

4
D
8
(24+2)

Archivexemplar
nicht ausleihbar

Wissenschaftliche Alpenvereinshefte
Heft 24

Gemeinsam herausgegeben von den Hauptausschüssen
des Deutschen und des Österreichischen Alpenvereins

Niederschlag und Lufttemperatur
im Alpenraum

von

FRANZ FLIRI

Mit 62 Abbildungen und 45 Tabellen im Text
sowie einem Anhang mit 9 Tabellen

Innsbruck 1974

Deutscher Alpenverein
Praterinsel 5
D-8000 München 22

Wissenschaftliche Alpenvereinshefte
Heft 24

Gemeinsam herausgegeben von den Hauptausschüssen
des Deutschen und des Österreichischen Alpenvereins

**Niederschlag und Lufttemperatur
im Alpenraum**

von

FRANZ FLIRI

Mit 62 Abbildungen und 45 Tabellen im Text
sowie einem Anhang mit 9 Tabellen

Innsbruck 1974

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur
mit vorheriger Genehmigung durch
die Herausgeber.

Druck: Thaurdruck - H. Giesriegl, Thaur bei Innsbruck

Inhalt

	Seite
1. Einführung	5
2. Das Beobachtungsnetz	8
3. Häufigkeitsverteilungen des Niederschlags und der Temperatur	10
4. Die Reichweite der Gültigkeit von Beobachtungen der Lufttemperatur und Niederschlagsmenge im Alpenraum	17
5. Synoptisch-klimatologische Grundlagen für eine Deutung der statistischen Ergebnisse	20
6. Übersicht der Häufigkeitsverteilungen des Niederschlags in verschiedenen Teilgebieten der Alpen	24
7. Übersicht der Häufigkeitsverteilungen der Lufttemperatur in verschiedenen Teilen der Alpen	29
8. Die Korrelation von Niederschlagsmenge und Lufttemperatur im Alpenraum	33
9. Die Niederschlagsverteilung im Kartenbild	37
Jänner	40
Februar	42
März	44
April	46
Mai	48
Juni	50
Juli	52
August	54
September	56
Oktober	58
November	60
Dezember	62
Winter	68
Frühling	69
Sommer	70
Herbst	72
Jahr	74
10. Literatur	83
11. Anhang: 1. Mittlere Niederschlagssumme der Monate	85
2. Standardabweichung der Niederschlagsmengen für Monate und Jahr	87
3. Schiefe der Häufigkeitsverteilungen der Niederschlagssummen für Monate und Jahre	89
4. Mittlere Lufttemperaturen	90
5. Standardabweichung der Lufttemperatur für Monate und Jahr	91
6. Verteilungsschiefe der Lufttemperatur für Monate und Jahr	92
7. Korrelation zwischen Lufttemperatur und Niederschlag	93
8. Großwetterlagen 1931-1960	94
9. Menge, Variabilität und Jahresgang des Niederschlags für alle verwendeten Orte	95

1. Einführung

Die geographische Klimabeschreibung (Klimatographie) ist derzeit aus mehrfacher Sicht in einer neuen Entwicklung begriffen. Die neueren wissenschaftlichen Arbeiten gehen sowohl in der Auffassung der zu betrachtenden Gegenstände und Fragen als auch der zielführenden Methoden mehr und mehr über das hinaus, was noch vor kurzer Zeit als geschlossenes und zumindest grundsätzlich nicht mehr veränderliches Wissen gelten konnte. Das Fundament dieses Wissens waren die an zahlreichen Orten gewonnenen und durch lange Zeit fortgesetzten *Klimabeobachtungen*, die nach Prüfung und Bearbeitung in einzelnen regionalen Klimatographien ihre endgültige Verwertung erfuhren. Nunmehr liegt zwar zum Teil schon die zweite Generation dieser „klassischen“ Klimatographien vor, doch schreitet gleichzeitig die Entwicklung von Meßsatelliten, des Nachrichtenwesens und der Auswerteverfahren Jahr für Jahr derart fort, daß wohl schon für die nahe Zukunft flächenhaft gültige Aussagen ganz neuer Art zu erwarten sind.

Angesichts dieser Entwicklung könnte es zunächst thematisch und methodisch überholt, ja überflüssig erscheinen, sich mit einem Teilgebiet unseres Kontinents zu befassen, in dem dank gründlicher jahrzehntelanger Betreuung durch die Klimadienste der Alpenstaaten alles Wesentliche längst bekannt sein muß. Tatsächlich ist die Beobachtung von Wetter und Klima gerade in diesem Raum wegen der besonderen und weiter steigenden Bedeutung für das Leben des Menschen und vor allem für seine Wirtschaft, mit Nachdruck gefördert worden. Gerade weil diese Bedeutung zur selbstverständlichen Aufgabe der Staaten wurde, ist jedoch bis heute eine *einheitliche* Klimabeschreibung nicht zustande gekommen. Seit den Anfängen bei H. u. A. Schlagintweit (1850, 1854) hat es immer wieder Ansätze hierfür gegeben. Es ist besonders zu bedauern, daß die Arbeiten von K. Knoch und E. Reichel (1930) und vor allem jene von E. Ekhart (1935, 1948, 1950) zeitbedingt nicht weiterverfolgt, zu einem Ganzen vereint und umfassend veröffentlicht werden konnten.

Abgesehen von einer zum Teil nicht unbestrittenen Methodik (Anomalienmethode bei E. Ekhart) haftete diesen Arbeiten ein Mangel an, der seinerzeit kaum zu beheben war. Sie mußten sich auf Beobachtungsdaten stützen, die weder von der Gewinnung noch von der Bearbeitung und Veröffentlichung her einheitlich waren, ja nicht einmal der klimatologischen Grundforderung genügten, auf eine *einheitliche Periode* bezogen zu sein. Wenngleich nun diese Einheitlichkeit durch das Befolgen der Empfehlungen der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) seit 1971 mehr und mehr gegeben sein wird, kann daraus doch noch kein Nutzen für eine *derzeitige* Gesamtbeschreibung des Alpenraumes gezogen werden. Im Gegenteil wird es für die nächste Zeit sogar schwieriger, flächenhaft gültige Aussagen über Klimaänderungen zu machen.

Die vorliegende *Neubearbeitung* von Niederschlag und Temperatur im Alpenraum schließt zunächst unmittelbar an die genannten Arbeiten von K. Knoch und E. Reichel (1930) sowie von E. Ekhart (1948, 1950) an. Erstere hatten sich auf die Perioden 1876–1910, zum Teil auch auf 1864–1903, 1881–1910 und 1881–1915 bezogen. Letzterer reduzierte viele und zum Teil kurze Reihen auf die Periode 1881–1930. So bewährt das einfache *Reduzieren* nach der üblichen Differenzmethode (Temperatur) bzw. Quotientenmethode (Niederschlag) auch sein mag, so kann doch nicht übersehen werden, daß die Genauigkeit einer Aussage über die räumliche Verteilung eines Klimaelementes nicht in jenem Maße erhöht wird, wie man das vom Ergebnis her zunächst anzunehmen geneigt ist. Jedes Reduzieren setzt nämlich im Grunde bereits die Kenntnis der Verteilung im gegebenen Raume voraus.

Dank der besseren Quellenlage konnte nunmehr für Niederschlag und Lufttemperatur erstmals eine *einheitliche Bezugsperiode* (1931–1960) zugrundegelegt werden. Dies ist um so mehr ein Fortschritt, als gerade hinsichtlich der Klimaperioden zwischen den Alpenstaaten bisher keine Übereinstimmung bestand (z. B. Deutschland

1881–1930, 1931–1960; Österreich 1901–1950, 1851–1950; Schweiz 1901–1940, 1931–1960; Italien 1921–1950, 1926–1955 u. a.). Auch die aus Umzeichnungen der Klimakarten der einzelnen Staaten entstandenen kleinmaßstäbigen Karten des Gesamtgebietes (z. B. zuletzt bei H. Schirmer und F. Manig 1965) mußten solche Fehlerquellen in Kauf nehmen. Nunmehr hat es die größere Zahl vollständiger Beobachtungsreihen erlaubt, auf Reduzierungen überhaupt zu verzichten, ohne das Gesamtnetz allzu weitmaschig werden zu lassen.

Zwischen den erwähnten früheren und der hier vorliegenden Bearbeitung besteht weiter hinsichtlich des *Niederschlags* ein wichtiger Unterschied. Bei der Beschreibung der horizontalen und vertikalen Verteilung konnten weder K. Knoch und E. Reichel noch E. Ekhardt den Beobachtungen aus der Höhenregion mit jener Kritik oder Skepsis gegenüberstehen, die uns heute angebracht erscheint. So hatte z. B. E. Ekhardt die *Anomalienmethode* der Niederschlagsdarstellung mit dem einleuchtenden Ziele entwickelt, der bis dahin gewohnten engen Bindung von Linien gleicher Niederschlagsmenge (Isohyeten) und Höhenschichtenlinien (Isohypsen) zu entgehen und das für die Verteilung Wesentliche in größerer Unabhängigkeit vom Relief besser zur Geltung zu bringen. Die an dieser Methode geübte Kritik (H. Uttinger 1951, vgl. E. Ekhardt 1953) stützte sich gerade auf die Tatsache, daß die Anomaliewerte auf einen von den Beobachtungen an Höhenstationen her unsicheren „Normalwert“ bezogen worden waren.

Wie eine umfangreiche Literatur zeigt, auf die hier nicht eingegangen werden kann, ist die Frage nach der *tatsächlichen* Verteilung des Niederschlages im Alpenraum auch weiterhin nur mit Einschränkungen zu beantworten. Hierfür gibt es in der Hauptsache drei Gründe:

- Es besteht kein Zweifel, daß die Niederschlagsmessung mit zunehmender Höhe, vor allem oberhalb der Waldgrenze, wegen des zunehmenden *Windeinflusses* unsicher und stark vom Kleinrelief abhängig wird. Dabei sind weniger die absoluten Seehöhen als die relativen Höhen entscheidend, sodaß z. B. am Gebirgsrand größere Meßfehler schon in geringer Seehöhe vorkommen können, während in hochgelegenen zentralalpinen Tälern noch gute Ergebnisse zu erwarten sind. Der Meßfehler pflegt überdies bei größeren Windgeschwindigkeiten und größerem Schneeanteil im Winter größer als im Sommer zu sein, sodaß auch die *Jahresgänge* verfälscht erscheinen.
- Da das Beobachtungsergebnis in der *Höhenzone* mehr als im geschützten Talbereich von Ort und Art der Aufstellung der Geräte abhängt, wäre gerade dort eine größere *Netzdichte* erstrebenswert. Während jedoch unterhalb von 1000 m Seehöhe je 1000 km² etwa 30 Meßstellen vorhanden sind, gibt es auf gleicher Fläche oberhalb von 2000 m Höhe nur etwa zwei. Überhaupt beruhen viele Aussagen über den in der Höhenzone fallenden Niederschlag auf *Extrapolationen* von Beobachtungen in geringeren Höhen. Auch wenn ihre Glaubwürdigkeit durch Berechnungen und Schätzungen des Gebietswasserhaushaltes erhärtet erscheint, bleiben sie doch mehr oder weniger unsicher.
- Schließlich hat der Begriff des meßbaren Niederschlages insofern eine Erweiterung erfahren, als der *Nebelniederschlag* einbezogen werden konnte (J. Grunow u. H. Tollner 1969). Er spielt vor allem im Wald mit zunehmender Höhe eine Rolle, die weder für die Vegetationsökologie noch für die Hydrographie (Gebietswasserhaushalt) vernachlässigt werden kann. Da umfassende Messungen fehlen, konnte dieser Niederschlag in der vorliegenden Arbeit nicht einbezogen werden. Es scheint aber, daß er nicht nur der Menge sondern auch dem relativen Anteil am Gesamtniederschlag nach in der nördlichen und südlichen Randzone der Alpen eine größere Bedeutung hat als im zentralalpinen Bereich.

Wie immer man die Begriffe „Höhenzone“ und „Niederschlag“ fassen mag, sollten Aussagen über den in der Höhe gefallenen Niederschlag der Kontrolle im Rahmen der Bestimmung des *Gebietswasserhaushaltes* unterworfen sein. Hierfür sind jedoch zahlreiche Untersuchungen an einzelnen und nicht zu großen Einzugsgebieten notwendig.

Ihnen kann und soll mit der vorliegenden Arbeit nicht vorgegriffen werden. Andererseits darf nun für den klimatologischen Durchschnitt (aber nicht für den meteorologischen Einzelfall) als gesichert gelten, daß die früher vermutete *Höhenzone maximaler Niederschlagsmenge* in den Alpen praktisch nicht vorhanden ist, daß also die Mengen auch bis in größere Gipfelhöhe zunehmen (zuletzt D. Havlik 1969). Diese beiden Erkenntnisse, nämlich die Unsicherheit der Beobachtungsergebnisse in der Höhenzone und die Gewißheit der höhenbedingten Mengenzunahme, haben es dem Verfasser trotz des Vorhandenseins eines recht dichten Beobachtungsnetzes nahegelegt, die Darstellung der Niederschlagsverteilung im Alpenraum kartenmäßig sehr stark zu verallgemeinern. Da auf eine besondere Aussage über die Verhältnisse in der Höhenzone bewußt verzichtet wird, bezieht sich die Beschreibung im Wesentlichen auf den *Siedlungsraum*. Für diesen läßt sich freilich keine für den gesamten Raum gültige Obergrenze angeben. Sie liegt bekanntlich am nördlichen und südlichen Alpenrand bei rund 1000 m, im Zentralraum aber bei etwa 2000 m Höhe. Nur vereinzelt wurden Niederschlagsbeobachtungen aus größerer Höhe verwendet, wenn sie vom Ergebnis her als glaubwürdig angesehen werden konnten.

Viel günstiger sind dagegen die Meßbedingungen für die *Lufttemperatur*, sodaß hier auch die Ergebnisse herangezogen werden konnten, die auf hohen Gipfeln gewonnen worden waren. Gerade diese Klimawerte sind verhältnismäßig weniger vom Relief abhängig und damit jeweils für einen größeren Umkreis kennzeichnend. Allerdings konnte eine sehr empfindliche *Inhomogenität* des Datenmaterials nicht behoben werden. Während aus dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, Österreichs und der Schweiz die aus üblichen Terminbeobachtungen gewonnenen Mittelwerte verfügbar waren, konnten aus dem italienischen Gebiet nur solche aus dem Maximum- und Minimumtemperaturen errechnet werden. Es ist bekannt, daß solche Mittel beachtliche Differenzen aufweisen, die von Ort zu Ort und im Jahresgang verschieden sind. Der Verfasser vermutet jedoch, daß zumindest die Veränderlichkeit der Lufttemperatur nicht grundsätzlich verschieden ist. In die Untersuchung der Temperaturverhältnisse konnten im übrigen französische Stationen nicht mehr einbezogen werden.

Die vorliegende Arbeit wurzelt in einer vom Verfasser gleichzeitig besorgten umfassenden Neubeschreibung des Klimas der Alpen im *Raume von Tirol*, nämlich zwischen 10° und 13° östlicher Länge sowie 45°20' und 47°45' Breite. Sie wurde mit Unterstützung durch den *Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung* auf den ganzen Alpenraum ausgedehnt, wobei allerdings aus Arbeitsgründen die Dichte des zugrundegelegten Stationsnetzes verringert werden mußte. Es wurden derart also auch nicht alle vollständigen Reihen der Niederschlagsmessung in der Bezugsperiode 1931–1960 verwertet. Die erforderlichen Daten wurden den offiziellen Veröffentlichungen, vor allem den Jahrbüchern der verschiedenen staatlichen Dienste entnommen. Aus dem französischen Teil stellte sie dankenswerterweise R. Grard (Electricité de France, Lyon) zur Verfügung, aus dem italienischen konnten sie z. T. durch Vermittlung von G. Morandini und G. B. Castiglioni (Padua) beschafft werden, wofür auch hier bestens gedankt sei.

Die Rechenarbeit wurde zum weitaus größten Teil am Institut für Numerische Mathematik und elektronische Informationsverarbeitung der Universität Innsbruck durchgeführt, wofür dessen Mitgliedern größter Dank gebührt. An der Erstellung der Rechenprogramme waren H. Knapp, B. Buchberger und E. Walch beteiligt, an der Auswertung in selbständigen Arbeiten Ch. Müller (1970), B. Wartburg (1970) und O. Kubat. Da die von Ch. Müller entworfenen Karten der jahreszeitlichen und jährlichen Variabilität in Verlust gerieten, wurden sie vom Verfasser neu gezeichnet und durch Karten für die einzelnen Monate ergänzt. Ebenso erfuhren die von B. Wartburg für die Verteilungsschiefe der Niederschlagsmengen nach Monaten fertiggestellten Karten eine Umzeichnung auf den vorliegenden kleineren Maßstab unter gleichzeitiger Ergänzung durch Darstellungen für die Jahreszeiten und das Gesamtjahr. Eine *Stationskarte* größeren Maßstabs ist nebst einem Verzeichnis von O. Kubat bereits veröffentlicht worden. Sie weist leider im Gewässernetz, in der Lage einzelner Orte und ihrer

hydrographischen Zuordnung zu Flußgebieten einige Fehler auf. Die Ergebnisse von O. Kubat bilden im übrigen eine wesentliche Ergänzung der vorliegenden Arbeit, worauf fallweise verwiesen werden wird. Die Herstellung der Reinzeichnungen der in der vorliegenden Arbeit enthaltenen zahlreichen Kartenskizzen und Diagramme besorgte M. Form, wofür hier gedankt wird.

Der Verfasser und seine Mitarbeiter haben schließlich dem *Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung* für die Übernahme der Kosten zur Beschaffung von Klimadaten, der Rechenkosten (nur Material) und eines Teiles der Kosten für die Kartenreinzeichnung zu danken. Nicht zuletzt gebührt Dank dem *Verwaltungsausschuß des Österreichischen Alpenvereins* für die Aufnahme in die Reihe der „Wissenschaftlichen Alpenvereinshefte“. Der Verein setzt damit seine Tradition fort, die Wissenschaft von den Alpen und den Hochgebirgen der Erde auch über sein engeres Wirkungsfeld Österreich hinaus zu fördern.

2. Das Beobachtungsnetz

Von weit mehr als 3000 Orten im Alpenraum liegen Klimabeobachtungen vor. Die meisten beziehen sich auf den Niederschlag. In die vorliegende Arbeit wurden mehr als 1000 vollständige Reihen aus der Periode 1931–1960 einbezogen. Die von O. Kubat (1972) veröffentlichte Stationskarte enthält insgesamt 1055 Niederschlagsmeßstellen. Davon wurden 14 hier ausgeschieden, weil sie, z. T. wegen zu exponierter Lage in der Höhe, offensichtlich unrichtige Ergebnisse lieferten. Andererseits wurden auch Orte im Norden Österreichs bearbeitet, die auf der erwähnten Stationskarte nicht enthalten sind. Daher sind im Anhang 9 insgesamt 1074 Orte angeführt. Ihre genaue Lage kann am besten in den Karten ermittelt werden, die in Österreich den Hydrographischen Jahrbüchern, in Italien den *Annali Idrologici* und in der Schweiz der amtlichen *Klimatologie* (E, 4. Teil) beigegeben sind.

Um die regionalen Besonderheiten unabhängig von den örtlich gegebenen auch zahlenmäßig angeben zu können, wurden Gruppen von Stationen zur Berechnung von Durchschnitten zusammengefaßt. Dies war notwendig, da sich die vollständige tabellarische Wiedergabe aller Ergebnisse allein vom Umfang her verbot. Nur für eine ausgewählte Reihe von Orten bzw. für den Jahresniederschlag werden Daten im Anhang mitgeteilt.

Tab. 1: Höhenverteilung der Niederschlagsmeßstellen in den Teilgebieten (Anteil in %).

Gebiet	Zahl	0– 249 m	250– 499 m	500– 999 m	1000– 1499 m	1500 u. mehr m	mittlere Höhe m
1 Rhone-Isère	62	10	19	40	26	5	783
2 Rhein-Aare	90	—	30	46	18	6	779
3 Iller-Isar	88	—	1	84	10	5	869
4 Inn-Salzach	117	—	15	49	22	14	941
5 Enns-Donau	142	11	43	41	3	2	514
6 Durance-Var	37	—	13	42	34	11	970
7 Oberer Po	85	12	24	33	19	12	795
8 Ticino-Mincio	106	30	18	29	15	8	635
9 Etsch	112	18	11	22	33	16	895
10 Brenta-Isonzo	146	48	22	20	9	1	385
11 Drau-Mur	56	—	14	39	45	2	908
zusammen	1041	15	21	39	18	7	726

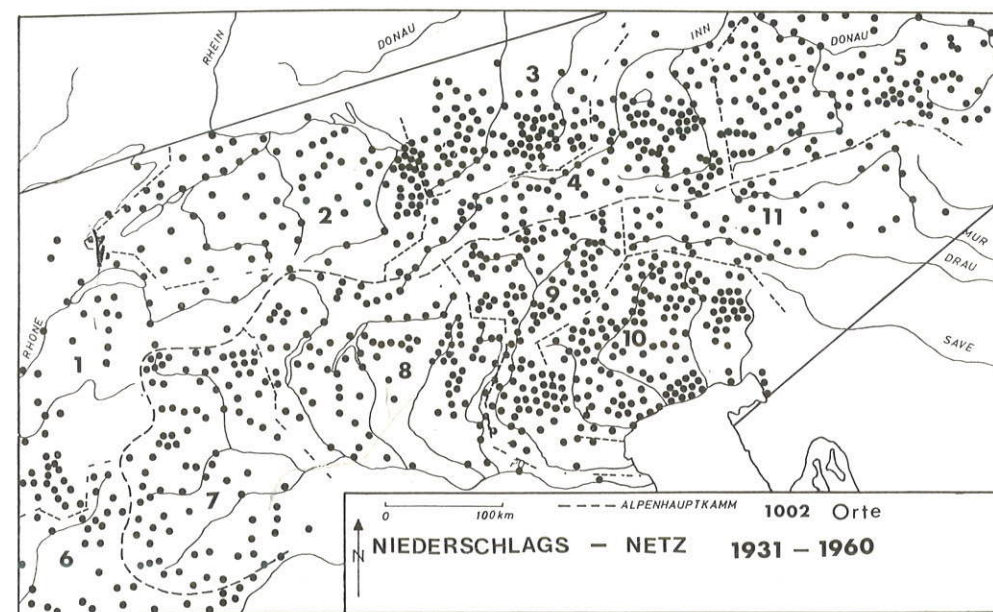


Abb. 1: Das Netz der Niederschlagsmeßstellen (vgl. Anhang 9, S. 95; weitere 39 Orte liegen außerhalb des auf der Karte dargestellten Raumes).

Aus Abb. 1 und Tab. 1 geht hervor, daß von einer gleichmäßigen *Verteilung der Meßstellen* weder flächenhaft noch nach der Höhe die Rede sein kann. Vor allem im Mittelteil (Gebiete 3, 4, 9 und 10) wurden im Zusammenhang mit der Arbeit an der Klimatographie von Tirol mehr Stationen berücksichtigt als im Westen und Osten. Immerhin ist innerhalb der Teilgebiete die flächenhafte Verteilung ausgeglichener. Soweit in der Folge für einzelne Gebiete Mittelwerte angegeben werden (wie in Tab. 1 für die Höhen), sind sie nie im strengen Sinne als „Gebietsmittel“ zu betrachten, sondern geben nur die durchschnittlichen Verhältnisse an den verwendeten Stationen wieder.

Für die Untersuchung der Temperaturverhältnisse wurden die Reihen von 134 Orten herangezogen. Die Zusammenfassung erfolgte hier nicht nach den Flußgebieten, sondern in Anlehnung an den Gebirgskörper selbst. Wie Abb. 2 zeigt, ist auch hier die Verteilung nicht flächenhaft gleichmäßig. Unter 500 m Höhe liegen 42 Orte, über 2000 m nur 6. Wo die Beziehungen zwischen der Lufttemperatur und der Niederschlagsmenge untersucht wurden, blieben die Gipfelstationen wegen der Unsicherheit der Niederschlagsbeobachtung unberücksichtigt. Im Westen des Gebietes 7 (Piemont und Lombardei) sind die Aussagen insofern unsicher, als dort einige unvollständige Reihen durch Reduzierung geschlossen werden mußten.

Tab. 2: Verteilung der Temperaturmeßstellen nach Teilgebieten.

Gebiet	Zahl
1 Schweizer Alpenvorland und Voralpen	23
2 Bayrisches Alpenvorland und Voralpen	14
3 Österreichisches Alpenvorland und Voralpen	10
4 Schweizer Hochalpen (Westalpen)	17
5 Tiroler Hochalpen (westliche Ostalpen)	19
6 Östliche Ostalpen (Tauern)	24
7 Südliches Alpenvorland und Voralpen	21
8 Östliches Alpenvorland und Voralpen	6

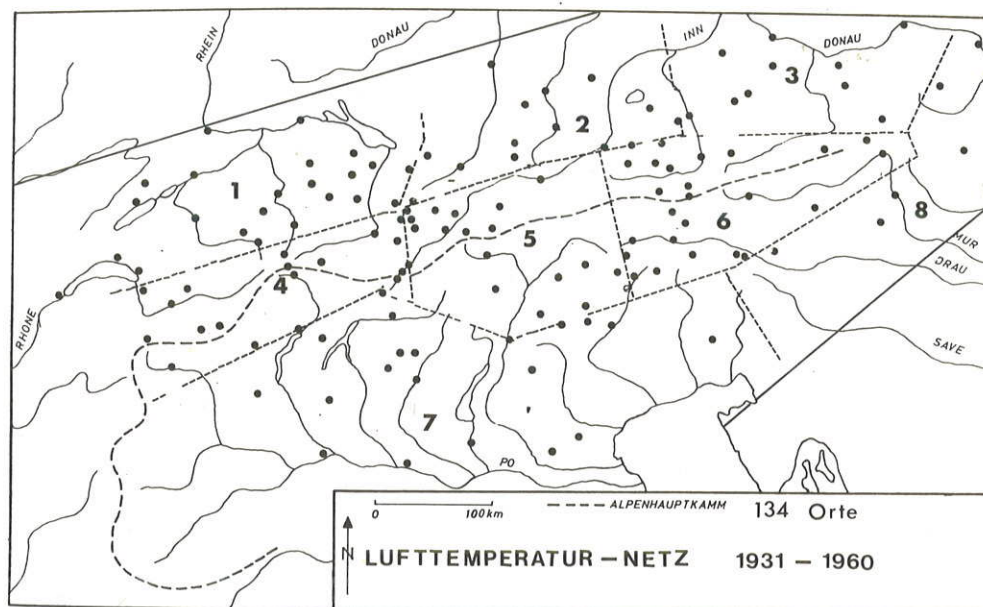


Abb. 2: Das Netz der verwendeten Temperaturmeßstellen.

3. Häufigkeitsverteilungen des Niederschlags und der Temperatur

Seit längerer Zeit ist bekannt, daß die flächenhafte Verteilung der mittleren Niederschlagsmengen im Alpenraum schon auf geringe Entfernung große Unterschiede, ja Gegensätze aufweist. Wo immer man den Alpenraum betritt, liegen die niederschlagsreichsten Gebiete außen, die trockensten innen. Eine im Mittelteil der Alpen (Raum Tirol) an großem Material durchgeführte statistische Untersuchung hat ergeben, daß in linearer Näherung der Jahresniederschlag zwar je 100 Höhenmeter um 2 cm zunimmt, daß derselbe Betrag aber auch durch 2 km horizontale Entfernung in Richtung auf den Gebirgsrand erreicht wird. Die Flächen gleichen Niederschlags sind somit vom Gebirgsrand einwärts unter einem Winkel von fast 30° ansteigend zu denken, im Winter mehr, im Sommer weniger.

Ebenfalls seit langem bekannt sind auch die Unterschiede im mittleren Jahresgang des Niederschlags. Während im Osten und im Zentralraum der kontinentale Typ mit Sommerregen und Wintertrockenheit vorherrscht, ist am nördlichen Alpenrand und gegen Westen hin zunehmend ein zweites Maximum im Winter sichtbar. Das Südalpengebiet wiederum zeichnet sich durch vorherrschenden Frühlings- und Herbstniederschlag aus. Diese Besonderheiten sind für die Periode 1931–1960 anhand des gleichen Materials, das auch der vorliegenden Arbeit zugrundeliegt, sehr ausführlich von O. Kubat (1972) im Kartenbild dargelegt worden.

Schließlich sind auch die Unterschiede in der Niederschlagsstruktur bekannt. Im Norden, wo mit größerer Häufigkeit polar-maritime Luft die Niederschlagsquelle bildet, fällt die Gesamtmenge an ziemlich vielen Tagen. Im Süden kommen mehr tropisch-maritime Luftmassen ins Spiel, die für das Niederschlagsgeschehen zwar seltener, aber um so ergiebiger sind. Hier ist daher die je Niederschlagstag fallende Menge im Durchschnitt immer größer als im Norden und damit auch der Starkregentyp deutlicher ausgeprägt. Nichts vermag mehr die Gegensätzlichkeit der Niederschlags-

verhältnisse im Alpenraum zu beleuchten als die Tatsache, daß die im inneralpinen Trockengebiet in einem Jahr vorkommenden Mengen am südlichen Alpenrand bereits an einem einzigen Tag beobachtet worden sind.

Gegenüber der Verteilung von Niederschlagsmenge, Jahresgang und Struktur ist bisher die von Jahr zu Jahr sichtbare *Veränderlichkeit* des Niederschlags und ebenso der Lufttemperatur in ihrer regional verschiedenen Ausprägung wenig untersucht worden. Meist war man nur am Auffinden von Klimaänderungen interessiert. Mit der unserem Klima eigenen Veränderlichkeit des Niederschlags haben sich nach der frühen Arbeit von J. Hann (1881) vor allem G. Hellmann (1909), H. Maurer (1911) und W. Köppen (1928) befaßt. Sowohl G. Hellmann als W. Köppen gaben dabei die Regel an, daß die Veränderlichkeit in Feuchtgebieten und in solchen mit geringem Jahresgang niedriger sei als in Trockengebieten und in solchen mit ausgeprägtem Jahresgang.

W. Köppen (1928) berechnete einen *Schwankungsquotienten* aus den maximalen und minimalen Niederschlagsmengen einer Periode und gab eine parabolische Näherungsgleichung an, um ihn unmittelbar aus den mittleren Jahressummen zu bestimmen. Für den Alpenraum selbst hat später V. Conrad (1941) die (lineare) *durchschnittliche Abweichung* einzelner Jahressummen vom mittleren Jahresniederschlag durch eine noch einfachere Beziehung auszudrücken geglaubt. Auch in späteren

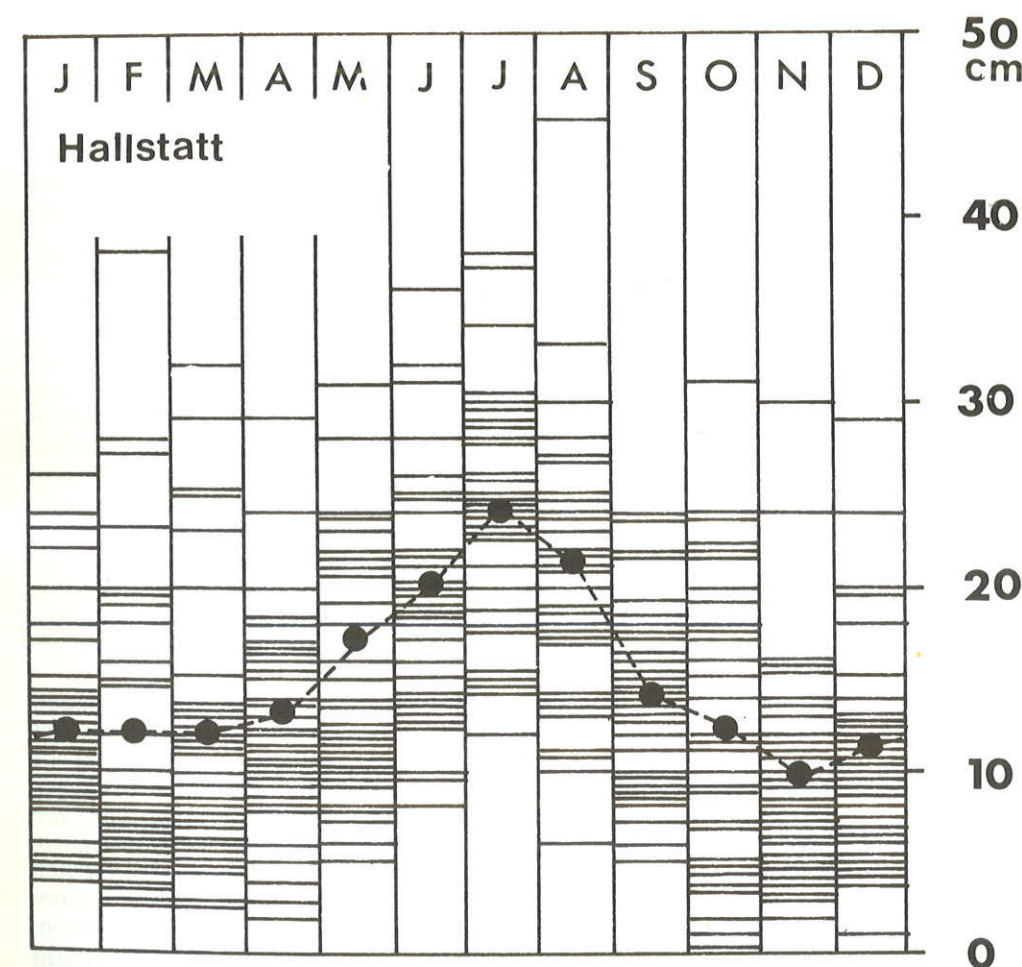


Abb. 3: Monatliche Niederschlagssummen in Hallstatt in der Periode 1931–1960.

