

Zeitschrift: Mitteilungen der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich
Band: 38 (1937-1938)

Artikel: Zur Frostverteilung der Schweiz
Autor: Winkler, Ernst
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-28294>

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: 22.07.2025

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

Zur Frostverteilung der Schweiz.

Von ERNST WINKLER.

Einleitung.

Die Fröste der Schweiz entbehren bis heute einer systematischen Darstellung. So verwunderlich diese Tatsache bei deren Bedeutung für alle Lebenserscheinungen (7, 10, 28, 33) berühren mag, so begreiflich erscheint sie, wenn die Voraussetzungen hierzu berücksichtigt werden; denn abgesehen davon, daß bei der starken natürlichen Gliederung unseres Landes und bei einem Netz von nur 120 Temperaturmeßstationen der Beobachtungsstoff recht dürftig ist, bestehen noch später zu erwähnende Schwierigkeiten der Auswertung, die das Fehlen einer Bearbeitung durchaus verständlich machen. Wenn hier dennoch — aus unterrichtlicher Arbeit herauswachsend — der Versuch einer provisorischen Sichtung des vorhandenen Materials unternommen wird, so darf er, ähnlich wie derjenige *Dieckmanns* (13) etwa, lediglich als Vorbereitung und Anregung zur intensiveren Beschäftigung mit dem durch die forst- und landwirtschaftliche Praxis und Theorie (28, 30, 43) längst als grundlegend wichtig erkannten Gegenstand betrachtet werden¹⁾. Diese Bewertung legt ja auch der Umstand nahe, daß der Versuch von der Geographie her erfolgt, welche den Frost, der wie jedes Element der Luft- hülle ausschließlich Objekt der Meteorologie und Klimatologie darstellt, im Grunde allein in seiner *landschaftlichen Wirkung* zu untersuchen hätte und daher — weil hierzu erst die Grundlagen zu schaffen sind — unzweifelhaft der Ergänzung und Vertiefung durch die Fachmeteorologie bedarf.

Den Frösten der Schweiz nachgehen, konnte zunächst nur bedeuten, die Beobachtungen der bestehenden meteorologischen Stationen statistisch zu erfassen und darauf aufbauend vorsichtige Schlüsse auf ihre Verbreitung

Anmerkung: Die Zahlen in runden Klammern (...) verweisen auf die laufenden Nummern des Literaturverzeichnisses.

¹⁾ Wie wichtig in der Tat diese Beschäftigung ist, lehren gerade wieder die diesjährigen Frostfälle, die allein dem Wallis trotz allen Gegenmaßnahmen (27 000 Oefen, « Chauffrettes ») einen wahrscheinlichen Schaden von mindestens 12 Mill. Fr. gebracht haben. (*A. Schellenberg*: Die Frostkatastrophe im Obst- und Weinbau, Neue Zürcher Zeitung, 159, 1938, Nr. 790.)

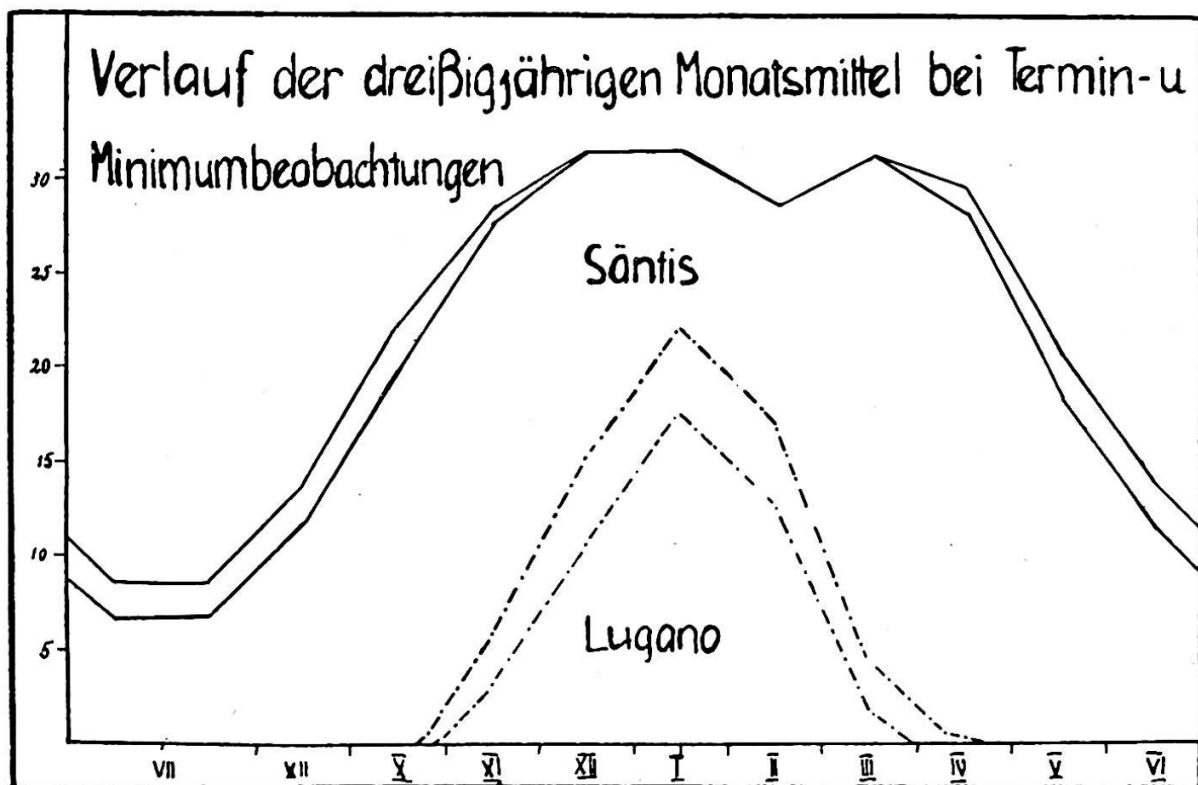


Abb. 1

innerhalb des Untersuchungsgebietes zu ziehen; andere Wege wären zur Zeit trotz zahlreichen Einzelarbeiten klimatologischen Charakters (9, 19) und Einzelbeobachtungen in landschaftsmonographischen Studien (19, 20) kaum begehbar gewesen, da letztere zu heterogener Art und sehr oft auch überholt sind. Auch so noch stellten sich dem Unternehmen Schwierigkeiten entgegen, die nicht nur in dem oft recht mühsamen Exzerpieren der trotz der erwähnten verhältnismäßig geringen Zahl von Beobachtungsstationen sehr umfangreichen Zahlen aus den Beobachtungstabellen in der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt begründet waren. Sie alle zu diskutieren, würde aber den Rahmen unserer Arbeit sprengen, obwohl sie erwähnt werden müssen, um das Aufdecken eventueller Fehler zu erleichtern, sowie um gegebenenfalls Wegleitungen für deren Korrektur zu bieten. Neben der genannten kleinen Stationenzahl, die durch teilweise unvollständige Beobachtungsdauer noch herabgesetzt wird, waren es vor allem die kaum genügend kontrollierbaren Verschiedenheiten von Instrumenten und Beobachtern, die, durch öfteren Wechsel vervielfacht, ein wesentliches Moment der Unsicherheit bedingten. Nicht weniger fiel ins Gewicht, daß von den meteorologischen Stationen nur deren zirka 30 einigermaßen brauchbare Minimumthermometer aufwiesen, so daß die Arbeit zur Hauptsache an Hand von Terminbeobachtungen ausgeführt werden mußte, was zum vorneherein nur

eine sehr angenäherte Genauigkeit [vgl. Abb. 1] ²⁾ ermöglichte. Eine ebenso wichtige Herabsetzung derselben bedeutete sodann die Tatsache, daß die Beobachtungen in 2 m Höhe erhoben werden, so daß die eigentlichen, ökologisch einzig in Frage kommenden Frostdaten des Bodens überhaupt nicht

²⁾ Den durch Termin- und Minimabeobachtungen bedingten Unterschied der Anzahl der Frosttage ermittelten wir auf Grund von 30 Stationen zu 3 bis 56 Tagen, d. h. mit andern Worten, daß die Terminbeobachtungen die Frosttage um 6—61 % zu niedrig angeben, wobei die niedrigste Zahl dem Säntis, die höchste Locarno entspricht. Der Verlauf des Fehlers ist somit umgekehrt proportional der Anzahl der Frosttage. Ebenso werden dadurch natürlich die ersten und letzten Fröste, d. h. die Frostgrenzen bedeutend verschoben, und zwar scheint nach unsern Feststellungen der Unterschied im Frühling — wo er zumeist wesentlich höhere Bedeutung besitzt — bedeutend größer als im Herbst, was vielleicht mit den zu dieser Jahreszeit häufigern klaren Nächten zu erklären sein dürfte. Freilich können auch bei diesen Verhältnissen für die einzelnen Gebiete keine zuverlässigen Mittelwerte aufgestellt werden, da die relativ geringe Zahl von Stationen mit Extrembeobachtungen ziemlich unregelmäßig über das ganze Land verteilt ist und gleichfalls schwankend zuverlässige Beobachtungen aufweist. Lediglich als Belege lassen wir daher die aus den zuverlässigsten Stationen errechneten Werte folgen, die einige Anhaltspunkte vermitteln.

Verschiebung der Frostgrenzen und -tage durch Extrem-Beobachtungen.

	Frühling		Herbst		Frosttage		Frostfreie Zeit	
	T	M	T	M	T	M	T	M
Basel	23. 3.	6. 4.	8. 11.	5. 11.	56	66	227	213
Neuenburg	28. 3.	14. 4.	11. 11.	4. 11.	66	88	228	204
Zürich	2. 4.	14. 4.	3. 11.	1. 11.	73	87	215	201
Bern	6. 4.	21. 4.	1. 11.	28. 10.	87	102	209	190
Genf	24. 3.	6. 4.	10. 11.	30. 10.	57	75	231	207
Säntis	—	—	—	—	248	263	—	—
Altdorf	23. 3.	5. 4.	13. 11.	7. 11.	63	76	235	216
Bevers	—	—	—	—	195	229	—	—
Lugano	4. 3.	22. 3.	25. 11.	19. 11.	46	66	266	243

T = Terminbeobachtung, M = Minimumbeobachtung.

Als Reminiszenz zitieren wir dazu außerdem aus dem «Klima der Schweiz» (29), S. 108: «Wo Aufzeichnungen an Minimumthermometern vorliegen, ergibt sich die Zahl der Frosttage im Jahre nicht unerheblich größer [15 bis 20 Tage mehr] und die Häufigkeit derselben im Mai und September wächst natürlich ebenfalls.» Man kann daraus ersehen, daß seither immerhin einige Fortschritte in der Berechnungsmöglichkeit des Verhältnisses Termin- und Minimabeobachtung gemacht worden sind, obwohl auch heute dadurch noch nicht die Möglichkeit genauer Festlegung des wirklichen Frostverlaufs besteht und daher die Forderungen nach Präzisierung der Wetterbeobachtungsorganisation nicht aufhören dürfen. — In diesem Zusammenhang darf vielleicht noch darauf hingewiesen werden, daß eine eventuell nicht unwichtige Fehlerquelle bei den Frostbeobachtungen darin zu sehen ist, daß im Laufe der Zeit die Umgebung der Beobachtungsstationen stärker — besonders in den Städten — bebaut worden ist, was zu Veränderungen des Lokalklimas geführt und damit natürlich die Beobachtungsergebnisse verändert hat, wobei ja schon nach Zschokke (44) bekannt ist, daß den Siedlungen im allgemeinen, den Städten im besondern, ein wesentlich anderes Klima zuzuschreiben ist, als dem Vorland.

erhältlich waren, was um so nachteiliger ist, als ein allgemeiner, zahlenmäßig ausdrückbarer Zusammenhang zwischen Bodenfrost und Frostauftreten in höhern Luftschichten, wie *Geiger* gezeigt hat (20, 21), noch nicht bestimmt werden kann. Hieran vermochten auch die schweizerischen, an den Stationen Buus (Baselland), Heidenhaus (Bodensee) und Sils-Maria (Oberengadin) während einiger Jahre durchgeführten Bodenbeobachtungen nichts zu ändern, da sie selbst sehr verschiedene Resultate zeitigten (6). Die ganze Arbeitssituation war somit denkbar ungünstig zu nennen, und nur die Feststellungen zahlreicher Meteorologen (2, 20, 23, 40) über ähnliche Zustände, bei der Beobachtung anderer meteorologischer Elemente und in andern Ländern, veranlaßten trotzdem die Veröffentlichung des bearbeiteten Materials, das immerhin als vorläufig einzig mögliches — für die Schweiz wenigstens — von vergleichsmäßigem Wert sein dürfte. Standen für seine methodische Auswertung in der Schweiz gleichfalls nur eine sehr kleine Zahl (9, 11, 19, 26, 29, 31, 32) von Vorarbeiten zur Verfügung, so konnten doch aus dem Auslande eine Anzahl wertvoller Studien benützt werden, die gute Dienste leisteten und die Arbeit erleichterten. Es seien für die allgemeinen Probleme hier nur *Angström* (5), *Dorscheid* (14), *Hamberg* (23), *Maximow* (30) oder *Schröder* (39) — die grundlegende Beziehungen zwischen Frost und Frostbedingungen aufdeckten — oder *Azzi* (7), *Brockmann* (10), *Geiger* (20, 21), *Huber* (25), *Jaccard* (26) oder *Wartenberg* (43) erwähnt, welche den Wirkungen der Fröste aufschlußreiche Resultate abgewannen. Mit ihren Wegleitungen dürften deshalb, wenn auch mit allen Vorbehalten, doch einige Hinweise auf eine Erscheinung möglich sein, die das volle Interesse nicht nur der Praxis, sondern auch der Wissenschaft verdient.

