten (Nr. 60, Tabelle 3).

Die tiefgründig verwitterten, grauschwarzen Bündnerschieferböden nehmen hinsichtlich Entwicklungsgrad und Gefüge eine Mittelstellung zwischen den eigentlichen Rohböden auf Glimmerschiefern und den gut gekrümelten Braunerden ein. Bei schlechter Krümelung und lockerer Struktur sind sie sehr wenig horizontiert und nur mäßig durchwurzelt. Bis in große Tiefen beobachtet man dieselbe graubraune, schiefrige Feinerde und der Gehalt an groben Skelettstücken ist meist geringfügig. Ihre Lage auf Gehängeschutthalden unter brüchigen Felspartien hat eine meist ganz ordentliche Durchfeuchtung, aber auch eine stete Übersäuerung durch frische Trümmer, herbeigeführt durch Lawinen oder Steinschlag, zur Folge. Darum ist es einigermaßen verwunderlich, daß diese Böden in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle vollständig entkalkte Feinerden enthalten. Wir kommen auf diese Erscheinung bei der Behandlung der Böden der Alpen Le Prêlèt und Cotter noch zu sprechen. Dies unterscheidet sie auch von den Kalkglimmerschieferrohböden, zu denen, wie auch zu den Braunerden, allmähliche Übergänge bestehen. Stärkere Rotfärbung, die in den tieferen Horizonten oft beobachtet werden kann, beruht meist auf Eisenhydroxydbildung durch Zersetzung des reichlich beigemengten Pyrits.

Bei den grobstruierten skelettreichen Rohböden rechtfertigt sich eine Gliederung nach dem Gesteinsmaterial in vermehrtem Maße, drückt dieses doch nicht nur durch die Bestimmung der Grobstruktur, sondern auch durch die Gestaltung der Feinderdeeigenschaften dem Bodenprofil seinen Stempel auf.

Auf Gneisgrundlage ist die Bodenkrume meist sehr mager, von Kiesbrocken durchsetzt, der Untergrund wenig verwittert und hellgraugelb gefärbt. Je mehr sich der Boden einer Braunerde nähert, desto besser wird die Krümelung und desto dunkler die Färbung.

Auf Grüngesteinen und Serpentinien liegt zwischen den sehr schwach verwitterten Gesteinsbrocken eine pulverige, humusreiche Feinerdemasse, rohhumusreich und oft etwas feinfaserig struiert. Recht häufig kann eine starke Rotfärbung in mittleren Lagen festgestellt werden. Der Gehalt an Wasser und Humus ist bedeutend größer als bei den Braunerden. Der Untergrund ist infolge Talkmineralien-Bildung aus den Serpentinien oft stark hellgrau gefärbt.

Kalkschieferrohböden und Rohböden auf Dolomiten sind meist nur

z. T. entkalkt, bis weit hinauf von rauh verwitterten Schieferstücken durchsetzt und oben durch pulverige, relativ humusarme Feinerde ausgezeichnet. Auf Dolomitschutt herrschen braungelbe Farbtöne vor. Ausgesprochen mager und flachgründig sind die Rohböden auf reinem Quarzitschutt. Die grau bis graubraun gefärbte Feinerde zwischen den frischen, eckigen Quarzitbruchstücken ist oft ziemlich stark durchwurzelt und manchmal reich an Serizitblättern.

### B. Beziehungen zwischen Gesteinsunterlage, geologischen Verhältnissen und Bodentypen.

Es kommt nicht von ungefähr, daß zwischen den Bodenarten und den Untergrundverhältnissen Gesetzmäßigkeiten in der gegenseitigen Zuordnung bestehen. Auch wenn wir von der Differenzierung der Rohbodentypen nach dem Ausgangsmaterial absehen, bestehen die aus der folgenden Tabelle ablesbaren Regeln:

Tabelle 7.

*Bodentypen und geologische Unterlage.*

<i>Bodentypen</i>	<i>Unterlage</i>				
	<i>Moräne</i>	<i>anstehen- der Fels</i>	<i>Blockschutt u. Bergsturz</i>	<i>Alluvionen u. Schwemm- kegel</i>	<i>Gehänge- u. Geschiebe- schutt</i>
<i>Normale Braunerden</i>	39	2	3	2	1
<i>Humusreiche Braunerden</i>	3	—	—	—	—
<i>Braunerdeartige Rohböden und Rohhumuspolster</i>	6	1	2	—	—
<i>Podsole und leicht podsolierte Braun- erden</i>	7	3	1	2	1
<i>Skelettreiche Rohböden</i>	9	7	9	—	7
<i>Feintonige Rohböden</i>	6	—	—	9	2
<i>Schwarze Bündner- schiefer Böden</i>	2	—	1	—	20
<i>Total</i>	72	13	16	13	31

Normale humusreiche Braunerden, sowie braunerdeartige Rohböden liegen meist auf Gneisen, oft auch auf gemischter Grundlage und haben in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Moränen als Untergrund. Dasselbe gilt für die Podsole und für die leicht podsolierten Braunerden, wobei auch anstehender Fels und feiner Schwemmschutt als Untergrund in Frage kommen. Daraus sieht man, daß dieser stark klimatisch bedingte Bodentyp etwas freier von den Eigenschaften des Untergrundes ist (Tabelle 7).