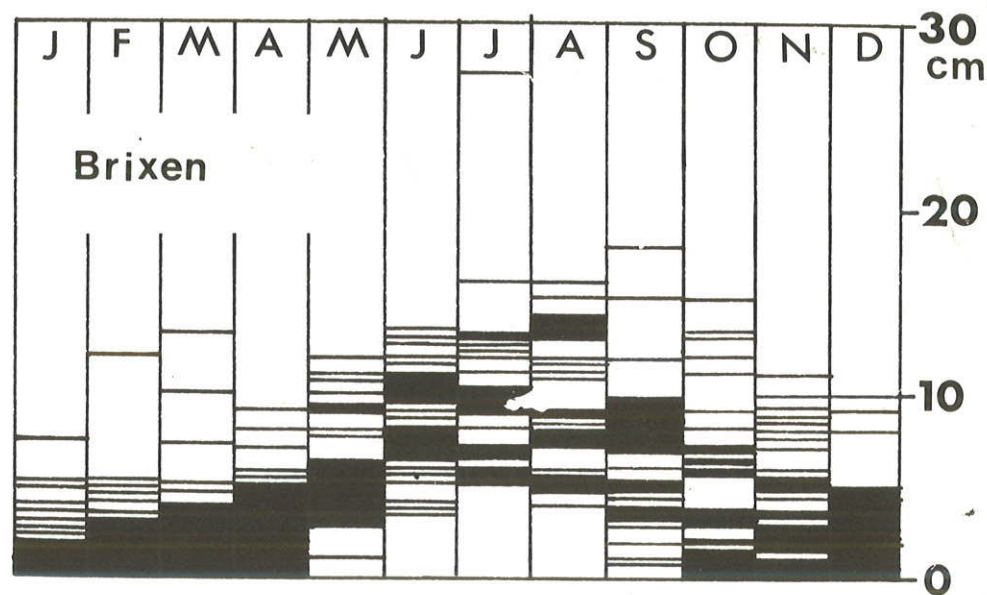


Abb. 4: Monatliche Niederschlagssummen in Brixen in der Periode 1931–1960.

Arbeiten, so bei F. Steinhauser (1949) und H. Steinhäusser (1954), blieb die durchschnittliche Abweichung als Maß der Veränderlichkeit in Verwendung. Letzterer hat aufgrund der von K. Knoch und E. Reichel (1930) zusammengestellten Daten die Regel von V. Conrad (1941) zum Entwerfen von zwei Skizzen der Niederschlagsveränderlichkeit im Alpenraum verwendet.

Inzwischen haben die Fortschritte der *Rechentechnik* die Verwirklichung schon vorher als besser erkannter methodischer Lösungen erlaubt. Zwei Möglichkeiten der Bearbeitung des Materials und der Darstellung der Veränderlichkeit stehen dabei im Vordergrund. Das für Zwecke der Praxis zweifellos beste ist das von H. Uttiger (1966) in der Klimatologie der Schweiz angewendete. Hier werden tabellarisch für eine größere Anzahl von Stationen, sowohl für die Monate als auch für die Jahreszeiten, die hydrologischen Halbjahre und für das Kalenderjahr, neben dem Mittel (Durchschnitt) auch der Zentralwert (Median), das untere und obere Quartil, das erste und elfte Duodezil sowie die Extremwerte selbst angegeben. Damit ist die gesamte Häufigkeitsverteilung mit verhältnismäßig wenig Werten ausgezeichnet umschrieben. Zugleich werden bei angenommen konstantem Klima Wahrscheinlichkeitsaussagen für die Zukunft möglich. Freilich wird damit für jede zu behandelnde Zeiteinheit die Angabe von 8 Werten notwendig. Zur kartenmäßigen Darstellung nach Monaten, Jahreszeiten und Gesamtjahr wären somit 136 Blätter notwendig. Es ist somit zweifelhaft, ob diese *Quantilstatistik* für die Gewinnung einer Übersicht zielführend ist.

Der zweite Weg, der eine knappere und anschaulichere Kartendarstellung erlaubt, besteht in der Berechnung der Charakteristiken der *Häufigkeitsverteilungen*, also des Durchschnitts, der Standardabweichung und der Verteilungsschiefe, sodaß man für die Karten der Monate, Jahreszeiten und für das Gesamtjahr mit 51 Blättern das Auslangen findet. Erste Darstellungen dieser Art wurden anhand einer geringeren Zahl von Stationen schon 1967 veröffentlicht (F. Fliiri). Die klimatologische Notwendigkeit, neben dem langjährigen Mittelwert auch die Streuung der tatsächlich aufgetretenen Einzelwerte zu berücksichtigen, geht aus den Abb. 3–5 deutlich hervor. Auf den ersten Blick erscheint die Gesamtstreuung in Musi am größten, in Brixen am kleinsten. In den einzelnen Monaten sind dabei die Abweichungen vom Gesamtmittel sowohl dem Betrage als auch der Richtung nach recht verschieden. Ganz allgemein sind die

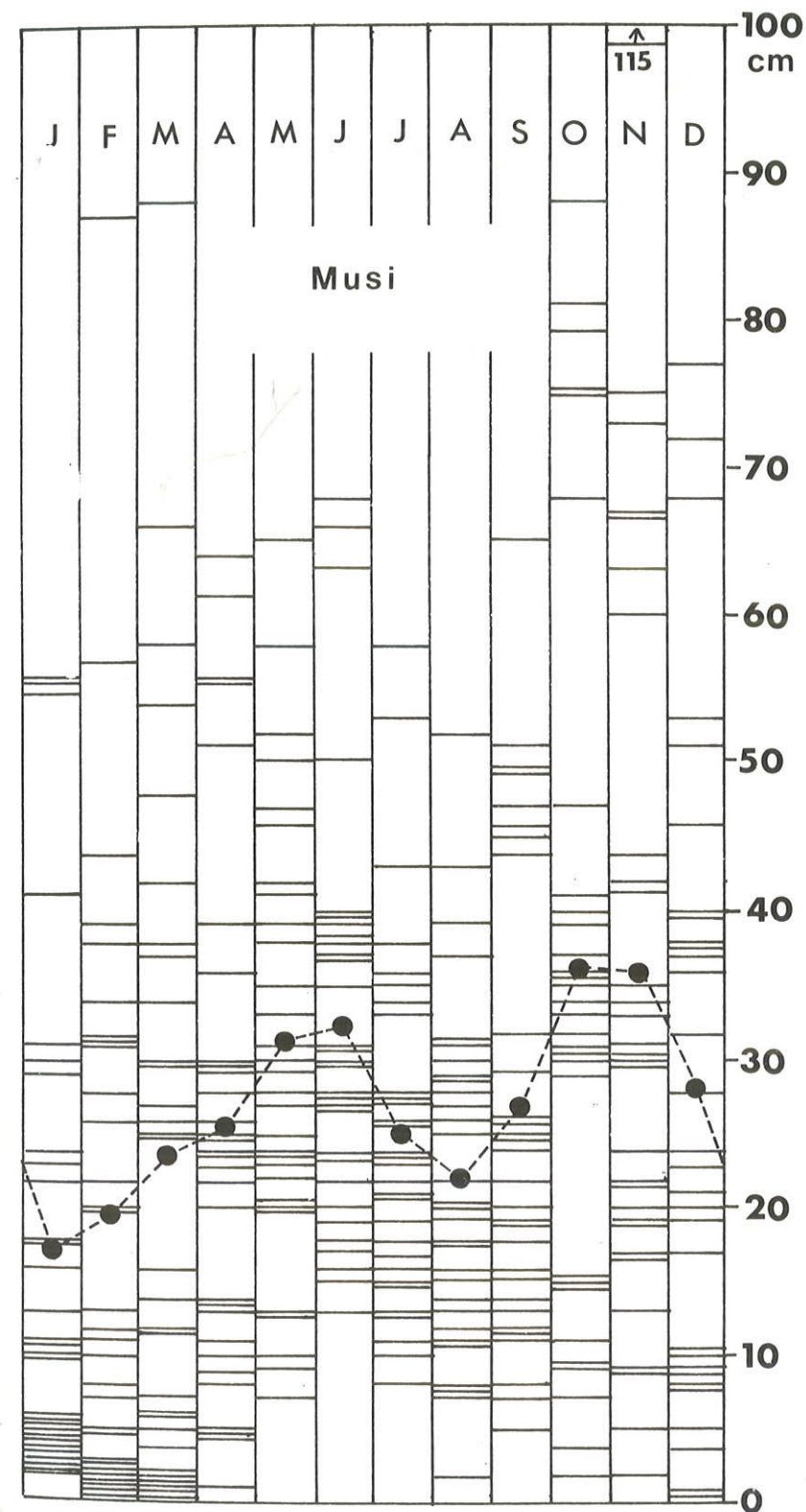


Abb. 5: Monatliche Niederschlagssummen in Musi (Julische Alpen) in der Periode 1931–1960.

Abweichungen dem absoluten Betrag nach um so größer, je größer der Mittelwert selbst ist.

Als übliches Maß der *Streuung* pflegt man die Standardabweichung σ zu berechnen. Dies geschieht am einfachsten nach der Formel $\sigma^2 = (Sx^2 - \frac{S^2x}{N}) : (N - 1)$, worin S^2x das Quadrat der Summe der Einzelwerte und N die Zahl der Werte (Reihenlänge, hier immer 30) bedeutet. Dem Ausdruck ist schließlich die Wurzel zu ziehen. Nachdem auch der Mittelwert (Durchschnitt) zu $\bar{x} = (Sx : N)$ bestimmt wurde, kann der Betrag der Standardabweichung beim Niederschlag sinnvoll als Prozentwert des Durchschnitts angegeben werden. Die *Variabilität* wird demnach berechnet zu $v = 100 \cdot \sigma : \bar{x}$. Sie kann mit Hilfe von Linien gleicher Intensität (Isovariablen) in Karten dargestellt werden.

Die Berechnung der *Verteilungsschiefe* erfolgt über die dritten Potenzen der Einzelwerte und ist numerisch schwieriger zu handhaben. Noch mehr gilt dies für die Berechnung des *Exzeß*, der über die vierten Potenzen erfolgt und einen Vergleich von gegebener Verteilung und Normalverteilung (Gauß'scher Verteilung) ermöglicht. Von einer Wiedergabe der Exzeßwerte wird hier abgesehen, da sie kaum witterungsklimatologisch gedeutet werden können. Übrigens besitzen alle berechneten Charakteristiken wiederum eine statistische Streuung, die zur Beurteilung der Genauigkeit, vor allem auch jener von Differenzen zweier Werte, von Nutzen ist. Alle einschlägigen Formeln sind bei A. Linder (1964, S. 87 f.) angegeben und sollen hier nicht wiederholt werden.

Die Mittelwerte, Variabilitäten und Schiefewerte wurden für alle Orte sowie nach Monaten, Jahreszeiten und nach dem Gesamtjahr (Dezember bis November) berechnet. Während die mittleren Niederschlagssummen in der übergeordneten Zeiteinheit immer größer sein müssen, werden die Variabilitäten kleiner, da sich die Summen um so mehr ausgleichen, je länger die betrachtete Zeiteinheit ist. Für die in den Abb. 3–5 dargestellten Verhältnisse erhält man etwa die folgenden Ergebnisse (Variabilitätswerte in Prozent):

	Hallstatt	Brixen	Musi
Winter	38	63	51
Frühling	30	32	39
Sommer	20	19	30
Herbst	32	43	39
Jahr	12	15	22

Für die Monate liegen die Variabilitäten entsprechend höher und können bei starker Streuung, vor allem bei Asymmetrie, auch 100 % überschreiten.

Wie die Variabilität kann auch die Schiefe auf Karten mittels *Isolinien* veranschaulicht werden. Bei der Lufttemperatur (in °C) ist nur die Angabe von Standardabweichung und Schiefe sinnvoll. Wegen der zu geringen Zahl von Stationen wurde auch hierfür keine Kartendarstellung gewählt. Die Bedeutung der Charakteristiken der Häufigkeitsverteilung geht im übrigen für die Niederschlagssummen aus Abb. 6 und Tab. 3 hervor, wo Typen gezeigt werden.

In Abb. 6 sind die in jeweils 30 Monaten gemessenen Mengen in Stufen von 5 zu 5 cm zusammengefaßt und die Häufigkeit jeder Stufe in Säulen dargestellt. Die Station *Campone*, im südalpinen Randgebiet zwischen Piave und Tagliamento gelegen, weist bei sehr hohem Oktoberniederschlag eine hohe Standardabweichung und auch eine hohe Variabilität auf. Letztere ist mit einer hohen positiven oder Rechtsschiefe verknüpft, was bedeutet, daß der Durchschnitt (256 mm) durch einige sehr hohe Werte weit über dem häufigsten Wert zu liegen kommt. Noch höher ist die Variabilität für den Jänner in *Proveis* (Nonsberg, Südtirol). Hier werden gewöhnlich weniger als 5 cm Niederschlag gemessen, doch sind auch schon mehr als 20 cm vorgekommen, sodaß sich wiederum eine hohe Rechtsschiefe ergibt, die charakteristisch für selten auf-

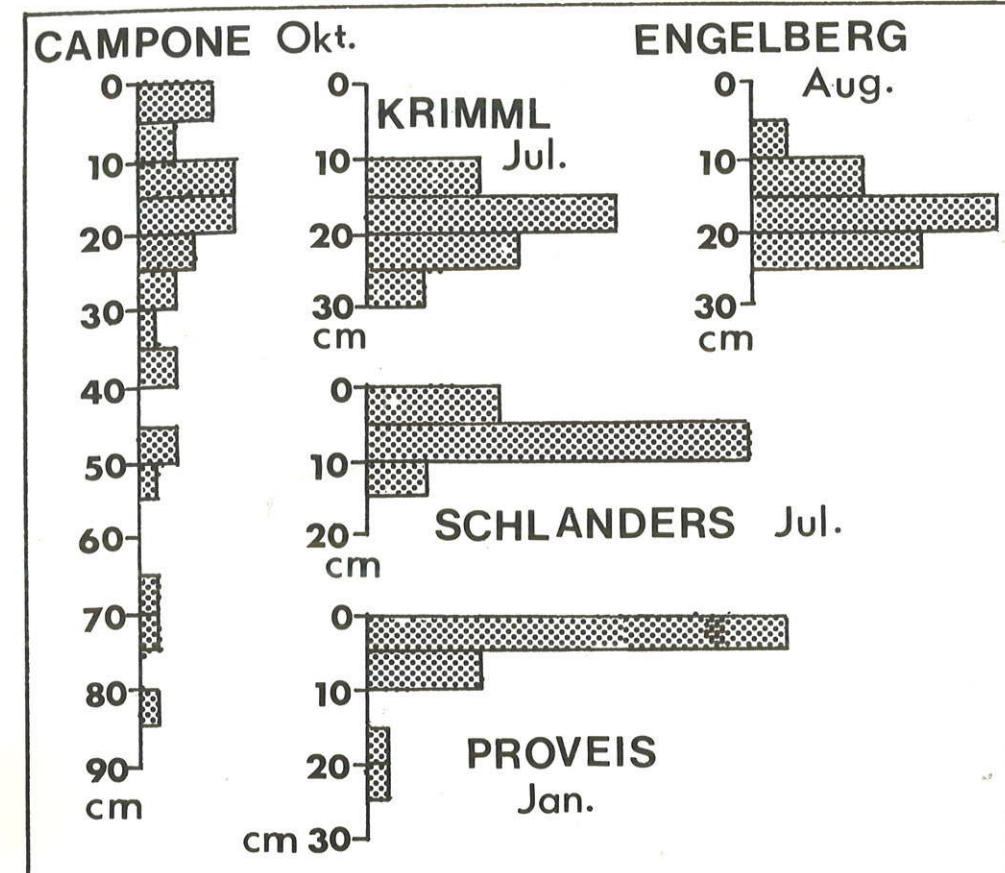


Abb. 6: Beispiele typischer Häufigkeitsverteilungen von Monatssummen des Niederschlags im Alpenraum, Periode 1931–1960.

Tab. 3: Numerische Charakteristiken der Häufigkeitsverteilungen der in Abb. 6 dargestellten monatlichen Niederschlagssummen (Periode 1931–1960).

Ort und Monat	Mittlere Menge mm	Standardabweichung mm	Variabilität %	Schiefe
Campone (Oktober)	256	215	84	+1,27
Proveis (Jänner)	39	48	123	+2,44
Schlanders (Juli)	68	22	33	+0,18
Krimml (Juli)	187	43	23	+0,59
Engelberg (August)	167	46	27	-0,23

tretende exzessive Mengen ist. Ebenfalls im inneralpinen Trockengebiet gelegen hat *Schlanders* trotzdem eine verhältnismäßig geringe Veränderlichkeit, die für die sommerlichen Bedingungen im Vinschgau von Südtirol kennzeichnend ist. Auch ist die Verteilung nur wenig rechtsschief und nähert sich der Symmetrie. Diese Verhältnisse widersprechen ganz der von G. H e l l m a n n und anderen gegebenen Regel, wonach die Veränderlichkeit im Trockengebiet zunehmen soll. Tatsächlich befindet sich dieser Ort eben nicht im mediterranen Raum der Sommertrockenheit, wo auch die Niederschlagsveränderlichkeit extrem hoch ist, sondern im kontinentalen Gebiet

mit Sommerregen. Demselben Gebiet gehört auch das im Oberpinzgau von Salzburg gelegene *Krimml* an, wo bei vergleichsweise dreifachem Juliniederschlag die Standardabweichung etwa verdoppelt, die Variabilität um ein Drittel verringert erscheint. Hier ist die positive Schiefe dennoch wieder vorhanden, ganz im Gegensatz zu dem nahe dem nördlichen Alpenrand in der Zentralschweiz gelegenen *Engelberg*, das bei ähnlicher mittlerer Menge und Standardabweichung eine deutlich negative Schiefe aufweist. Letztere bedeutet, daß zwar im Großteil der Jahre die Mengen hoch sind, daß aber doch einige Trockenmonate den Durchschnitt so weit drücken, daß er merklich unter den häufigsten Wert zu liegen kommt.

Schon aus diesen Beispielen mag hervorgehen, daß ein einfacher *Zusammenhang* zwischen mittlerer Niederschlagsmenge und Veränderlichkeit, wie ihn W. Köppen (1928) und V. Conrad (1941) abgeleitet hatten, im Alpenraum nicht vorhanden ist, daß vielmehr die Zusammenhänge viel bunter sind. Da als Grundlage der vorliegenden Darstellung die Veränderlichkeit der monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen von 1041 Orten im Alpenraum unmittelbar aus den Reihen berechnet wurde, kann nunmehr auch ein zuverlässiger Vergleich mit den mittleren Mengen geführt werden (Tab. 4). Hierfür wurden die Koeffizienten r der linearen Korrelation zwischen jeweiligen Mittelwerten und Variabilitäten in den Teilgebieten bestimmt. Die Berechnung erfolgte nach der Formel

$$r^2 = \frac{[S(x \cdot v) - (Sx \cdot Sv) : N]^2 : [(Sx^2 - \frac{Sx^2}{N}) (Sv^2 - \frac{Sv^2}{N})]}{[S(x \cdot v) - (Sx \cdot Sv) : N]^2 : [(Sx^2 - \frac{Sx^2}{N}) (Sv^2 - \frac{Sv^2}{N})]}$$

Tab. 4: Koeffizienten der linearen Korrelation zwischen mittlerer Niederschlagsmenge und Variabilität im Alpenraum in der Periode 1931–1960; Mittelwerte für die Gebiete.

Gebiet	Zahl der Orte	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1 Rhone–Isère	62	+0,08	+0,04	–0,34	–0,12	–0,32
2 Rhein–Aare	90	–0,18	–0,51	–0,50	–0,13	–0,53
3 Iller–Isar	88	+0,42	–0,51	–0,45	–0,26	–0,30
4 Inn–Salzach	117	–0,47	–0,15	–0,02	–0,32	–0,05
5 Enns–Donau	142	–0,24	–0,41	–0,80	–0,53	–0,34
6 Duranc–Var	37	–0,07	+0,30	–0,50	+0,44	+0,50
7 Oberer Po	85	–0,02	+0,04	–0,18	+0,22	+0,32
8 Ticino–Mincio	106	–0,09	+0,17	–0,42	+0,11	–0,07
9 Etsch	112	–0,27	+0,11	–0,40	–0,15	+0,26
10 Brenta–Isonzo	146	+0,28	+0,31	–0,60	+0,62	+0,02
11 Drau–Mur	56	+0,40	+0,02	–0,07	+0,30	+0,51

woraus die Wurzel zu ziehen ist. Ein hoher positiver Wert bedeutet, daß die Variabilität mit steigender mittlerer Menge stark regelhaft zunimmt. Einem hohen negativen Wert wiederum entspricht eine Abnahme der Variabilität bei steigender Mittelmengen. Die größtmöglichen Koeffizienten ± 1 würden einen streng funktionalen Zusammenhang verlangen. Die Schreibweise in der Formel wurde bereits oben (S. 16) erläutert.

Ein Zusammenhang besteht offensichtlich nur in sehr loser Form, sodaß die unmittelbare Berechnung der Variabilität nicht durch eine Regel ersetzt werden kann. Immerhin darf als gesichert gelten, daß im Sommer in fast allen Teilgebieten die Variabilität mit zunehmender Menge abnimmt. Zur gleichen Beziehung neigt zumindest der nordalpine Raum im Frühling und Herbst und auch in den Jahreswerten. In denselben Zeiteinheiten verhält sich der Niederschlag im Südalpengebiet gerade umgekehrt: hier steigt die Variabilität meist mit zunehmender Menge. Im Winter sind diese Beziehungen in den meisten Gebieten weniger deutlich.

Übrigens ist auch ein Zusammenhang zwischen Variabilität der Mengen und *Seehöhe* meist nicht sichtbar. Überhöhte Werte haben sich lediglich für einige Gipfelstationen ergeben. Sie dürften durch die großen Meßfehler, die dort als Folge der Windwirkung

auftreten, hinreichend erklärt sein. In den Tälern selbst haben allerdings höher gelegene Orte im Sommer oft eine deutlich herabgesetzte Veränderlichkeit, was möglicherweise mit den Taleinwindssystemen zusammenhängt, die aus dem Vorland auch Feuchtigkeit aufwärts transportieren und in Zusammenhang mit konvektiven zusätzlichen Niederschlägen gesehen werden können.

Sinngemäß wurden auch die Häufigkeitsverteilungen der *Lufttemperatur* charakterisiert. Auch hier ergaben sich Unterschiede, die als nicht zufallsbedingt und zum Teil auch als nicht nur ortseigen erkannt werden konnten. Ganz allgemein sind jedoch die erhaltenen Strukturen weniger deutlich und die Gegensätze weniger scharf. Der Hauptgrund mag wohl sein, daß sich die für die Lufttemperatur entscheidenden Vorgänge, nämlich Energieumsätze an der Erdoberfläche und Advektion von Luftmassen, mehr großräumig und weniger reliefbedingt abspielen. Nur bei ausgeprägten Stau-Föhn-Erscheinungen gibt es größere Kontraste auf kürzere horizontale Entfernungen, nur bei Auftreten von Kaltluftseen in windarmen Tälern solche in vertikaler Richtung.

4. Die Reichweite der Gültigkeit von Beobachtungen der Lufttemperatur und Niederschlagsmenge im Alpenraum

Das Problem der Veränderlichkeit der Klimaelemente ist eng verknüpft mit der Frage der flächenhaften und räumlichen Einheitlichkeit oder Ungleichheit der Änderungen. Manche Klimagrößen zeigen flächenhaft große Einheitlichkeit (Kohärenz), wie etwa die Lufttemperatur, andere wiederum stärkere Verschiedenheit (Singularität), wie der Niederschlag. Entsprechend ist die *Reichweite* der Gültigkeit der Beobachtungen im ersten Falle größer, im zweiten kleiner. Für den Niederschlag hat der Verfasser dieses Problem bereits ausführlich untersucht (F. Fliri, 1967), wobei die Korrelationen der Monatssummen innerhalb der Jahreszeiten von einigen wichtigen Orten nach zahlreichen anderen bestimmt und im Kartenbild anschaulich gemacht worden sind. Die Frage wurde im Zusammenhang mit der Problematik behandelt, lange Beobachtungsreihen auch für jene Teilgebiete der Alpen nutzbar zu machen, in denen nur kürzere Reihen vorliegen. Sie hat also in erster Linie praktische Bedeutung für das *Reduzieren*. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, daß die Reichweite der Gültigkeit von verschiedenen Größen abhängt, vor allem von der Lage eines Ortes im Großrelief und von der Jahreszeit. Wie zu erwarten erwiesen sich die Bindungen zwischen jeweils auf ein und derselben Seite der Alpen liegenden Stationen als enger als jene, die zwischen Orten verschiedener Lage zum Hauptkamm bestehen.

Für die in Tab. 5 angeführten Orte wurde die Berechnung wiederholt, wobei nun die Jahreszeiten- und Jahressummen zugrundegelegt worden sind, was methodisch richtiger erscheint. Zur Beurteilung der *Korrelationskoeffizienten* sei bemerkt, daß das mit 100 multiplizierte Quadrat angibt, wieviel Prozent der Streuungen der beiden Vergleichsreihen jeweils identisch ist. Selbst bei einem Koeffizienten von 0,7 unterscheiden sich demnach die Veränderungen beider Reihen zu $100 - 49 = 51\%$. Es zeigt sich, daß die Beziehungen zwischen den auf der Nordseite gelegenen Orten im Herbst am straffsten und im Sommer am losesten sind, wobei auch der Winter noch den Frühling übertrifft. Für die Alpensüdseite ergibt sich ebenfalls die geringste Gemeinsamkeit im Sommer, die größte im Winter, ohne daß sich Frühling und Herbst wesentlich unterscheiden würden. Völlig anders ist die Beziehung in der Nord-Süd-Richtung. Hier ergeben sich die größten Unterschiede vor allem im Frühling, danach im Herbst, also in den Jahreszeiten mit verstärkter Niederschlagstätigkeit im Süden und Föhn im Norden, eine größere Gemeinsamkeit dagegen im Winter und die beste Übereinstimmung im Sommer.

Tab. 5: Koeffizienten (Dezimalen) der linearen Korrelation der an verschiedenen Orten im Alpenraum in der Periode 1931–1960 beobachteten Niederschlagsmengen. Die Werte sind untereinander in der Reihenfolge Winter – Frühling – Sommer – Herbst – Jahr angegeben.

Ort und Abkürzung	Ge	Ba	Hp	Vt	Kr	Wn	Lu	Pa	Gz
Genf	Ge	–	+,79	+,60	+,35	+,23	+,11	+,43	+,40
		–	+,73	+,18	+,18	+,10	+,19	+,54	+,46
		–	+,52	+,39	+,47	+,15	–,05	+,52	+,11
		–	+,74	+,43	+,52	+,39	+,30	+,42	+,33
		–	+,59	+,43	+,40	+,20	+,08	+,53	+,36
Basel	Ba	+,79	–	+,76	+,40	+,48	+,25	+,36	+,30
		+,73	–	+,76	+,23	+,31	+,38	+,38	+,27
		+,52	–	+,63	+,43	+,25	+,18	+,67	+,25
		+,74	–	+,64	+,51	+,49	+,35	+,11	–,03
		+,59	–	+,65	+,53	+,27	+,30	+,35	–,04
Hohen- peißen- berg	Hp	+,60	+,76	–	+,33	+,46	+,04	+,31	+,10
		+,18	+,50	–	+,53	+,57	+,45	–,04	+,00
		+,39	+,63	–	+,39	+,45	+,19	+,60	+,50
		+,43	+,64	–	+,52	+,69	+,54	–,10	+,15
		+,43	+,65	–	+,52	+,49	+,30	+,30	+,22
Vent	Vt	+,35	+,40	+,33	–	+,41	+,30	+,35	+,28
		+,18	+,23	+,53	–	+,39	+,46	–,06	+,09
		+,47	+,43	+,39	–	+,11	+,11	+,43	+,05
		+,52	+,51	+,52	–	+,37	+,24	+,36	+,41
		+,40	+,53	+,52	–	+,35	+,36	+,28	+,01
Krems- münster	Kr	+,23	+,48	+,46	+,41	–	+,72	+,30	+,13
		+,10	+,31	+,57	+,39	–	+,66	+,10	–,09
		+,15	+,25	+,45	+,11	–	+,45	+,18	+,17
		+,39	+,49	+,69	+,37	–	+,75	–,21	–,06
		+,20	+,27	+,49	+,35	–	+,54	–,07	+,07
Wien	Wn	+,11	+,25	+,04	+,30	+,72	–	+,13	+,20
		+,19	+,38	+,45	+,46	+,66	–	+,12	+,07
		–,05	+,18	+,19	+,11	+,45	–	+,15	+,25
		+,30	+,35	+,54	+,24	+,75	–	–,14	+,10
		+,08	+,30	+,30	+,36	+,54	–	–,01	+,18
Lugano	Lg	+,43	+,36	+,31	+,35	+,30	+,13	–	+,60
		+,54	+,38	–,04	–,06	+,10	+,12	–	+,50
		+,52	+,67	+,60	+,43	+,18	+,15	–	+,51
		+,42	+,11	–,10	+,36	–,21	–,14	–	+,46
		+,53	+,35	+,30	+,28	–,07	–,01	–	+,62
Padua	Pa	+,40	+,30	+,10	+,28	+,13	+,20	+,60	–
		+,46	+,27	+,00	+,09	–,09	+,07	+,50	–
		+,11	+,25	+,50	+,05	+,17	+,25	+,51	–
		+,33	–,03	+,15	+,41	–,06	+,10	+,46	–
		+,36	–,04	+,22	+,01	+,07	+,18	+,62	–
Graz	Gz	+,30	+,40	+,33	+,37	+,48	+,50	+,43	+,61
		+,09	+,26	+,35	+,31	+,43	+,56	+,54	+,34
		+,13	+,27	+,37	+,36	+,26	+,56	+,52	+,29
		+,71	+,65	+,71	+,50	+,40	+,38	+,42	+,50
		+,34	+,31	+,52	+,35	+,31	+,52	+,53	+,33

Für die Korrelationen der *Lufttemperatur* (Tab. 6) zeichnet sich bei allgemein besserer Übereinstimmung ein einfacheres Bild ab. Zunächst sind die Koeffizienten in allen Jahreszeiten zwischen den Orten auf hohen Gipfeln (– die Rechnung wurde auch für weitere ausgeführt –) immer höher als zwischen Orten in der Niederung. Dagegen sind die Werte zwischen Gipfel- und Talstationen kleiner, ausgenommen

Tab. 6: Koeffizienten (Dezimalen) der linearen positiven Korrelation der an verschiedenen Orten im Alpenraum in der Periode 1931–1960 beobachteten Lufttemperaturen. Die Werte sind untereinander in der Reihenfolge Winter – Frühling – Sommer – Herbst – Jahr angegeben.