Die Frosttage.

Wir knüpfen dabei die Diskussion direkt an unsere Tabellen an, welche, wo es möglich war, nach internationaler Uebereinkunft, die Periode 1901 bis 1930 umfassen, aber nur die dreißigjährigen Mittel und Extreme enthalten, da eine Veröffentlichung des gesamten zusammengestellten Urmaterials raumeshalber naturgemäß unmöglich war. Diese Diskussion geht am besten vom Jahresmittel der Zahl der Frosttage aus (Tabelle 1), da die meisten ähnlichen Arbeiten und die Handbücher darin die Grundlagen sehen (2, 24, 29). Fassen wir zunächst ihre räumliche Verbreitung ins Auge, so ergibt sich, rein statistisch betrachtet, daß sie vor allem mit der Meereshöhe ziemlich eindeutig an Zahl zunehmen, was dem allgemeinen Temperaturgange, von welchem sie ja einen besondern Abschnitt bilden, entspricht; so wenigstens

Tabelle 1: Frosttage und frostfreie Zeit.

Legende: F = 30jähriges Jahresmittel der Frosttage, E = 30jähriges Mittel der Eistage, FM = Minimum der Jahressumme der Frosttage, FX = Maximum der Jahressumme der Frosttage.

	Höhe m	F	E	FM	Jahr	FX	Jahr	Frostfreie Zeit				
								Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr
<i>Jura:</i>								Tage	Tage		Tage	
Lohn	640	85	40	58	1926	117	1908	211	175	1912	246	1926
Schaffhausen	437	83	32	59	1926	109	1917	211	176	1912	241	1924
Unterhallau	450	86	31	54	1926	127	1917	201	144	1928	238	1904
Baden	385	66	26	22	1923	92	1917	221	178	1919	249	1930
Böttstein	360	72	22	45	1923	98	1924	219	192	1921	245	1923
Rheinfelden	280	55	16	16	1623	88	1909	226	184	1912	267	1927
Wintersingen	444	80	24	62	1916	109	1917	201	165	1912	235	1924
Basel	278	56	19	30	1926	89	1929	230	174	1912	265	1927
Liestal	325	76	16	52	1923	110	1917	209	174	1912	238	1907
Langenbruck	706	100	38	79	1926	133	1917	187	145	1928	225	1904
Aarau	403	80	29	51	1923	106	1917	209	177	1919	255	1928
Olten	395	70	25	42	1923	100	1917	219	178	1919	256	1928
Solothurn	470	79	25	59	1923	114	1917	207	171	1911	259	1924
Weissenstein	1283	131	82	94	1920	165	1917	—	—	—	185	1913
Mont Soleil	1245	118	53	90	1920	159	1917	170	129	1928	204	1924
Chaumont	1128	108	60	74	1920	153	1917	175	139	1923	220	1913
Neuchâtel	488	66	24	40	1923	96	1917	222	183	1919	256	1928
Chaux-de-Fonds . . .	990	108	41	80	1926	152	1917	183	137	1928	214	1925
La Brévine	1080	136	55	116	1920	175	1917	—	—	—	274	1901
Cernier	800	93	37	62	1926	136	1917	206	177	1909	239	1927
<i>Mittelland:</i>												
Kreuzlingen	425	73	29	40	1926	102	1917	223	182	1903	260	1928
Heidenhaus	695	91	46	52	1926	128	1917	203	169	1919	248	1926
Frauenfeld	427	85	31	61	1926	111	1917	202	171	1911	241	1924
Winterthur	445	79	30	55	1916	104	¹⁹¹⁷ 1924	210	175	1912	244	1904
Zürich	493	73	27	50	1926	101	1917	215	176	1912	254	1928
Muri	483	80	32	61	1928	107	1917	214	182	1913	241	1924
Langnau	685	99	29	65	1930	128	1917	202	177	1909	238	1927
Bern	572	89	34	60	1930	117	1917	209	172	1919	243	1928
Freiburg	640	92	35	63	¹⁹²⁶ 1930	142	1908	201	166	1919	239	1927
Marsens	727	92	31	63	1926	127	1917	198	160	1912	248	1926
Romont	764	92	40	68	1913	129	1917	196	165	1912	230	1930
Montreux	380	42	8	21	1920	76	1917	255	222	1929	317	1926
Lausanne	553	64	19	29	1930	95	1917	229	190	1919	295	1917
Genf	405	60	18	32	1930	90	1917	231	188	1903	261	1923

	Höhe m	F	E	FM	Jahr	FX	Jahr	Frostfreie Zeit				
								Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr
<i>Voralpen:</i>								Tage	Tage		Tage	
Rorschach	455	61	27	26	1926	89	1909	232	179	1919	280	1923
St. Gallen	702	92	37	65	1926	132	1917	199	171	1926	229	1904
Heiden	797	99	41	68	1930	141	1917	185	162	1912	230	1930
Schwäbrig	1152	117	66	82	1918	143	1905	163	128	1906	188	1924 1926
Altstätten	470	78	28	56	1916	105	1917	220	179	1919	257	1928
Wildhaus	1120	115	57	81	1918	138	1905	170	134	1910	200	1901
Säntis	2500	248	202	222	1920	283	1912	—	—	—	80	1911
Ebnat	649	101	33	86	1910	134	1917	180	149	1912	227	1930
Wald	906	88	46	57	1930	118	1901	194	166	1925	233	1913
Oberiberg	1090	134	39	104	1926	176	1917	160	114	1908	181	1913
Einsiedeln	914	108	43	80	1926	145	1917	180	145	1928	213	1923
Walchwil	426	59	24	34	1923	93	1917	233	190	1919	273	1923
Rigi-Kulm	1787	165	112	121	1920	199	1919	—	—	—	160	1917
Gersau	442	51	18	24	1926	79	1909	242	202	1905	266	1927
Weggis	450	54	21	31	1926	88	1917	245	210	1919	281	1914
Luzern	453	70	27	41	1926	97	1917	224	184	1903	260	1928
Pilatus	2067	192	138	156	1920	234	1919	—	—	—	161	1917
Sarnen	484	82	27	53	1923	111	1917	217	172	1919	239	1904
Lungern	715	90	34	63	1930	116	1909	211	177	1909	245	1908
Interlaken	572	78	22	54	1926	111	1917	216	167	1919	249	1926
Beatenberg	1150	106	44	76	1920 1926	148	1917	183	151	1902	225	1920
Heiligenschwendi . .	1125	100	40	69	1913	148	1917	184	156	1902	233	1913
Thun	565	82	28	56	1923	111	1917	219	178	1919	257	1923
Château-d'Ex . . .	966	112	31	70	1926	159	1917	190	163	1912	235	1923
<i>Zentralalpen:</i>												
Sargans	507	71	24	43	1930	101	1917 1924	223	178	1919	265	1930
Vättis	951	115	36	85	1930	157	1917	177	138	1928	224	1913
Elm	961	118	50	83	1926	168	1917	172	144	1928	208	1904
Glarus	477	93	31	63	1926	120	1917	200	171	1902	235	1927
Auen-Linth	821	93	38	70	1926	141	1917	191	155	1920	233	1923
Altdorf	456	65	17	44	1923	97	1917	235	222	1901	284	1903
Gurtellen	742	68	27	35	1930	102	1917	222	179	1919	261	1930
Göschenen	1110	98	51	67	1926	148	1917	183	151	1908	224	1913
Andermatt	1448	161	82	139	1920	188	1917	—	—	—	160	1917
St. Gotthard	2100	215	151	186	1920	244	1928	—	—	—	133	1917
Engelberg	1021	122	55	86	1926	167	1917	179	143	1928	218	1913
Meiringen	600	91	29	66	1926	130	1917	204	166	1919	238	1920
Guttannen	1070	110	52	78	1926	129	1908	183	156	1928	224	1913

	Höhe m	F	E	FM	Jahr	FX	Jahr	Frostfreie Zeit				
								Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr
Graubünden:								Tage	Tage		Tage	
Seewis	950	110	33	79	1926	140	1905	191	176	1909	235	1923
Schiers	670	117	46	95	1926	147	1905	183	165	1910	219	1930
Davos-Platz	1557	173	77	149	1926	196	1917	—	—	—	165	1907
Arosa	1835	164	84	134	1924	198	1905	—	—	1928	140	1930
Tschiertschen	1350	137	56	110	1920 1926	181	1917	163	128	1906	188	1918
Chur	610	77	24	50	1926	107	1917	221	178	1919	256	1928
Reichenau	597	84	22	61	1926 1930	117	1901	219	193	1921	255	1928
Platta-Medels	1379	104	44	114	1920	188	1917	—	—	—	187	1924 1930
Splügen	1469	161	78	137	1926	193	1917	—	—	—	196	1927
Bernhardin	2070	196	131	173	1920	227	1919	—	—	—	150	1917
Braggio	1313	103	26	73	1926	131	1905	193	162	1919	232	1923
Grono	335	42	3	1	1921	73	1917	270	240	1905	386	1921/22
Sta. Maria	1388	135	58	111	1926	166	1917	183	145	1919	209	1930
Remüs-Schuls	1240	148	54	131	1913 1926	181	1917	175	137	1928	204	1913
Bevers	1712	195	93	176	1924	209	1907 1910	—	—	—	137	1929
St. Moritz	1853	178	76	155	1920	201	1919	—	—	—	162	1917
Sils-Maria	1809	187	100	167	1920	205	1919	—	—	—	160	1917
Castasegna	700	60	9	23	1926	77	1909	243	213	1912	300	1926
Wallis:												
Reckingen	1349	157	60	138	1926	187	1917	150	124	1928	163	1911 1917
Zermatt	1613	165	51	141	1920	193	1917	—	—	—	165	1927
Leukerbad	1415	131	44	101	1926	176	1917	175	132	1912	207	1927
Siders	551	78	15	46	1930	109	1917	230	198	1915	263	1927
Sitten	540	70	16	46	1930	102	1917	235	206	1925	261	1912
St. Bernhard	2478	252	162	217	1921	276	1912	—	—	—	150	1917
Grächen	1629	146	51	127	1924 1926	180	1919	—	—	—	259	1915 1918 1927
Saas-Fee	1800	171	84	146	1920	202	1917	—	—	—	183	1913
Tessin:												
Airolo	1143	108	42	75	1926	139	1917	204	79	1923	122	1907 1909
Faido	759	64	16	38	1920 1926	92	1909	244	219	1909	271	1912
Comprovasco	541	65	5,6	32	1926	96	1917	234	166	1919	300	1926
Bellinzona	232	46	21	28	1910	69	1917	264	240	1905	301	1930
Locarno	242	23	0,5	6	1920	45	1929	290	260	1925	333	1926 1928
Lugano	275	46	1,4	26	1920	68	1917	266	222	1919	322	1911
Generoso	1610	133	75	102	1913	171	1917	—	—	—	179	1908