Während skelettreiche Rohböden von der geologischen Form des Untergrundes weitgehend unabhängig sind, ist ihre Bindung an die Grüngesteine hervorstechend (16 von 36 Bodenproben). Das beruht darauf, daß diese Grüngesteine und Serpentine besonders zur Bildung groben Blockschuttes geeignet sind (Tabelle 8).

Tabelle 8.

*Bodentypen und petrographische Zusammensetzung.*

<i>Bodentypen</i>	<i>Unterlage vorwiegend:</i>				
	<i>Gneise</i>	<i>Grüngesteine</i>	<i>Quarzite</i>	<i>Karbonatgesteine</i>	<i>gemischt</i>
<i>Normale Braunerden</i>	23	5	1	4	11
<i>Humusreiche Braunerden</i>	3	—	—	—	—
<i>Braunerdeartige Rohböden und Rohhumuspölster</i>	8	—	—	—	1
<i>Podsole und leicht podsolisierte Braunerden</i>	7	1	1	1	1
<i>Skelettreiche Rohböden</i>	7	16	3	9	1
<i>Feintonige Rohböden</i> (Schluff)	6	1	1	2	2
<i>Schwarze Bündnerschiefer Böden</i>	—	—	—	17	5 *
<i>Total</i>	54	23	6	33	21

\* meist nur Quarz neben BS.

Die feintonigen Rohböden sind naturgemäß vor allem an Alluvionen und Schwemmkegel gebunden. Ein beträchtlicher Teil ist aber auch den moränenartigen Absätzen zuzuordnen, weil dort bei reichlicher Durchtränkung mit Gletschermilch z. T. sehr tiefgründige Schlufflagen entstehen können (Tabelle 7).

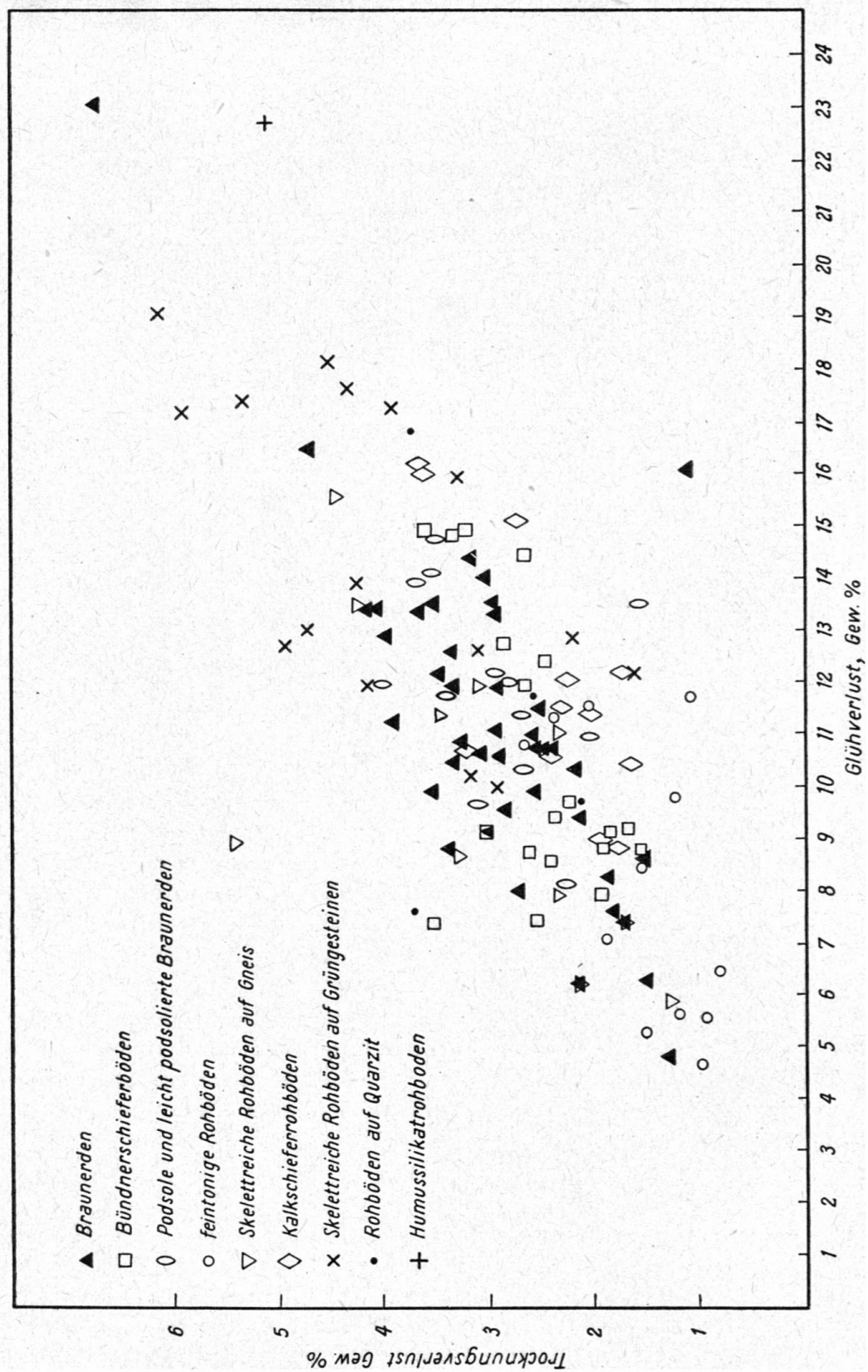
Die tiefgründigen, schwarzen Bündnerschieferböden mit vorwiegend fast reiner Karbonatgesteinsgrundlage sind meist im feinen Gehängeschutt ergraben worden, weil der leicht verwitterbare Kalkschiefer sich besonders zur Bildung ausgedehnter Gehängeschuttflanken eignet.