Ort und Abkürzung	Ge	Ba	Hp	Ib	Kr	Wn	Lu	Pa	Gz	SB	St	Sk
Genf	Ge	–	,96	,87	,87	,79	,81	,83	,85	,82	,77	,73
		–	,97	,91	,84	,74	,69	,88	,87	,68	,93	,92
		–	,94	,89	,75	,70	,63	,88	,71	,50	,90	,87
		–	,96	,87	,83	,79	,83	,79	,82	,71	,69	,74
		–	,96	,84	,74	,74	,77	,83	,87	,63	,79	,74
Basel	Ba	,96	–	,91	,90	,90	,87	,87	,89	,77	,76	,78
		,97	–	,95	,87	,80	,75	,88	,89	,72	,93	,93
		,94	–	,94	,81	,75	,67	,85	,73	,58	,93	,93
		,96	–	,89	,89	,83	,82	,73	,82	,74	,67	,71
		,96	–	,91	,83	,83	,84	,80	,86	,71	,82	,79
Hohenpeißen- berg	Hp	,87	,91	–	,94	,85	,87	,89	,89	,87	,90	,92
		,91	,95	–	,94	,90	,86	,79	,93	,80	,89	,96
		,89	,94	–	,92	,88	,80	,82	,80	,75	,93	,98
		,87	,89	–	,89	,83	,86	,70	,81	,72	,82	,84
		,84	,91	–	,92	,88	,88	,75	,86	,75	,90	,93
Innsbruck	Ib	,87	,90	,94	–	,83	,84	,86	,89	,85	,83	,85
		,84	,87	,94	–	,88	,84	,66	,93	,79	,83	,95
		,75	,81	,92	–	,88	,72	,65	,71	,80	,79	,91
		,83	,89	,89	–	,86	,81	,69	,82	,77	,72	,78
		,74	,83	,92	–	,83	,80	,58	,83	,75	,79	,89
Kremsmünster	Kr	,79	,90	,85	,83	–	,97	,81	,80	,92	,68	,68
		,74	,80	,90	,88	–	,98	,60	,91	,92	,70	,85
		,70	,75	,88	,88	–	,85	,59	,75	,85	,77	,84
		,79	,83	,83	,86	–	,94	,61	,85	,90	,61	,67
		,74	,83	,88	,83	–	,95	,54	,82	,87	,72	,76
Wien	Wn	,81	,90	,87	,84	,97	–	,83	,83	,96	,71	,71
		,69	,75	,86	,84	,98	–	,58	,89	,93	,68	,81
		,63	,67	,80	,72	,85	–	,59	,74	,78	,68	,78
		,83	,82	,86	,81	,94	–	,69	,85	,88	,67	,70
		,77	,84	,88	,80	,95	–	,61	,83	,89	,73	,78
Lugano	Lu	,83	,87	,89	,86	,81	,83	–	,88	,83	,82	,83
		,88	,88	,79	,66	,60	,58	–	,75	,60	,87	,78
		,88	,85	,82	,65	,59	,59	–	,79	,51	,89	,82
		,79	,73	,70	,69	,61	,69	–	,81	,67	,81	,80
		,83	,80	,75	,58	,54	,61	–	,77	,46	,83	,74
Padua	Pa	,85	,87	,89	,89	,80	,83	,88	–	,87	,77	,80
		,87	,89	,93	,93	,91	,89	,75	–	,88	,84	,93
		,71	,73	,80	,71	,75	,74	,79	–	,76	,80	,81
		,82	,82	,81	,82	,85	,85	,81	–	,86	,71	,75
		,87	,86	,86	,83	,82	,83	,77	–	,79	,78	,80
Graz	Gz	,82	,89	,87	,85	,92	,96	,83	,87	–	,73	,72
		,68	,72	,80	,79	,92	,93	,60	,88	–	,65	,76
		,50	,58	,75	,80	,85	,78	,51	,76	–	,65	,74
		,71	,74	,72	,77	,90	,88	,67	,86	–	,59	,63
		,63	,71	,75	,75	,87	,89	,46	,79	–	,62	,66
Großer Sankt Bernhard	SB	,77	,77	,90	,83	,68	,71	,82	,77	,73	–	,96
		,93	,93	,89	,83	,70	,68	,87	,84	,65	–	,94
		,90	,93	,93	,79	,77	,68	,89	,80	,65	–	,92
		,69	,67	,82	,72	,61	,67	,81	,71	,59	–	,93
		,79	,82	,90	,79	,72	,73	,83	,78	,62	–	,91

Ort und Abkürzung		Ge	Ba	Hp	Ib	Kr	Wn	Lu	Pa	Gz	SB	St	Sk
Säntis	St	,73	,76	,92	,85	,68	,71	,83	,80	,72	,96	—	,97
		,92	,93	,96	,95	,85	,81	,78	,93	,76	,94	—	,97
		,87	,93	,98	,91	,84	,78	,82	,81	,74	,92	—	,85
		,74	,71	,84	,78	,67	,70	,80	,75	,63	,93	—	,94
		,74	,79	,93	,89	,76	,78	,74	,80	,66	,91	—	,96
Sonnblick	Sk	,73	,78	,93	,84	,55	,73	,62	,83	,76	,93	,97	—
		,85	,88	,93	,95	,88	,85	,68	,93	,82	,87	,97	—
		,65	,67	,83	,84	,87	,85	,68	,88	,87	,75	,85	—
		,78	,75	,87	,79	,71	,75	,80	,76	,70	,91	,94	—
		,69	,76	,92	,88	,76	,84	,67	,83	,76	,87	,96	—

etwa den Frühling. Was den jahreszeitlichen Gang betrifft, so herrscht sowohl im Norden als im Süden, im Tal wie auf den Gipfeln die beste Übereinstimmung mit den größten Koeffizienten im Winter, die geringste im Sommer. Hierin drückt sich deutlich die nivellierende Rolle der advektiven Vorgänge bei Zurücktreten der ortsgebundenen Wärmeumsätze im Winter aus. Dem gegenüber wird die Sommertemperatur mehr von letzteren bestimmt. Die Korrelation zwischen Berg- und Talstationen weist entsprechend ein Maximum im Frühling und Sommer bei stärkerer Labilität der Schichtung und intensiverem Vertikalaustausch auf, während im Herbst und Winter bei Neigung zu mehr stabiler Schichtung eine schlechtere Übereinstimmung herrscht.

Als Ergebnis dieser Untersuchung über die Reichweite der Gültigkeit von Klima-beobachtungen bleibt festzuhalten, daß für den Niederschlag ein dichtes Beobach-tungsnetz unentbehrlich ist, wenn die Aussagen sicher sein sollen. Reduzierungen von Reihen verlangen hier besondere Sorgfalt. Günstiger liegen die Umstände bei der Lufttemperatur, die vor allem an Bergstationen über große Flächen recht einheitliches Verhalten zeigt. Am Schluß sei bemerkt, daß sich das angegebene Verfahren der Erstellung einer Korrelationsmatrix (Tab. 5 und 6) gut zum Auffinden von Inhomogenitäten in Reihen eignet.

5. Synoptisch-klimatologische Grundlagen für eine Deutung der statistischen Ergebnisse

Die synoptische Klimatologie bemüht sich um die Beziehungen zwischen typischen großräumigen Druckverteilungen und dem gewöhnlichen Wettergeschehen an einem bestimmten Ort oder in einem gegebenen Raum. Auch diese Zusammenhänge müssen quantitativ untersucht werden. Hierfür dienen als Grundlage in der Regel Kalendarien der *Großwetterlage*, die mittels eines Klassifikationsschemas für jeden Tag einer untersuchten Periode den Typ der Druckverteilung über Europa ausweisen und damit auch die Berechnung einer mittleren Witterung für Orte im gleichen Raum gestatten (vgl. F. Fliri 1962). Da die vorliegende Untersuchung von Niederschlag und Lufttemperatur lediglich auf den Monatswerten aufbaut, kann diese Methode nicht exakt angewendet werden.

Zweifelloos muß aber ein gewisser statistischer Zusammenhang bestehen zwischen der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Großwetterlagen einerseits und der flächenhaften Ausprägung der Klimatelemente andererseits. Derart muß auch die Möglichkeit einer gewissen Deutung gegeben sein. Für die dieser Untersuchung zugrundegelegte Periode 1931–1960 stand als vollständiges Kalendarium ausschließlich der Katalog der *Großwetterlagen Europas* von P. Hess und H. Brezowsky (1969) zur Verfügung. Er gestattet auch gewisse Vergleiche mit der längeren Periode seit 1881. Im System dieser Klassifikation sind 29 Großwetterlagen unterschieden, die fallweise auch zu

Großwettertypen (unter Berücksichtigung der herrschenden Strömung) zusammengefaßt werden. Tab. 7 zeigt die Verhältnisse in der Periode 1931–1960 im Vergleich zu jener von 1881–1968.

Tab. 7: Mittlere Häufigkeit (in % des Jahres) der Großwetterlagen in den Perioden 1881–1968 und 1931–1960 (nach P. Hess und H. Brezowsky 1969). Großwettertypen nach Monaten vgl. Anhang 8.

Großwetterlage	Symbol	1881–1968	1931–1960
Westlage, antizyklonale	WA	5,8	5,4
zyklonale	WZ	15,2	14,3
südliche	WS	3,3	3,1
winkelförmige	WW	2,6	2,8
Großwettertyp West zusammen		26,9	25,6
Südwestlage, antizyklonale	SWA	2,0	2,1
zyklonale	SWZ	1,6	2,6
Großwettertyp Südwest zusammen		3,6	4,7
Nordwestlage, antizyklonale	NWA	4,7	3,6
zyklonale	NWZ	4,5	4,7
Großwettertyp Nordwest zusammen		9,2	8,3
Hochdruck, über Mitteleuropa	HM	11,0	9,8
Brücke „	BM	6,0	6,8
Großwettertyp Hoch Mitteleuropa zusammen		17,0	16,6
Großwettertyp Tief Mitteleuropa	TM	2,7	2,7
Nordlage, antizyklonale	NA	1,1	0,9
zyklonale	NZ	2,9	2,2
Hoch Nordmeer-Insel, antizyklonal	HNA	3,7	3,7
zyklonal	HNZ	1,4	1,4
Hochdruck Britische Inseln	HB	3,3	4,1
Trog Mitteleuropa	TRM	3,9	4,3
Großwettertyp Nord zusammen		16,3	16,6
Nordostlage, antizyklonale	NEA	2,7	2,9
zyklonale	NEZ	2,3	2,3
Hoch Fennoskandien, antizyklonal	HFA	3,7	3,9
zyklonal	HFZ	0,8	0,7
Hoch Nordmeer-fennosk., antizyklonal	HNFA	1,2	1,4
zyklonal	HNfZ	1,5	1,5
Südostlage, antizyklonale	SEA	2,2	2,5
zyklonale	SEZ	1,5	1,4
Großwettertyp Ost zusammen		15,9	16,6
Südlage, antizyklonale	SA	2,0	1,9
zyklonale	SZ	0,9	1,1
Tief Britische Inseln	TB	2,1	2,5
Trog Westeuropa	TRW	2,5	2,9
Großwettertyp Süd zusammen		7,5	8,4
Großwetterlage unbekannt	U	0,9	0,5
Jahressumme		100,0 %	100,0 %

Obgleich die Häufigkeitsunterschiede beider Perioden nicht sehr groß sind, scheint sich doch die Periode 1931–1960 durch ein geringeres Auftreten der West-, Nordwest- und Hochdrucklagen einerseits, ein entsprechend verstärktes der Südwest-, Süd-, Ost- und Nordlagen andererseits auszuzeichnen. Ohne Zweifel steht diese Änderung mit einer Verstärkung der Tiefdrucktätigkeit im Mittelmeerraum in Zusammenhang, die auch das Südalpengebiet berühren muß. Die Gesamtzirkulation war damit in dieser Zeit etwas weniger zonal und mehr meridional, wovon vor allem die beiden Jahrzehnte 1931–1940 und 1951–1960 betroffen waren.

Wie P. Hess und H. Brezowsky (1969, S. 113/12) weiter gezeigt haben, erstreckt sich die Abnahme der zonalen Zirkulation vor allem auf die Monate Oktober bis Mai (ohne Februar), der eine geringere Zunahme von Juni bis September gegenüberstand. Die meridionale Zirkulation weist dagegen eine Abnahme im April, Juni und Juli, September und Oktober auf, der eine Zunahme von November bis März, aber auch im August und besonders kräftig im Mai gegenübersteht. Im Ganzen betrachtet hat die nördliche Strömungskomponente ihr Maximum im Mai und das Minimum im November, die östliche das Maximum ebenfalls im Mai bei einem breiten Minimum von Juni bis September (fehlende Tiefdrucktätigkeit im Mittelmeer), die südliche das Maximum im November (neben einem schwächeren im März) bei einem Minimum im Juni und schließlich die westliche in doppeltem Gang Maxima im Juli und Jänner bei Minima im Mai und November.

Auch die *Veränderlichkeit* der Häufigkeit von Jahr zu Jahr spielt eine Rolle für die Erklärung der Verteilung von Niederschlag und Temperatur im Alpenraum. Berechnet man die Standardabweichungen für die Lagen und drückt sie als Prozentwert ihrer mittleren Häufigkeit aus (Variabilität), so weisen immer jene Lagen, die am häufigsten sind, die geringste Variabilität auf (WZ = 27 %, HM = 44 %, BM = 47 % und WA = 49 %). Eine große Unzuverlässigkeit (90 %) besitzen ebenso die selteneren Lagen (SEZ, HFZ, NA, HNZ, HNFZ, aber auch WS). Die übrigen Lagen haben im Gesamtjahr Variabilitätswerte zwischen 50 und 80 %, bezogen auf die Periode 1931–1960. Für die Verteilung des Niederschlags im Alpenraum muß es demnach entscheidend sein, daß die vor allem im Norden niederschlagswirksame zyklonale Westlage die geringste Veränderlichkeit besitzt, die im Süden wirksamen dagegen in der Regel eine höhere.

Um den Großwetterlagenkatalog von P. Hess und H. Brezowsky (1969) besser zur Deutung der Niederschlagsverhältnisse heranziehen zu können, wurde eine straffe *Zusammenfassung* einerseits der Strömungsrichtungen, anderseits nach antizyklonalen und zyklonalen Lagen vorgenommen. Sie wird bei der Interpretation der Karten fallweise angeführt. Außerdem wurde versucht, die in vier Teilgebieten der Alpen nieder-

Tab. 8: Niederschlagswirksame Großwetterlagen in Teilen des Alpenraumes (zusammengefaßt nach den Angaben bei P. Hess und H. Brezowsky 1969).

Großwettertyp	Nordwestalpen	Nordostalpen	Südwestalpen	Südostalpen
West	WZ, WS, WW	WZ, WS, WW	WS, WW	WS, WW
Südwest	SWA, SWZ		SWA, SWZ	SWZ
Nordwest	NWZ	NWA, NWZ		NWZ
Tief Mitteleuropa	TM	TM	TM	TM
Nord	NZ, HNZ, TRM	NA, NZ, HNA, HNZ, HB, TRM	NZ, HNZ, TRM	NZ, HNZ, TRM
Nordost	NEZ	NEZ	NEZ	NEZ
Ost	HFZ, HNFZ	HFZ, HNFZ	HFZ, HNFA, HNFZ	HFZ, HNFZ
Südost			SEA, SEZ	SEA, SEZ
Süd	SZ, TB, TRW		SA, SZ, TB, TRW	SA, SZ, TB, TRW

schlagswirksamen Lagen gesondert in Gruppen zusammenzufassen (Tab. 8 und 9). Aus verschiedenen Gründen ist eine solche Einteilung unvollkommen, z. B. besonders im Südalpenraum, weil dort eine sekundäre Tiefdruckentwicklung in Zusammenhang mit Nordströmungslagen ebenso möglich ist wie Auftreten von Nordföhn. Tatsächlich wirken sich weitere Umstände aus, wie verschiedene Intensität der Lagen (Übergänge antizyklonal–zyklonal), ungleiche beteiligte Luftmassen, Reliefeffekte usw.

Tab. 9: Mittlere Häufigkeit (Tage T), Standardabweichung (s) und Variabilität (v in %) der niederschlagswirksamen Großwetterlagen (nach Tab. 8) in der Periode 1931–1960 in Teilen des Alpenraumes.

Zeit	Nordwestalpen			Nordostalpen			Südwestalpen			Südostalpen		
	T	s	v	T	s	v	T	s	v	T	s	v
Jan.	16,6	7,5	45	16,0	7,8	48	13,5	7,5	55	14,5	6,3	43
Feb.	15,8	3,9	24	15,7	6,2	39	12,6	7,7	61	12,3	7,4	60
Mrz.	13,3	7,4	56	15,5	6,5	42	13,5	7,7	57	13,9	7,1	51
Apr.	15,1	6,8	45	16,6	5,3	32	12,2	6,1	50	12,1	6,4	53
Mai	15,2	6,3	41	17,2	6,2	36	14,7	6,3	43	13,4	5,8	43
Jun.	13,3	6,2	47	17,3	5,6	32	8,9	5,5	61	9,4	6,3	67
Jul.	16,9	6,3	38	17,3	6,2	36	8,0	4,7	59	10,1	5,4	53
Aug.	16,7	7,9	47	15,5	6,9	45	9,2	7,0	76	9,8	6,6	67
Spt.	13,8	6,8	49	15,4	6,2	40	9,8	6,0	61	9,7	6,1	63
Okt.	15,3	6,9	45	14,4	6,9	48	11,5	6,9	60	12,1	6,7	55
Nov.	16,7	7,2	43	13,8	6,2	45	15,9	6,6	41	15,9	6,4	40
Dez.	17,7	6,3	36	16,0	5,7	36	13,5	7,5	56	13,8	8,2	59
Wint.	50,0	11,1	22,2	47,7	9,7	20,2	39,6	13,9	35,1	40,6	14,7	36,2
Frlg.	43,6	10,1	23,2	49,2	10,6	21,5	40,5	13,4	33,9	39,4	12,0	30,5
Somm.	46,9	13,1	27,9	50,1	11,4	22,8	26,0	10,9	41,9	29,2	10,7	36,6
Hbst.	45,8	13,0	28,4	43,6	11,7	26,8	37,2	11,3	30,4	37,7	11,9	31,4
Jahr	186,3	27,3	14,7	190,6	25,8	13,5	143,3	28,3	19,7	147,0	30,1	20,5

Tab. 9 läßt für die Teilräume einen verschiedenen *Jahresgang* mit ungleicher Häufigkeit der niederschlagswirksamen Lagen erkennen. Im Nordwesten besteht ein doppeltes Maximum im Winter (Dezember) und Sommer (Juli-August). Im Nordosten ist mehr ein Frühsommermaximum neben einem ausgeprägten Herbstminimum vorhanden. Der südliche Raum besitzt dagegen zwei Maxima im Frühling und Herbst und ein sehr deutliches Sommerminimum als Zeichen des mediterranen Einflusses. Im Jahreszeiten- und Jahresmittel ist die Zahl der fraglichen Wetterlagen im Süden immer geringer als im Norden. Die Standardabweichungen liegen (ausgenommen den Februar im Nordwesten) durchwegs im Winter höher als im Frühsommer. Die Variabilität weist im Norden geringere Schwankungen auf als im Süden, wo sie im August am höchsten, im Mai und November am geringsten ist. Die drei großen europäischen Klimaprovinzen lassen sich somit auch in den Wetterlagenhäufigkeiten gut erkennen.

6. Übersicht der Häufigkeitsverteilung des Niederschlags in verschiedenen Teilgebieten der Alpen

Da die Charakteristiken der Häufigkeitsverteilung monatlicher, jahreszeitlicher und jährlicher Niederschlagssummen für 1041 Orte berechnet wurden, verbietet sich eine umfassende tabellarische Wiedergabe. Nur für eine kleine Stationsauswahl kann dies im Anhang geschehen. Neben der Veranschaulichung aller dieser Daten im Kartenbild sollen hier *Durchschnitte* für die einzelnen Teilgebiete mitgeteilt werden. Obwohl diese wegen der vertikal ungleichen Verteilung der Beobachtungsorte nicht im strengen Sinne als „Gebietsmittel“ gelten können, weisen sie doch für den Siedlungsraum mit Ausschluß der Höhenzone eine große Zuverlässigkeit auf, da sie aus vielen Einzelwerten bestimmt worden sind.

Zuerst sollen die Niederschlagsmengen besprochen werden (Tab. 10). Hier ergeben sich, wenngleich in den Jahreszeitsummen weniger scharf sichtbar, die gleichen Jahresgänge, die schon im vorangegangenen Abschnitt über die niederschlagsbringenden Großwetterlagen gezeigt worden sind. Allerdings ist die Abhängigkeit der Niederschlagsmenge von der Wetterlagenhäufigkeit nur sehr lose. Dies zeigt am meisten das Auftreten großer Trockenheit im zentralalpinen Raum, die in Tab. 10 durch das Zusammenfassen nach Flußgebieten zahlenmäßig verdeckt wird. Schließlich treten am

Tab. 10: Mittlere Niederschlagssummen (mm) in verschiedenen Teilen der Alpen (Periode 1931–1960); vgl. Abb. 1.

Gebiet	Orte mit Beob.	mittl. Höhe m	Winter mm	Frühling mm	Sommer mm	Herbst mm	Jahr (Dez.-Nov.) mm
1. Rhône-Isère	62	783	292	258	310	331	1191
2. Rhein-Aare	90	779	267	285	461	305	1318
3. Iller-Isar	88	869	259	315	540	312	1426
4. Inn-Salzach	117	941	224	259	469	264	1216
5. Enns-Donau	142	514	206	244	395	224	1069
6. Durance-Var	37	970	215	255	179	320	969
7. Oberer Po	85	795	165	321	247	333	1066
8. Ticino-Mincio	106	635	197	333	388	396	1314
9. Etsch	112	895	157	237	313	282	989
10. Brenta-Isonzo	146	385	266	351	388	434	1439
11. Drau-Mur	56	908	150	204	369	255	978
Alpenraum	1041	726	219	284	385	316	1204

südlichen Rand der Ostalpen (venezianische Voralpen, Julische Alpen) bei einer geringeren Zahl niederschlagswirksamer Wetterlagen die größten mittleren Jahressummen des Niederschlags im ganzen Alpenraum auf (vgl. F. Fliri 1963). Darin drückt sich eine ungleiche Wirksamkeit der einzelnen Lagen aus, die in erster Hinsicht durch die Eigenschaften der beteiligten Luftmassen bedingt wird. In der Regel ist bei zyklonalen Strömungen aus Südost, Süd und Südwest maritime Tropikluft beteiligt und die Ergiebigkeit am Niederschlag entsprechend groß. Im Jahresmittel entfallen derart auf einen „Niederschlagswettertag“ im Nordwesten rund 7 mm, im Nordosten 6 mm, im Südwesten und Südosten gar 8 mm. Großzügig würde auch eine Untersuchung der Verbreitung extremer Tagessummen zu ähnlichen Ergebnissen kommen.

Die Werte von Tab. 10 können wegen der ungleichen Beschaffenheit der Einzugsgebiete bzw. der dort bestehenden Stationsnetze nicht unmittelbar verglichen werden.

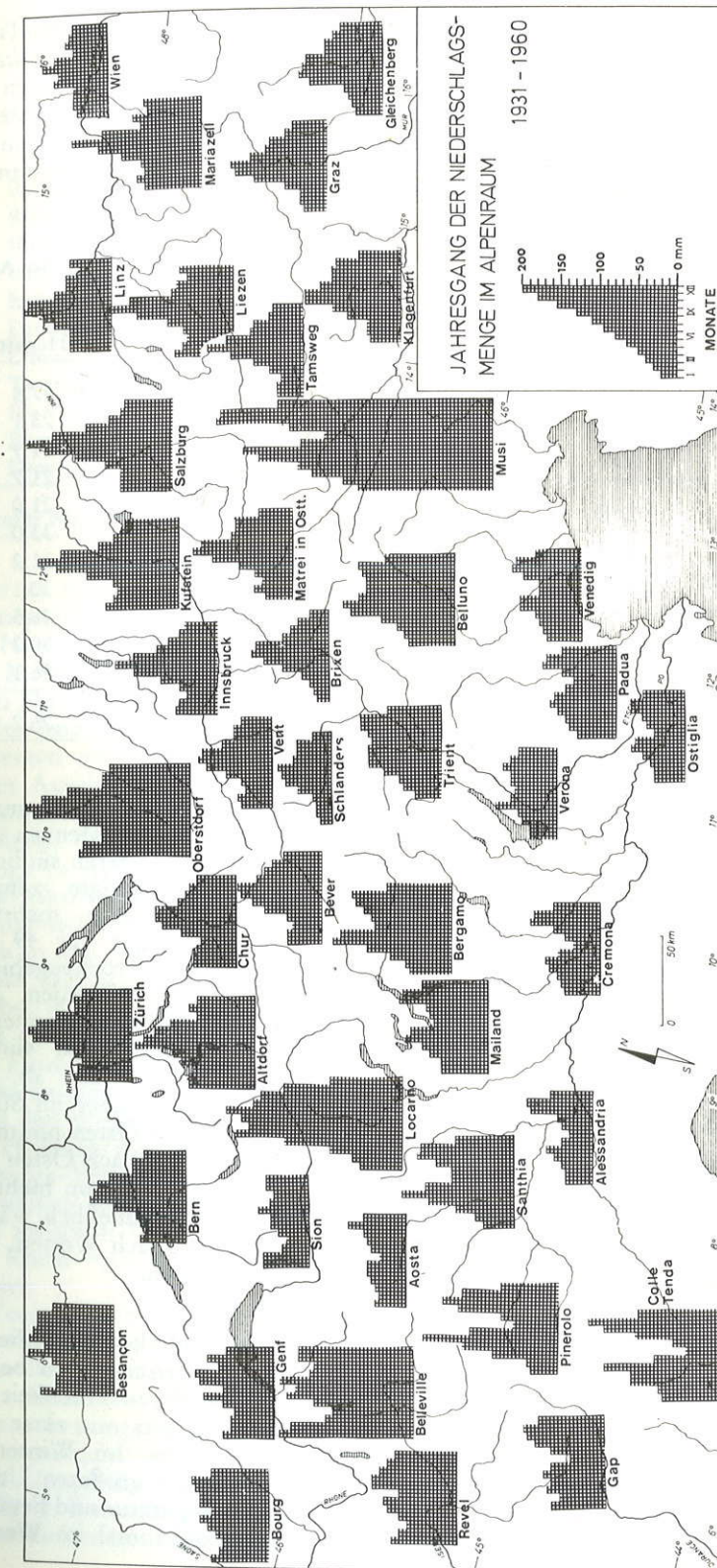


Abb. 7: Übersicht der Niederschlagsverteilung in den Alpen (Periode 1931–1960).

Eine an großem Material (über 1000 Stationen) im Raum von Oberbayern-Tirol-Venetien durchgeführte Untersuchung hat gezeigt, daß sich etwa im *einheitlichen* 1000 m-Niveau die Niederschlagsmengen des Jahres am Nordrand zu jenen im Zentralraum und am Südrand wie 174 : 76 : 170 cm verhalten. Die Gegensätze im Querprofil sind dabei im Winter wesentlich schärfer (33 : 10 : 31 cm) als im Sommer (65 : 29 : 43 cm). Wahrscheinlich hängt dies mit dem Kondensationsniveau zusammen, das im Winter tiefer als im Sommer liegt (F. Fliri 1967).

Tab. 11: Mittlere Anteile (%) der Jahreszeiten am Jahresniederschlag in verschiedenen Teilen der Alpen (1931–1960).

Gebiet	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1 Rhône-Isère	24,5	21,7	26,0	27,8
2 Rhein-Aare	20,3	21,6	35,0	23,1
3 Iller-Isar	18,2	22,1	37,9	21,9
4 Inn-Salzach	18,4	21,3	38,6	21,7
5 Enns-Donau	19,3	22,8	37,0	21,0
6 Durance-Var	22,2	26,3	18,5	33,0
7 Oberer Po	15,5	30,1	23,2	31,2
8 Ticino-Mincio	15,0	25,3	29,5	30,1
9 Etsch	15,9	24,0	31,6	28,5
10 Brenta-Isonzo	18,5	24,4	27,0	30,2
11 Drau-Mur	15,3	20,9	37,7	26,1
Alpenraum	18,2	23,6	32,0	26,2

Einen Gesamtüberblick des *Jahresganges* und der *Mengen* gibt Abb. 7 zusammen mit der Tab. 11. Einer feuchten nördlichen Randzone, in der mehrfach Mengen über 2000 mm im Jahresmittel vorkommen, und einer zum Teil noch feuchteren südlichen Randzone mit Mengen bis über 3000 mm ist eine ausgeprägte zentral-alpine Trockenzone zwischengeschaltet, in der die Jahressummen mehrfach unter 60 cm sinken (Aosta 57 cm, Sion 59 cm, Schlanders sogar nur 49 cm, damit trockenster Ort im Alpenraum). Aber sowohl in den Trockengebieten als auch in den feuchten Randzonen sind die Jahresgänge verschieden. Der größte Anteil des *Winters* (und wohl auch die größte mittlere Wintermenge) fällt in den französischen Westalpen und im Wallis. Nördlich und südlich des Hauptkammes nimmt dieser Anteil gegen Osten hin mehr und mehr ab. Der Anteil des *Frühjahrsniederschlags* ist in Piemont am größten, bleibt aber im Süden des Hauptkammes immer größer als im Norden. Von Westen nach Osten nimmt er im Norden leicht zu, im Süden ab. Der *Sommer* besitzt von Westen nach Osten und Süden nach Norden zunehmenden Anteil, trägt aber auch im Zentralraum mehr als jede andere Jahreszeit zum Gesamtbetrag bei (Schlanders 41 %). Schließlich wächst der Anteil des *Herbstes* von Norden nach Süden und von Osten nach Westen. Auf die Darstellungen bei O. Kubat (1972) sei hier ausdrücklich verwiesen.

Da wie oben erläutert der Zusammenhang von Wetterlagenhäufigkeit und Niederschlagsmenge nur lose ist, muß dies auch für die Beziehung zwischen den beiden *Variabilitäten* gelten (vgl. Tab. 9, S. 23). Im Sommer ist die Veränderlichkeit der Mengen in allen Teilgebieten kleiner als jene der Wetterlagen, was mit einer ausgleichenden Rolle konvektiver Vorgänge zusammenhängen kann. Im Winter ist umgekehrt die Mengenveränderlichkeit größer, was wiederum mit größeren Unterschieden in den beteiligten Luftmassen, vor allem hinsichtlich Temperatur und Feuchte, zusammenhängen mag. Auch die Übergangsjahreszeiten neigen, zumal im Westen,

Tab. 12: Mittlere Variabilität (in %) der jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen in verschiedenen Teilen der Alpen in der Periode 1931–1960.

Gebiet	Orte mit Beob.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1. Rhône-Isère	62	35,9	35,0	29,9	41,9	18,2
2. Rhein-Aare	90	32,8	28,4	23,5	38,4	15,0
3. Iller-Isar	88	32,0	27,6	21,0	37,8	14,4
4. Inn-Salzach	117	39,9	28,2	21,8	36,8	14,5
5. Enns-Donau	142	38,6	34,1	25,5	37,9	15,7
6. Durance-Var	37	45,7	41,0	37,5	42,1	21,7
7. Oberer Po	85	47,9	46,4	36,5	44,5	23,5
8. Ticino-Mincio	106	50,5	36,2	31,6	44,2	23,3
9. Etsch	112	53,6	36,2	29,1	42,4	20,9
10. Brenta-Isonzo	146	51,7	37,8	31,4	39,0	22,5
11. Drau-Mur	56	47,2	30,0	24,8	37,6	16,0
gesamter Alpenraum	1041	43,7	34,4	27,9	40,0	18,7

mehr zu dieser Beziehung. Immerhin ergeben die Jahreswerte eine sehr gute Übereinstimmung. Die Variabilität der Wetterlagen verhält sich zu jener der Jahresmenge im Nordwesten wie 15 : 16 %, im Nordosten wie 14 : 15 %, im Südwesten wie 20 : 23 % und im Südosten wie 24 : 21 %.

Im übrigen zeigt Tab. 12, daß die Veränderlichkeit der Jahressummen ungefähr die Hälfte jener der mittleren Jahreszeitensummen beträgt, da auch von Jahreszeit zu Jahreszeit ein mehr oder weniger wirksamer *Ausgleich* stattfindet. Am größten ist dieser Ausgleich im Inn-Salzach-Gebiet (Ausgleichsquotient 2,2), am geringsten im Brenta-Isonzo-Gebiet (Quotient 1,8). Entscheidend für diesen innerjährlichen Ausgleich ist, daß jene Jahreszeit, die den größten Beitrag zur Jahressumme stellt, eine geringe Variabilität besitzt.

Bei allen regionalen Unterschieden scheint doch der *Jahresgang* der Niederschlagsveränderlichkeit unterschiedlicher als jener der Menge selbst zu sein. In allen Gebieten (auch in den Südalpen!) weist im Mittel der Sommer den niedrigsten Wert auf. Der größte fällt dagegen im Rhône-Isère-, Rhein-Aare- und Iller-Isar-Gebiet in den Herbst, in allen anderen Gebieten in den Winter. Etwas anders verhält sich der Jahresgang der *Standardabweichung*, der in allen Gebieten, ausgenommen Inn-Salzach- und Enns-Donau-Gebiet im Herbst maximal wird. Die beiden Ausnahmen besitzen ein Sommermaximum. Das Minimum kann dagegen in verschiedene Jahreszeiten fallen, so in den Winter (Iller-Isar, Enns-Donau, Oberer Po, Ticino-Mincio und Etsch), in den Frühling (Rhône-Isère, Rhein-Aare, Inn-Salzach, Drau-Mur) oder in den Sommer (Durance-Var und Brenta-Isonzo). Dem absoluten Betrag nach tritt im Gebietsmittel die weitaus größte Standardabweichung mit über 300 mm/Jahr am südlichen Alpenrand zwischen Ticino und Isonzo auf. Niedrige Beträge (unter 200 mm/Jahr) besitzen das Rhein-Aare-Gebiet, das Enns-Donau-Gebiet und vor allem das Drau-Mur-Gebiet.

Weniger leicht als die Variabilität kann die *Verteilungsschiefe* synoptisch-klimatologisch gedeutet werden. Hohe positive Schiefewerte (Rechtsschiefe) kommen vor, wenn der Mittelwert durch einige exzessiv hohe Einzelwerte über den häufigsten Wert (Modus) zu liegen kommt, wie das in Abb. 6 (S. 15) für Campone zu sehen ist. Demnach bringen hier die meisten Großwetterlagen in diesem Monat keinen oder nur unzureichenden Niederschlag, während einige wenige Fälle um so mehr ergiebig sind. Umgekehrt bedeutet ein negativer Schiefewert (Linksschiefe), daß zwar der häufigste Wert recht hoch sein kann, exzessiv darüber liegende Mengen aber nicht zustande kommen und vereinzelt geringe Mengen (Trockenmonate) auftreten. Offen-

sichtlich kompensieren sich hier die niederschlagswirksamen Wetterlagen recht gut und nur in einzelnen Jahren kommt es zu Ausfällen (Typ Engelberg in Abb. 6, S. 15).