weisen die beiden höchsten Stationen St. Bernhard [mit einem Mittel von 252 Tagen] und Säntis [248] sowohl die höchsten Mittelzahlen, als auch die höchsten Minimal- und Maximalwerte [St. Bernhard 217—276, Säntis 222—283] auf. Ähnlich steht es mit den ihnen nahestehenden Stationen Bernhardin, St. Gotthard, Bevers und Pilatus, deren Mittel um die Zahl 200 liegen. Die niedrigsten Mittelzahlen zeigen Locarno [23], dann folgen Grono und Clarens mit 42, sowie Bellinzona und Lugano mit 46 Tagen. In den einzelnen Großlandschaften der Schweiz freilich, deren Stationsnetz vergleichshalber in Anlehnung an die Abhandlungen der Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt (41, 42) zusammengestellt wurde, erscheinen die Verhältnisse keineswegs mehr so einheitlich; denn sowohl im Mittelland, wie im Jura und in den Voralpen sind es wohl hochgelegene Stationen, welche die bedeutendsten Zahlen zeigen, allein doch nicht — La Brévine und Weißenstein im Jura, Langnau, Freiburg und Marsens im Mittelland — die höchsten des betreffenden Gebietes, so daß, ganz abgesehen von der hie und da vermutlich allzu willkürlichen Stationengruppierung, wohl noch nach andern Motiven für die Häufung der Frosttage zu suchen ist, die unzweifelhaft, wie die meisten Forscher (1, 4, 14, 34, 37, 39) zutreffend aus andern Gegenden erweisen konnten, in Exposition, Massenerhebung, lokalen Reliefverhältnissen u. a. gegeben sind. Aus diesen Gründen verzichteten wir, durch die geringe Stationszahl überdies bestärkt, auf die Berechnung einer Zahl, welche die kontinuierliche Zunahme der Frosthäufigkeit mit der Meereshöhe angibt, obgleich hierüber bereits von Dorscheid (14) methodische, wenn auch jetzt überholte Anleitungen für die Gesamterde angegeben worden sind³⁾. Dennoch bleibt aber die Tatsache bestehen, daß die tiefer gelegenen Landschaften der Schweiz im allgemeinen als frostärmer zu betrachten sind, wenn auch dort, wie betont, zahlreiche lokale Unterschiede auftreten. Daß im übrigen auch eine Abnahme der Frosttage mit der geographischen Breite innerhalb unseres Untersuchungsgebietes zu konstatieren ist, liegt sicher ebensowenig am Unterschied der Gradnetzlage, welcher kaum 2° beträgt — wobei wir die bekannte Tatsache in Erinnerung rufen, daß die Temperaturänderungen vertikal tausendmal empfindlicher sind als in horizontaler Richtung (19) —, wie die gleichfalls, wenn auch weniger deutlich feststellbare Erscheinung einer Zunahme der Fröste von Westen nach Osten: vielmehr müssen wir auch hierbei, ohne freilich genaueres Beweismaterial

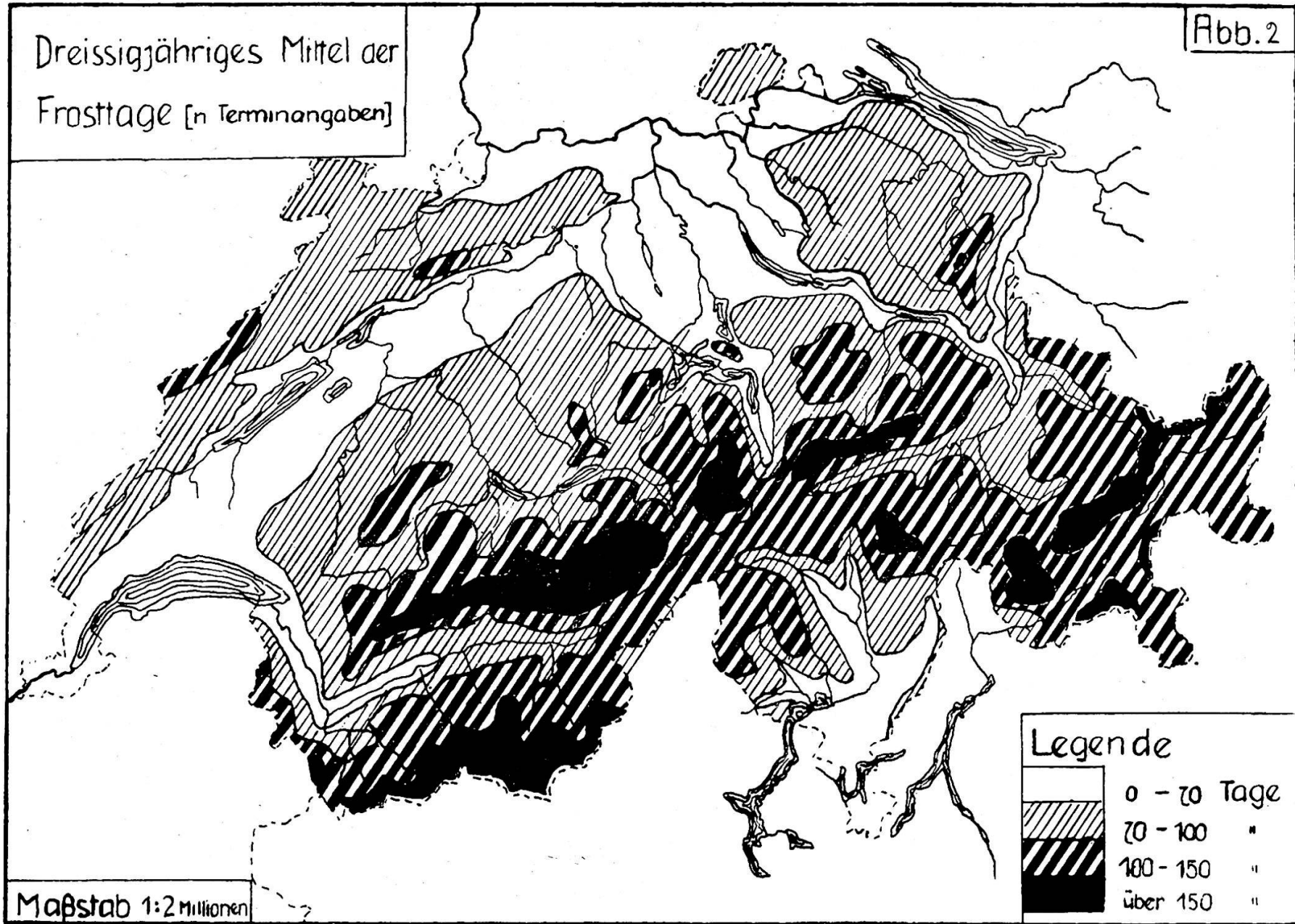
³⁾ Nachträglich fanden wir noch einen Hinweis bei *A. Rodler*, der unsere Ansicht bekräftigt. In seiner Arbeit «Die vertikale Verteilung der Temperaturschwankungen um den Frostpunkt in der Schweiz» [Meteorolog. Zeitschr. 20, 1885, S. 4—8] schreibt er, daß es sich bei der klimatischen Mannigfaltigkeit der Schweiz nicht empfehlen könne, eine Interpolationsformel für dieses Gebiet abzuleiten.

liefern zu können, lokale Bodengestalt als hauptsächlich bestimmende Gründe der Unterschiede annehmen. Bei den Tessiner Stationen dürfte dabei besonders die in ihrer Spalierwirkung bekannte Lage am Südhang der Alpen, wie gewiß auch teilweise die Seenähe von grundlegendster Bedeutung für die geringen Zahlen sein, die sich in auffallenden Gegensatz zu gleich hoch gelegenen Stationen der Nordschweiz setzen, wie der Vergleich etwa schon Faidos [759 m, 64 Frosttage] mit Ebnat [649 m, 101 Tage] oder Langenbruck [706 m, 100 Tage] zeigt, der mindestens ebenso klar wie die Temperaturzahlen die Gunst der sonnigen Veranda an der Südmark unseres Landes herausstellt. Als ähnliche Oasen mit verhältnismäßig wenigen Frosttagen erweisen sich überdies auch die sogenannten Föhntäler, unter denen besonders das Reußtal mit den Stationen Gurtellen [68] und Altdorf [65], deren mittlere Zahlen beinahe tessinischen Landschaften entsprechen, und diejenigen ähnlich hoch gelegener Stationen des Mittellandes, wie St. Gallen [92] oder Winterthur [79] beträchtlich unterbieten. Sie liefern daher eine gute Bestätigung der phänologischen Karten von *Ihne* und *Knörzer*, die die Verfrühung des Aufblühens der Pflanzen besonders im Gebiet der Nordostschweiz [Reußtal, Linthtal] nachgewiesen haben (27). Eine gewisse Parallele hierzu stellen Linth- und oberes Aaretal dar, ebenso möglicherweise das Rhonetal, obwohl die Verhältnisse dort nicht so ausgeprägt sind, wie im Tal der Reuß, das allerdings wahrscheinlicherwise durch die Nähe des Vierwaldstätter Sees doppelt begünstigt erscheint. Diese Seelage ist ja übrigens noch ein weiterer Grund, weshalb zahlreiche Stationen der Schweiz, wie auch durch die phänologischen Untersuchungen *Freys* am Zürichsee (18) neuerdings bestätigt wurde, in bezug auf Frosttage aus den übrigen Gebieten hervorstechen. Das bezeugen sowohl die Daten der Beobachtungsorte am Boden-, Zürich-, Zuger-, Vierwaldstätter-, Neuenburger- und Genfersee, wie diejenigen des Tessins, die durchschnittlich weniger als 75 Frosttage, d. h. eine Zahl aufweisen, die deutlich unter dem Durchschnitt des schweizerischen Mittellandes liegt. Daß hierbei die öfters um solche Seen angeordneten Höhenstationen [Rigi, Pilatus, Generoso, usw.] keinerlei Annäherungen an die ausgleichende Wirkung der Seeflächen erkennen lassen, wurde schon durch die ältern Forschungen *Forels* (17), die eine Beeinflussung der Seeumgebungen lediglich bis in eine Höhe von zirka 200 m über Wasserspiegel feststellten, ausreichend begründet. Im Gegensatz zu diesen verhältnismäßig frostfreien Gebieten gibt es in der Schweiz aber auch solche, bei welchen die Zahl der Frosttage durch die besondere Geländeformung ganz wesentlich erhöht wird. Das sind neben den bereits erwähnten eigentlichen alpinen Höhenstationen mit maximalen Zahlen der