### C. Beziehungen zwischen dem Wasser- und Humusgehalt der Bodenproben in den einzelnen Bodentypen.

Da bei der großen Zahl der untersuchten Proben die genaue Ermittlung des Humusgehaltes vermittels der nassen Verbrennung sich als zu zeitraubend erwies, beschränkten wir uns darauf, auf Grund der

Diagramm 2.

Trocknungsverlust und Humusgehalt der Böden des Val d'Hérens.



Trocknungs- und Glühverluste über den Gehalt an Humus (inkl.  $H_2O^+$ ) Anhaltspunkte zu gewinnen<sup>1)</sup>. Da die untersuchte, oberste Bodenkrume durchwegs karbonatfrei war, konnte von einer Korrektur der Werte durch die Bestimmung und Abzug des  $CO_2$  abgesehen werden.

Als allgemeine Regel gilt, daß hohen Trocknungsverlusten hohe Humusgehalte (Glühverluste) parallel gehen. Bei den verbreiteten Braunerden besteht eine recht große Streuung der Werte bei einer Häufung um mittlere Humusgehalte (inkl.  $H_2O^+$ )<sup>1)</sup> von 8 bis 14% und bei 2½ bis 4% Trocknungswasser ( $H_2O^-$ ).

Hohe Humusgehalte (12 bis 20%) bei hohen Trocknungsverlusten (3 bis 6%) sind den Rohböden auf Grüngesteinsgrundlage zu eigen, während die feintonigen Rohböden durch ausgesprochen kleine Werte ausgezeichnet sind (4 bis 9% Humus inkl.  $H_2O^+$  bei 0,5 bis 2% Trocknungswasser).

Diagramm 2 gibt eine vollständige Übersicht dieser Verhältnisse. Die Bedeutung der Signaturen ist aus der Legende ersichtlich.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Schweineschlachthanlage im Schlachthof Zürich.

Von Dr. V. Allenspach, Zürich.

Die mühsamste Arbeit bei der Schlachtung von Schweinen ist das Entfernen der Borsten. In größeren Betrieben ist man erfolgreich zur maschinellen Enthaarung übergegangen. Sie hat auch in der Schweiz Eingang gefunden und es dürften in absehbarer Zeit die bedeutenderen öffentlichen und privaten Schlachthanlagen mit Enthaarungsmaschinen ausgestattet sein. In Zürich gab das starke Anwachsen der Schweineschlachtungen, die schon 1937 ein Maximum von 88 617 Stück erreichten, Anlaß zur Aufstellung einer Enthaarungsmaschine mit zugehörigem Brühkessel und ergänzenden Förderanlagen.

Ursprünglich waren 3 erhöhte Tötebuchten mit je einem Brühbottich, zwei Enthaarungstischen und einem entsprechenden Hochbahnsystem mit Geleisen für Ausschlachtung, Fleischschau und Stapelung der getöteten Tiere sowie für die Bereitstellung der leeren Wanderspreizen vorhanden. Pro Arbeitstag konnten an jedem Kessel 500 Schweine geschlachtet werden, doch wurde nie

<sup>1)</sup>  $H_2O^+$  bedeutet Wasser, das über 110°,  $H_2O^-$  Wasser, das unter 110° entweicht.