Tab. 13: Mittlere Verteilungsschiefe der jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen in verschiedenen Teilen der Alpen in der Periode 1931–1960.

Gebiet	Orte mit Beob.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1. Rhône-Isère	62	+0,53	+0,14	+0,02	+1,09	+0,30
2. Rhein-Aare	90	+0,36	+0,48	−0,08	+0,80	−0,06
3. Iller-Isar	88	+0,46	+0,26	+0,05	+0,58	+0,25
4. Inn-Salzach	120	+0,85	−0,01	+0,30	+0,24	+0,22
5. Enns-Donau	142	+0,90	+0,16	+0,27	+0,42	+0,11
6. Durance-Var	37	+0,59	+0,31	+0,44	+0,91	+0,61
7. Oberer Pö	85	+0,64	+0,39	+0,65	+0,41	+0,32
8. Ticino-Mincio	106	+0,67	+0,17	+0,35	+1,09	+0,52
9. Etsch	112	+1,22	+0,45	+0,57	+0,79	+0,33
10. Brenta-Isonzo	146	+1,38	+0,57	+0,60	+0,44	+0,43
11. Drau-Mur	56	+1,39	+0,43	+0,14	+0,52	+0,35
gesamter Alpenraum	1041	+0,86	+0,30	+0,33	+0,62	+0,29

Tab. 13 läßt erkennen, daß im Durchschnitt im Winter die Rechtsschiefe im Osten schärfer gegeben ist als im Westen, ebenso im Süden mehr als im Norden, sodaß die extremen Werte im Südosten, die gemäßigten im Nordwesten aufscheinen. Das erstgenannte Gebiet ist mehr kontinental, das zweite mehr maritim beeinflusst. Eine gegenseitige Charakteristik der vier Teilgebiete kommt auch für den Sommer bei allgemein merklicher Annäherung an die Symmetrie zum gleichen Ergebnis. Vor allem in den Südalpen ist mit extrem positiven Abweichungen zu rechnen. Im Frühling, der ziemlich oft von Wetterlagen mit Nordströmung beherrscht wird (Hochdruck im Westen), besitzen die Nordalpen eine geringe, die Südalpen im Zusammenhang mit Tiefdrucktätigkeit im Mittelmeer eine höhere Asymmetrie. Im ersten Fall ist ziemlich sicher mit Stauniederschlag im Nordalpengebiet zu rechnen, während die mediterrane Tiefentwicklung unsicher ist. Im Herbst liegen alle Schiefewerte höher, am meisten aber wieder südlich des Alpenhauptkammes aus den Gründen, die schon für den Frühling genannt worden sind. Im Gesamtjahr ergibt sich bei allgemeiner Tendenz zu mehr Symmetrie im Norden eine geringe, im Süden eine größere positive Schiefe. Eine Sonderstellung nimmt das Rhein-Aare-Gebiet ein, wo negative Werte auch im Mittel von 90 Orten den Ausschlag geben.

Zwischen *Variabilität* und *Schiefe* besteht kein so enger Zusammenhang, wie man zunächst meinen könnte. Bei der Berechnung der Variabilität (Standardabweichung) werden nämlich die Quadrate, bei jener der Schiefe die Kuben der Einzelwerte verwendet. Da bei der meist gegebenen Rechtsschiefe die negativen Abweichungen vom Mittelwert weniger ins Gewicht fallen, besteht eine gewisse Parallelität.

Die Berechnung des *Exzeß* über die vierten Potenzen der Ausgangswerte zum Zwecke eines Vergleichs mit einer Normalverteilung wurde ebenfalls vollzogen, jedoch nur für die westlichen Ostalpen ausgewertet. Wie zu erwarten, ergaben sich in den Nordalpen geringe, meist negative Werte in allen Jahreszeiten mit Ausnahme des Frühlings, der mehr positive aufweist. In den Zentralalpen waren Frühling und Sommer bei Werten um 0, Herbst und Winter dagegen bei stark positiven Werten über 2 gelegen, örtlich gab es im Winter auch solche über 4. Der Alpensüdrand zeigte nur im Frühling negative, sonst vor allem im Sommer und Winter positive Exzeßwerte. Eine über die bei der Besprechung von Variabilität und Schiefe hinausgehende synoptisch-klimatologische Deutung ist nicht möglich.

7. Übersicht der Häufigkeitsverteilungen der Lufttemperatur in verschiedenen Teilen der Alpen

Im Gegensatz zum Niederschlag entstehen die Häufigkeitsverteilungen der Lufttemperatur aus einer kontinuierlichen stetigen Meßreihe. Die *Temperaturkurve* weist weiter einen ausgeprägten Jahresgang auf, wobei sie im Winter und Sommer flach, in den Übergangsjahreszeiten steil verläuft. Weiter ist die Lufttemperatur sehr stark vom Luftdruck und damit von der Seehöhe abhängig, sodaß auch der Einfluß letzterer auf die Häufigkeitsverteilung zu untersuchen ist. Obgleich hierfür weniger Stationsreihen verfügbar waren, dürften die Ergebnisse als gesichert gelten.

Tab. 14 enthält die Angaben über die durchschnittliche *Standardabweichung* und *Schiefe*. Im Winter tritt die größte Streuung der Lufttemperatur im östlichen und nordöstlichen Alpenvorland auf. Hier ergibt sich auch die größte negative Schiefe, was auf die gerade in diesem kontinentalen Raum zuweilen empfindlichen Kaltlufteinbrüche hinweist. Gegen Westen, über das bayerische gegen das schweizerische Vorland hin, nehmen Streuung und Schiefe entsprechend ab. Ebenso zeigen die Zentralalpen gegen Westen und Süden hin eine Abnahme, die sich bis in das südliche Vorland fortsetzt. Im Frühling wird die Streuung im Osten wesentlich geringer, die Schiefe im Zusammenhang mit dem oft raschen Temperaturanstieg positiv. Die größte

Tab. 14: Charakteristik der Häufigkeitsverteilung der mittleren Lufttemperatur in den Jahreszeiten und im Jahr in verschiedenen Gebieten der Alpen (Periode 1931–1960); vgl. dazu die Stationskarte Abb. 2, S. 10.

Gebiet (Kurzbezeichnung)	Orte mit Beob.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Standardabweichung (Streuung) in °C						
1 Schweizer Vorland	23	1,26	1,19	0,98	0,89	0,61
2 Bayerisches Vorland	14	1,43	1,30	0,83	1,03	0,65
3 Österreichisches Vorland	10	1,61	1,28	0,90	1,03	0,68
4 Schweizer Hochalpen	17	1,15	1,30	0,93	1,20	0,61
5 Tiroler Hochalpen	19	1,18	1,25	0,91	1,12	0,65
6 Tauern	24	1,30	1,22	0,78	1,06	0,58
7 Südliches Vorland	21	1,17	1,08	0,95	0,93	0,62
8 Östliches Vorland	6	1,59	1,12	0,74	1,00	0,62
gesamter Alpenraum	134	1,29	1,22	0,89	1,03	0,62
Verteilungsschiefe						
1 Schweizer Vorland	23	−0,37	+0,05	+0,60	−0,11	−0,34
2 Bayerisches Vorland	14	−0,55	+0,28	+0,34	−0,45	−0,11
3 Österreichisches Vorland	10	−0,82	+0,36	+0,30	−0,40	−0,43
4 Schweizer Hochalpen	17	−0,17	+0,04	+0,33	−0,31	−0,26
5 Tiroler Hochalpen	19	−0,20	−0,03	+0,33	−0,17	−0,08
6 Tauern	24	−0,27	+0,25	−0,05	−0,34	−0,20
7 Südliches Vorland	21	−0,37	+0,00	+0,80	−0,23	−0,12
8 Östliches Vorland	6	−0,62	+0,29	+0,06	−0,48	−0,34
gesamter Alpenraum	134	−0,37	+0,12	+0,37	−0,28	−0,22
Exzeß						
gesamter Alpenraum	134	−0,13	−0,79	+0,13	−0,27	−0,34

Streuung herrscht jetzt in den Schweizer Hochalpen und am bayerisch-österreichischen Alpenrand, wohl im Zusammenhang mit dem Wechsel von Nordstau- und Südföhnerscheinungen. Im Sommer erreicht die Streuung überall etwa gleich niedrige Beträge. Die merkliche Erhöhung im Westen und Süden ist mit mehr positiver Schiefe verbunden, vielleicht in Zusammenhang mit Warmlufteinbrüchen. Umgekehrt weisen die Tauern bei geringerer Streuung fast Symmetrie auf. Für das Gesamtjahr erscheinen fast alle Unterschiede durch Ausgleich aufgehoben.

Der Zusammenhang von Temperaturverteilung und Seehöhe wird in Tab. 15 gezeigt. Im Winter ist die Streuung in der Niederung größer, wohl im Zusammenhang mit örtlichen Kaltluftseen und seichten Kaltlufteinbrüchen. Umgekehrt ergibt sich in den anderen Jahreszeiten eine Zunahme mit der Höhe, vor allem im Herbst und Frühling, weniger im Sommer. Wahrscheinlich spielt hier die von Jahr zu Jahr wechselnde Schneedecke die Hauptrolle, da sie am stärksten den Energieumsatz an der Erdoberfläche zu beeinflussen vermag. Da in Tab. 15. die flächenhaft-regionalen Unterschiede nicht ausgeschaltet sind, wurden in Tab. 16 Durchschnitte aus 7 Stationspaaren berechnet. Die schon oben beschriebenen höhenbedingten Unterschiede werden dadurch noch deutlicher sichtbar.

Tab. 15: Charakteristik der Häufigkeitsverteilung der mittleren Lufttemperatur in den Jahreszeiten und im Jahr in Abhängigkeit von der Seehöhe (Periode 1931–1960).

Höhenstufen	mittlere Höhe m	Zahl der Orte	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Standardabweichung in °C							
bis 500 m	335	42	1,37	1,22	0,93	1,12	0,64
500–1000 m	692	47	1,37	1,27	0,87	1,10	0,63
1000–1500 m	1203	23	1,19	1,24	0,91	1,06	0,64
1500–2000 m	1714	16	1,16	1,43	0,93	1,31	0,68
2000 u. mehr m	2473	6	1,05	1,34	0,91	1,34	0,64

Verteilungsschiefe

Höhenstufen	mittlere Höhe m	Zahl der Orte	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
bis 500 m	335	42	–0,50	+0,08	+0,49	–0,25	–0,31
500–1000 m	692	47	–0,33	+0,18	+0,24	–0,45	–0,44
1000–1500 m	1203	23	–0,21	–0,01	+0,21	–0,10	–0,22
1500–2000 m	1714	16	–0,23	+0,10	+0,19	–0,47	–0,14
2000 u. mehr m	2473	6	–0,25	+0,32	+0,28	–0,19	–0,13

Tab. 16: Charakteristik der Häufigkeitsverteilung der mittleren Lufttemperatur in den Jahreszeiten und im Jahr. Mittlere Werte von je 7 benachbarten Berg- und Talstationen (Großer St. Bernhard–Sion, St. Gotthard–Andermatt, Säntis–Altstätten, Zugspitze–Garmisch Partenkirchen, Sonnblick–Rauris, Feuerkogel–Ebensee, Villacher Alpe–Bleiberg).

Stufe	mittlere Höhe m	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Standardabweichung in °C						
Tal	775	1,42	1,20	0,82	0,89	0,59
Berg	2410	1,06	1,38	0,93	1,40	0,66

Verteilungsschiefe

Stufe	mittlere Höhe m	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Tal	775	–0,32	+0,20	+0,30	–0,29	–0,16
Berg	2410	–0,15	+0,21	+0,34	–0,42	+0,05

Exzeß

Stufe	mittlere Höhe m	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Tal	775	–0,10	–1,12	+0,42	–0,35	–0,55
Berg	2410	+0,32	–0,91	+0,32	–0,04	–0,78

Tab. 17: Charakteristik der Häufigkeitsverteilung der mittleren Lufttemperatur in den Monaten, Jahreszeiten und im Jahr; Durchschnitte für den Alpenraum (Periode 1931–1960) sowie Vergleichswerte für Hohenpeißenberg in den Perioden 1931–1960 und 1781–1968. Streuung, Schiefe und Exzeß.

Monat od. Zeit	Alpenraum 1931–1960			Hohenpeißenberg 1931–1960			Hohenpeißenberg 1781–1968		
	°Cσ	Sch	Exz	σ	Sch	Exz	σ	Sch	Exz
Jänner	2,41	–0,39	+0,04	2,78	–0,48	–0,55	2,69	–0,21	+0,68
Februar	2,61	–1,20	+2,86	3,20	–1,44	+3,16	2,82	–0,69	+0,78
März	2,13	–0,24	–0,66	2,59	–0,33	–0,71	2,30	–0,17	–0,03
April	1,78	–0,02	–0,56	2,12	–0,01	–0,80	2,08	+0,10	–0,18
Mai	1,74	–0,17	–0,35	1,93	–0,23	–0,69	2,02	–0,00	–0,34
Juni	1,38	–0,07	–0,22	1,51	+0,04	–0,07	1,60	+0,10	+0,44
Juli	1,30	–0,14	+0,17	1,38	–0,15	+0,02	1,64	+0,17	–0,40
August	1,37	+0,34	+0,76	1,39	+0,60	–0,21	1,50	+0,31	+0,21
September	1,72	–0,41	+0,86	1,93	–0,57	+1,39	1,74	–0,18	+0,60
Oktober	1,52	–0,04	+0,93	1,65	+0,06	+0,96	2,05	–0,18	+0,25
November	1,59	–0,02	–0,33	1,82	+0,06	–0,19	2,07	–0,01	–0,21
Dezember	2,09	–0,29	+0,28	2,62	–0,22	–0,32	2,68	–0,27	+0,16
Winter	1,29	+0,86	–0,13	1,48	–0,65	+0,18	1,69	–0,41	–0,19
Frühling	1,22	+0,30	–0,79	1,38	+0,22	–1,20	1,29	+0,22	+0,37
Sommer	0,89	+0,33	+0,13	0,95	+0,65	+0,77	1,03	+0,27	+0,26
Herbst	1,03	+0,62	–0,27	1,11	–0,41	–0,38	1,28	–0,25	–0,29
Jahr	0,62	+0,29	–0,34	0,72	–0,16	–0,65	0,78	+0,15	–0,12

Zum Abschluß der Betrachtung über die Häufigkeitsverteilungen der Lufttemperatur sollen noch die Verhältnisse für die Monatsmittel gezeigt und untersucht werden, inwiefern die hier zugrundegelegte Periode 1931–1960 mit den aus einer längeren Beobachtungsreihe gewonnenen Ergebnissen übereinstimmt (Tab. 17). Zunächst erweist sich die Streuung der Monatsmittel, wie zu erwarten, als erheblich höher als jene der Jahreszeiten. Der jahreszeitliche Gang ist stark ausgeprägt: die größte Streuung wurde nicht nur im Alpendurchschnitt, sondern auch in den beiden Vergleichsperioden am Hohenpeißenberg (Oberbayern) im Februar vermerkt. Nicht zuletzt hat dazu der Februar 1956, der kälteste der fast 200jährigen Reihe, beigetragen. Das Streuungsminimum wurde dagegen in der Periode 1931–1960 im Juli festgestellt, in der langen Periode aber im August. Der Jahresgang der kürzeren Periode weist übrigens insofern eine deutliche Störung auf, als der September eine größere Streuung besitzt als Oktober und November, was in der langen Vergleichsperiode keineswegs sichtbar ist. Tatsächlich weist die 30-jährige Periode sowohl den zweitkältesten (1931) als auch den zweitwärmsten (1947) September der langen Reihe auf! Der Vergleich der kurzen und der langen Reihe von Hohenpeißenberg (berechnet nach den Daten bei J. Grunow, H. Grebe u. K. Heigel 1957 unter Benutzung der seitherigen Beobachtungen) erlaubt wohl auch für den größten Teil des Alpenraumes die Aussage, daß in den letzten zwei Jahrhunderten die Streuung der Lufttemperatur in den Monaten Jänner bis April (besonders im Februar und März) sowie im September geringer, in allen übrigen Monaten, vor allem im Oktober, Juli und November größer gewesen ist.

Die Verteilungsschiefe weist in der langen Hohenpeißenberger Reihe negative Werte im Winter (Extrem im Februar) und positive im Sommer (Extrem im August) auf. Berücksichtigt man, daß die „Streuung der Schiefe“ (vgl. A. Linder 1964, S. 88) in der kurzen Reihe 0,18 und in der langen 0,03 beträgt, so erscheint dieser Gang auch in der kurzen Reihe (wie auch im gesamtalpinen Schnitt) bestätigt. Die Exzeßwerte werden der Vollständigkeit halber in Tab. 17 mitgeteilt, aber nicht näher besprochen.

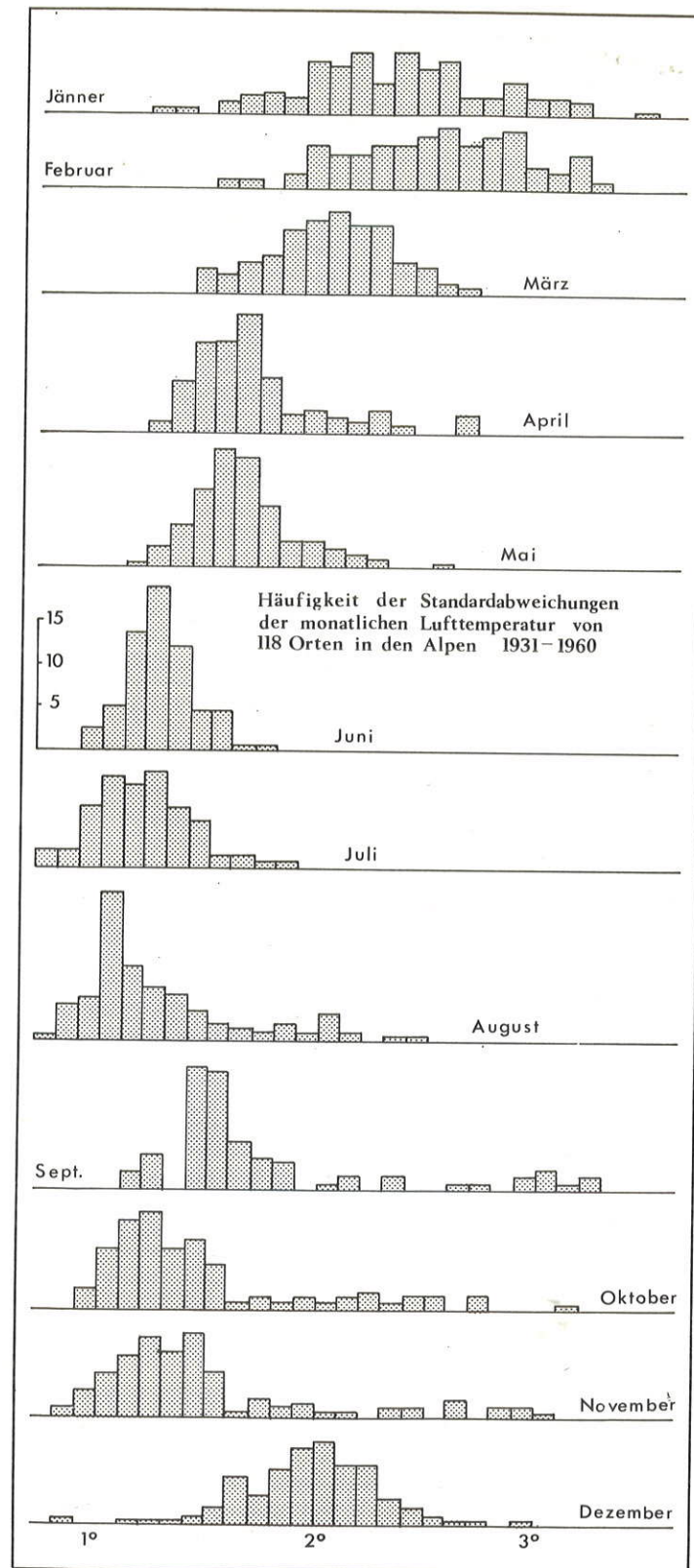


Abb. 8: Häufigkeit verschiedener Standardabweichungen der monatlichen Lufttemperatur im Alpenraum (Periode 1931-1960).

Der beschriebene Jahresgang der Temperaturstreuung gilt in großen Zügen im ganzen Alpenraum. An den einzelnen Orten können die Verhältnisse aber stark abweichen, wie Abb. 8 erkennen läßt. Offensichtlich besteht im Juni die größte Einheitlichkeit mit nur geringen Abweichungen nach oben und unten. Abgesehen von den schon in Tab. 14 mitgeteilten regionalen Unterschieden gibt es sicher noch lokale. Ohne eine kritische Prüfung möglicher Fehler (Beobachtung, Veröffentlichung, Auswertung) lassen sich aber hierüber kaum Aussagen machen. Sicher spielt das Relief vor allem in der kälteren Jahreshälfte eine große Rolle, sodaß hier die topographischen Unterschiede anwachsen. Es fällt aber auch für die Zeit von August bis November eine Reihe von Orten durch stark überhöhte Streuung auf, was durch Meßfehler nicht zu erklären ist. Hierher zählen an erster Stelle bekannte nordalpine Föhnorte wie Altdorf, Sargans und Oberstdorf im Allgäu. Gerade der Südföhn weist ja von Jahr zu Jahr stark wechselnde Häufigkeit auf.

8. Die Korrelation von Niederschlagsmenge und Lufttemperatur im Alpenraum

Die vorliegende Arbeit verfolgt auch das Ziel, die klimatologischen Zusammenhänge von Niederschlagsmenge und Lufttemperatur in der zeitlich-räumlichen Struktur aufzuzeigen. Dies kann quantitativ mit den Methoden der Korrelationsrechnung geschehen. Die Fragestellung soll kurz an den Beispielen in Abb. 9 erläutert werden. Die Werte von Niederschlagsmenge und Lufttemperatur wurden hier als Koordinaten zur Bestimmung der Lage jedes der 30 Julimonate verwendet. Das Korrelationsdiagramm zeigt nicht nur die völlig verschiedenen Streuungsverhältnisse, sondern auch die ungleiche Kombination beider Klimaelemente. In Einsiedeln liegen je 12 Werte in den beiden Sektionen „kalt-feucht“ (links oben) und „warm-trocken“ (rechts unten). Dagegen entfallen nur je 3 Werte auf die Sektoren „kalt-trocken“ (links unten) und „warm-feucht“ (rechts oben). Die Korrelationsrechnung (sinngemäß nach der auf Seite 16 bereits angegebenen Formel) gibt einen Koeffizienten von $-0,81$.

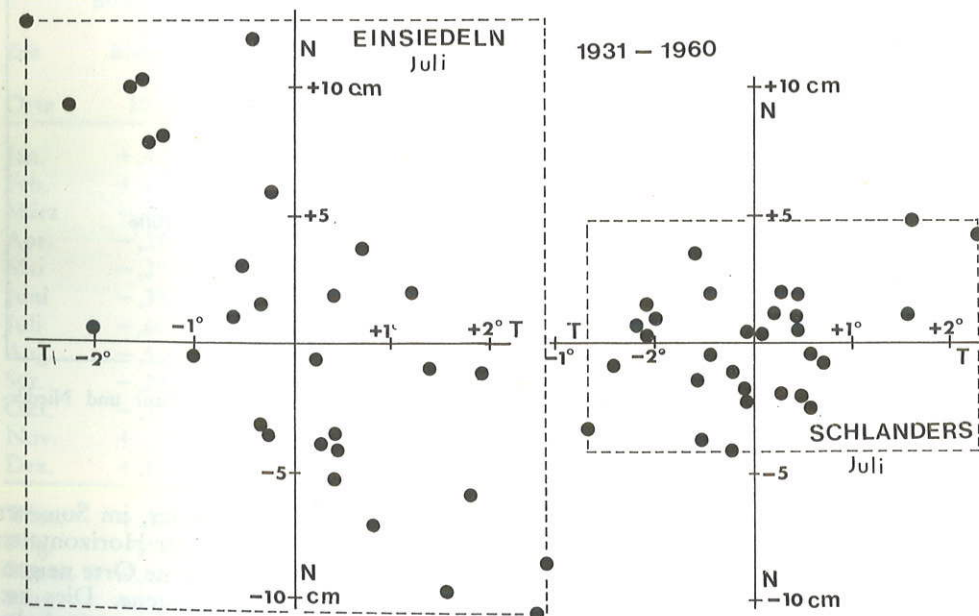


Abb. 9: Korrelation der Niederschlagssummen und mittleren Lufttemperaturen im Monat Juli (Periode 1931-1960) in Einsiedeln (Schweizer Alpenrand) und in Schlanders (Vinschgau, Südtirol).

Anders ist das Ergebnis für Schlanders, wo nur 7 bzw. 5 Werte in den beiden erstgenannten und je 9 in den zweitgenannten Sektoren aufscheinen. Der Koeffizient beträgt daher +0,19. Diese Berechnung wurde für 122 Orte nach Monaten, Jahreszeiten und Gesamtjahr ausgeführt. Wie Abb. 10 für die Monate zeigt, kommen im Jahresgang immer positive und negative Beziehungen vor, jedoch mit einem eindeutigen Überwiegen der positiven von November bis Februar und der negativen in der übrigen

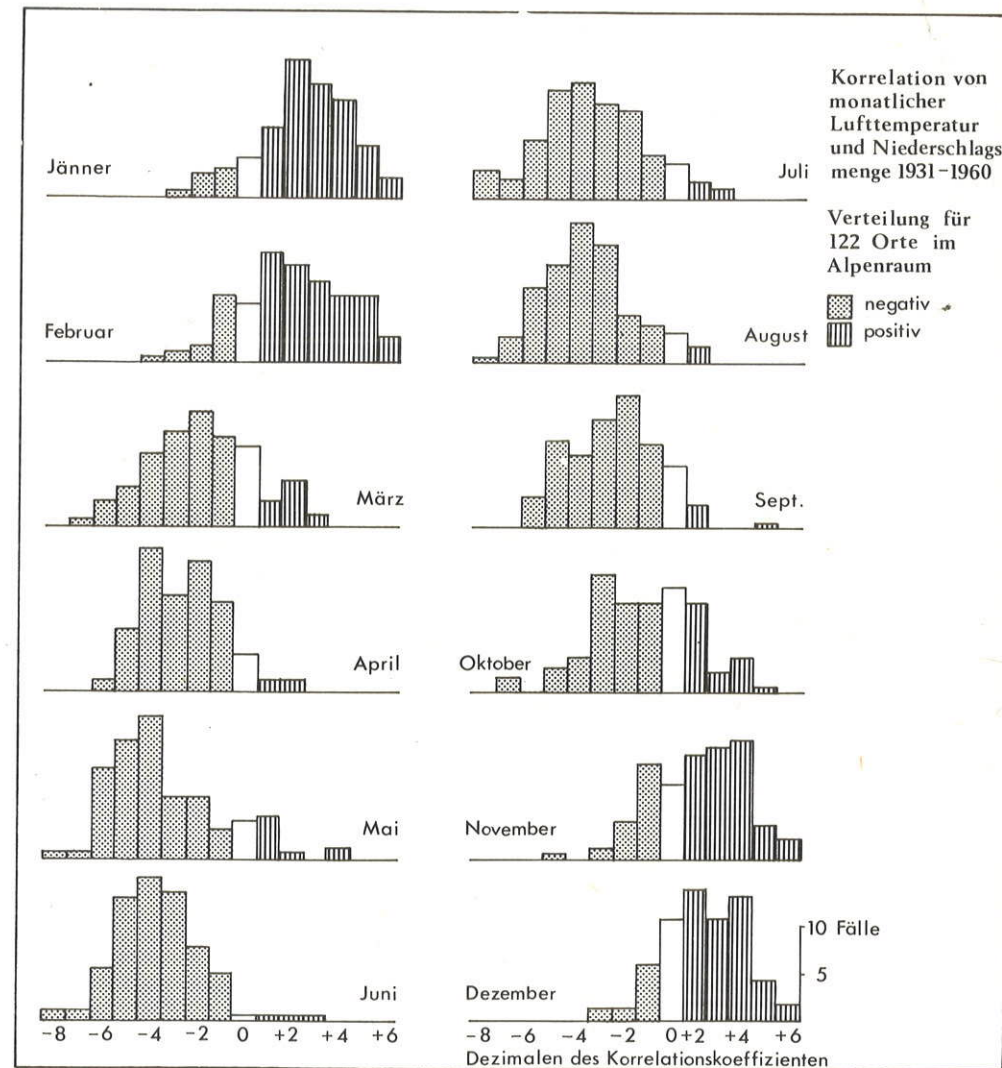


Abb. 10a: Häufigkeit verschiedener Korrelationskoeffizienten monatlicher Lufttemperatur und Niederschlagsmenge im Alpenraum (Periode 1931-1960).

Zeit. Niederschlagsreiche Monate sind also im Winter mehr mit milder, im Sommer mit kühler Witterung verknüpft. Allerdings gilt diese Regel weder in der Horizontalen noch in der Vertikalen des Alpenraumes im gleichen Maße. Hochgelegene Orte neigen ganzjährig zu einer stärkeren negativen Korrelation als tiefergelegene. Dies ist besonders im Winter verständlich, da bei Schönwetter die Talatmosphäre meist kalt, die der Höhenzone warm ist, sodaß die Frontdurchgänge unten Milderung, oben

Abkühlung bringen. In der übrigen Jahreszeit nimmt bei Kaltfrontdurchgängen die Temperatur mit der Höhe ohnehin rascher ab als bei hochdruckbedingtem Schönwetter. Der Nachweis in Tab. 18 läßt allerdings die grundsätzliche Unsicherheit der Niederschlagsmessung in der Höhenzone außer Betracht.

Tab. 18: Korrelationskoeffizienten (Dezimalen) zwischen Niederschlagsmenge und Lufttemperatur in den Jahreszeiten und im Gesamtjahr (Periode 1931-1960); Durchschnittswerte für 8 Gipfel- und Höhenstationen und 122 andere Orte.

	mittlere Höhe m	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Höhen	2173	+0,05	-0,35	-0,45	-0,36	-0,40
Niederung	783	+0,20	-0,25	-0,42	-0,16	-0,24

Aber auch innerhalb des Netzes der in der Niederung und in den geschützten Hochtälern gelegenen Orte lassen sich einige Unterschiede bemerken (Tab. 19). Die weitaus größten positiven Werte treten im Winter in den Westalpen auf, insbesondere am Genfer See und im westlichen schweizerischen Alpenvorland (Genf +0,6). Im nördlichen Alpenvorland gegen Osten schwächt sich dieser Zusammenhang mehr und mehr ab (München +0,3 und Wien +0,2). Dasselbe gilt auch beim Übergang vom nördlichen Vorland in das Alpeninnere (Sion +0,1, Chur +0,1, Innsbruck +0,2, St. Michael im Lungau +0,1, Bruck an der Mur -0,0). Nur Orte, die in charakteristischen Kaltluftseengebieten liegen, wie etwa Zell am See besitzen wieder eine hohe positive Korrelation (+0,5). Im südlichen inneralpinen Gebiet ist dagegen nicht einmal ein loser Zusammenhang angedeutet (Cortina d'Ampezzo, Corvara, Schlanders u. a. +0,0). Erst im südlichen Vorland besteht wieder eine leichte positive Beziehung (Mailand +0,3 und Padua +0,4).

Tab. 19: Korrelationskoeffizienten (Dezimalen) zwischen Niederschlagsmenge und Lufttemperatur in den Monaten, Jahreszeiten und im Gesamtjahr (Periode 1931-1960) in verschiedenen Teilen der Alpen.