Frosttage namentlich die sumpfreichen Gebiete des Mittellandes, wie etwa Thur-, Glatt- oder unteres Reußtal, die sogar randlich und erhöht gelegenen Stationen, wie Frauenfeld oder Muri, eine im Verhältnis zu ihrer Höhe beträchtliche Frosthäufigkeit verleihen. Meist tritt dabei allerdings noch der Umstand hinzu, daß solche Stationen an Abhängen oder in Mulden lagern, die Kaltluftströme und damit Fröste besonders begünstigen, wie namentlich auch *Pollack* (37) gezeigt hat. In diesem Zusammenhang ist ja die Jura-station La Brévine, welche mit durchschnittlich 136 Frosttagen im Jahr, 116 Tagen im Minimum und 175 im Maximum, die höchste Frequenz des ganzen Gebietes besitzt, obwohl daneben noch drei bedeutend höher gelegene Beobachtungspunkte bestehen, das typische Schulbeispiel, das durch die Beobachtungen *Pillichodys* (36) an andern Frostlöchern des Juras wertvolle Stützen erhalten hat, die auch auf ähnliche Verhältnisse, so etwa in den Drumlinlandschaften des Zürcher Oberlandes, des Sitter-, Murg- und Thurtales oder des Frienisbergplateaus ein Licht zu werfen geeignet sind. Damit sind begreiflicherweise noch längst nicht alle Frost begünstigenden oder abweisenden morphologischen Faktoren erwähnt, doch kann mangels eingehenderer lokalklimatischer Forschungen auch gar nicht darauf eingegangen werden. Lediglich verweisen möchten wir noch darauf, daß wir enge Beziehungen des Frosteintrittes schweizerischer Stationen mit den von *Pollack* in seiner hierfür grundlegenden Arbeit über Norddeutschland angeführten Kaltlufteinbrüchen fanden, die naturgemäß das Entstehen von Frösten wesentlich beeinflussen. Wir erwähnen hier nur die Jahre 1926 und 1928, welche sowohl in bezug auf Spätfröste im Mai und Juni als auch bei Oktoberfrösten eine auffallende Kontinuität zwischen deutschen und einer ganzen Anzahl schweizerischer Gebiete erkennen lassen, was die Abhängigkeit auch der Fröste unserer Gebiete von der Großwetterlage und damit zugleich die Resultate *Pollacks* bestätigt, wobei allerdings zu bemerken ist, daß die alpinen Stationen sich den genannten Einflüssen weniger zugänglich zu zeigen scheinen und wohl mehr oder weniger einem eigenen Frostregime unterliegen, dessen Dynamik aber späterer Untersuchung vorbehalten bleiben muß. Zusammengefaßt ergibt sich indes für die räumliche Verbreitung der Frosttage in der Schweiz, daß, wie ja übrigens vorauszusehen war, der Alpensüdfuß und das Mittelland mit ihren teils weit in den Alpenkörper hineingreifenden Buchten, Rhein, Linth, Reuß, Rhone usw., die geringste, die Gebiete der Hochalpen die höchste Frequenz aufweisen, während Jura und Voralpen mit wenigen Ausnahmen Uebergangsgebiete darstellen, und Seen- und Föhntäler begünstigte, Mulden, Sumpfgebiete, aber auch die zahlreichen niedrigen Höhenzüge besonders

Dreissigjähriges Mittel der
Frosttage [n Terminangaben]

Abb. 2



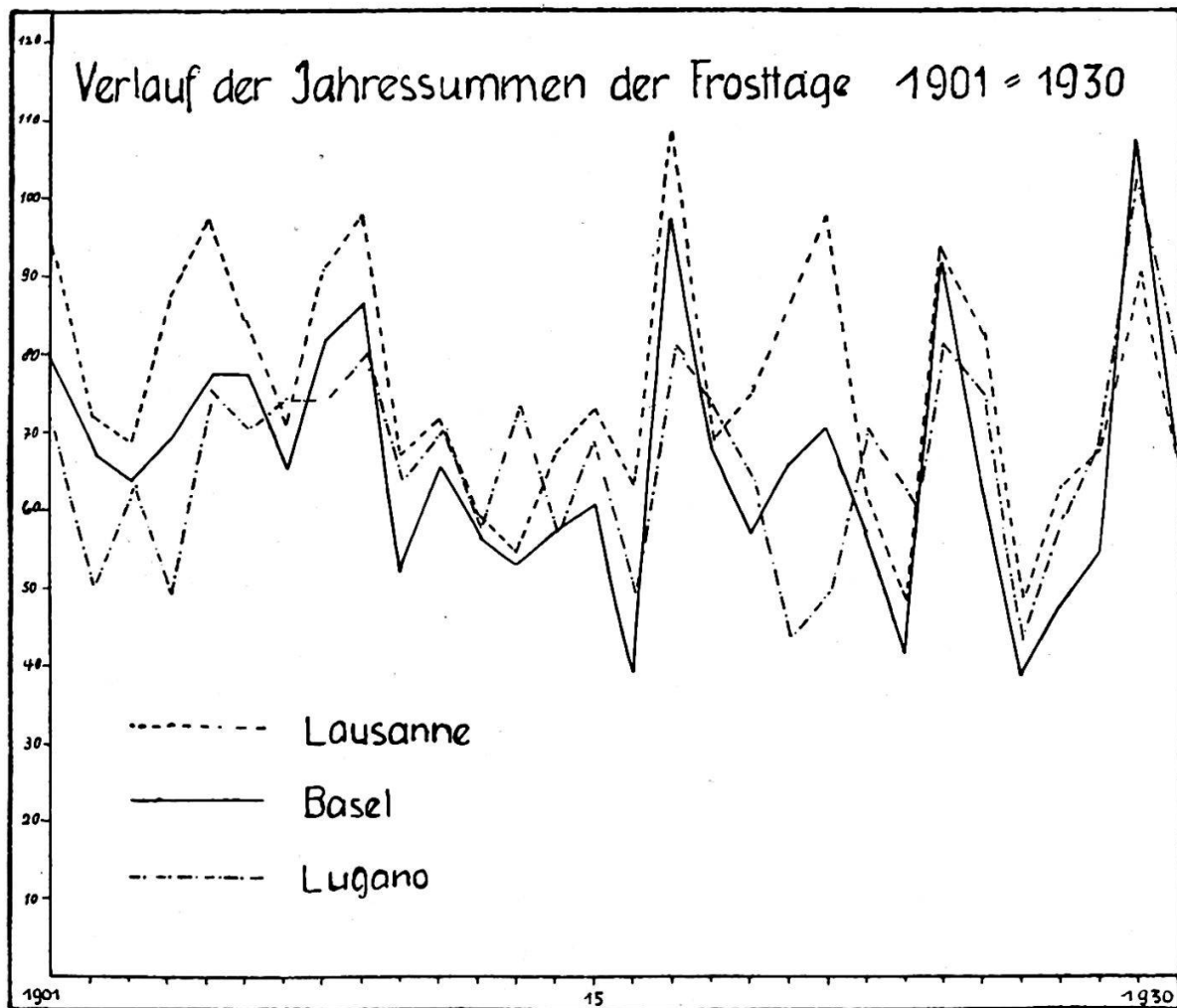


Abb. 3

benachteiligte Oasen innerhalb dieser Landschaften bilden [Abb. 2]. In schematischer Uebersicht kann ungefähr gesagt werden, daß die mittlere Zahl der Frostage des Tessins und des nordschweizerischen Mittellandes zwischen 70 bis 80 Tagen schwankt, die Alpen ein Mittel der Frostage von 100 bis 150 Tagen aufweisen, während dasjenige von Jura und Voralpen zwischen 85 und 100 Tagen liegt [vgl. Abb. 3]. Es ist dabei freilich daran zu erinnern, daß diese Ziffern um nicht unwesentliche Werte, die dem Unterschied zwischen Termin- und Minima-beobachtungen entsprechen, zu erhöhen sind, so daß sich infolgedessen das tatsächliche Mittel nach unsern auf Grund von 30 Stationen errechneten Werten etwa folgendermaßen verhält: dasjenige des Mittellandes [für den Tessin erschien uns eine Berechnung ungeeignet] beträgt 20 % mehr, d. h. 97 Tage, dasjenige der Zentralalpen steigt um 21 % auf 154 Tage und schließlich erhielten wir für Jura und Voralpen ein Mittel von 120 Tagen. Das Mittel der gesamten Schweiz bestimmt sich danach zu 103 resp. 127 Tagen, woraus somit ein mittlerer Unterschied zwischen

Termin- und Extreembeobachtung von 24 Tagen resultiert. Diese an und für sich nicht besonders sinnvollen Werte vermitteln nun immerhin ein gewisses Maß für die Verfrosterung der Schweiz, wenn damit diejenigen der Stationen in Beziehung gebracht wird, deren mittlere Anzahl Frosttage dieses Mittel überschreiten: es sind deren 41, mit andern Worten: rund 40 % aller Stationen stehen über dem Mittel. Die Schweiz dürfte damit, was ja auch die Tatsache bekräftigt, daß der Großteil der Beobachtungsstationen unter 1000 m Meereshöhe aufgestellt ist, ein Land mit mittel- bis untermittelmäßig zahlreichen Frösten sein ⁴⁾. Was nun noch die sogenannte Frostdichte, d. h. die Anzahl der Frosttage in Prozent der kalten Jahreszeit [Zeit zwischen erstem und letztem Frost] anbetrifft, die wir ermittelten, um ein weiteres Maß für die Häufigkeit des Auftretens der Fröste zu erhalten, ergab sich, was freilich nicht sehr verwundert, daß sie proportional der Anzahl der Frosttage ist. Die geringsten Zahlen fanden sich daher auch im Tessin, dessen mittlere Frostdichte 51 beträgt, während die höchste, 62, auf die Alpen entfällt, Jura und Mittelland dagegen beide dieselbe Zahl, nämlich 52, ergaben. Der Grund für die relativ geringen landschaftlichen Unterschiede dürfte vor allem darin zu suchen sein, daß eine große Anzahl von Stationen besonders der höhern Gebiete das ganze Jahr über Frost aufweisen, ohne in eigentlich alpinem Gebiet zu liegen, wodurch das betreffende Mittel wesentlich erniedrigt wird.

⁴⁾ In diesem Zusammenhange ist vielleicht eine kurze Bemerkung über die sogenannten Eistage, die Tage, an denen das Thermometer den 0-Punkt nicht übersteigt, gestattet. Sie wurden anlässlich unserer Frostuntersuchungen gleichfalls berücksichtigt und es ergab sich dabei, daß sie im allgemeinen nur während der Wintermonate auftreten, schon 1 bis 3 Monate vor dem letzten Frühjahrsfrost aufhören und erst 1 bis 3 Monate nach dem ersten Frost wieder einsetzen. Beim Säntis allerdings kommen Eistage den ganzen Sommer über vor — mit Ausnahme von 15 Jahren der dreißigjährigen Beobachtungsdauer, in denen 1 bis 2 Monate ohne Eistage waren —, auf dem St. Bernhard schon sind dagegen 1 bis 5 Monate frei von Eistagen. Man betrachtet nun die Eistage am besten in ihrem Verhältnis zu den entsprechenden Frosttagen und sieht an folgenden Beispielen, die gestützt auf die wenigen Beobachtungen an zuverlässigen Minimum- und Maximumthermometern errechnet wurden, daß in den kältern Gebieten die meisten Frosttage auch zugleich Eistage sind: So z. B. waren beim Säntis 74 %, beim St. Bernhard 64 % der Frosttage gleichzeitig Eistage. Im Gegensatz dazu sind in Lugano von jährlich 66 Frosttagen nur 1,2 % Eistage. Zwischen diesen beiden gegensätzlichen Verhältnissen verlaufen die Zahlenwerte der übrigen 20 benützbaaren Stationen ungefähr proportional der Anzahl der Frosttage; d. h. einer bestimmten Höhenlage und der zugehörigen Anzahl von Frosttagen entspricht auch ein gewisser prozentualer Anteil an Eistagen. Ausnahmen und Modifikationen dieser Regel waren mangels zahlreicherer Stationen nicht zu ermitteln. Jedenfalls ergibt sich aber aus diesen wenigen Feststellungen, daß eine Verschärfung der frostgefährdeten Zeit durch Eistage innerhalb der Schweiz nur in einem verhältnismäßig geringen Maße zu fürchten ist; zukünftige eingehendere Bodenfrostmessungen müssen dabei immerhin zu einem abschließenden Urteil noch abgewartet werden.

Nicht ganz uninteressant dürfte schließlich in diesem Zusammenhang noch sein, unsere Resultate mit denjenigen im «Klima der Schweiz» (29), welche die Periode von 1864 bis 1900 umfassen, zu vergleichen. Mit Ausnahme der Stationen Aarau, Bern, Altdorf und Schuls, welche infolge mehrmaligen Wechsels des Beobachtungsstandortes stark abweichende und unzuverlässige Werte zeigen, ergibt sich hieraus laut nachfolgender Tabelle,

Tabelle 2: Vergleich der jährlichen Frosttage der Beobachtungsperioden 1864 bis 1900 und 1901 bis 1930.

	A	B	C		A	B	C
Lohn.	85	97	—12	Altdorf	63	61	+ 2
Böttstein	72	86	—14	Andermatt	161	173	—12
Basel	56	67	—11	Engelberg	122	128	— 4
Aarau	80	79	+ 1	Davos-Platz	173	177	— 4
Chaumont	108	110	— 2	Chur	77	85	— 8
Neuenburg	66	76	—10	Schuls	148	144	+ 4
Kreuzlingen . . .	73	77	— 4	Bervers	192	198	— 6
Frauenfeld	89	83	+ 6	Reckingen	157	168	—11
Zürich	73	84	—11	Sitten	70	80	—10
Winterthur	80	87	— 7	Bellinzona	46	47	— 1
Muri	80	84	— 4	Locarno	23	32	— 9
Bern	87	86	+ 1	Lugano	46	53	— 7
Lausanne	64	70	— 6				
Genf	57	69	—12				
St. Gallen	92	99	— 7				
Heiden	99	110	—11				
Altstätten	78	80	— 2				
Wald	88	99	—11				
Gersau	51	57	— 6				
Luzern	70	80	—10				
Beatenberg	106	107	— 1				
Thun	82	96	—14				

Legende:

A = Resultate der Periode
1901 bis 1930;

B = Resultate der Periode
1864 bis 1900;

C = Differenz.

daß die mittlere Zahl der Frosttage gegenüber denen des 19. Jahrhunderts, d. h. der letzten Beobachtungsperiode, um 2 bis 14 Tage abgenommen hat, was einerseits, insofern verschiedene Arbeiten (3, 12) tatsächlich eine gewisse Milderung des Klimas in den letzten 50 bis 80 Jahren nachgewiesen zu haben glauben, eine Bestätigung dieser Forschungen darstellt, anderseits doch immerhin auch als eine gewisse Uebereinstimmung mit den frühern Beobachtungen aufgefaßt werden darf, obgleich die Unterschiede, bei denen

wohl mit einer Reihe durch Beobachtungs- und Verarbeitungsungenauigkeit bedingten Unzulänglichkeiten⁵⁾ zu rechnen sein wird, nicht geringe sind. Sie zeigen jedenfalls zugleich auch, wie vorsichtig man bei der Auswahl einer Beobachtungsperiode zu sein hat, wenn einigermaßen zuverlässige Werte erhalten werden sollen.

Die Frostgrenzen.

Die Frostgrenzen, d. h. die Daten des letzten Frostes im Frühling und des ersten Frostes im Herbst sind, wie übrigens alle Zahlen über das zeitliche Auftreten dieser Erscheinungen, von wesentlich höherer praktischer Bedeutung, als die Zahlen der Frosttage, weil sie vor allem der Landwirtschaft direkt zeigen, *wann* besonders sie mit pflanzengefährdenden Wirkungen der Temperaturen und daher auch mit Schutzmaßnahmen zu rechnen hat. Daß hierbei naturgemäß die absoluten und innerhalb derselben die extremen Angaben wiederum die wichtigsten sind, ist bei dem oft unvermuteten und dann um so gefährlicheren Frosteintritt, besonders im Frühjahr, wenn die im Wachstum begriffenen Pflanzen am empfindlichsten sind (15, 22, 43), klar. Aus diesem Grunde sind gerade für Frostgrenzenfeststellungen auch möglichst lange Beobachtungsperioden wünschenswert, da nur sie ein gewisses Maß von Sicherheit für den Praktiker gewährleisten. Die verhältnismäßig kurze Periode 1901 bis 1930 kann somit nur zu sehr bedingter Orientierung dienen. Immerhin zeigt ein Vergleich mit der ältern Periode, wenngleich dort nur wenige Stationen zur Verfügung standen, daß trotz der erwähnten relativ auffallenden Abnahme der Frosttage seit 1900, die Frostgrenzen wesentlich gleich geblieben sind, so daß daraus, wenigstens also für die Periode 1864 bis 1930 auf eine gewisse Konstanz derselben geschlossen werden darf, welche die Wahrscheinlichkeit unserer Schlüsse erhöht oder zum mindesten nahelegt.

Was nun vorerst die Grenzen des Auftretens der Frühjahrs- und Herbstfröste im allgemeinen anbelangt, so ergibt sich aus Tabelle 3 zunächst, daß eine Anzahl von Stationen, im ganzen 20, überhaupt keine Frostgrenzen kennt, also das ganze Jahr der Frostgefahr ausgeliefert erscheint; es handelt sich dabei in erster Linie um alpine Stationen, außerdem kann nach unsern, auf Grund des schweizerischen Stationsnetzes gemachten Feststellungen noch behauptet werden, daß bei allen Beobachtungsstellen, deren Terminbeobachtungen [1901 bis 1930] im Juni jemals Frost zeigten, oder

⁵⁾ Eine solche bedingt natürlich auch die ungleiche Länge der beiden verglichenen Beobachtungsperioden, die, streng betrachtet, nicht miteinander verglichen werden dürften.

Tabelle 3: Frostgrenzen.

	Frühlingsgrenzen						Herbstgrenzen				
	Höhe m	Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr	Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr
<i>Jura:</i>											
Lohn	640	6.4.	17.3.	1927	2.5.	1909	5.11.	5.10.	1912	5.12.	1913
Schaffhausen	437	2.4.	18.3.	1927	27.4.	1919	31.10.	5.10.	1912	2.12.	1922
Unterhallau	450	10.4.	19.3.	1902	11.5.	1928	28.10.	1.10.	1918	7.12.	1913
Baden	385	2.4.	9.3.	1930	23.4.	1919	9.11.	12.10.	1914	8.12.	1913
Böttstein	360	30.3.	10.3.	1916	21.4.	1903	4.11.	5.10.	1925	8.12.	1913
Rheinfelden	280	25.3.	7.2.	1914	20.4.	1908	6.11.	5.10.	1912	9.12.	1913
Wintersingen	444	7.4.	10.3.	1916	2.5.	1909	25.10.	26. 9.	1912	22.11.	1907
Basel	278	23.3.	7.2.	1914	17.4.	1921	8.11.	5.10.	1912	8.12.	1913
Liestal	325	2.4.	10.3.	1916	20.4.	1903	27.10.	5.10.	1912	1.12.	1913
Langenbruck	706	17.4.	23.3.	1920	10.5.	1910	21.10.	2.10.	1918	22.11.	1907
Aarau	403	7.4.	20.3.	1924	25.4.	1906	2.11.	12.10.	1914	14.11.	1906
Olten	395	31.3.	10.3.	1916	23.4.	1919	5.11.	12.10.	1914	30.11.	1928
Solothurn	470	2.4.	12.3.	1920	23.4.	1919	26.10.	3.10.	1911	16.11.	1924
Weissenstein	1283	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mont Soleil	1245	30.4.	7.4.	1920	18.5.	¹⁹²³ 1926	17.10.	23. 9.	1928	8.11.	1924
Chaumont	1128	30.4.	5.4.	1920	24.5.	1908	22.10.	28. 9.	1912	24.11.	1913
Neuchâtel	488	28.3.	10.3.	1916	20.4.	1908	11.11.	15.10.	1925	8.12.	1913
Chaux-de-Fonds	990	22.4.	31.3.	¹⁹⁰⁴ 1914 1925	19.5.	1907	22.10.	24. 9.	1928	14.11.	1907
La Brévine	1080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cernier	800	8.4.	16.3.	1920	2.5.	1909	31.10.	5.10.	1912	21.11.	1913
<i>Mittelland:</i>											
Kreuzlingen	425	31.3.	6.3.	1926	18.4.	1901	9.11.	15.10.	1925	6.12.	1928
Heidenhaus	695	12.4.	13.3.	1920	9.5.	1910	1.11.	5.10.	1912	27.11.	1926
Frauenfeld	427	3.4.	19.3.	1902	21.4.	1907	25.10.	1.10.	1914	16.11.	1924
Winterthur	445	2.4.	10.3.	1916	23.4.	1919	1.11.	6.10.	1912	23.11.	1913
Zürich	493	2.4.	12.3.	1920	21.4.	1908	3.11.	7.10.	1912	7.12.	1913
Muri	483	2.4.	12.3.	1916	21.4.	1908	2.11.	12.10.	1914	22.11.	1907
Langnau	685	8.4.	18.3.	1927	2.5.	¹⁹⁰⁷ 1909	27.10.	3.10.	1911	21.11.	1913
Bern	572	6.4.	18.3.	1902	28.4.	1907	31.10.	5.10.	1912	1.12.	1913
Freiburg	640	12.4.	17.3.	1927	1.5.	1909	30.10.	5.10.	1912	21.11.	1913
Marsens	727	11.4.	9.3.	1905	3.5.	1909	26.10.	24. 9.	1912	26.11.	1926
Romont	764	15.4.	27.3.	1926	3.5.	1909	28.10.	28. 9.	1912	26.11.	1913
Montreux	380	15.3.	23.1.	1926	14.4.	1913	25.11.	27.10.	1905	2. 1.	1911
Lausanne	553	30.3.	9.3.	¹⁹¹⁶ 1905	23.4.	1919	14.11.	22.10.	1905	16.12.	1907
Genf	405	24.3.	21.2.	1923	20.4.	1903	8.11.	12.10.	1919	4.12.	1928

	Frühlingsgrenzen						Herbstgrenzen				
	Höhe m	Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr	Mittel	Min.	Jahr	Max.	Jahr
<i>Voralpen:</i>											
Rorschach	455	27.3.	14.2.	1923	23.4.	1919	14.11.	18.10.	1905	7.12.	1911
St. Gallen	702	15.4.	13.3.	1920	7.5.	1926	31.10.	5.10.	1912	26.11.	1913
Heiden	797	20.4.	20.3.	1920 1930	13.5.	1927	22.10.	25. 9.	1912	15.11.	1907
Schwäbrig	1152	5.5.	14.4.	1911	24.5.	1905	15.10.	19. 9.	1904	13.11.	1924
Altstätten	470	30.3.	9.3.	1916	23.4.	1919	5.11.	15.10.	1925	30.11.	1928
Wildhaus	1120	30.4.	14.4.	1911	20.5.	1906	17.10.	20. 9.	1906	14.11.	1907
Säntis	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ebnat	649	22.4.	31.3.	1930	12.5.	1910	19.10.	19. 9.	1904	13.11.	1930
Wald	906	22.4.	16.3.	1920	10.5.	1910	2.11.	4.10.	1912	5.12.	1913
Oberiberg	1090	29.4.	5.4.	1904	23.5.	1908	6.10.	14. 9.	1908	29.10.	1907
Einsiedeln	914	23.4.	1.4.	1904	12.5.	1910	20.10.	23. 9.	1912	9.11.	1924
Walchwil	426	28.3.	21.2.	1923	23.4.	1919	16.11.	23.10.	1908	8.11.	1912
Rigi-Kulm	1787	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gersau	442	26.3.	21.2.	1927	19.4.	1903	23.11.	26.10.	1905	16.12.	1907
Weggis	450	20.3.	10.2.	1914	19.4.	1903	20.11.	23.10.	1908	16.12.	1907
Luzern	453	31.3.	9.3.	1916	19.4.	1904	10.11.	15.10.	1925	6.12.	1928
Pilatus	2067	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sarnen	484	1.4.	20.3.	1923 1924	23.4.	1919	4.11.	12.10.	1919	23.11.	1907
Lungern	715	15.4.	13.3.	1920	2.5.	1910	12.11.	3.10.	1911	19.11.	1928
Interlaken	572	3.4.	13.3.	1920	2.5.	1909	7.11.	3.10.	1911	3.12.	1913
Beatenberg	1150	25.4.	17.3.	1920	23.5.	1908	25.10.	26. 9.	1912	14.11.	1907
Heiligenschwendi	1125	24.4.	31.3.	1904	15.5.	1902	25.10.	3.10.	1911	5.12.	1913
Thun	565	31.3.	25.2.	1923	23.4.	1919	5.11.	13.10.	1914	30.11.	1928
Château-d'Œx	966	12.4.	10.3.	1926	6.5.	1921	19.10.	27. 9.	1912	10.11.	1913
<i>Zentralalpen:</i>											
Sargans	507	30.3.	22.2.	1927	23.4.	1919	8.11.	15.10.	1925	11.12.	1930
Vättis	951	23.4.	21.3.	1930	17.5.	1928	17.10.	20. 9.	1904	26.11.	1913
Elm	961	27.4.	3.4.	1904	11.5.	1910	16.10.	26. 9.	1906	8.11.	1924
Glarus	477	10.4.	20.3.	1923	7.5.	1902	27.10.	2.10.	1928	21.11.	1913
Auen-Linthal	821	20.4.	20.3.	1923	11.5.	1928	28.10.	3.10.	1917	26.11.	1913
Altdorf	456	26.3.	9.3.	1905 1916	19.4.	1903	12.11.	18.10.	1919	30.11.	1913
Gurtellen	742	3.4.	13.3.	1904	23.4.	1919	11.11.	16.10.	1925	8.12.	1913
Göschenen	1110	22.4.	23.3.	1926	24.5.	1908	22.10.	3.10.	1911	26.11.	1913 1928
Andermatt	1448	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
St. Gotthard	2100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Engelberg	1021	26.4.	5.4.	1904	12.5.	1910 1928	22.10.	2.10.	1928	20.11.	1913
Meiringen	600	10.4.	19.3.	1924	2.5.	1907	31.10.	3.10.	1911	21.11.	1906 1913
Guttannen	1070	25.4.	29.3.	1914	11.5.	1910 1928	25.10.	3.10.	1911	26.11.	1913

die wenigstens im Mai durchschnittlich 3mal Frost haben, von einer absoluten Frostgrenze, d. h. von einem sommerlichen Frostunterbruch nicht zu sprechen ist. Die genannten Werte können natürlich nicht einen scharfen Trennungsstrich zwischen Gebieten mit sommerlichem Frostunterbruch und solchen mit Ganzjahresfrost bedeuten, vielmehr werden größere Uebergangszonen dazwischen liegen, in welche etwa Schwäbrig, Tschierschen oder Reckingen gehören, trotzdem sie obige Zahlen nicht erreichen.