Zeit	Rhône	Rhein	Iller	Inn-	Enns-	Po-	Etsch	Brenta-	Drau-	Gesamt-
Orte	10	24	8	21	13	14	6	12	14	122
Jan.	+0,46	+0,24	+0,28	+0,29	+0,15	+0,33	+0,08	-0,32	+0,13	+0,20
Feb.	+0,45	+0,27	+0,36	+0,31	+0,23	+0,01	-0,06	+0,05	+0,09	+0,20
März	-0,31	-0,28	-0,32	-0,19	-0,18	-0,14	+0,04	+0,08	-0,10	+0,17
Apr.	-0,28	-0,21	-0,35	-0,23	-0,29	-0,34	-0,20	-0,23	-0,30	-0,26
Mai	-0,29	-0,28	-0,41	-0,39	-0,34	-0,34	-0,02	-0,29	-0,43	-0,33
Juni	-0,39	-0,36	-0,43	-0,41	-0,40	-0,45	-0,31	-0,21	-0,26	-0,36
Juli	-0,60	-0,51	-0,44	-0,36	-0,22	-0,30	-0,10	-0,18	-0,22	-0,34
Aug.	-0,51	-0,43	-0,47	-0,36	-0,25	-0,40	-0,26	-0,30	-0,32	-0,37
Spt.	-0,24	-0,22	-0,36	-0,32	-0,38	-0,18	-0,16	-0,11	-0,21	-0,25
Okt.	-0,27	-0,18	-0,23	-0,15	-0,14	-0,01	-0,05	+0,17	+0,07	-0,09
Nov.	+0,11	+0,12	+0,14	+0,07	+0,14	+0,08	+0,11	+0,19	+0,22	+0,13
Dez.	+0,12	+0,09	+0,11	+0,13	+0,25	+0,22	+0,13	+0,23	+0,16	+0,16
Wint.	+0,37	+0,19	+0,20	+0,24	+0,11	+0,27	+0,07	+0,21	+0,16	+0,20
Frlg.	-0,33	-0,32	-0,29	-0,27	-0,39	-0,23	+0,09	-0,05	-0,21	-0,25
Somm.	-0,62	-0,57	-0,60	-0,41	-0,43	-0,36	-0,17	-0,23	-0,24	-0,42
Hbst.	-0,24	-0,14	-0,28	-0,28	-0,30	-0,13	-0,04	+0,04	-0,02	-0,16
Jahr	-0,22	-0,36	-0,41	-0,28	-0,22	-0,19	-0,01	-0,12	-0,12	-0,24

Im *Frühling* setzt sich der negative Zusammenhang fast überall durch, am meisten am nördlichen Alpenrand (Luzern -0,5, St. Gallen -0,5, Kössen -0,6, Kremsmünster -0,6, Amstetten -0,6). Die Rolle der von Norden erfolgenden Kaltlufteinbrüche ist hier sehr deutlich erkennbar. Inneralpine Orte sind davon weniger betroffen (Sion -0,3, Chur -0,3, Innsbruck und Zell am See -0,4, St. Michael im Lungau -0,3 und Bruck an der Mur -0,2). Orte im südlichen inneralpinen Raum neigen bereits zu positiven Koeffizienten (z. B. Schlanders +0,5), die sich noch im Gebietsmittel ausdrücken. Im südlichen Vorland herrscht aber wieder mehr oder weniger ein negativer Zusammenhang (Locarno -0,5, Mailand -0,2, Mantua -0,3 und Padua -0,1).

Der *Sommer* bringt allen Teilgebieten im Durchschnitt negative Werte. Am stärksten sind sie im nördlichen Vorland sichtbar, wo Bern, Einsiedeln und Augsburg um -0,8 liegen, Lausanne, Glarus, St. Gallen und Kremsmünster um -0,7. Wiederum schwächt sich dieser straffere Zusammenhang alpenwärts etwas ab: Sion, Chur und Zell am See weisen -0,6 auf, Schuls im Unterengadin und Innsbruck -0,5, St. Michael im Lungau und Bruck an der Mur -0,2. In Südtirol kommen sowohl geringe negative wie positive Koeffizienten (bei leichtem Überwiegen ersterer) vor. Erst im südlichen Vorland ist die negative Beziehung wieder eindeutig (Locarno -0,7, Mailand -0,4, Mantua und Padua -0,5).

Der *Herbst* bringt wegen seiner ungleichen Gliederung (vgl. die meist negativen Oktober- und die überwiegend positiven Novemberwerte) kein eindeutiges Verteilungsbild. Im allgemeinen sind die extremen negativen Koeffizienten am nördlichen Alpenrand, die neutralen bis schwach positiven dagegen im Süden zu finden.

Die *Jahreswerte* lassen wie zu erwarten ebenfalls die stärksten negativen Werte im Norden erkennen (Hohenpeißenberg -0,6, Einsiedeln, St. Gallen, Augsburg, Bad Tölz und auch Innsbruck -0,5). Die Unterschiede sind jedoch auch am Alpenrand beachtlich. So haben Luzern, Oberstdorf, Kufstein, Kremsmünster und Amstetten nur -0,4. Gesichert dürfte sein, daß die Beziehung gegen Osten, Westen und alpenwärts abgeschwächt wird (Lausanne und Chur -0,3, Sion, Zell am See und Wien -0,2, Genf, Salzburg und Graz -0,1, Schuls und Bruck an der Mur 0,0). Positive Koeffizienten sind wiederum für einzelne südinneralpine Orte nachweisbar (z. B. für Schlanders, Predazzo und Klagenfurt). Im südlichen Vorland ergeben sich nur leicht negative Größen, die im Tessin auf -0,4 anwachsen.

Die *synoptisch-klimatologische Deutung* aller dieser Verteilungen ist – abgesehen vom grundsätzlichen Jahresgang – nicht so einfach, wie es zunächst scheinen mag. Es darf nicht übersehen werden, daß es sich um einen rein statistischen Zusammenhang handelt, der im Norden straffer sein muß, da hier der Niederschlag auf mehr Tage verteilt ist als im Süden. Nur im zentralalpinen Raum scheinen die vor allem südlich des Alpenhauptkammes mehrfach vorhandenen, aber immer nur schwachen positiven Koeffizienten den Schluß zu erlauben, daß hier die Konvektivniederschläge einen größeren Anteil als im Süden und vor allem Norden erreichen. Schließlich darf nicht verschwiegen werden, daß die zwischen den Koeffizienten verschiedener Orte sichtbar gewordenen Unterschiede in den wohl meisten Fällen einer streng statistischen Prüfung nicht standhalten, da schon der einfache Standardfehler des Koeffizienten bei der gegebenen Reihenlänge (30 Jahre) für die vorkommenden Werte zwischen 0,1 und 0,2 liegt.

9. Die Niederschlagsverteilung im Kartenbild

In diesem Abschnitt wird die Verteilung der Niederschlagsmengen sowie ihrer Variabilität und Verteilungsschiefe in Kartenskizzen gezeigt, wohl die einzige Möglichkeit, die Ergebniswerte von über 1000 Orten (insgesamt über 53.000 Daten) anschaulich zu machen. Da die Aussagemöglichkeit bei Verwendung von Schwarz-Weiß-Rastern beschränkt ist, die wesentlichen Strukturen aber möglichst klar und vergleichbar hervortreten sollen, wurde die Zahl der Intensitätsstufen stark beschränkt. Ihre Abgrenzung ergab sich durch die Häufigkeit der auftretenden Ergebniswerte. Für die *Niederschlagsmenge* zeigt dies Tab. 20. Für vier Intensitätsstufen der Menge werden bei den Jahreswerten die Grenzen bei 70, 100 und 150 cm angesetzt, bei den Jahreszeitenkarten bei 10, 20 und 30 cm und schließlich bei den Monatskarten bei 5, 10 und 15 cm.

Tab. 20: Häufigkeit der an 1041 Orten im Alpenraum aufgetretenen jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen (Periode 1931–1960, Durchschnittswerte).

Niederschlagssumme	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
unter 10 cm	47	1	–	–	–
10 bis unter 20 cm	463	230	90	137	–
20 bis unter 30 cm	359	413	213	394	–
30 bis unter 40 cm	135	274	298	301	–
40 bis unter 50 cm	28	87	226	143	2
50 bis unter 60 cm	7	26	129	38	14
60 bis unter 70 cm	2	6	65	15	46
70 bis unter 100 cm	–	4	20	13	314
100 bis unter 150 cm	–	–	–	–	444
150 bis unter 200 cm	–	–	–	–	185
200 und mehr cm	–	–	–	–	36

Tab. 21: Häufigkeit der Variabilität der jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen an 1041 Orten im Alpenraum (Periode 1931–1960).

Variabilität	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
unter 10 %	–	–	–	–	3
10 bis unter 20 %	–	2	110	–	648
20 bis unter 30 %	79	291	606	14	378
30 bis unter 40 %	334	531	237	549	11
40 bis unter 50 %	329	195	70	434	1
50 und mehr %	299	22	18	44	–

Sinngemäß erwies sich für die Karten der *Variabilität* eine fünfstufige Skala als günstig. Die Trennstellen wurden für das Jahr bei 15 %, 20 %, 25 % und 30 % gewählt, für die Jahreszeiten bei 20 %, 30 %, 40 % und 50 % und schließlich für die Monate bei 40 %, 60 %, 80 % und 100 %. In der ungleichen Stufenwahl kommt neuerdings der ausgleichende Einfluß der größeren zugrundegelegten Zeitspanne zum Ausdruck.

Schwieriger gestaltete sich die Stufenwahl für die *Verteilungsschiefe*. Zunächst wurde auch hier die Häufigkeit der einzelnen Intensitäten ermittelt (gekürzt in Tab. 22, sinn- gemäß für die Monate auch von B. Wartburg durchgeführt). Die in die Karte eingetragenen Werte ergaben jedoch derart verwickelte Strukturen, daß eine Zusammenfassung in nur drei Stufen angebracht erschien (kleine – mittlere – große Rechtsschiefe). Die Grenzstellen boten sich hier in Form der Terzile an, sodaß jede Gruppe gleich groß

Tab. 22: Häufigkeit verschiedener Verteilungsschiefe der Niederschlagsmenge an 1041 Orten im Alpenraum (1931–1960)

Verteilungsschiefe	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
–0,5 und weniger	–	30	40	4	35
–0,0 bis über –0,5	27	217	227	107	211
+0,0 bis unter +0,5	249	469	438	340	479
+0,5 bis unter +1,0	389	265	240	359	273
+1,0 bis unter +1,5	260	47	70	184	36
+1,5 und mehr	116	13	26	47	7

wurde. Das mittlere Terzil (für mittlere positive Schiefe) reicht für das Gesamtjahr von +0,06 bis +0,42, für die Jahreszeiten von +0,22 bis +0,65 und für die Monate (nach B. Wartburg) von +0,59 bis +1,05. Seine Breite beträgt damit für das Jahr 0,36, für die Jahreszeiten 0,43 und für die Monate 0,46, was insofern günstig erscheint, als die einfache Streuung der Schiefe (nach A. Linder 1964, S. 88) $\pm 0,18$ beträgt. Die Schiefeunterschiede der Gruppen erscheinen somit im Ganzen hinreichend gesichert. Dabei umfaßt die „kleine Schiefe“ (unteres Terzil) in der Jahreskarte fast nur das Gebiet mit negativer Schiefe, während in den Jahreszeitenkarten damit mehr Werte beiderseits der Symmetrie, in den Monatskarten aber überwiegend positive Werte erfaßt sind.

Die folgenden Kartenskizzen über den Niederschlag im Alpenraum sind so angeordnet, daß der aufmerksame Betrachter anhand einer Kurztabelle der herrschenden Wetterlagen selbst eine Deutung der Mengen-, Veränderlichkeits- und Schiefeverteilung vornehmen kann. Derart ist auch eine gewisse Typisierung der Teilgebiete möglich. Zuerst werden die Karten für die Monate (Abb. 11–46) gezeigt, wobei von Monat zu Monat der Jahresgang erläutert wird. Daran schließt sich die Darstellung der Jahreszeiten an (Abb. 47–58). Zum Schluß werden auch die Verhältnisse im Gesamtjahr (Abb. 59–61) behandelt. Letzteres wurde rechnerisch von Dezember bis November gezählt, um die Witterungseinheit des Winters nicht zu zerreißen. Aus diesem Grunde wurde allerdings der Dezember 1960 mit dem Jänner und Februar 1931 zusammengeschlagen, was eine kleine Unschärfe ergibt.

Für eine Stationsauswahl wurden die rechnerischen Daten gekürzt im Anhang zusammengestellt und zwar die mittleren monatlichen Niederschlagssummen in Anhang 1 (S. 85), die Standardabweichungen für die Monate und für das Gesamtjahr in Anhang 2 (S. 87), die Werte der Verteilungsschiefe in Anhang 3 (S. 89), die Koeffizienten der Korrelation von Niederschlag und Lufttemperatur für Monate, Jahreszeiten und Jahr in Anhang 7 (S. 93) und schließlich die ausführlichen Monatsstruktur nach Großwetterlagen in Anhang 8 (S. 94). Im Anhang 9 (S. 95) sind endlich die mittleren Jahressummen der Periode 1931–1960, die dazugehörige Variabilität und eine Kurzbeschreibung des Jahresganges (im Mittel feuchteste und trockenste Jahreszeit) für alle benutzten Orte (513 nördlich und 561 südlich des Alpenhauptkammes, zusammen 1074 Orte) einzeln ausgewiesen.

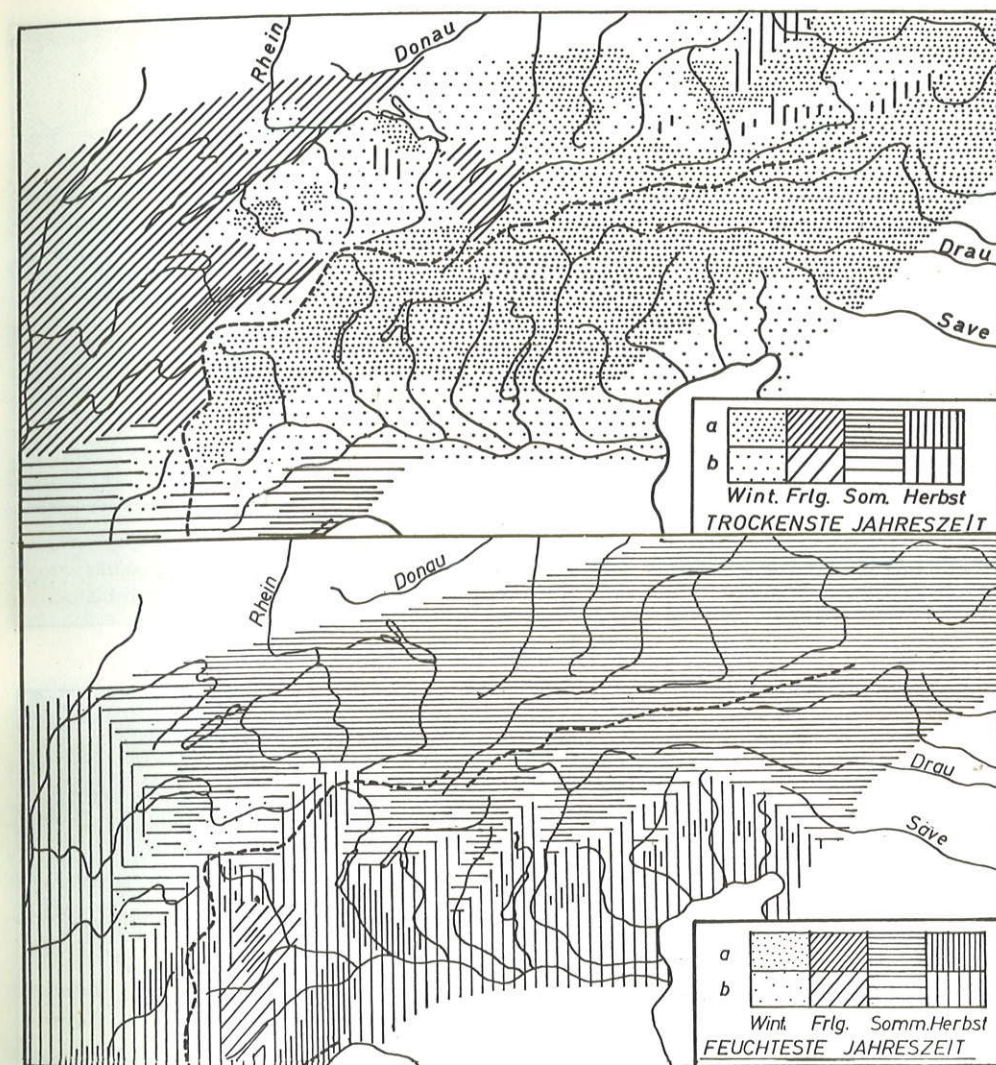


Abb. 10b: Verteilung der trockensten (oben) und der feuchtesten Jahreszeit (unten) im Alpenraum in der Periode 1931–1960. Die engen Signaturen (a) bedeuten, daß die betreffende Jahreszeit in mindestens der Hälfte aller Jahre im Vergleich zu den anderen Jahreszeiten die trockenste bzw. feuchteste gewesen ist (entworfen nach den Ergebnissen von O. Kubat 1972). Die weiten Signaturen (b) zeigen die zusätzliche Verbreitung des Auftretens einer Jahreszeit als trockenste bzw. feuchteste (im Vergleich zu den übrigen Jahreszeiten), wenn die 30-jährigen durchschnittlichen Niederschlagssummen der Jahreszeiten zugrundegelegt werden.

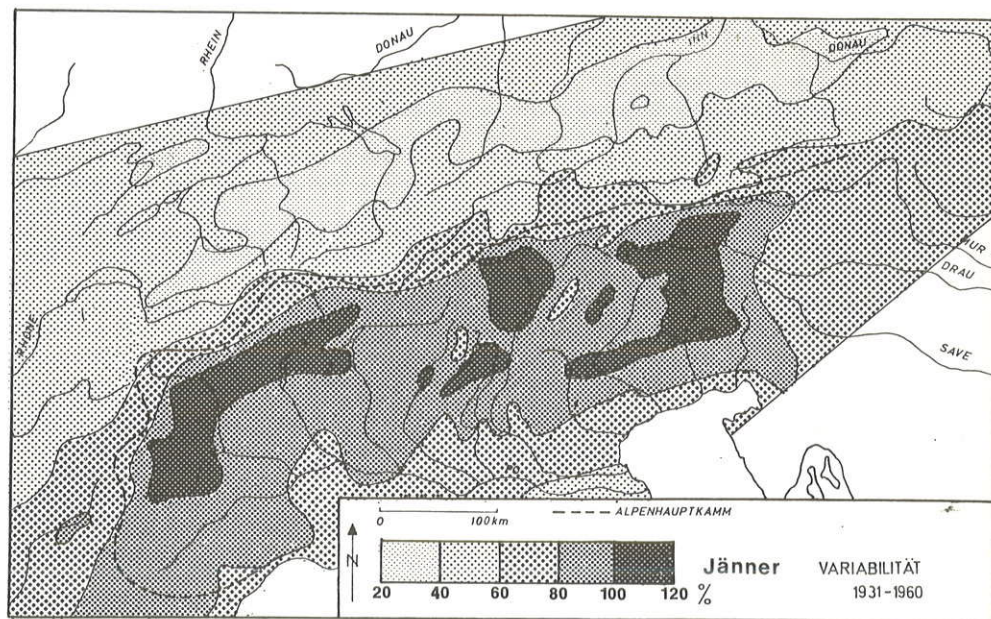


Abb. 11: Variabilität der Niederschlagssummen im Jänner.

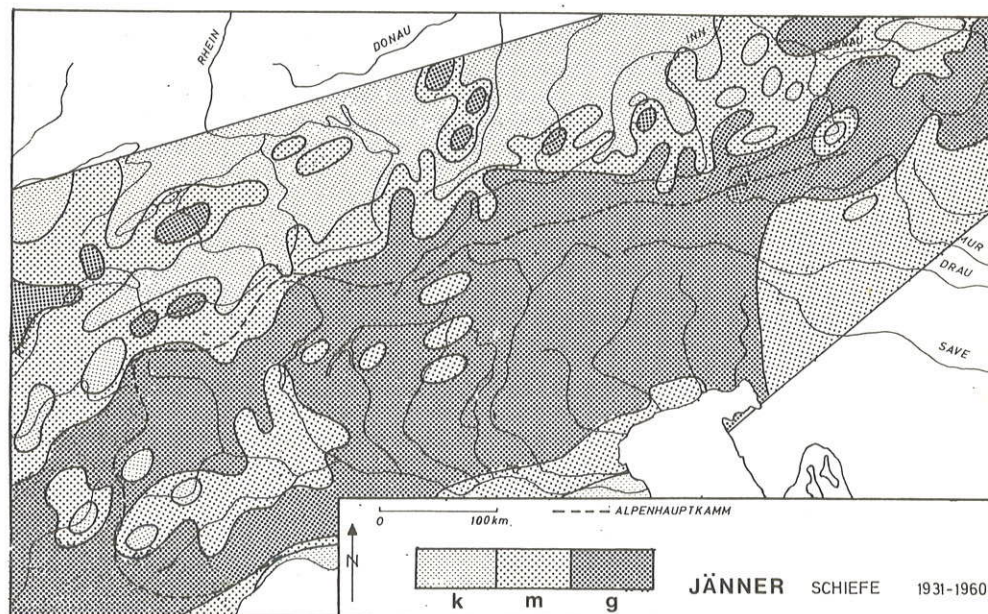


Abb. 12: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Jänner.

Der Jänner ist durch vorwiegend zonale westliche Strömungen gekennzeichnet. Schon der Großwettertyp West allein beherrscht rund 27 % aller Tage, wenngleich trotz hoher Zyklonalität nur ein Teil davon auch den Südalpenraum betrifft. Während die West- und Nordwestlagen zusammen bereits 55 % aller zyklonalen Lagen ausmachen, spielen die Nord- und Nordostlagen sowohl hinsichtlich ihrer Zahl als auch der Zyklonalität eine geringe Rolle (19 % der zyklonalen Lagen). Von den Ost- und Südostlagen sind zwar drei Viertel antizyklonal, doch dürfte zumindest ein Teil von diesen trotzdem im Südalpenraum niederschlagswirksam sein. Dasselbe gilt auch für die Strömungen aus dem nördlichen Sektor, wenn sie eine sekundäre Tiefdruckentwicklung im Mittelmeer hervorrufen. Süd- und Südwestlagen stellen weitere 15 % der

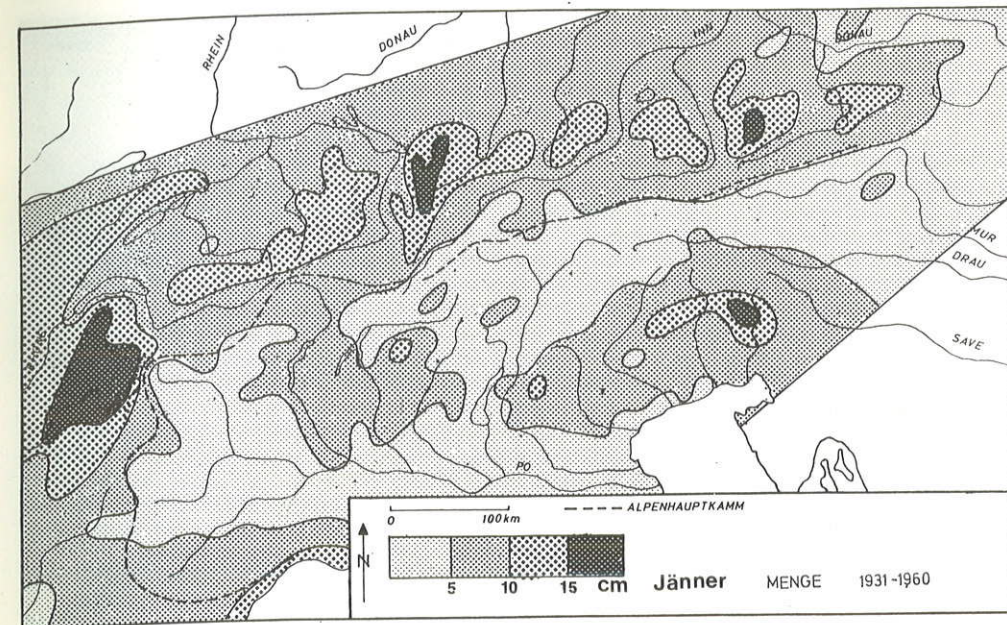


Abb. 13: Mittlere Niederschlagsmengen im Jänner.

Tab. 23: Wetterlagengruppen im Jänner (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	142	—	142
Nord und Nordost	70	94	164
Ost und Südost	114	40	154
Süd und Südwest	40	76	116
West und Nordwest	56	279	335
Tiefdruck	—	18	18
unbekannt	—	—	1
zusammen	422	507	930

Zyklonallagen und wirken sich vor allem im Süden und Westen aus. Dagegen sind Tiefdrucklagen über Mitteleuropa selbst im Jänner ziemlich selten. Die Gesamtzahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen ist im Norden mit etwa 16 Tagen im Mittel etwas größer als im Süden mit 14 Tagen, doch werden dadurch die krassen Gegensätze in der Niederschlagsverteilung nicht erklärt. Außerdem ist auch die Veränderlichkeit der Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen im Norden (45-48 %) ähnlich wie im Süden (43-55 %), was mit der Variabilität der Mengen selbst nicht übereinstimmt. Die Verschärfung der Gegensätze von Norden und Süden hängt wahrscheinlich mit der Ausprägung von Stau- und Föhnerscheinungen zusammen, die wiederum ihre Ursache in den Eigenschaften der anströmenden Luftmassen haben, die im Winter allgemein zu einer Senkung des Kondensationsniveaus bei erzwungener Hebung führen.

Die größten Niederschlagsmengen treten im Mittel in den savoyischen Alpen auf (Thônes 174 mm), wobei jedoch der Jänner meist nicht einmal in einem Zehntel der Jahre der feuchteste Monat war (O. Kubat). Etwa gleiche Maxima sind örtlich auch in den Ostalpen vorhanden, so in Vorarlberg (Langen a. A. 174 mm, Schröcken 176 mm, Bödele 151 mm), im Salzkammergut (Altaussee 183 mm) und schließlich auch südlich des Alpenhauptkammes in den Julischen Alpen (Uccea 172 mm, Musi 173 mm). Die weitaus geringsten Mengen hat andererseits Südtirol (Schlanders 15 mm, Brixen 16 mm). Die weiter westlich und östlich gelegenen inneralpinen Talschaften sind etwas weniger trocken (Bormio 22 mm, Pinerolo und Susa 37 mm, Montjovet im Aostatal 22 mm, Murau und Frohnleiten in der Steiermark 33 bzw. 26 mm). Nur in Tirol erstreckt sich der Raum großer Trockenheit auch auf die Nordseite des Hauptkammes (Längenfeld im Ötztal 35 mm). Auch am östlichen Alpenrand bleibt der Niederschlag gering (Krems 20 mm, Wiener Neustadt 26 mm).

Zusammenfassend lassen sich in den Alpen selbst von Norden nach Süden drei Zonen unterscheiden. Im Norden eine mit großen Mengen bei geringer Variabilität und Schiefe, im Zentralraum südlich des Hauptkammes eine mit geringen Mengen bei großer Variabilität und Schiefe und in den Südalpen eine mit wieder größeren Mengen bei trotzdem hoher Variabilität und Schiefe.

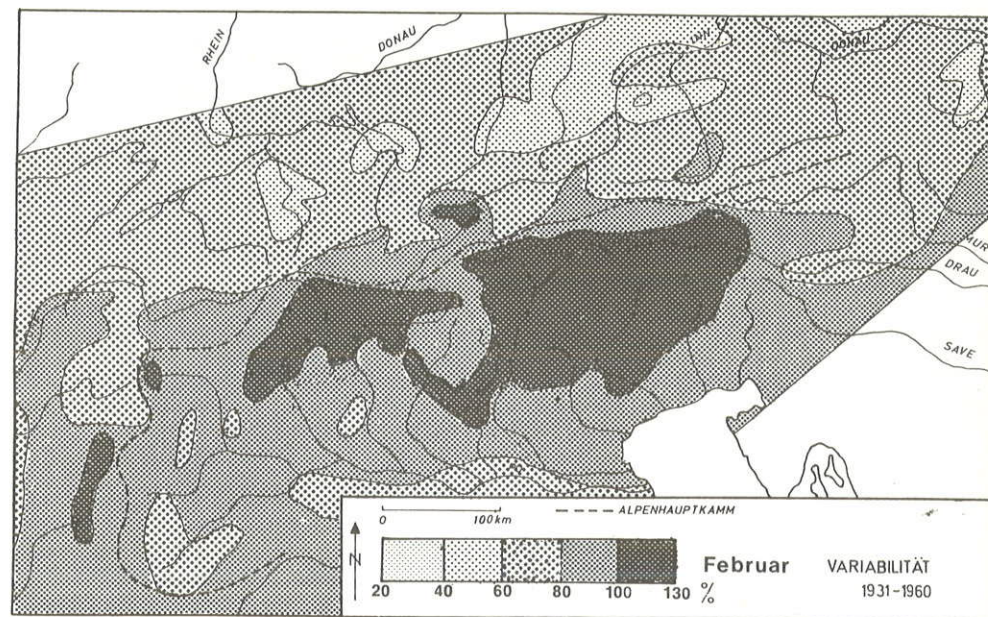


Abb. 14: Variabilität der Niederschlagssummen im Februar.

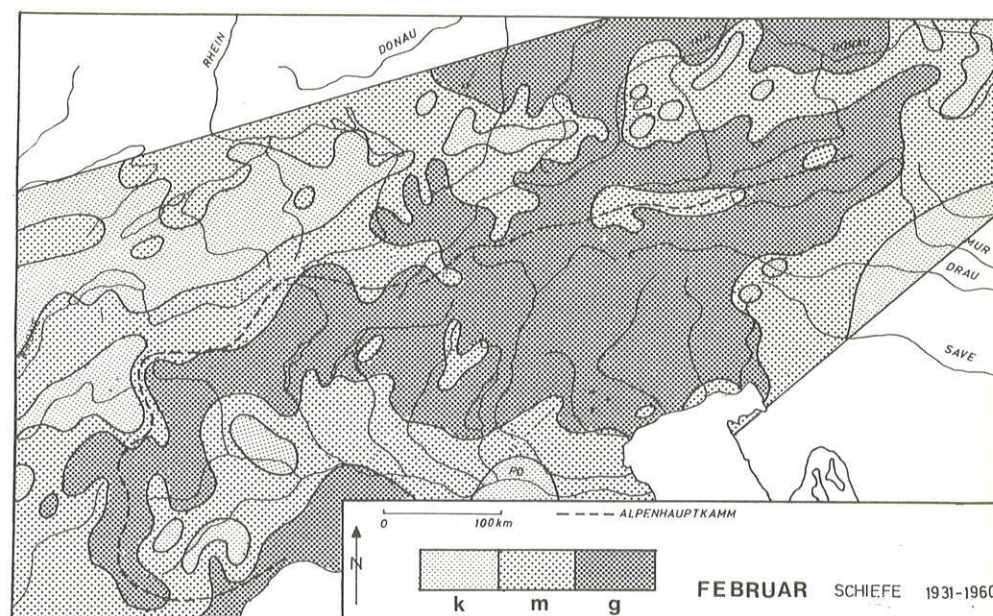


Abb. 15: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Februar.

Auch im *Februar* herrschen die westlichen Strömungen vor, wenngleich zugunsten anderer Richtungen vermindert. Auch ist eine (schon vom November an gegebene) allgemeine Drehung der resultierenden Gesamtströmung (ohne Berücksichtigung der Strömungsgeschwindigkeit berechnet) unverkennbar. Die resultierende Richtung beträgt für den Jänner 295° , im Februar aber 312° (fast Nordwest). Die Gesamtzyklonalität ist eher etwas größer als im Jänner (57 % gegenüber 55 %), wobei der Anteil des Großwettertyps West und Nordwest an den gesamten Zyklonalagen mit 46 % deutlich geringer ist. Die Häufigkeit der

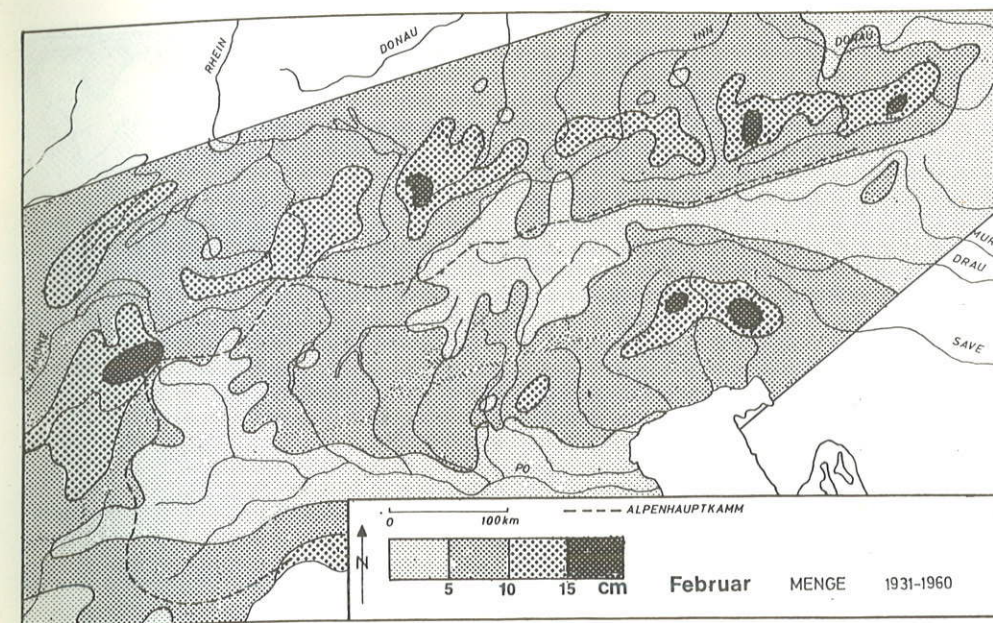


Abb. 16: Mittlere Niederschlagsmengen im Februar.