Auf diese Weise bleibt einzig das Mittelland als Gebiet ohne Station mit ganzjährigem Frostauftreten, während der Anteil dieser Standorte in der übrigen Schweiz zwischen 10 % [Jura] und 50 % [Wallis] variiert. Die Schweiz geht daraus als ziemlich frostreiches Gebiet hervor, in welchem mit Sicherheit nur die Stationen unter 1000 m Höhe als solche mit bestimmten Frostgrenzen betrachtet werden können.

Ueber die Grenze der Spät- oder Frühjahrsfröste ist sodann zu sagen, daß sie zur Hauptsache in den Monat April fällt; es betrifft dies auf die mittlere Grenze bezogen 54 Stationen oder 52 % aller Beobachtungsstandorte. Auf die einzelnen Landschaften verteilt, stellen sich die Zahlen wie folgt: Mittelland 71 %, Jura 65 %, Voralpen 54,5 %, Alpen 40,2 % und Tessin 14,3 % aller Stationen des betreffenden Gebietes. Die absoluten Daten verschieben allerdings diese Grenze ganz beträchtlich, indem bei ihnen der Anteil der Stationen mit dem letzten Frost im April auf 36,5 für die ganze Schweiz, auf 64,2 % für das Mittelland, 50 % für den Jura, 30 % für die Voralpen, auf 23,5 für die Alpen und schließlich auf 28,6 % für den Kanton Tessin sinkt, während die Prozente aller Stationen mit dem letzten Frost im Mai, die bei der Verwendung der mittlern Grenze nur 1,7 % betrugen, auf 41,3 % anwachsen, so daß die wirkliche und für den Landwirt allein zu berücksichtigende Grenze im Mai liegt. Wenn letzterer Tatsache trotzdem keine allzugroße Bedeutung beigemessen werden muß, so wird das vor allem dadurch möglich, weil die genannte Verschiebung nur in verhältnismäßig wenigen Fällen während unserer Untersuchungsperiode überhaupt eingetreten ist. Daher kann auch die starke, durch den Vergleich der mittleren mit der absoluten Grenze bedingte Abnahme der Stationen mit letzten Frösten im März von 25 auf nur 1,7 % nicht wundernehmen, da dort dieselbe Erscheinung zu konstatieren ist. Die Stationen mit deutlichen Frostgrenzen, die etwa 80 % aller Beobachtungspunkte überhaupt ausmachen, lassen sich somit in etwa drei Gruppen ordnen, die unterschieden sind durch das Aussetzen der Fröste im Mai, April und März. Unter die letztere sind 26 Stationen zu rechnen, die vor allem dem Mittelland, dem Tessin, den Voralpen und dem Jura angehören und im wesentlichen einer mittleren Meeres-

höhe von 400 bis 500 m entsprechen. Die Mehrzahl, d. h. 54 Stationen, ordnen sich, wie bereits gesagt, der zweiten Gruppe ein, welche im April, und zwar die starke Mehrzahl [31] in dessen erster Hälfte, zum letztenmal Frost erhalten. Nur drei Stationen entfallen schließlich — es sind bezeichnenderweise Schwäbrig, Tschierschen und Reckingen — auf den Mai, während umgekehrt Locarno die einzige darstellt, welche schon im Februar den letzten Frost, in extremem Fall allerdings noch im März, erhält. Die mittlere Grenze für die einzelnen Landschaften schließlich verlegte sich für den Jura auf den 16. April, für das Mittelland auf den 4., für die Voralpen auf den 23. April, für die Alpen auf den 11. Mai und für den Tessin auf den 29. März. Allgemein kann endlich noch gesagt werden, daß die Spätfröste der Schweiz, wie übrigens auch für die Umgebung abgeleitet wurde (1, 13, 38), um so weiter in den Spätfrühling und Sommer hineinrücken, je mehr Meereshöhe, örtliche Einflüsse des Reliefs und Wetters, wie etwa Bewölkung oder Luftzirkulation und Lagebeziehungen zu den Nachbargebieten die Frostgefährdung steigern⁶⁾. Da indes zumeist nur Terminbeobachtungen ausgewertet werden konnten, die, mit Ausnahme der Stationen mit dauernder Frostgefahr, den Juli frostfrei halten, sind ganz zufriedenstellende Zahlen nicht erhältlich. Systematische Messungen der bodennahen Luftschichten, wie sie vor allem von *Geiger*, dann aber auch in der Schweiz von verschiedenen land- und forstwirtschaftlichen Versuchsanstalten durchgeführt wurden, würden aber unzweifelhaft ergeben, daß wohl kein Monat, mit Ausnahme vielleicht der als Oasen bezeichneten schweizerischen Gebiete (Tessin, Seen) gänzlich ohne Fröste ist.

Ähnliche Verhältnisse entwerfen die Zahlen der sogenannten Früh- oder Herbstfröste, deren mittlere Extreme durch die Stationen Locarno [5. Dezember] und Reckingen [30. September] gekennzeichnet sind. Im Mittel setzt hinsichtlich der ganzen Schweiz der erste Frost am 8. Oktober ein, doch variiert diese Zahl ganz natürlich in den einzelnen Landschaften nicht unbeträchtlich, wie ja überhaupt der Frost durchaus Lokalerschei-

⁶⁾ Vielleicht interessiert es noch, im Gesamtzusammenhang mit den Spätfrösten die Frage der Eiseiligen kurz zu diskutieren. Unsere Feststellungen für die Beobachtungsdauer 1901 bis 1930 ergaben keinerlei Andeutungen für bestimmte und auffallende Temperaturrückgänge während der Zeit der sogenannten Eiseiligen. Eine besondere Gefahr scheinen uns daher jene Daten nicht zu bergen, obwohl hierüber ja die Meinungen noch geteilt sind: jedenfalls dürften unsere Beobachtungen eher der ältern Ansicht *R. I. Billwillers* entsprechen, der 1882 gleichfalls, gestützt auf eine kritische Betrachtung der Arbeiten *Doves*, *Plantamours* und *Ermanns* (Wetterberichte der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt 1882, Nr. 133 u. 140) zu einem negativen Entscheid über die Beziehungen der Eiseiligen zu Frostaufritt gekommen war. *Pollack* (37) dagegen glaubt solche für Norddeutschland für die Jahre 1902 bis 1928 erwiesen zu haben.

nung ist. Während für das Mittelland im Durchschnitt der dreißig von uns verwendeten Jahre der Frostbeginn auf den 4. November, der früheste Frost [Marsens] auf den 24. September, der späteste [Montreux] auf den 2. Januar des folgenden Jahres fällt [im Frühjahr handelt es sich bei umgekehrten Verhältnissen um ein Mitteldatum des letzten Frostes vom 4. April], ein Extrem vom 23. Januar [Montreux] resp. 9. Mai [Heidenhaus], ist der mittlere Frostbeginn im Jura durch den 19. Oktober, der früheste durch den 23. September [Mont Soleil] und der späteste durch den 9. Dezember [Rheinfelden] charakterisiert, immer mit der ausdrücklichen Betonung, daß dies Zahlen aus Terminbeobachtungen sind. Die entsprechenden Zahlen für den Frühling sind: Mittel 16. April, absolut letzter Frost [Chaumont] 24. Mai und 7. Februar [Rheinfelden]. In den Voralpen ergab sich als mittlerer Frostbeginn der 16. Oktober; den absolut ersten hatte Oberiberg am 14. September, den letzten Gersau und Weggis am 16. Dezember. Die Frühlingsszahlen sind: Mittel 23. April, absolut letzter Frost 24. Mai [Schwäbrig] und absolut frühestes Frostende 10. Februar [Weggis]. Das Alpengebiet weist einen mittlern Frühfrostbeginn vom 15. September, einen frühesten vom 7. September [Reckingen] und einen spätesten vom 16. Januar [Grono] auf, dem im Durchschnitt ein Ende am 12. Mai, eine absolute Verspätung vom 24. Mai [Göschenen und Tschierschen], eine Verfrühung vom 4. März [Grono] im Frühling entspricht. Im Tessin schließlich fällt der früheste Frost auf den 31. Oktober [Airolo], der späteste auf den 14. Dezember [Bellinzona und Comprovasco]. Seine entsprechenden Frühlingssdaten endlich sind: Mittel 29. März, spätester Frost 2. Mai [Airolo], frühestes Ende 22. Januar [Locarno]. Es ergibt sich jedenfalls auch hieraus, daß die Meereshöhe der Stationen nicht allein maßgebend ist, sondern daß mindestens ebenso sehr alle übrigen Naturfaktoren bei der Grenzlegung beteiligt sind, wobei noch besonders auffällt, daß sich bei einigen Stationen der erste Frost erst im Januar des folgenden Jahres einstellen kann [Grono und Montreux], was aber keinesfalls verwundern darf, wenn die Temperaturgänge dieser sehr begünstigten Landschaften bekannt sind. Im übrigen kann noch gesagt werden, daß bei rund 40 % aller Stationen der mittlere erste Frost im Oktober, bei rund 38 % im November und der Rest ungefähr gleich verteilt im September und Dezember erscheint, welche Zahlen sich absolut betrachtet mit 58 % auf den Oktober, mit 4 % auf den November und mit dem Rest auf den September verschieben. Für die einzelnen Landschaften dagegen bestehen folgende Verhältnisse: Im Durchschnitt haben im Jura 50 % der Stationen den ersten Frost im Oktober, 40 % im November [die Extreme sind: September 20 und Oktober 70 %], im Mittelland 42 % im Oktober und 58 % im November [Extreme

13 % im September, 87 % im Oktober], in den Voralpen rund 41 % im Oktober und 46 % im November [Extreme 8 % im September, 55 % im Oktober], in den eigentlichen Alpen 4,2 % im September, 35,8 im Oktober und 23,4 im November [Extreme 16,6 % im Dezember, 36,6 im Oktober, 10,2 % im November], während im Tessin 14 % der Stationen den mittleren ersten Frost im Oktober, 57 % im November und sogar 14 % im Dezember [Extreme 14 % im September, 57 % im Oktober und 14 % im November] haben. Die Gunst der südalpinen Gebiete geht daraus wieder mit erneuter Deutlichkeit hervor und läßt die insubrische Flora, wie schon die Spätfrostgrenzen gezeigt haben, in ihren mittelmeeerischen Anklängen doppelt leicht begreifen.