Tab. 24: Wetterlagengruppen im Februar (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	129	—	129
Nord und Nordost	95	105	200
Ost und Südost	77	50	127
Süd und Südwest	10	81	91
West und Nordwest	49	224	273
Tief	—	24	24
unbekannt	—	—	4
zusammen	360	484	848

Gruppen Nord-Nordost, Ost-Südost und Süd-Südwest erfährt trotz der geringeren Monatslänge auch absolut eine Steigerung, wobei die Zyklonalität für letztere beiden Gruppen erheblich zunimmt. Entsprechend sind auch Tiefdrucklagen über Mitteleuropa stärker vertreten. Die Gesamtzahl der niederschlagswirksamen Lagen beträgt im Norden wie im Jänner rund 16 Tage, im Süden etwa 12–13 Tage.

Die Verteilung der Niederschlagsmenge muß demnach weitgehend jener des Jänner ähneln. Eine Folge des Rückganges der Westlagen ist jedoch in den französischen Westalpen in einer Niederschlagsabnahme gut zu erkennen. Der Zunahme der Nordlagen entspricht ebenso die Niederschlagszunahme am Nordrand der Ostalpen, der Zunahme der Ost- und Südlagen jene des Niederschlags im Raum zwischen Piave und Isonzo. Im Gesamttraum wurden die größten Niederschlagsmengen beobachtet in Friaul und in den Julischen Alpen (Musi 195 mm, Coritis 187 mm, Uccia 176 mm), sodann in Vorarlberg (Damüls 174 mm, Schröcken 173 mm, Langen 170 mm, Warth 163 mm), ferner nahe dem Nordrand der Ostalpen im Salzkammergut und in Niederösterreich (Altaussee 168 mm, Annaberg 146 mm, Paß Pyhrn 130 mm und Lunz am See 120 mm). Vergleichsweise niedriger blieben die Werte in den französischen Westalpen (Thônes 146 mm). Die Extreme der Trockengebiete erscheinen bei gleicher Lage etwas gemildert (Montjovet im Aostatal 25 mm, in Südtirol Schlanders 19 mm und Brixen 22 mm, im Murtal Murau 36 mm und Kraubath 28 mm, im Nordosten Krems 25 mm und Wiener Neustadt 30 mm).

Die Variabilität hat im ganzen Raum merklich zugenommen, was nur zum Teil durch die kleinere Monatslänge und den damit verbundenen geringen inneren zeitlichen Ausgleich bedingt sein kann. Dies widerspricht auch klar der Aussage von Tab. 9 (S. 23), wonach im Februar im ganzen Nordalpenraum die Veränderlichkeit der niederschlagswirksamen Wetterlagen gegenüber dem Jänner stark vermindert sein sollte. Nur im Süden ist dies zutreffend. Andererseits ist die Asymmetrie der Mengenverteilung im Süden deutlich verringert, vielleicht auch im Westen, während sie im nördlichen Teil der Ostalpen bis in das Vorland zunimmt.

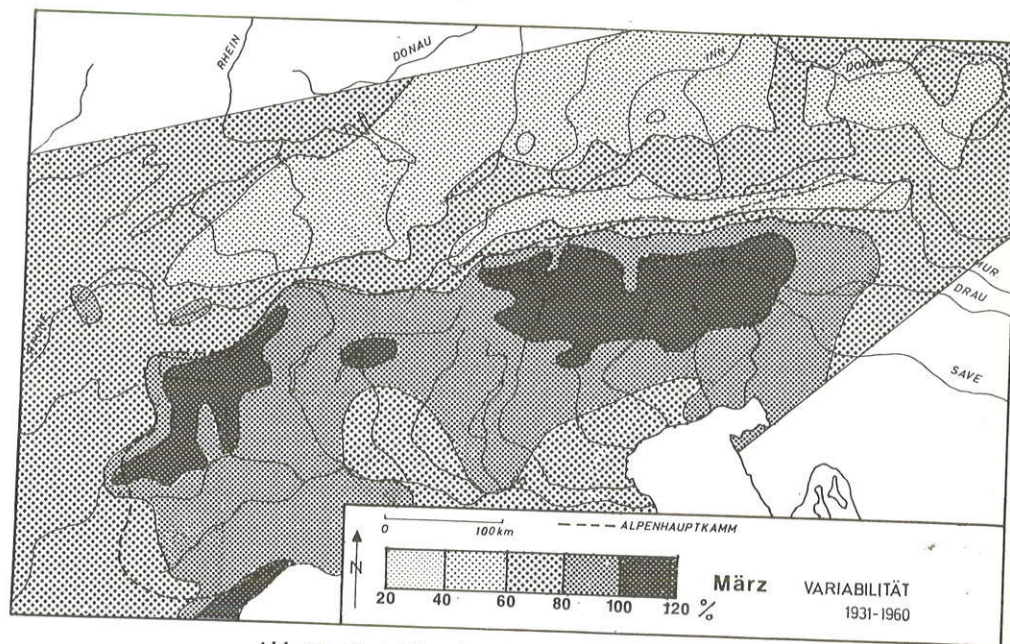


Abb. 17: Variabilität der Niederschlagssummen im März.

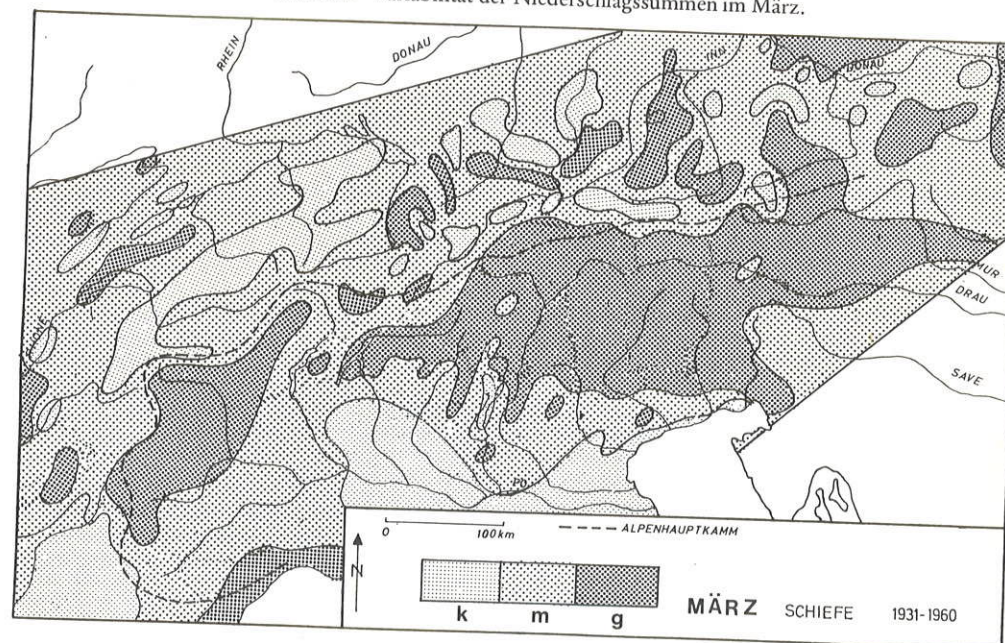


Abb. 18: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im März.

Auch der März weist gegenüber dem Februar keine entscheidende Veränderung in der Zusammensetzung der Großwetterlagen auf. Immerhin sind deutliche Verschiebungen sichtbar, vor allem in der Abnahme der Gesamtzyklonalität (nur mehr 46 % aller Tage), die vor allem die meridionalen Strömungen (Nord und Süd) mehr betrifft als die zonalen (West und Ost). Im Vergleich zur Zahl der Tage im Februar haben alle antizyklonalen Lagen wie auch die Hochdruckgruppe selbst mehr Tage aufzuweisen. Der Anteil der Gruppe West-Nordwest an den gesamten Zyklonalagen ist mit 46 % gleich groß wie im Februar, die resultierende

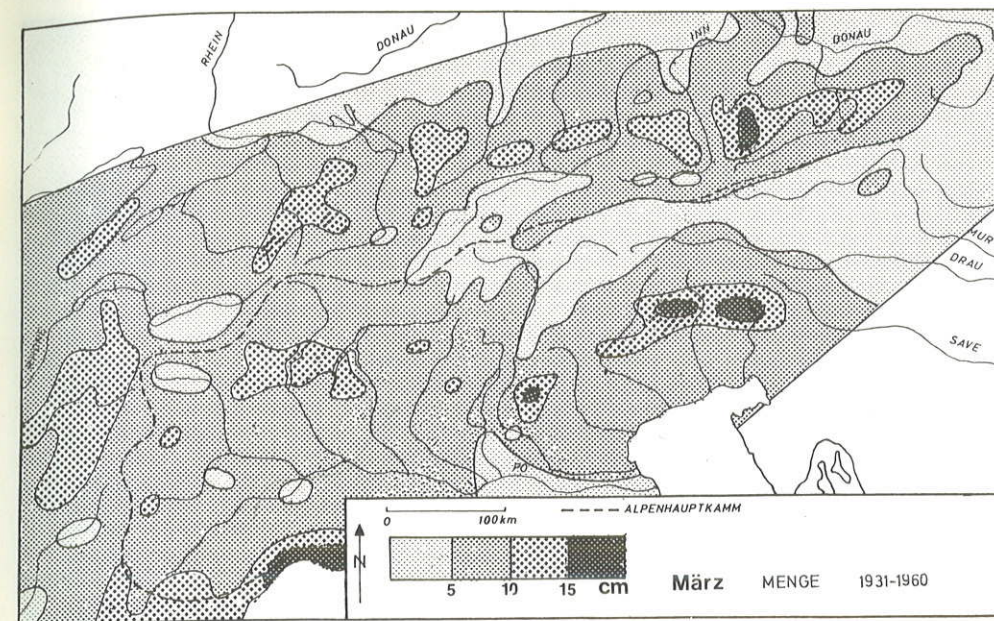


Abb. 19: Mittlere Niederschlagsmengen im März.

Tab. 25: Wetterlagengruppen im März (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	147	—	147
Nord und Nordost	134	71	205
Ost und Südost	101	82	183
Süd und Südwest	50	54	104
West und Nordwest	70	196	266
Tiefdruck	—	22	22
unbekannt	—	—	3
zusammen	502	425	930

Richtung aller Strömungen mit 310° ebenso. Es besteht kein Zweifel, daß der März witterungsklimatologisch besser zum Winter als zum Frühling gerechnet werden sollte. Die niederschlagswirksamen Lagen zählen im Norden 13-16 Tage, im Süden 13-14.

Die Niederschlagsmenge nimmt im Norden, vor allem im Westteil, mehr oder weniger ab, im Süden aber wohl überall zu, vor allem im Südosten. Die größten mittleren Monatssummen wurden erreicht in Friaul (Musi 238 mm, Uccia 221 mm, Coritius 189 mm, San Francesco 160 mm), im Salzkammergut (Bad Altaussee 162 mm), aber auch in Vorarlberg (Schröcken 147 mm, Langen a. A. 137 mm) und schließlich in den französischen Seeralpen (Coursegoules 143 mm). Dagegen liegen die Werte in Savoyen wie auch in der Schweiz unter dem Einfluß des in Westeuropa häufigeren hohen Luftdruckes tiefer (Thônes 119 mm). Wie im Jänner und Februar ist auch in diesem Monat Schlanders im Vinschgau der trockenste Ort (21 mm). Weniger als 30 mm März-niederschlag kommen überhaupt nur im Zentralraum von Tirol vor, so in Brixen (28 mm) und im Oberinntal und seinen Seitentälern (Ried, Rietzenried im Pitztal und Längenfeld im Ötztal je 29 mm) vor. Im Murtal erreicht nur Tamsweg das Minimum von 30 mm, während am Ostrand Krems 23 mm und Wiener Neustadt 35 mm haben. In den Westalpen zeichnen sich Trockenzentren ab um Embrun (48 mm), Aostatal (Montjovet 33 mm) und schließlich im Wallis (Sion 35 mm).

Die Variabilität erreicht die größten Beträge (immer noch über 100 %) im piemontesischen Innenbogen, in Südtirol, in Kärnten und Oberkärnten. Sie nimmt sonst im allgemeinen ab, vor allem im Norden. Auch dies ist durch die Veränderlichkeit der niederschlagswirksamen Wetterlagen nicht zu erklären, die vor allem im Nordwesten im März viel größer als im Februar ist und nur im Südosten deutlich kleiner. Die Symmetrie der Mengenverteilungen scheint im Großen und Ganzen zuzunehmen, doch besteht vor allem südlich des Hauptkammes eine bedeutende Rechtsschiefe.

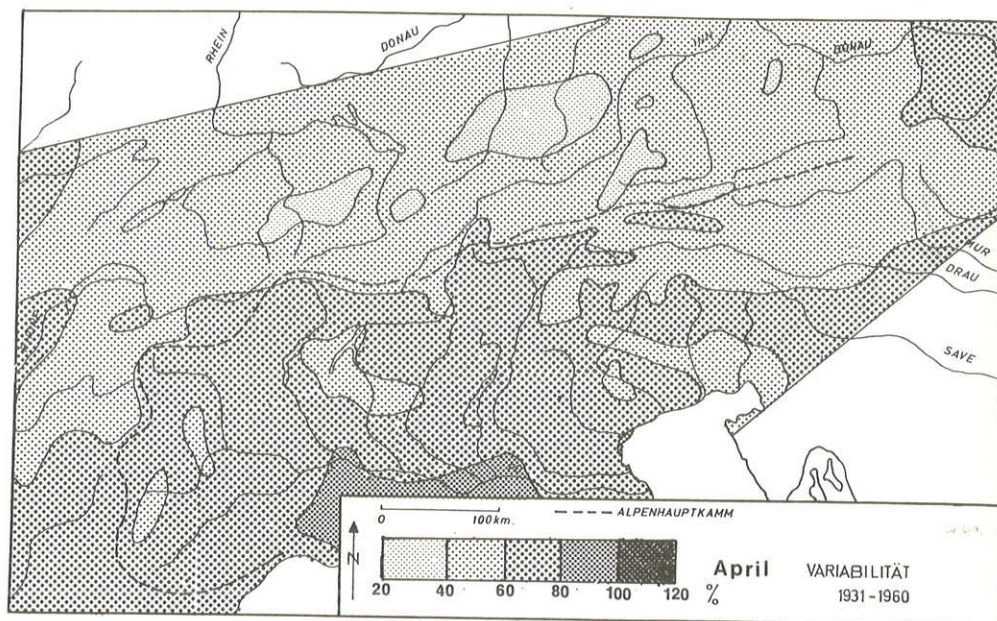


Abb. 20: Variabilität der Niederschlagssummen im April.

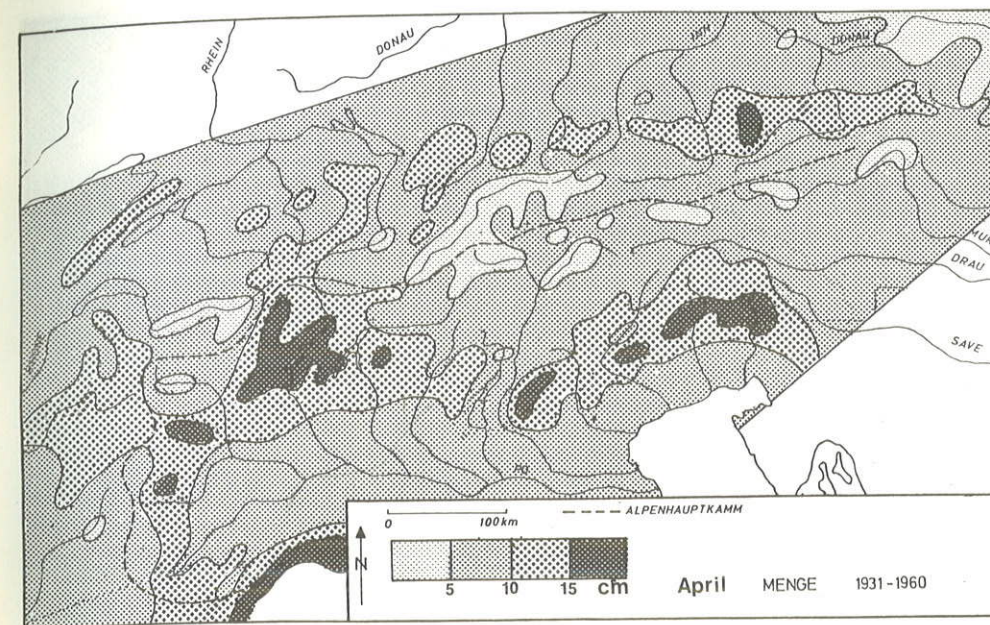


Abb. 22: Mittlere Niederschlagsmengen im April.

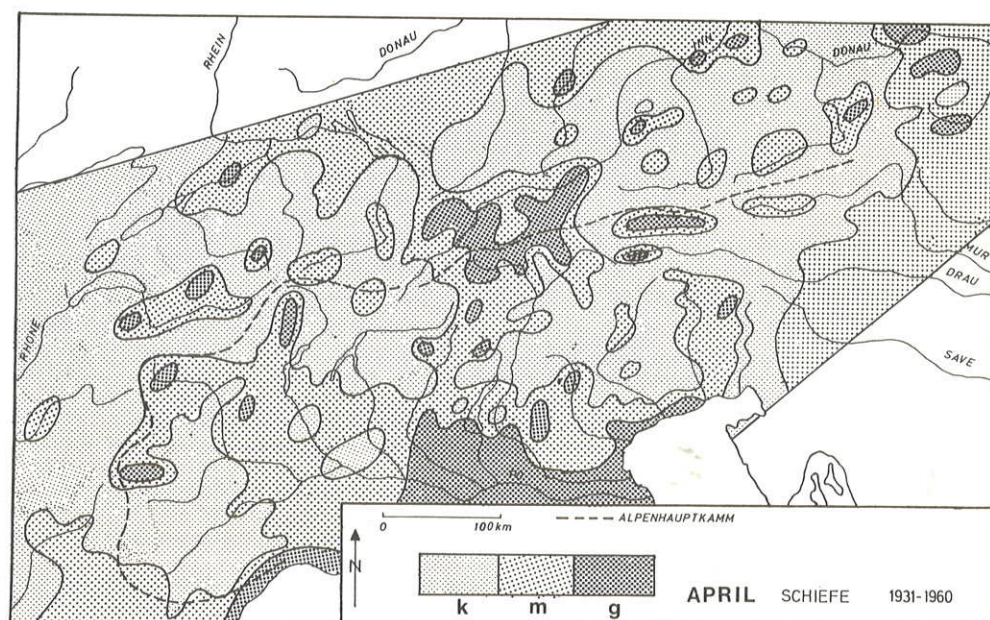


Abb. 21: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im April.

Tab. 26: Wetterlagengruppen im April (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	129	—	129
Nord und Nordost	144	139	283
Ost und Südost	61	21	82
Süd und Südwest	35	81	116
West und Nordwest	85	177	262
Tiefdruck	—	23	23
unbekannt	—	—	5
zusammen	454	441	900

Mit dem April zeichnet sich im Jahreslauf eine witterungsklimatologisch bedeutsame Änderung ab. Zwar steigt die Gesamtzyklonalität nur wenig auf 49 % an, doch geschieht dies bei einer Abnahme der zonalen (West- und Ost-) Strömungen und einer um so kräftigeren Zunahme bei den meridionalen (Nord und Süd). Im Ganzen gesehen nimmt die Zahl der zyklonalen Nordlagen sehr stark, die der antizyklonalen mäßig zu, während bei den Südlagen die ebenso große Vermehrung auf die zyklonalen beschränkt ist. Die Ostlagen vermindern sich um einen großen Betrag, vor allem die zyklonalen, während bei den West-Nordwestlagen lediglich eine Verschiebung zur antizyklonalen Seite zu beobachten ist. Die zentralen Hochdrucklagen nehmen dagegen leicht ab. Diese Umgruppierungen lassen den Anteil der West- und Nordwestlagen an der Gesamtzahl der zyklonalen Lagen auf 40 % fallen. Die resultierende Richtung aller Großwetterlagen wendet sich mit 323° deutlich nordwärts. Die niederschlagswirksamen Lagen erreichen im Norden 15-17 Tage, im Süden nur rund 12 Tage.

Die Niederschlagsmengen zeigen gegenüber dem März im Norden keine allzugroßen Änderungen (Zunahmen z. T. im Stauraum der Ostalpen), dagegen eine allgemeine Vermehrung in den Südalpen von Piemont bis Friaul. Die Rekorde liegen wieder in den Julischen Alpen (Musi 254 mm, Ucea 248 mm, doch wird auch weiter westlich viel erreicht (Staro in den Lessinischen Alpen 193 mm, Miazzina und Ornavasso im Sesiagebiet 234 bzw 213 mm). Im Nordosten hat Altaussee nur 164 mm. Das trockenste Gebiet ist dagegen im Oberinntal und Vinschgau vorhanden (Ried und Schlanders je 26 mm). Daneben kommt das Wallis (Sion 31 mm), das Murtal (Tamsweg und Kraubath 43 mm) auf wenig höhere Beträge.

Auch Variabilität und Schiefe sind stark verändert. Erstere verringert sich entsprechend der Veränderlichkeit der Wetterlagen im ganzen Raum (bei andauernd höheren Beträgen im Südtal), letztere zeigt eine Tendenz zu stärkerer Symmetrie (am wenigsten im zentralalpinen Teil von Tirol).

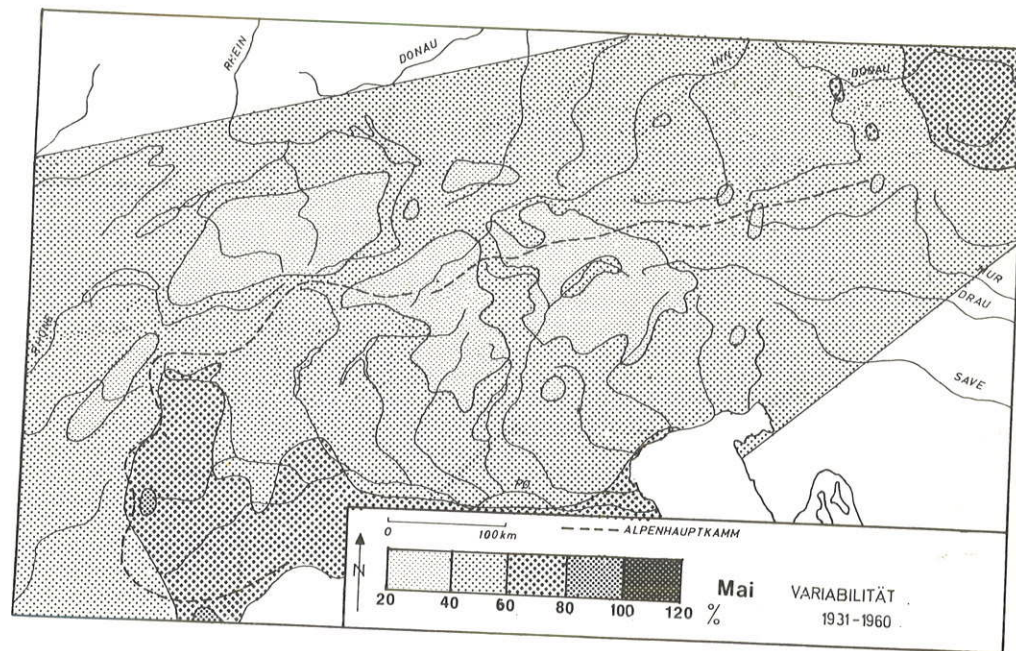


Abb. 23: Variabilität der Niederschlagssummen im Mai.

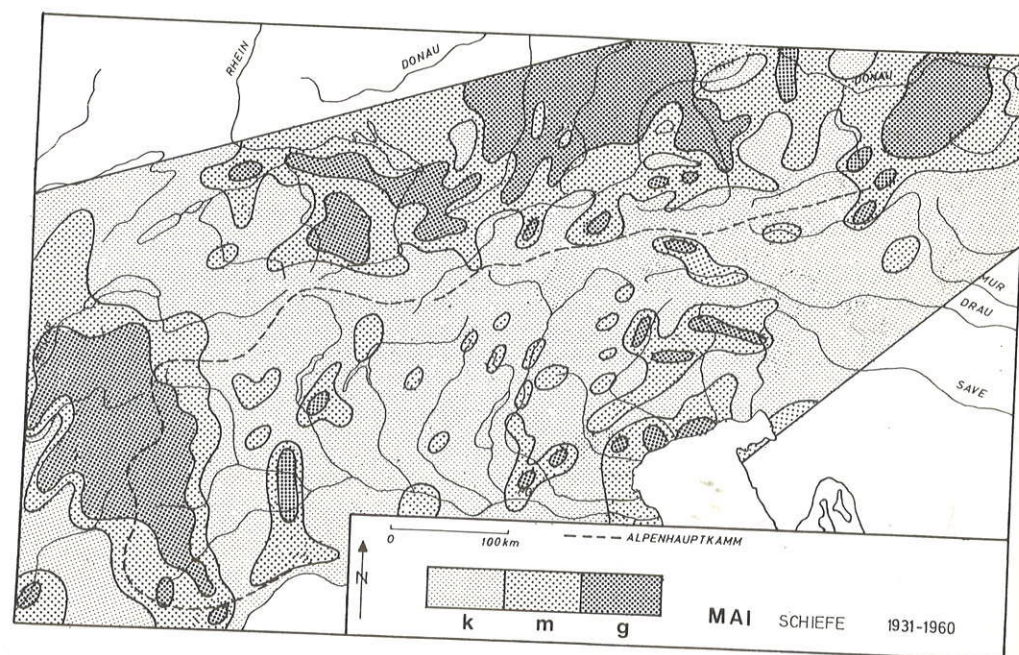


Abb. 24: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Mai.

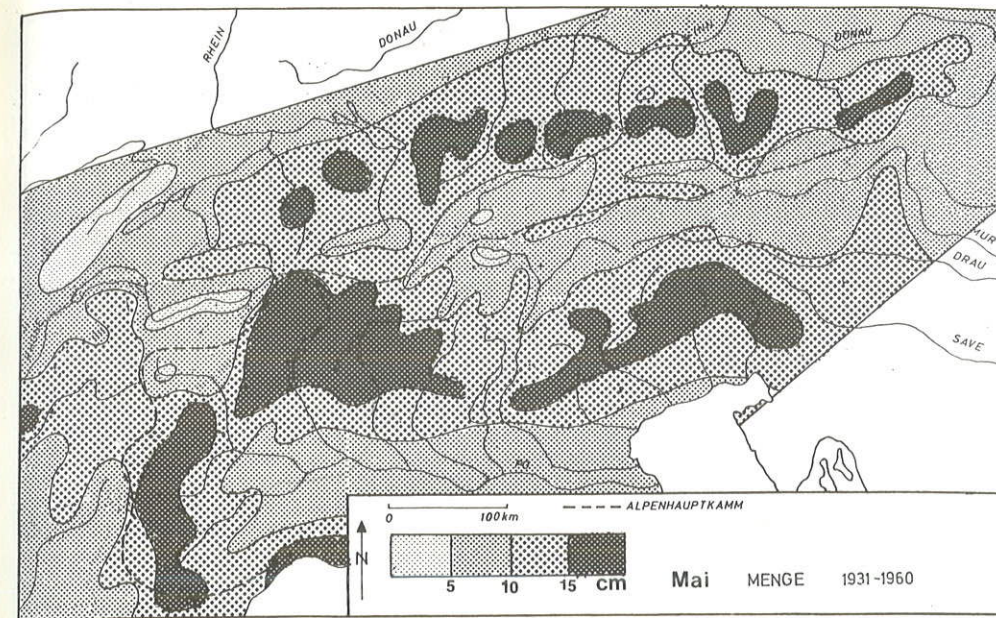


Abb. 25: Mittlere Niederschlagsmengen im Mai.

Tab. 27: Wetterlagengruppen im Mai (Zahl der Tage 1931–1960)

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	105	—	105
Nord und Nordost	193	150	343
Ost und Südost	106	53	159
Süd und Südwest	23	82	105
West und Nordwest	46	128	174
Tiefdruck	—	36	36
unbekannt	—	—	8
zusammen	473	449	930

Im Mai erreicht die seit dem März sichtbar gewordene Veränderung in der Zusammensetzung der Wetterlagen ihren Höhepunkt. Die Gruppe Nord-Nordost (vor allem der antizyklonale Teil) und die Gruppe Ost-Südost (hier mehr der zyklonale Teil) verzeichnen eine starke Steigerung, die antizyklonalen Süd- und Südwest-, West- und Nordwest- ebenso wie die zyklonalen West- und Nordwestlagen eine Verringerung. Letztere fallen auf einen Anteil von 29 % an allen Zyklonalagen. Obwohl auch der Hochdruck ab- und der Tiefdruck um die Hälfte zunimmt, bleibt die Gesamtzyklonalität mit 48 % gegenüber dem April kaum verändert. Die Zunahme der nördlichen und östlichen sowie die Abnahme der westlichen und südlichen Komponente bewirkt, daß die resultierende Richtung mit 7° einen nördlichen Extremwert erreicht. Die Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen beträgt im Norden wie im April 15–17, im Süden mit 13–15 jedoch mehr.

Die Niederschlagsmengen sind vor allem in der südlichen Randzone sehr hoch, wo in Chivolis (Livenza-Gebiet) 319 mm, in Miazzina (Lago Maggiore) 313 mm und in Musi (westliche Julische Alpen) 306 mm erreicht werden und viele Orte mehr als 200 mm haben. Im Norden kommt nur Hohenaschau (südlich des Chiemsees) auf 208 mm, Bodele (Bregenzer Wald) auf 205 mm, Altaussee auf 192 mm. Nach O. Kubat ist dabei der innere Alpenbogen zwischen Seealpen und Etsch in mindestens 15 % aller Jahre im Mai am feuchtesten. Dagegen liegt das trockenste Gebiet nun im Wallis (Sion 38 mm), gefolgt vom Vinschgau (Schlanders 44 mm), dem obersten Oberinntal (Ried 47 mm) und dem Aostatal (Aymavilles 48 mm).

In annähernder Übereinstimmung mit jener der wirksamen Wetterlagen ist auch die Variabilität der Niederschlagsmengen im ganzen Raum verringert, wobei die Minima in den Westalpen nördlich und in den Ostalpen südlich des Hauptkammes liegen. Nur der piemontesische Innenbogen hat erhöhte Variabilität, wenn man vom äußersten Nordosten absieht. Die Verteilungen nähern sich im übrigen im Alpenraum selbst weiter der Symmetrie. Nur in den französischen und piemontesischen Westalpen sowie im nördlichen Alpenvorland zwischen Reuß und Salzach besteht eine beachtliche Rechtsschiefe.

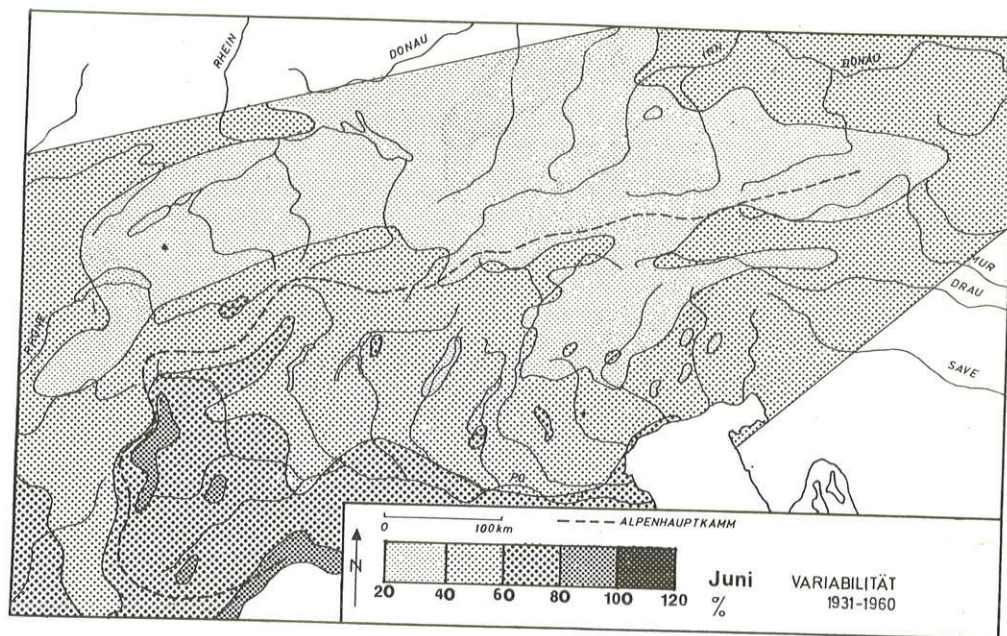


Abb. 26: Variabilität der Niederschlagssummen im Juni.