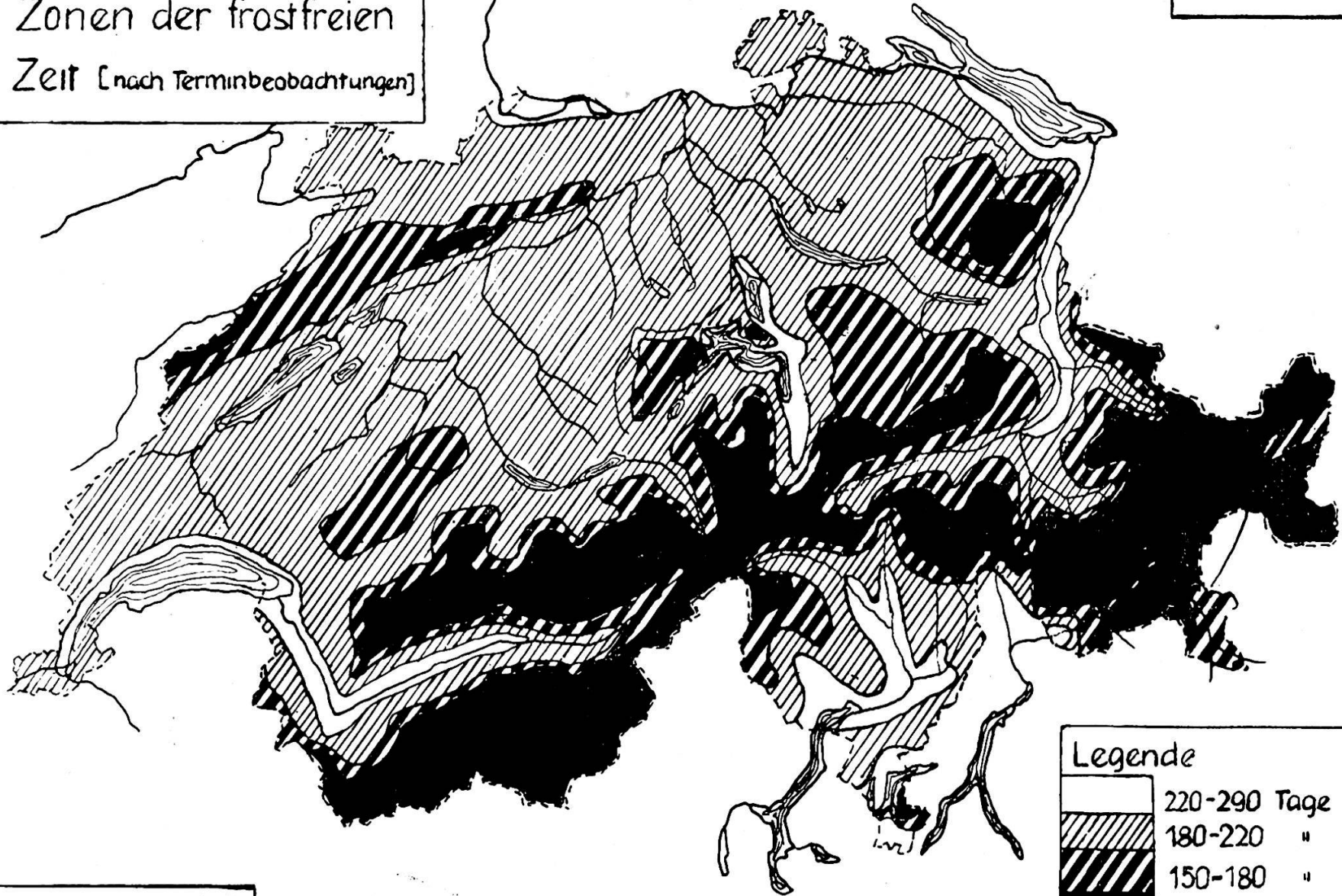
Die Hauptfrostzeit.

Als die Hauptfrostzeit erweist sich somit nach obiger Diskussion der Frühjahrs- und Herbstfrostgrenzen die Zeit zwischen Dezember und Februar. Genau gesagt ist es für sämtliche Landschaften der Januar, der hierfür in erster Linie in Frage kommt und dem an zweiter Stelle der Februar und erst an dritter der Dezember folgt. Diese Reihenfolge kann schon bei den kältesten Stationen, wie St. Bernhard, St. Gotthard oder Säntis, verfolgt werden, was auch dadurch gekennzeichnet wird, daß in unserer dreißigjährigen Periode das Minimumthermometer im Januar nie, der Säntis sogar auch im Februar nie den 0-Punkt anzeigte. Ohne Zahlen anzugeben, kann auch hier darauf hingewiesen werden, daß Tessin [ohne Generoso, wo sich typisch alpine Klimazüge zeigen, die das Mittel der übrigen Stationen dieses Gebietes stark herabzudrücken vermögen] und Mittelland unter den übrigen Landschaften der Schweiz hinsichtlich Frostauftritt die mildesten Winter aufweisen, während die übrigen Gebiete teils stark an die Alpen erinnern, wobei es besonders hier schwierig erscheint, eine Abstufung nach der Höhe zu geben.

Die frostfreie Zeit schließlich, die man in ökologisch-biologischer Hinsicht auch als Periode ungestörter Vegetationsentwicklung bezeichnen kann, erstreckt sich, bei Nichtbeachtung der Extrembeobachtungen, der Messungen in Bodennähe und eventueller Ungenauigkeiten, im wesentlichen über die Monate Juni, Juli, August und umfaßt im Mittel 166 Tage. Für das Mittelland, das merkwürdigerweise mit dem Tessin [inklusive Generoso] die mittlere Zahl von 214 frostfreien Tagen gemeinsam hat, gelten sodann der Beginn des Aprils und des Novembers als die Grenzen relativer Frostruhe, die allerdings als Extreme den 9. Mai und den 24. September einschließen. Eliminiert man die Station Generoso, so erreicht die mittlere frostfreie Zeit des Tessins aber 251 Tage und eine kürzeste frostfreie Zeit zwischen dem 2. Mai

Zonen der frostfreien
Zeit [nach Terminbeobachtungen]

Abb. 4



Legende

	220-290 Tage
	180-220 "
	150-180 "
	Keine frostfr. Zeit

Maßstab 1:2 000 000

und dem letzten Oktober [Airolo]. Schon Jura und Voralpen sind mit im Durchschnitt 185 und 177 frostfreien Tagen wesentlich ungünstiger gestellt und die Alpen erreichen sogar nur noch 123 Tage. Das sind im Hinblick auf die Tatsache, daß das Mittelland und die hierfür in Betracht fallenden Gebiete des Tessins zusammen nur rund 35 % der gesamten Landfläche ausmachen und auf den Umstand, daß die meisten Kulturpflanzen verhältnismäßig stark unter Temperaturschwankungen leiden, — wie schließlich auch darauf, daß noch große Teile des Mittellandes als Zonen häufiger Kaltluftseen zu den Gebieten häufigern Frostes zu rechnen sind —, recht ungünstige Resultate. Sie werden indes wenigstens zum Teil dadurch wieder etwas kompensiert, daß, wie schon bei den Frühfrösten geschildert wurde, die Mittelzahlen in der Regel nicht allzuhäufig und nicht allzusehr überschritten werden, was diese immerhin einigermaßen stabil sein läßt.

Daß freilich auch diese Stabilität wiederum nur als eine relative gelten darf, daran erinnert uns die wiederholt erwähnte Tatsache, daß es sich ja bei den gegebenen Werten um solche aus Terminbeobachtungen handelt, welche, wie auch unsere Tabelle in Anmerkung 2, S. 61 darlegt, die tatsächliche Frostfreie Zeit im Mittel um mindestens 15 bis 20 Tage zu verlängern zwingen, was erneut die Unsicherheit der vorhandenen Beobachtungen und damit zugleich die Notwendigkeit ihrer Verbesserung durch einen konsequenten Ausbau des Beobachtungsnetzes erweist. Im übrigen stellt die Kartenskizze (Abb. 4), wenn auch sehr roh und problematisch, deutlich fest, wieviel weniger günstig im Verhältnis die frostfreie Zeit sich verhält, als die Anzahl der Frosttage (Abb. 2) erkennen läßt.

Die Frostperioden.

Neben der Anzahl der Frosttage, neben den Frostgrenzen, der Hauptfrost- und der frostfreien Zeit sind häufig auch von Interesse die Zahl und die Dauer der einzelnen Fröste, da sie sowohl als Maß der Verfrosterung eines Gebietes aufzufassen sind, wie sie auch durch bestimmte Häufung oder Seltenheit die Gesamtwirkung auf die Lebewesen wesentlich beeinflussen können. Daher sei auch ihnen hier eine kurze Besprechung gewidmet. Wir beschränken uns dabei allerdings auf die Diskussion der Daten derjenigen Stationen, die Extrembeobachtungen vornehmen, da die Gewinnung solcher aus Terminbeobachtungen zwecklos erschien. Tabelle 4 gibt die Resultate, die zunächst hinsichtlich der *Frostdauer* erkennen lassen, daß sie sich in der deutlichen Mehrzahl der Fälle ganz ausnahmslos auf 1 bis 3 Tage beschränkt, was bei der ausgesprochenen Veränderlichkeit unserer Wetterlage auch zu erwarten war.

Tabelle 4: Frostperioden.

	Höhe m	Total P	1 T %	2 T %	3 T %	4 T %	5 T %	6 T %	7 und mehr Tage
<i>Jura :</i>									
Basel . . .	278	15	40,0	14,8	11,4	7,9	4,5	3,7	7— 42 T = 17,7%
Neuenburg .	488	16	30,8	15,5	9,9	9,9	6,4	3,3	7— 56 T = 24,2%
<i>Mittelland:</i>									
Zürich . . .	493	16	33,8	19,3	9,4	7,6	4,4	5,7	7— 53 T = 19,8%
Bern . . .	572	18,4	31,1	19,0	10,0	6,5	4,3	4,3	7— 55 T = 24,8%
Genf . . .	405	16,7	33,6	20,6	10,8	6,7	4,8	4,3	7— 45 T = 19,2%
<i>Voralpen:</i>									
Säntis . . .	2500	14,7	11,7	19,3	14,9	7,3	9,2	6,2	7— 211 T = 31,4%
<i>Zentralalpen:</i>									
Altdorf . .	456	14,4	29,4	21,2	11,2	7,3	5,4	3,2	7— 49 T = 22,3%
<i>Graubünden:</i>									
Bervers . .	1712	19,2	41,7	18,0	6,8	5,6	3,6	3,0	7— 199 T = 21,3%
<i>Tessin:</i>									
Lugano . .	275	14,8	33,6	17,0	12,4	8,7	5,9	4,6	7— 70 T = 17,8%
Legende: P = jährliche Perioden, T = Tage.									

Die längsten Frostperioden traten dabei natürlich während der Hauptfrostzeit, also im Winter auf⁷⁾, wenngleich Regelmäßigkeiten hierüber auch aus Gründen der geringen Zahl von Stationen — aus den Terminbeobachtungen waren gleichfalls keine Hinweise zu erhalten — nicht ermittelt werden konnten. Daß dagegen gewisse Gegensätze zwischen den einzelnen Großlandschaften der Schweiz bestehen, läßt diese Stationenauswahl deutlich erkennen, da daraus eine Zunahme der längeren Perioden [über 7 Tage] mit größerer Meereshöhe [Mittelland rund 20 %, Säntis 31 %] unzweifelhaft abzuleiten ist, die durch die Zunahme der Frosttage ja überdies durchaus gestützt wird. Die *Periodenzahl* dagegen zeigt eine auffallende Konstanz, die nur zwischen den Zahlen 19 und 14 schwankt. Mit großer Wahrscheinlichkeit darf indes wohl gesagt werden, daß auch hier nicht unbeträchtliche regionale Unterschiede bestehen werden, wobei die wärmern Stationen mit

⁷⁾ Der Säntis hat unter allen Stationen die längsten Perioden, wobei besonders auffällt, daß er jeden Winter eine solche von mindestens 150 Tagen aufweist.

deutlichen Frostgrenzen und die kältesten Stationen der Gebiete ohne frostfreie Zeit nach unsern Feststellungen verhältnismäßig wenige Frostperioden im Jahr, die höhern Stationen der Gebiete mit und die tiefer gelegenen Stationen ohne frostfreie Zeit die zahlreichsten Frostperioden aufweisen dürften, so daß im ganzen zwei Zonen mit relativ wenig Frösten beständen, zwischen die sich eine solche verhältnismäßig oftmaligen Frostauftritts einschaltete. Ueber die zeitliche Verteilung dieser Perioden innerhalb der einzelnen Jahre kann schließlich noch erwähnt werden, daß die längsten geschlossenen Frostzeiten zur Hauptsache in die Wintermonate, und zwar fast ausschließlich zwischen Dezember und März fallen, was ja ebenfalls im Zusammenhang mit dem durch andere Arbeiten bekannten Temperaturgang der Schweiz zu verstehen sein dürfte. Im übrigen aber kann gerade diesen Angaben wie gesagt nur ein sehr bedingter Wert zugemessen werden, da sie allzu spärlich sind; um allgemeinere Folgerungen zu gestatten.