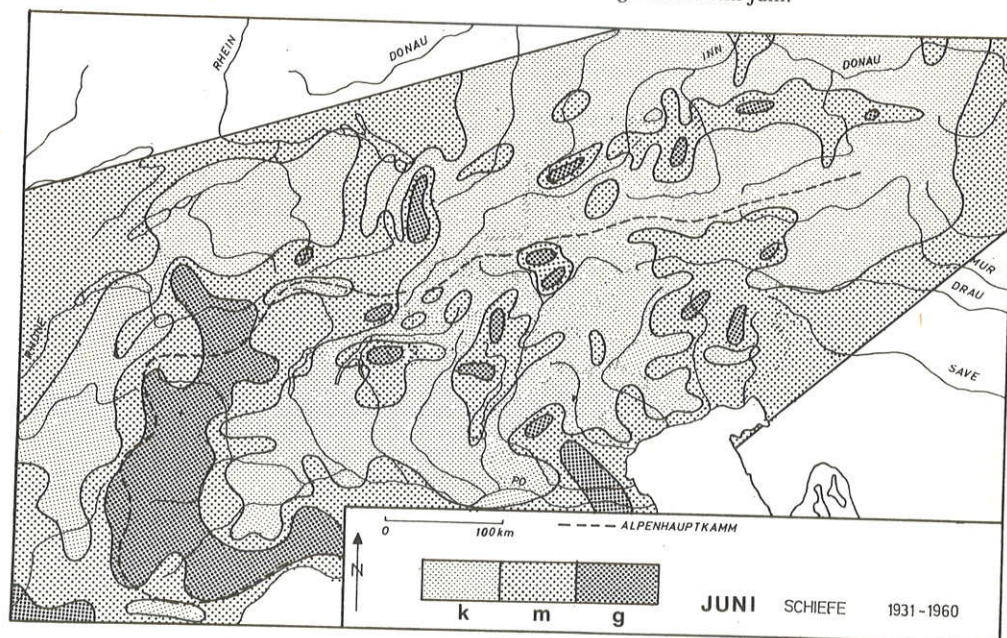


Abb. 27: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Juni.

Der Juni weist gegenüber dem Mai eine völlig veränderte Wetterlagenstruktur auf. Alle meridionalen und östlichen Strömungen (letztere am stärksten) werden im antizyklonalen und zyklonalen Teil mehr oder weniger stark beschnitten. Auch die Tiefdrucklagen im engeren Sinne nehmen ab, die Hochdrucklagen stark zu. Hauptgewinner sind aber die antizyklonalen und zyklonalen West- und Nordwestlagen, sodaß zwar einerseits die Gesamtzyklonalität auf 44 % sinkt, der Anteil der West- und Nordwestlagen an allen Zyklonal-lagen aber wieder auf 51 % steigt (Übergang zum „europäischen Sommermonsun“). Entsprechend beträgt die

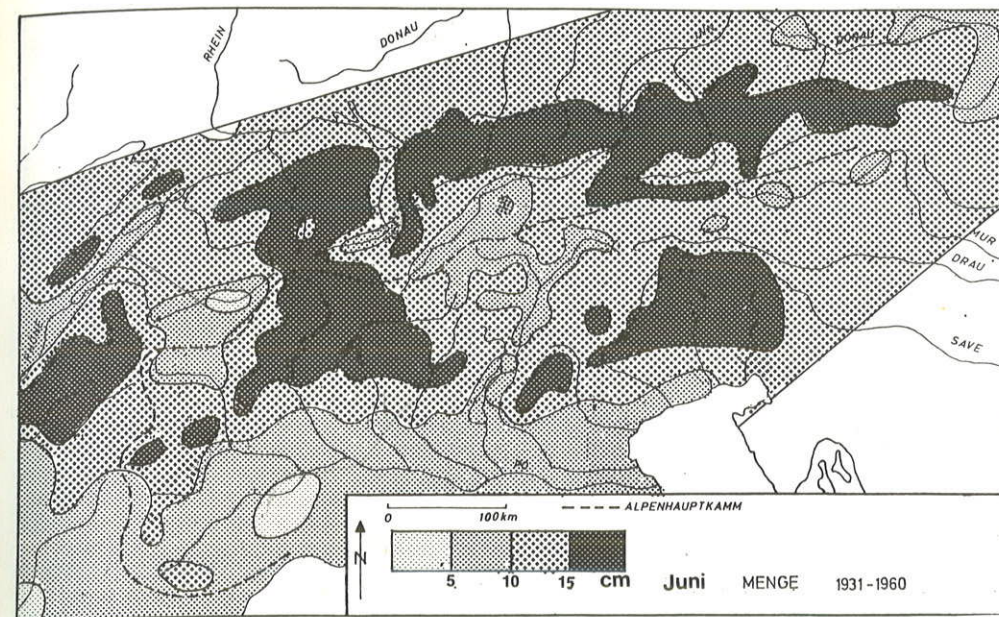


Abb. 28: Mittlere Niederschlagsmengen im Juni.

Tab. 28: Wetterlagengruppen im Juni (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	181	—	181
Nord und Nordost	168	121	289
Ost und Südost	32	4	36
Süd und Südwest	8	51	59
West und Nordwest	110	202	312
Tiefdruck	—	16	16
unbekannt	—	—	7
zusammen	499	394	900

resultierende Strömungsrichtung nun 319°. Die niederschlagswirksamen Wetterlagen umfassen im Nord-westen etwa 13, im Nordosten 17, im Süden aber nur mehr rund 9 Tage.

Trotzdem treten die größten mittleren Monatssummen in zwei Teilräumen der Südalpen auf, nämlich in Friaul (Uccea und Coritis je 325 mm, Musi 323 mm) und im Raum Tessin und westlich davon im Sesia-Gebiet (Miazzina 268 mm, Ornavasso 257 mm). Zu diesen Mengen tragen Gewitter entscheidend bei. Auf der Alpennordseite besitzen Hohenaschau (Chiemgauer Alpen, 243 mm), Hinterstein (Allgäu, 242 mm), Bödele (Bregenzer Wald, 240 mm) und Urfeld (Walchensee, 221 mm) die Extreme. Weiter östlich bleiben die Mittel leicht niedriger (Altaussee 216 mm, Obertauern 203 mm). Zu bemerken ist, daß auch in der Zentralschweiz ein hoher Juniniederschlag auftritt (Schwyz 206 mm). Nach O. Kubat ist der Juni überhaupt zwischen Aare und Wienerwald im Norden, aber auch in Teilen der Südalpen in mindestens 15 % aller Jahre der feuchteste Monat. Abgesehen vom Trockengebiet von Alessandria (um 40 mm) ist in den Inneralpen das obere Wallis (Visp 48 mm) als trockenste Talschaft anzusprechen, gefolgt vom Aostatal (Aosta 50 mm), vom Obervinschgau (Prad und Matsch je 59 mm) und Unterengadin (Schuls 74 mm). Im Vergleich zum Mai ist trotz der einzelnen Maximalwerte im Süden die Nordverlagerung des Niederschlagsfeldes eindeutig zu erkennen. Sie bezieht auch die savoyischen Alpen ein. Zwischen Aare und Wienerwald ist das Gebiet mit mehr als 150 mm Menge fast geschlossen entwickelt.

Die Variabilität nimmt im Norden fast überall ab bis unter 40 %. Nur im Südwesten wirkt sich der Einfluß der sommerlichen mediterranen Klimazüge in einer Erhöhung aus. Der Rückgang der Variabilität ist wohl hauptsächlich durch die zusätzlich auftretenden Konvektivniederschläge bedingt, die auch bei Fehlen ausgesprochener Zyklonalität einen Ausgleich herbeiführen. Die Verteilungsschiefe nimmt dagegen nur im nördlichen Vorland und in den französischen Alpen merklich ab, vom östlichen über den südlichen Alpenrand bis vor allem zum piemontesischen Innenbogen aber erheblich zu.

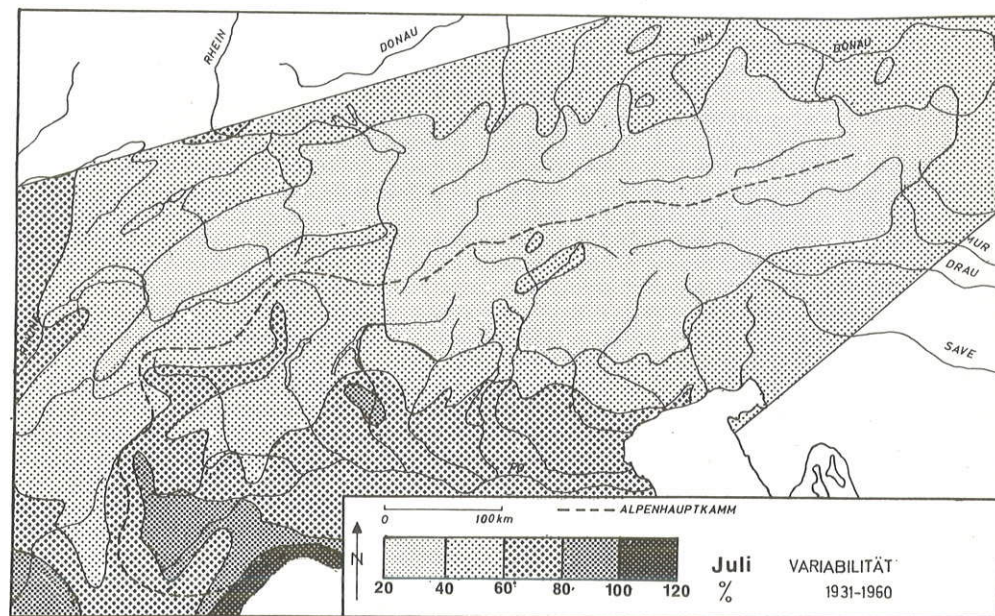


Abb. 29: Variabilität der Niederschlagssummen im Juli.

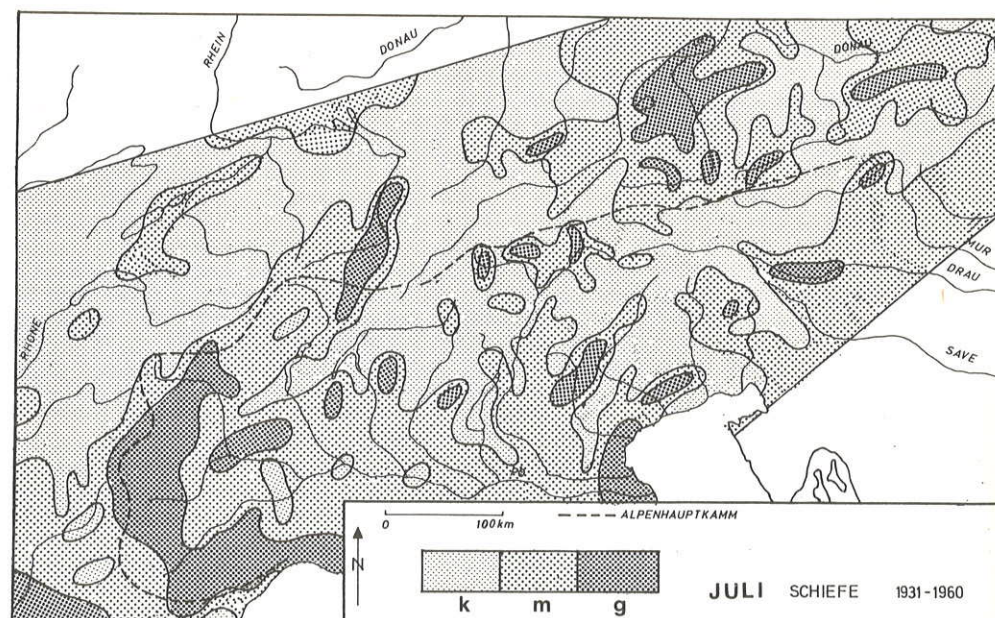


Abb. 30: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Juli.

Im Juli setzt sich jene Umgruppierung der Großwetterlagen, die schon vom Mai zum Juni so kennzeichnend war, weiter fort, wobei nun die Zyklonalität im Ganzen (auf 54 %), besonders aber bei der West-Nordwestgruppe ansteigt. Auch die Süd- und Südwestlagen, vor allem die zyklonalen, nehmen zu, während die antizyklonalen Nord- und Nordostlagen eine starke, die entsprechenden zyklonalen eine mäßige Verringerung erfahren. Der deutlich sichtbaren Verringerung der Hochdrucklagen im engeren Sinne steht eine Zunahme der Tiefdrucklagen gegenüber. Die resultierende Strömungsrichtung beträgt 293° , ist also weiter von Norden gegen Westen gerückt. Der Anteil der West- und Nordwestlagen an den gesamten

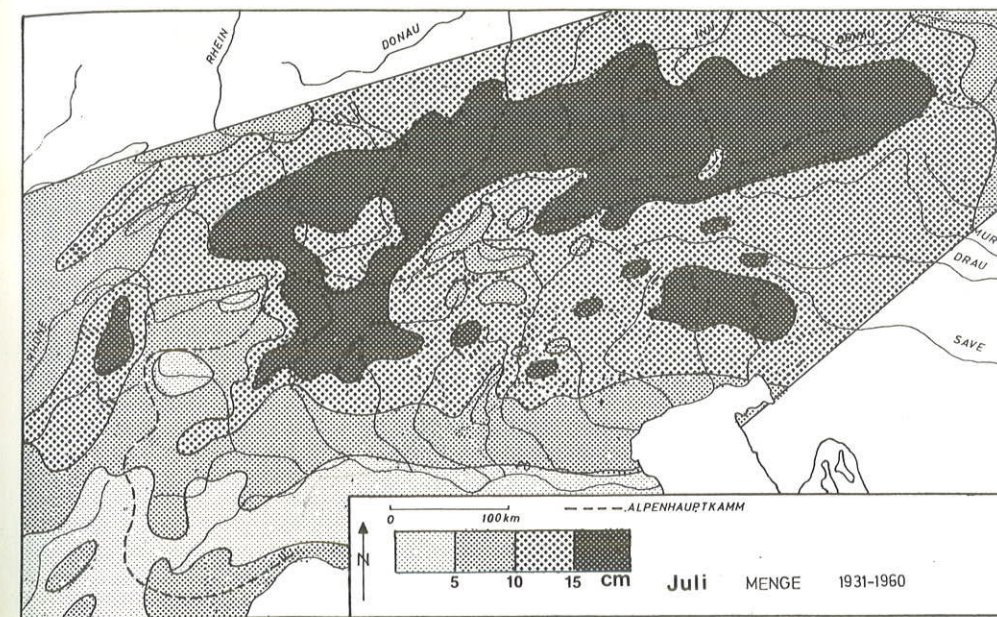


Abb. 31: Mittlere Niederschlagsmengen im Juli.

Tab. 29: Wetterlagengruppen im Juli (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	160	—	160
Nord und Nordost	89	71	160
Ost und Südost	18	12	30
Süd und Südwest	14	90	104
West und Nordwest	144	291	435
Tiefdruck	—	36	36
unbekannt	—	—	5
zusammen	425	500	930

Zyklonallagen ist zugleich auf 58 % gestiegen. Die Zahl der niederschlagswirksamen Lagen beträgt im Norden rund 17 Tage, im Süden 8–10 Tage.

Das Niederschlagsfeld zeigt entsprechend eine deutliche Verlagerung nach dem Norden und auch in geringerem Umfang vom Westen nach dem Osten. Zwischen Reuß und dem Wienerwald ist der Juli nördlich des Alpenhauptkammes, aber auch im zentralalpinen Teil von Tirol, Kärnten und Steiermark in mindestens 1/5 aller Jahre die feuchteste Jahreszeit (O. Kubat). Erstmals treten nun auch die größten mittleren Mengen in den Nordalpen auf, meist sehr nahe dem Gebirgsrand (Bödele in Vorarlberg 282 mm, Oberes Ostrachtal im Allgäu 277 mm, Sachrang nördlich Kufstein 272 mm, Schröcken im Bregenzerwald 271 mm, Altaussee 270 mm). Vergleichsweise bleibt der Süden eindeutig zurück (Musi und Ucea in den Julischen Alpen mit 251 bzw. 247 mm, Miassina und Locarno im Raum des Lago Maggiore mit 221 bzw. 208 mm). Hierin wie auch in der Verteilung der Trockenextreme äußert sich klar der mediterrane Einfluß. So werden im Alpenanteil der Provence in Fayence Tourettes nur 23 mm, in Aups, Regusse und Allemagne-en-Provence nur je 25 mm beobachtet. Wenig mehr haben Aymavilles im Aostatal (30 mm), Susa (33 mm) und schließlich auch das Wallis (Visp 39 mm). Dagegen ist in den inneren Ostalpen wohl noch ein Gebiet geringeren Niederschlags zu erkennen, die Minima bleiben aber wesentlich höher (Prad im Obervinschgau 67 mm, Ried im Oberinntal 100 mm), worin sich die Zugehörigkeit dieses Raumes zum kontinentalen Klimagebiet klar ausdrückt.

Die Variabilität hat sich abgesehen von den unmittelbar mediterran beeinflussten Gebieten im Südwesten verringert, wobei sich allgemein die Ostalpen als Ganzes gegenüber den Westalpen durch große Zuverlässigkeit der Mengen auszeichnen. Die 40 %-Isovariable folgt in großen Zügen dem Gebirgsrand. Dabei liegt die geringste Variabilität (auch für einen Monat im Gesamtjahr gesehen) in den Hohen Tauern. Die Symmetrieverhältnisse ähneln im übrigen stark jenen des Juni, wobei nur im bayerisch-österreichischen Alpenvorland (um Salzburg und gegen den Wienerwald) nun höhere Rechtsschiefe auftritt.

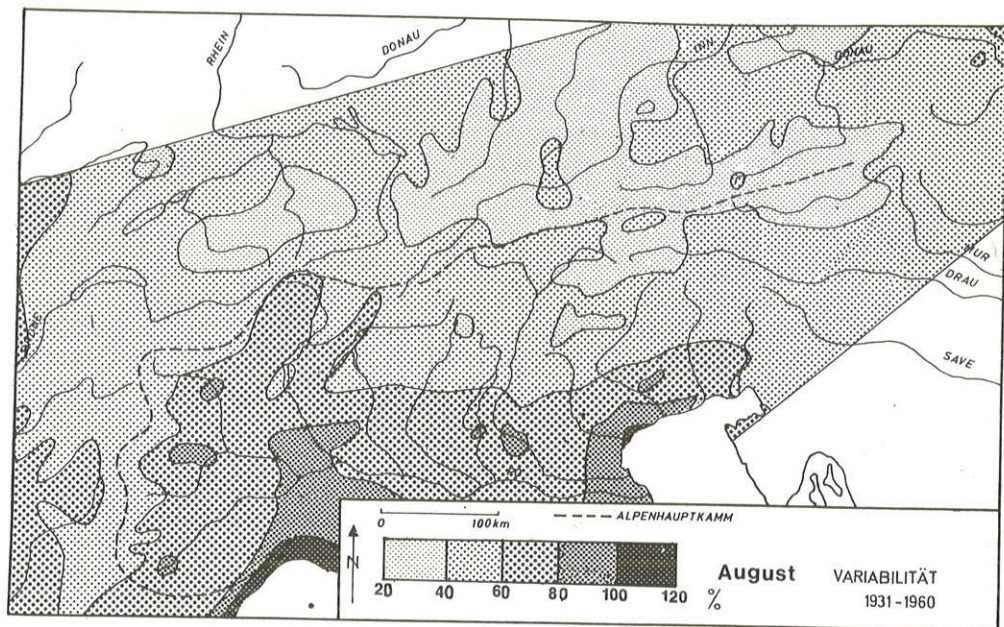


Abb. 32: Variabilität der Niederschlagssummen im August.

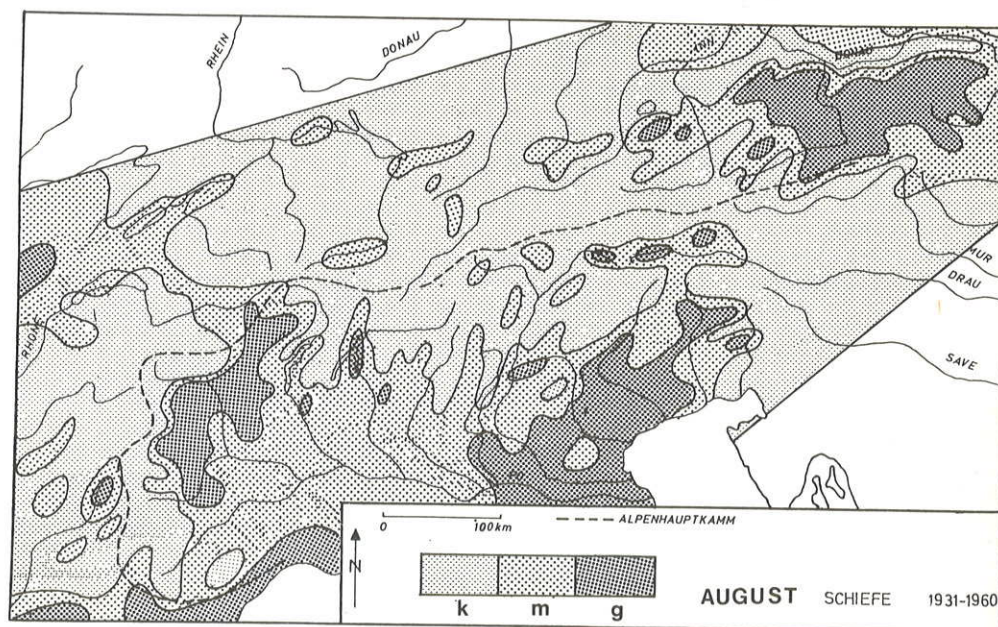


Abb. 33: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im August.

Auch im August stehen die Wetterlagen mit zonaler Zirkulation weit im Vordergrund. Gegenüber dem Juli gibt es nur geringe Veränderungen in der Zusammensetzung. So nehmen die antizyklonalen West- und Nordwestlagen leicht ab, die antizyklonalen Süd- und Südwestlagen dafür leicht zu. Dasselbe gilt nun auch für die Ost- und Südostlagen als erstes Anzeichen wiederbeginnender Tiefdruckentwicklung im Mittelmeerraum. Da die zyklonalen Nord- und Nordostlagen zurückgehen, die zyklonalen West- und Nordwestlagen aber gleich bleiben, erhöht sich der Anteil letzterer nun auf 61 %. Die resultierende Strömungsrichtung zeigt auf 288°. Die Zahl der niederschlagswirksamen Lagen beträgt im Norden 16-17 gegenüber nur 9-10 im Süden.

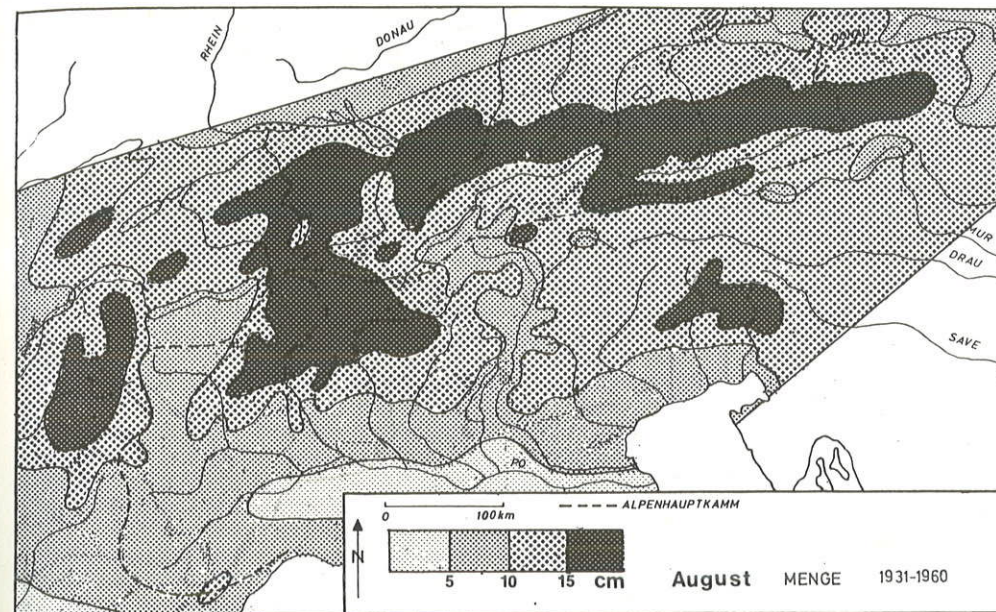


Abb. 34: Mittlere Niederschlagsmengen im August.

Tab. 30: Wetterlagengruppen im August (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	160	—	160
Nord und Nordost	88	62	150
Ost und Südost	41	9	50
Süd und Südwest	38	90	128
West und Nordwest	124	290	414
Tiefdruck	—	24	24
unbekannt	—	—	4
zusammen	451	475	930

Das Niederschlagsfeld hat entsprechend seinen Schwerpunkt im Norden mit einer leichten Verschiebung westwärts. Die größten mittleren Monatssummen wurden dabei in gleicher Höhe (249 mm) sowohl im Bregenzer Wald (Schröcken) als auch nahe dem Lago Maggiore (Miazzina) gemessen. Knapp weniger erreichten die Stationen Bödele (oberhalb Dornbirn, 248 mm) und Ornavasso (243 mm, nahe dem Tal- ausgang des Toce). Westlich und östlich bleiben die Extreme niedriger (Schwyz 201 mm, Belleville in den savoyischen Alpen 173 mm, im Osten Oberes Ostrachtal und Oberdorf im Allgäu 233 mm, Altaussee 227 mm, im Süden Locarno 228 mm, im Südosten in den Julischen Alpen Ucea 226 mm und Musi 219 mm). Wie O. Kubat gezeigt hat, ist der August im ganzen Raum zwischen Isère und Enns, aber auch im Tessin, in Südtirol, in Steiermark und Nordkärnten in mindestens 15 % aller Jahre der feuchteste Monat, in Teilen der Zentralschweiz, in Vorarlberg und Graubünden, Nord- und Südtirol sogar mehr als 25 %. Die trockensten Gebiete befinden sich dabei weiter im mediterran beeinflussten Raum. So erreichte Fayence-Tourettes im provençalischen Alpenteil nur 32 mm, Aosta 43 mm und Visp 51 mm. Auch das südliche Vorland bleibt sehr trocken (Cremona 44 mm). Weiter östlich, gegen das kontinentale Klimagebiet hin, kommen nur mehr höhere Werte vor, so in Prad (Obervinschgau) 61 mm, in Ried im Oberinntal und in Sölden im Ötztal 87 mm. Auch am östlichen Alpenrand bleibt die Trockenheit gemäßigt (Hainburg 64 mm, Wien 71 mm, Krems 78 mm).

Die Variabilität nimmt im ganzen Raume leicht zu, wie es auch der in allen Teilgebieten zunehmenden Variabilität der niederschlagswirksamen Wetterlagen (Tab. 9, S. 23) entspricht. Die Verteilungsschiefe läßt im Südwesten eine leichte Verringerung, im Osten aber eher eine Verstärkung erkennen (Venetien, österreichisches Alpenvorland und Voralpen).

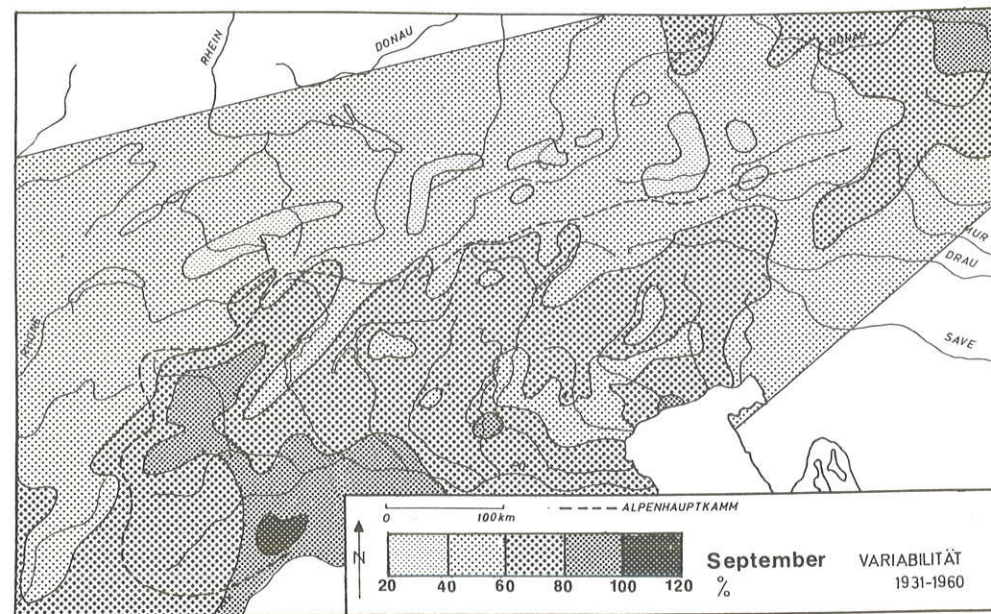


Abb. 35: Variabilität der Niederschlagssummen im September.

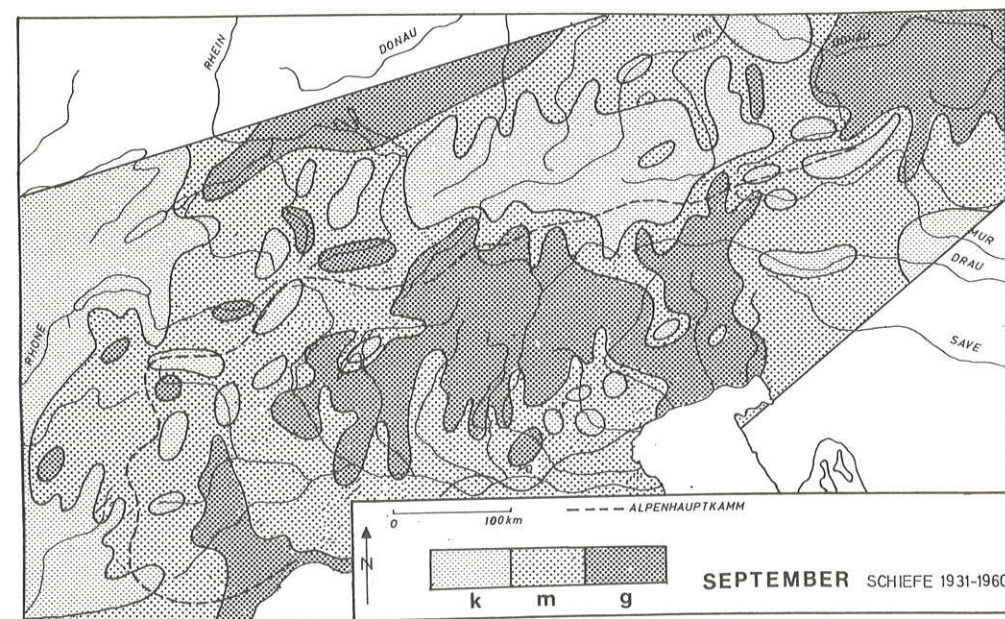


Abb. 36: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im September.

Der September bringt gegenüber dem Vormonat keine entscheidende Änderung der Zirkulation. Bei im Ganzen deutlich abnehmender Zyklonalität (43 %), die sich auch in einer Zunahme der Hoch- und Abnahme der Tiefdrucklagen äußert, ist immerhin eine gewisse Hinneigung zu verstärkt meridionalen Strömungen unverkennbar. Erstmals seit dem Mai nehmen nun (vorübergehend) die Nord- und Nordostlagen sowohl im antizyklonalen als auch zyklonalen Teil zu. Dagegen weisen die Süd- und Südwestlagen eine Verminderung bei zugleich verstärkter Antizyklonalität auf. Die Hauptänderung betrifft die West- und Nordwestlagen, bei

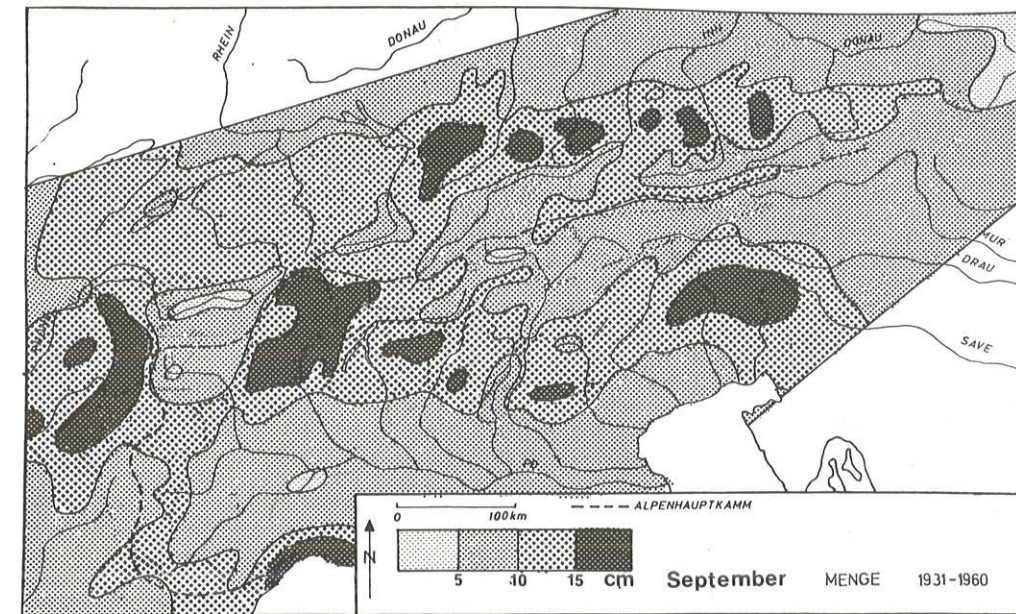


Abb. 37: Mittlere Niederschlagsmengen im September.