Zusammenfassung.

Ueberblicken wir nun abschließend den Komplex der betrachteten Elemente des Frostphänomens der Schweiz, zu welchen freilich noch die hier mangels genügenden Materials vernachlässigten, aber sehr wichtigen Frostintensitätszahlen, wie die faktischen Frostwirkungen (22, 25, 26, 35, 44) gehörten, so resultiert aus ihm nochmals, daß Tessin und Mittelland, samt dessen Alpenbuchten, den Föhntälern und Seengebieten, im allgemeinen die vom Frost am wenigsten frequentierten Zonen darstellen, während Jura, Vor-alpen und hauptsächlich die eigentlichen alpinen Landschaften die typischen Frostgebiete repräsentieren, die freilich nicht wenige Parallelen in den vorgenannten Nachbargegenden finden. Dieses Resultat deckt sich somit als Ganzes im wesentlichen sowohl mit den frühern analogen Beobachtungen an einer kleinern Anzahl von Stationen (29) mit gewissen Lokaluntersuchungen (vgl. Literatur bei Früh III, 19), wie auch vor allem mit den Resultaten der Arbeiten über die Temperatur- und ebenso der Nebelverteilung der Schweiz⁸⁾. Es ist daher nichts weiter als eine mehr oder weniger gelungene Bestätigung dieser bekannten Tatsachen, die zudem auf Grund derselben auch erwartet werden konnte, eine Bestätigung überdies, welche auch durch den Vergleich mit den bisherigen, zum Teil wegweisenden Frostuntersuchungen unserer Nachbarländer — wenngleich meist für andere Beobachtungsperioden durchgeführt und darum nicht vorbehaltlos verwertbar — nicht

⁸⁾ Wir verweisen hierbei auf die in dankenswerter Weise seit 1930 von der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt herausgegebenen Klimatologischen Karten der Schweiz, die besonders Arbeiten Brückmanns und Uttingers enthalten.

unwesentlich gestützt wird. Wir erwähnen diesbezüglich nur die Nummern 4, 8, 14, 15, 16, 34, 35, 37 und 38 des Literaturverzeichnisses, die eine Auswahl das Problem mitbehandelnder Arbeiten enthalten, aus denen hervorgeht, daß sowohl im Jura Anklänge an die Frostverteilung Nordostfrankreichs zu konstatieren sind, wie aus den vorzüglichen deutschen Arbeiten sehr deutliche Aehnlichkeiten des Mittellandes mit gewissen Landschaften Badens und Württembergs resultieren und der Tessin gewisse Analogien zu den oberitalienischen Seengebieten, dagegen ausgesprochene Gegensätze zur Poebene aufweist, während schließlich die deutschen Ostalpen hinsichtlich der Fröste durchaus als Fortsetzung des Bündnerlandes zu betrachten sind. Gestützt darauf könnte in gewisser Beziehung daher wohl auch die Stellung der Schweiz hinsichtlich der Frostverteilung im Rahmen Europas bestimmt werden, doch ziehen wir vor, darauf vorderhand aus einleuchtenden Gründen zu verzichten, ebenso wie wir auch keine Typisierung der Fröste der Schweiz, angesichts des eigenen wie des ausländischen Materials, zu geben versuchten. Hoffentlich schafft hierüber in absehbarer Zeit die aus dem Schoß der Internationalen Kommission für landwirtschaftliche Meteorologie zu erwartende und auf der Tagung zu Danzig 1935 probeweise vorgelegte große Frostkarte von Europa, die das gesamte Material der europäischen Länder, nach einheitlichen Gesichtspunkten verarbeitet, wiedergeben soll, die im Interesse des Landbaus so dringend notwendige Abhilfe. Vorerst indessen besteht in der Schweiz — wie in den meisten Ländern Europas — noch immer der Zustand sehr unbefriedigender Frostkenntnis weiter, ein Zustand, der nur durch staatliche Inangriffnahme des Problems zu beheben sein wird und behoben werden muß, wenn die Landwirtschaft von solchen klimatischen Risiken, die im Zeitalter gesteigerten Nationalismus und Autarkismus doppelt störend wirken, befreit werden soll. Hierzu von der Geographie aus — die an der Erkenntnis des Frostes als eines wichtigen Faktors der Landschaftsgestaltung wesentlich interessiert ist — einen Anstoß zu geben, war das Ziel unserer Arbeit, deren Zweck erfüllt ist, wenn danach die zustehenden Kreise energischer als bisher sich für eine konsequente und räumlich genügend ausgedehnte Verfolgung der Frosterscheinungen einsetzen; die praktischen Folgerungen hieraus, die einen geregelten und eingehenden agrarmeteorologischen Dienst zum notwendigen Resultat haben dürften, werden sich dann unzweifelhaft von selbst einstellen. Am Schlusse spreche ich den Beamten der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt Zürich, insbesondere den Herren Dr. J. Lugeon und H. Uttinger, für stets bereitwillige Auskünfte meinen herzlichen Dank aus.

Benützte Literatur.

1. **Alt, E.:** Frostgrenzen und Frosthäufigkeit in Süddeutschland. Beobachtungen der meteorolog. Stationen im Königreich Bayern 1912.
2. **Alt, E.:** Klimakunde von Mittel- und Südeuropa. Handbuch der Klimatologie von W. Köppen und R. Geiger, Bd. III, Teil M. Berlin 1932.
3. **Ambühl E.:** Periodische Klimaschwankungen. Schweizer Geograph 14, 1937, S. 101—103.
4. **Angot, A.:** Etudes sur le climat de la France. I—IV, Annales du Bureau centr. Météorolog. de France. Paris 1902—1908.
5. **Angström, A.:** Studies of the frost problem. Geografiska Annaler, 5, 1923, S. 401—412 (auch 2, 1920, S. 20, und 3, 1921, S. 278).
6. **Annalen** der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt. Zürich 1901—1930.
7. **Azzi, G.:** Le climat du blé dans le monde. Rom 1930. (Schweiz bes. S. 498—513.)
8. **Bigourdan, G.:** Le climat de la France. Paris 1916.
9. **Billwiller, R.:** Klimatologie. Bibliographie der schweiz. Landeskunde, Fasz. IV, 4. Bern 1927.
10. **Brockmann-Jerosch, H.:** Die Vegetation der Schweiz. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme, 12, Bd. 1. Zürich, Leipzig und Stuttgart 1925 bis 1929. (Bes. S. 335—384.)
11. **Brückmann, W.:** Ueber Versuche der Registrierung der Oberflächentemperatur des Bodens mit elektrischen Thermometern. Berlin 1917—1919.
12. **Brückmann, W.:** Klimaschwankungen in der Schweiz in den letzten siebenzig Jahren. Annalen der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt, 69, 1932, Anhang.
13. **Dieckmann, A.:** Der Frost in Württemberg und Baden. Tübinger geogr. und geolog. Abhandlungen, Reihe L, H. 23, 1937. Ohringen 1937.
14. **Dorscheid, O.:** Die mittlere Dauer des Frostes auf der Erde. Meteorolog. Zeitschrift, 42, 1907, S. 11—24, 49—64.
15. **Fantuzzi, A.:** Il clima e la vite nel Cantone Ticino in confronto con la Svizzera francese, la Valtellina e il Piemonte. Lugano 1928.
16. **v. Ficker, H.:** Klimatologie von Tirol und Vorarlberg. Wien 1909.
17. **Forel, F. R.:** Le Léman. Lausanne 1892.
18. **Frey, H.:** Der Frühlingseinzug am Zürichsee. Neujahrsblatt der Naturf. Ges. Zürich auf das Jahr 1931, 133. Stück. Zürich 1931.
19. **Früh, J.:** Geographie der Schweiz I, S. 257—362. St. Gallen 1930.
20. **Geiger, R.:** Das Klima der bodennahen Luftschicht. Die Wissenschaft, Bd. 78. Braunschweig 1927.
21. **Geiger, R.:** Mikroklima und Pflanzenklima. Handbuch der Klimatologie von W. Köppen und R. Geiger, Bd. I, Teil D. Berlin 1930.
22. **Guyot, E., und Godet, C.:** Influence du climat sur le rendement de la vigne. Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles, 58, 1933, S. 77—96.
23. **Hamberg, H.-E.:** La température et l'humidité de l'air à différentes hauteurs observées à Upsal pendant l'été de 1875. Upsala 1876.

24. **Hann, J.:** Handbuch der Klimatologie. 4. Auflage von K. Knoch. Bd. I: Allgemeine Klimalehre. Stuttgart 1932.
 25. **Huber, B.:** Der Wärmehaushalt der Pflanzen. Naturwissenschaft und Landwirtschaft, Abhandlungen und Vorträge über Grundlagen und Grundfragen der Naturwissenschaft und Landwirtschaft, H. 17. München 1935.
 26. **Jaccard, P.:** Das Erfrieren der Pflanzen. Schweiz. Landwirtschaftliche Monatshefte, 12, 1934, S. 111—115.
 27. **Knörzer, A.:** Ueber den Frühlingseinzug in der Seen- und Föhnzone der Nordschweiz. E. Ihnes Phaenologische Mitteilungen, 43, 1926, S. 31—36. Mit einem Nachwort von E. Ihne, S. 36. Darmstadt 1926.
 28. **Löschnig, J.:** Frostschäden und Frostschutz in der Landwirtschaft. Wien 1928.
 29. **Maurer, J., Billwiller, R., und Heß, C.:** Das Klima der Schweiz. Frauenfeld 1909.
 30. **Maximow, N. A.:** Internal factors of frost and drought resistance in plants. Protoplasma, Bd. VII, 1929, S. 259—291.
 31. **Mercanton, P.-L., und Golaz, C.:** Prévision locale des gelées nocturnes. Annales der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt, 71, 1934, Anhang.
 32. **Mercanton, P.-L., und Golaz, C.:** Ecrans défensifs contre les gelées nocturnes; leur effet protecteur et leur effet sevre. Annales der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt, 73, 1936, Anhang.
 33. **Molisch, H.:** Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 6. Aufl. Jena 1930.
 34. **Passerat, C.:** Essai d'une carte de la répartition des jours de gelée en France. Annales de Géographie, 11, 1902, S. 111—116.
 35. **de Philippis, A.:** Clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. Bologna 1937.
 36. **Pillichody, A.:** Von Spät- und Frühfrösten und über Frostlöcher. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 72, 1921, S. 33—40.
 37. **Pollack, H.:** Ueber die räumliche Entwicklung der Spät- und Frühfröste in Norddeutschland in Abhängigkeit von der Wetterlage. Diss. Berlin 1930.
 38. **Roster, G.:** Climatologia dell'Italia nelle sue attinenze con l'igiene e l'agricoltura. Turin 1909.
 39. **Schröder, P.:** Ueber die vertikale Verteilung der Temperaturschwankung um den Frostpunkt in Mitteleuropa. Diss. Leipzig 1912.
 40. **Strub, W.:** Die Temperaturverhältnisse in Basel. Diss. Basel 1910.
 41. **Uttinger, H.:** Die Niederschlagshäufigkeit in der Schweiz. Annales der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt, 69, 1932, Anhang.
 42. **Uttinger, H.:** Die Schneehäufigkeit in der Schweiz. Annales der Schweiz. meteorolog. Zentralanstalt, 70, 1933, Anhang.
 43. **Wartenberg, H.:** Kälte und Hitze als Todesursache der Pflanze und als Ursachen der Pflanzenkrankheiten. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I, 1. Teil, S. 475—592. 4. Aufl. Berlin 1933.
 44. **Zschokke, Guido:** Ueber Kälterückfälle und Fröste im Mai und Juni in Aarau. Mitteilungen der Naturf. Ges. Aarau 1898, VIII. Heft, S. 25—37.
-

Leere Seite
Blank page
Page vide