Tab. 31: Wetterlagengruppen im September (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	176	—	176
Nord und Nordost	95	79	174
Ost und Südost	54	19	73
Süd und Südwest	65	50	115
West und Nordwest	115	226	341
Tiefdruck	—	17	17
unbekannt	—	—	4
zusammen	505	391	900

denen vor allem die zyklonalen abnehmen, sodaß sie nur mehr einen Anteil von 58 % an den gesamten Zyklonalagen haben. Die Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen beträgt im Norden mit 14-15 etwas weniger, im Süden mit 9-10 eher mehr als im August.

Der Vergleich der Niederschlagsmengenkarten zeigt deutlich die beginnende Verlagerung des Schwerpunktes in den Süden. Dort treten sowohl im Tessin- und Toce-Gebiet (Miazzina 266 mm, Ornavasso 254 mm) als auch im gebirgigen Teil von Friaul (Musi 264 mm, Ucea 253 mm, Chievolis 242 mm) die größten mittleren Mengen auf. Am nördlichen Alpenrand wurde dagegen an keinem Ort 200 mm erreicht. Einmal mehr traten hier die größten Mengen im Oberallgäu (Oberes Ostrachtal 194 mm) und im Bregenzer Wald auf (Schröcken 188 mm, Bödele 184 mm). Kaum geringere Mengen finden sich ostwärts bis zur Salzach, so in Hohenaschau (Chiemgauer Alpen) 182 mm und in Schellenberg nahe Salzburg 187 mm. Östlich der Salzach läßt die Ergiebigkeit nach. Als feuchtester Monat des Jahres tritt der September nach O. Kubat nur selten auf, mit mehr als 15 % Häufigkeit nur im Alpeninnenbogen westlich Turin bis zum Malojapass, im unteren Oglio-Gebiet und an einzelnen Stellen der Dauphiné und Venetiens. Die trockensten Gebiete finden sich am östlichen Gebirgsrand (Wien und Wiener Neustadt 42 mm), im Vinschgau (Schlanders 48 mm), im Aostatal (Aymavilles 48 mm) und im Wallis (Visp und Sion je 49 mm).

Die Variabilität der Niederschlagsmengen nimmt fast im ganzen Alpenraum zu und ist südlich des Hauptkammes allgemein größer als im Norden. Auch der Nordostteil des bearbeiteten Gebietes besitzt weniger zuverlässigen Niederschlag. Die Verteilungsschiefe weist die größten Werte im südlichen inneralpinen Raum (Südtirol, Trentino und Nachbargebiete), im Vorland zwischen Ticino und Adda, in Ligurien, im zentralen Piemont, ferner weiter östlich auch in Friaul und den nordöstlichen Voralpen auf. Relativ zur Symmetrie neigen die Verteilungen zwischen Rhein und Salzach nördlich des Hauptkammes.

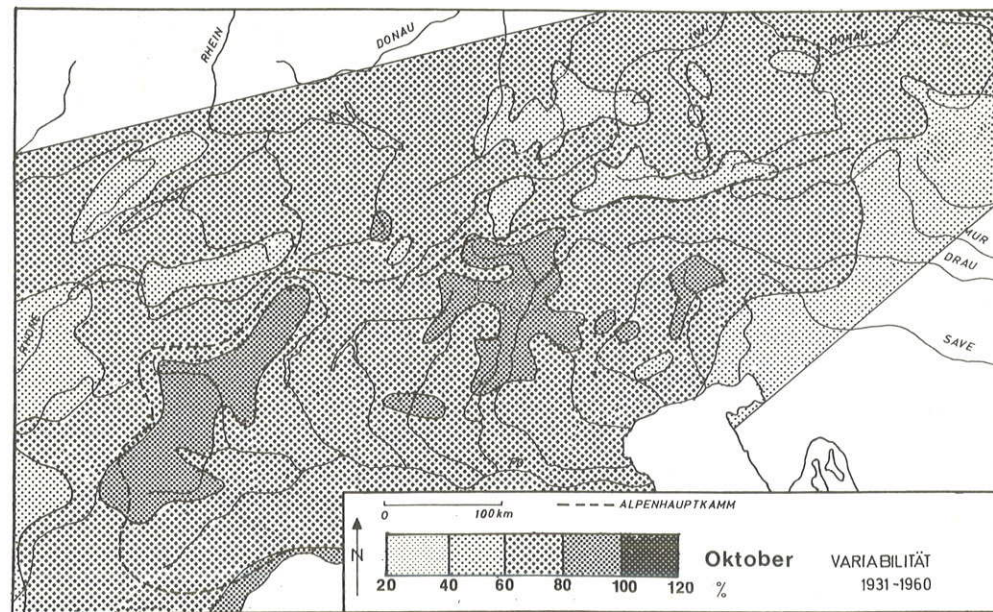


Abb. 38: Variabilität der Niederschlagssummen im Oktober.

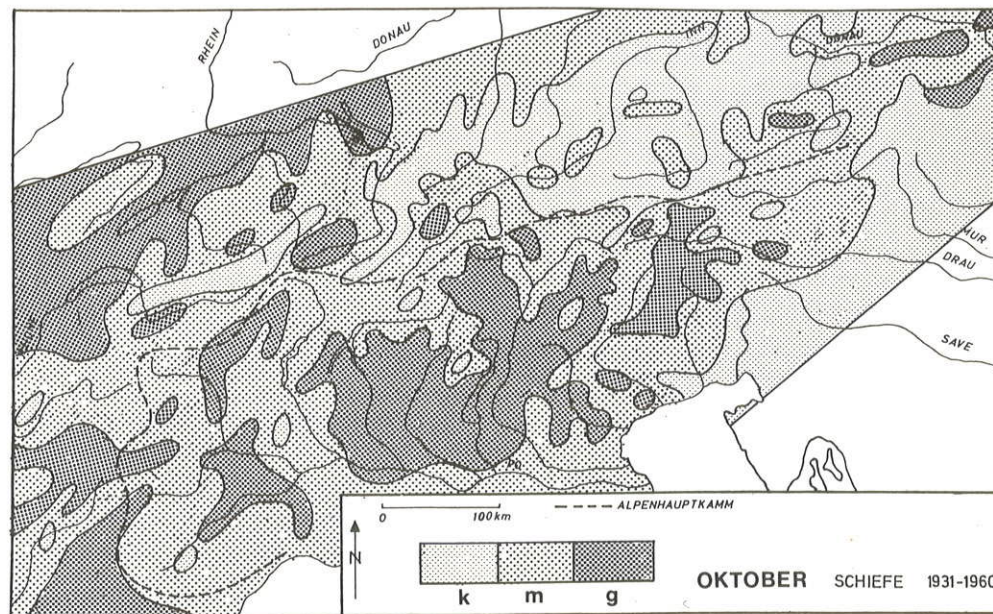


Abb. 39: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Oktober.

Im Oktober ergibt sich trotz Zunahme der antizyklonalen Ost- und Südostlagen sowie der eigentlichen Hochdrucklagen eine deutlich erhöhte Gesamtzyklonalität (48 %). Dies ist auf das Zurücktreten aller anderen antizyklonalen Strömungslagen zugunsten der zyklonalen Süd- und Südwestlagen zurückzuführen. Obwohl die Zahl der zyklonalen West- und Nordwestlagen, die im Alpenraum immer den Großteil des Gesamtniederschlags bedingen, nicht abnimmt, sinkt doch ihr Anteil an den gesamten Zyklonallagen von 58 % im September auf 51 % im Oktober. Die resultierende Richtung aller Strömungen dreht von 293° im September

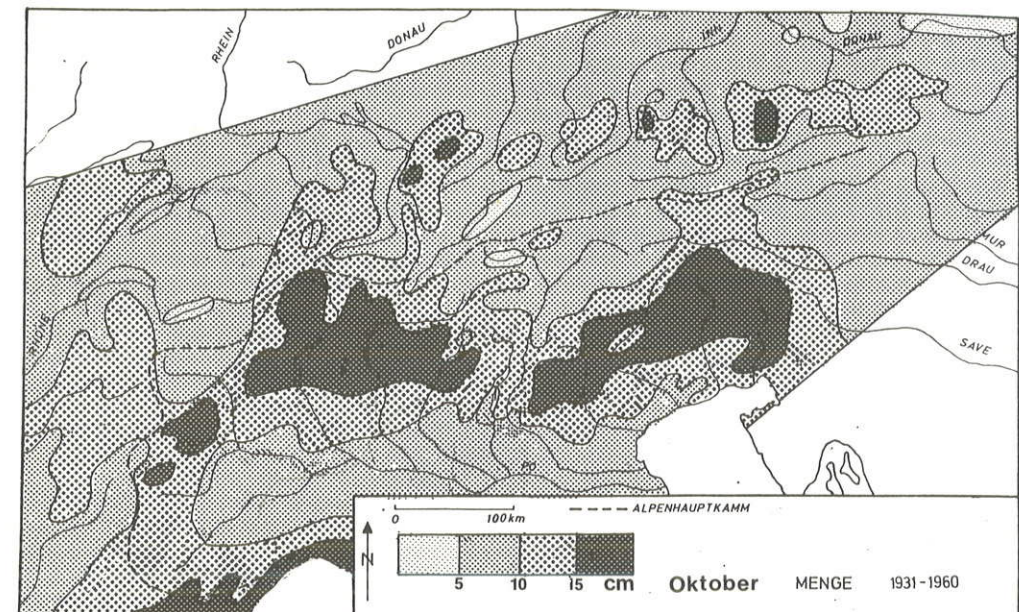


Abb. 40: Mittlere Niederschlagsmengen im Oktober.

Tab. 32: Wetterlagengruppen im Oktober (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	187	—	187
Nord und Nordost	82	73	155
Ost und Südost	98	25	123
Süd und Südwest	34	97	131
West und Nordwest	79	230	309
Tiefdruck	—	2	22
unbekannt	—	—	3
zusammen	480	447	930

auf 285°, setzt also die seit Mai beobachtete und nur im September unterbrochene Bewegung fort. Die Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen erreicht im Norden 14-15 Tage, im Süden 11-12 Tage.

Die Verteilung der Niederschlagsmengen zeigt dementsprechend einen ausgesprochenen Rückgang der Ergiebigkeit im Außenbogen von Savoyen über die Schweiz bis an die Donau. Andererseits erfolgt eine teilweise sehr deutliche Zunahme im Stauraum der Südalpen von den Seealpen bis zur Küste der Adria. Die größten Mittelmengen ergaben sich dabei in Nordfriaul (Uccea 393 mm, Musi 361 mm) sowie am Lago Maggiore (Miazzina 301 mm) und im Toce-Tal (Ornavasso 259 mm). Auch in den Lessinischen Alpen erreichte Recoaro 236 mm und Staro 260 mm. Vergleichsweise werden im Norden nicht einmal die halben Mengen erreicht (Bödele am Rande des Bregenzer Waldes 164 mm). Auch in den französischen Westalpen liegen die Werte ähnlich niedriger (Coursegoules 176 mm). Nach O. Kubat ist der Oktober in mindestens 15 % aller Jahre südlich des Alpenhauptkammes, ausgenommen nur Südtirol und Kärnten, der feuchteste Monat des Jahres, fast nie aber nördlich davon. Andererseits heben sich die inneralpinen Trockengebiete stark vom Niederschlagsreichtum der Südalpen ab. Am wenigsten Regen erhält das Donaugebiet im Nordosten (Krems 35 mm), doch erreichen auch das Oberinntal (Ried 41 mm), der Vinschgau (Schlanders 45 mm), das Wallis (Sion 43 mm) und das Aostatal (Aymavilles 51 mm) nicht viel mehr.

Die Variabilität erhöht sich gegenüber dem Vormonat vor allem im Norden, in Südtirol und im Trentino. Nur im äußersten Nordosten und im weiteren Hinterland des Golfes von Genua ergibt sich eine Verringerung. Die Verteilungsschiefe nimmt dagegen eher im Westen zu, im Süden und Osten ab. Die beste Symmetrie liegt wieder im nördlichen Randgebiet.

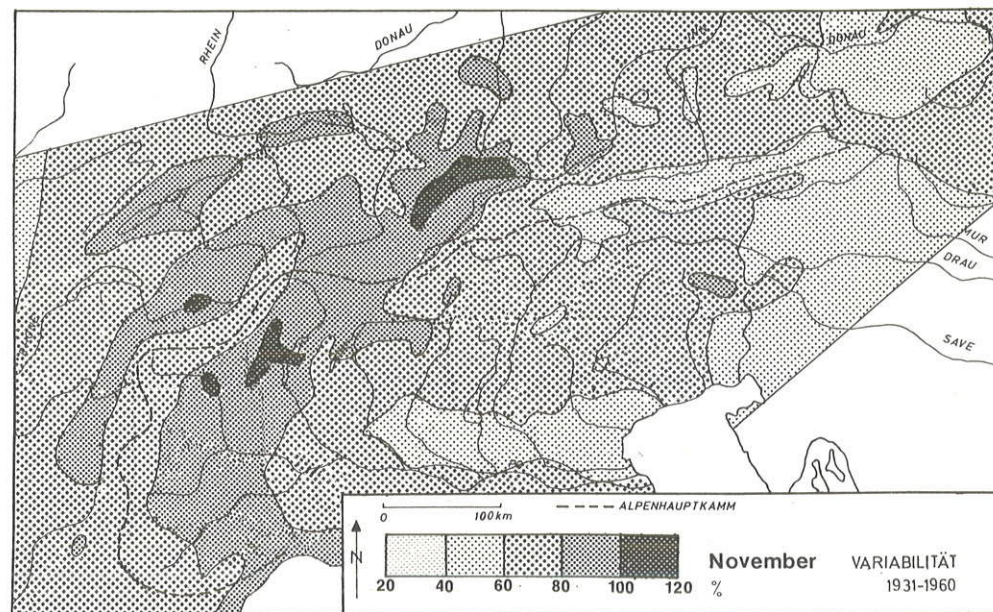


Abb. 41: Variabilität der Niederschlagssummen im November.

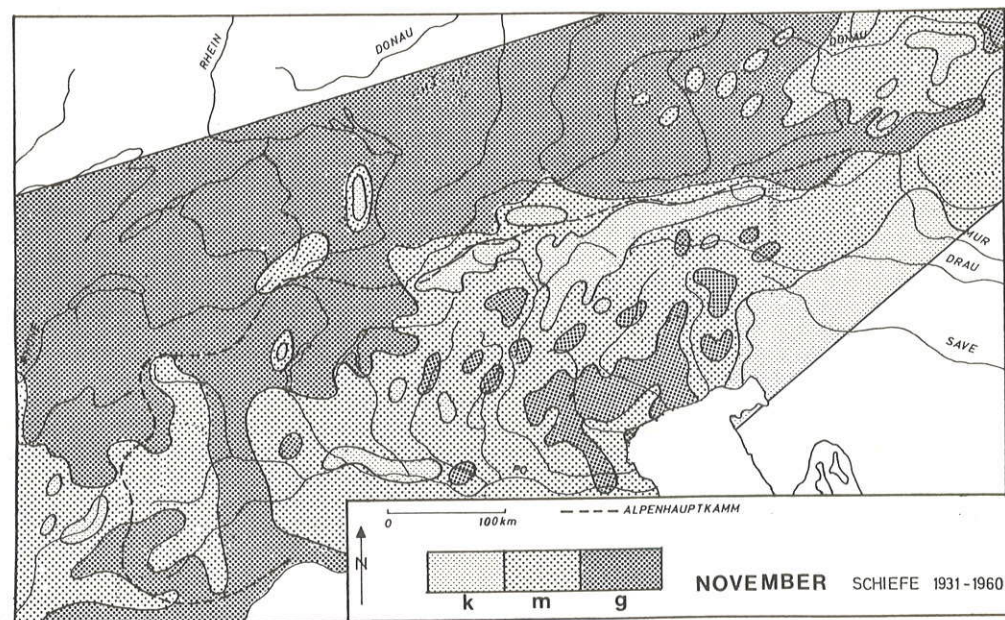


Abb. 42: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im November.

Der November zeichnet sich durch eindeutige Wendung zur südlich-meridionalen Zirkulation aus, so wie den Mai dies hinsichtlich der nördlichen Strömungskomponente charakterisierte. Bei ansteigender Gesamtzyklonalität (56 %) nehmen zunächst alle antizyklonalen Lagen, auch die Hochdrucklagen selbst, ausgenommen nur die Süd- und Südwestlagen ab. Bei den zyklonalen Strömungslagen verzeichnet nur die Gruppe West-Nordwest eine Abnahme, die Gruppen Ost-Südost sowie Süd-Südwest aber Zunahmen. Auch die eigentlichen Tiefdrucklagen treten häufiger auf. Der Anteil der West- und Nordwestlagen an den gesamten zyklonalen Lagen sinkt damit auf 42 %. Die resultierende Richtung aller Strömungen beträgt 242° , womit

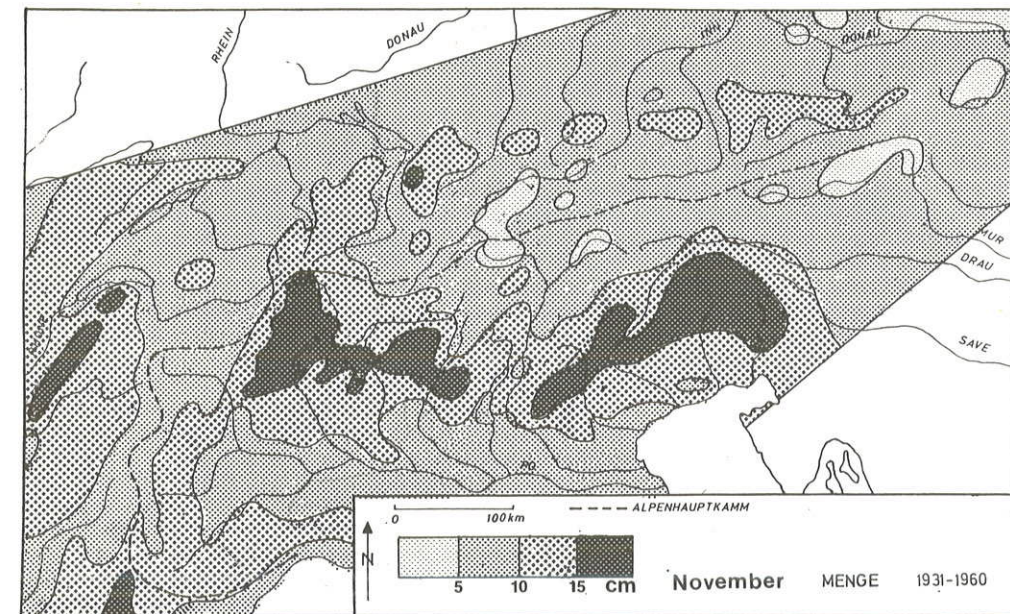


Abb. 43: Mittlere Niederschlagsmengen im November.

Tab. 33: Wetterlagengruppen im November (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	147	—	147
Nord und Nordost	45	74	119
Ost und Südost	80	49	129
Süd und Südwest	58	135	193
West und Nordwest	59	213	272
Tiefdruck	—	32	32
unbekannt	—	—	8
zusammen	389	503	900

die Drehung nach Süden, die sich seit dem Mai vollzogen hat, ihren Höhepunkt erreicht. Die Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen beträgt im Nordwesten fast 17 Tage, im Nordosten kaum 14 gegenüber 12 im Süden.

Die Niederschlagsmengen nehmen gegenüber dem Vormonat im ganzen Gebiet ab und zwar auch im Süden trotz der großen Zahl von Südströmungslagen. Offensichtlich kann das Absinken von Lufttemperatur und Dampfdruck nicht durch erhöhte Zyklonalität und Stau ausgeglichen werden. Allerdings sei vermerkt, daß ein Großteil der hohen Oktober- und Novembermengen auf die Woche vom 29. Oktober – 4. November entfällt. In ihr treten zyklonale Süd- und Südwestlagen an 28 % aller Tage auf gegenüber nur 13 % im Mittel beider Monate. Die größten mittleren Mengen im November wurden im Livenza-Gebiet (Chievolis 369 mm) und wieder in den westlichen Julischen Alpen (Musi 356 mm) gefunden. Der Raum um den Lago Maggiore erreicht weniger (Miazzina 242 mm, Ornavasso 230 mm), das Gebiet der Lessinischen Alpen (Staro 261 mm, Recoaro 241 mm) ähnliche Mengen. Noch merklich geringer sind die extremen Mittel in den französischen Seealpen (Coursegoules 227 mm), während in dem noch stärker beeinflussten Savoyen (Thônes 168 mm) und im Bregenzer Wald (Schröcken 145 mm) nur niedrige Niederschlagsmengen auftreten. Nach O. Kubat ist der November nur im Südwesten des bearbeiteten Gebietes sowie zwischen Brenta und Isonzo in 15–20 % aller Jahre der feuchteste Monat. Die trockensten Gebiete liegen wieder im Nordosten (Krems 35 mm, Wiener Neustadt 37 mm), im Murtal (Kraubath 37 mm), im oberen Inntal (Ötz 35 mm, Ried 37 mm), im Vinschgau (Matsch 36 mm, Schlanders 43 mm). Gemildert ist die Trockenheit im Westen (Sion 57 mm, Aymavilles im Aostatal 60 mm).

Die Variabilität ist im Westteil vom Golf von Genua bis ins Lechtal größer als im Osten. Auch die Schiefe ist im Norden und Westen mehr ausgeprägt, was auf einen Zusammenhang mit der Wettergruppe West hinweist.

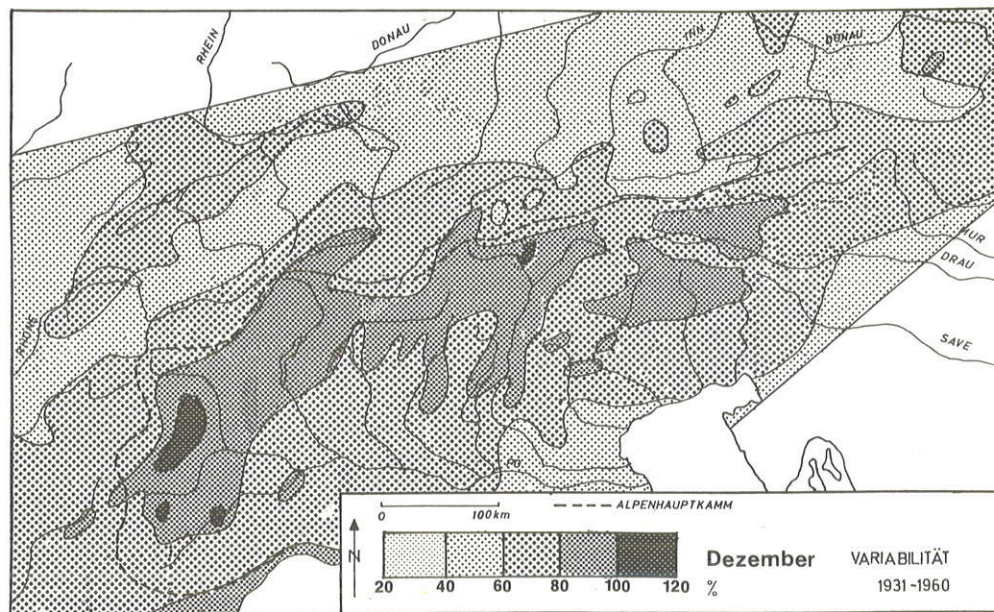


Abb. 44: Variabilität der Niederschlagssummen im Dezember.

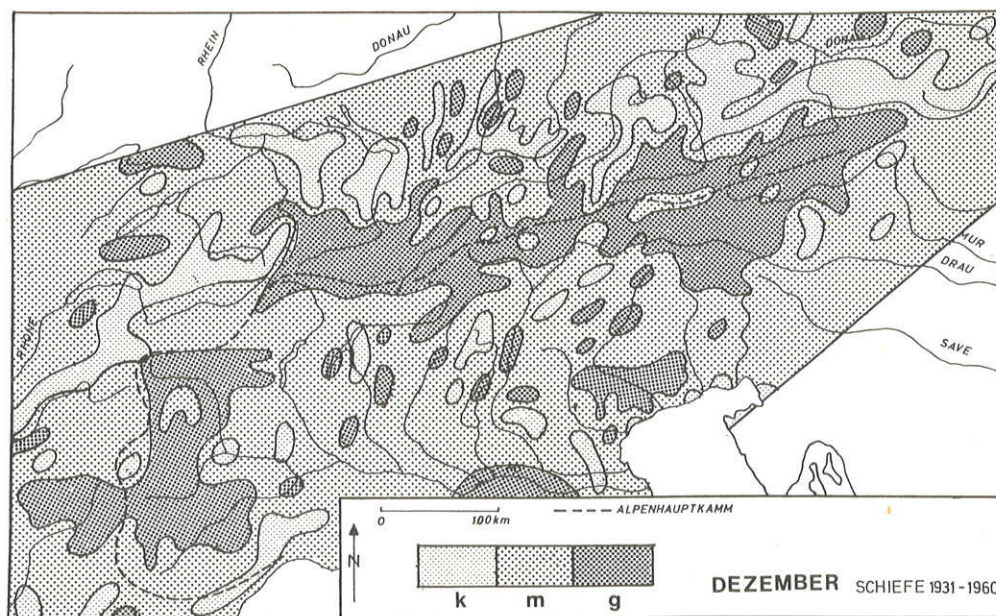


Abb. 45: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Dezember.

Der *Dezember* leitet im Jahreslauf einen neuen Abschnitt ein. Obwohl die Hochdrucklagen zu-, die Tiefdrucklagen abnehmen und auch die antizyklonalen Lagen der Gruppen Nord-Nordost und Süd-Südwest zu Lasten der Ostlagen und der zyklonalen Süd- und Südwestlagen hervortreten, bleibt doch die Gesamtzyklonalität mit 55 % fast so hoch wie im November. Dies ist ganz auf das neuerliche Anwachsen der Zahl der West- und Nordwestlagen – und in ihnen der zyklonalen auf Kosten der antizyklonalen – zurückzuführen, sodaß letztere nun wieder 54 % der Gesamtzyklonalität umfassen. Die resultierende Richtung der Strömungslagen bewegt sich wieder nordwärts (bis zum Mai) und erreicht jetzt 278°. Die Zahl der

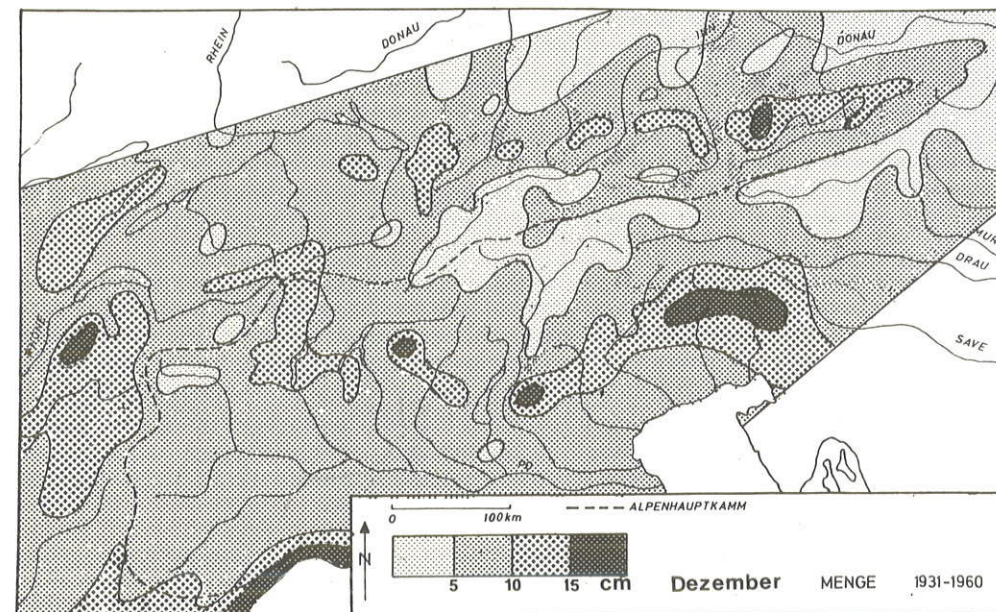


Abb. 46: Mittlere Niederschlagsmengen im Dezember.

Tab. 34: Wetterlagengruppen im Dezember (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck	169	—	169
Nord und Nordost	75	71	146
Ost und Südost	66	44	110
Süd und Südwest	65	98	163
West und Nordwest	45	272	317
Tiefdruck	—	22	22
unbekannt	—	—	3
zusammen	420	507	930

niederschlagswirksamen Lagen ist vor allem in den Nordwestalpen mit 18 am größten gegenüber 16 in den Nordost- und etwa 14 in den Südalpen.

Der Vergleich der Mengenkarten von November und Dezember läßt einen Rückgang fast im ganzen Alpenraum erkennen, im Süden mehr als im Norden. Die größten mittleren Mengen treten abermals im Friaul auf (Uccea 296 mm, Masi 281 mm, Coritis 246 mm). Weiter westlich bleiben die Extreme viel niedriger, so in den Lessinischen Alpen in Staro bei 169 mm und in Recoaro 166 mm, ebenso im Ticino-Toce-Gebiet in Ornavasso 130 mm und in Miazina 123 mm. Beachtlich sind dagegen die Mengen im Raume der Seealpen und in Ligurien (Coursegoules 177 mm). In den savoyischen Alpen erreicht Thônes 157 mm. Am Nordrand der Ostalpen weist Schröcken im Bregenzer Wald 132 mm, unweit davon Langen am Arlberg 123 mm auf, weiter im Osten Altaussee 156 mm.

Die Trockengebiete finden sich umgekehrt in besserer Ausprägung im Osten, wo Krems im Mittel nur 27 mm, Wiener Neustadt 33 mm, Tamsweg und Kraubath im Murtal 40 mm erreichen. Auch in Tirol ist zu beiden Seiten des Alpenhauptkammes ein zusammenhängendes Trockengebiet vorhanden (Schlanders im Vinschgau 27 mm, Brixen 29 mm, im Oberinntal Ried, im Pitztal Rietzenried und am Ötztalaustritt Ötz mit je 31 mm). Im Gegensatz zu den sommerlichen Verhältnissen ist weiter im Westen die Trockenheit geringer. Im Wallis erreicht Zermatt 47 mm und Visp 55 mm, im Aostatal Montjovet 41 mm. Nach O. Kubat ist übrigens der Dezember nur in den Westalpen zuweilen der feuchteste Monat des Jahres.

Die Verteilung der Variabilität zeigt gegenüber dem November neue Züge, wie sie indessen schon von Jänner bis März sichtbar gewesen waren. Einer großen Variabilität (über 80 %) im inneren Alpenbogen steht eine geringe (unter 60 %) im äußeren gegenüber. Außerdem hat sich das Feld großer Schiefe, das im November die nordalpinen Verteilungen kennzeichnete, in die Zentralalpen verlagert.

Zum Abschluß der Darstellung des Jahresganges von Niederschlagsmenge, Variabilität und Verteilungsschiefe soll der Zusammenhang mit der *Großwetterlagenstruktur* für die Feucht- und Trockengebiete anhand der Daten charakteristischer Orte noch einmal zusammenfassend erläutert werden. Abweichend von der in Tab. 8/9 vorgenommenen Gliederung „niederschlagswirksamer Großwetterlagen“, die z. T. auch antizyklonale Lagen wegen möglicher Stauwirkungen enthält, werden für den vorliegenden Zweck nur zyklonale Lagen herangezogen, soweit erwartet wird, daß ihnen eine entscheidende Wetterwirkung zukommt. Derart können statistische Unschärfen besser vermieden werden.

Tab. 35 zeigt die Beziehungen zunächst für das Feuchtgebiet der savoyischen Alpen und für das Trockengebiet des Wallis. Obwohl letzteres fast nur ein Drittel der Niederschlagsmenge der feuchten Randzone erhält, stimmen doch nicht nur die Jahresgänge der Mengen, sondern auch die der Variabilität und ungefähr auch der Schiefe überein. Offensichtlich sind diese Gänge vollkommen vom Auftreten der zyklonalen West- und Nordwestlagen beherrscht. Daß Thônes bei kräftigerer winterlicher Advektion das Mengenmaximum im Jänner, Sion aber im August hat, ist durch die im ganzen Alpenraum sichtbare stärkere winterliche Reliefwirkung (früherer Stau bei tieferem Kondensationsniveau) zu erklären.

Tab. 35: Zusammenhang der Häufigkeit zyklonaler Großwetterlagen (in Tagen, W = West- und Nordwest, S = Süd- und Südwest, T = Tiefdruck) mit der mittleren Niederschlagsmenge (mm), deren Variabilität (%) und Verteilungsschiefe (Sch) in den Nordwestalpen (Periode 1931–1960).

Zeit	Großwetterlagentage				Thônes			Sion		
	W	S	T	W+S+T	mm	%	Sch	mm	%	Sch
Jänner	279	76	18	373	174	51	0,60	61	54	0,71
Februar	224	81	24	329	146	80	0,65	60	96	1,24
März	196	54	22	272	119	72	0,65	35	82	1,31
April	177	81	23	281	108	58	0,47	31	70	0,87
Mai	128	82	36	246	125	44	1,41	38	54	1,02
Juni	202	51	16	269	158	39	0,50	50	50	1,25
Juli	291	90	36	417	139	50	0,29	51	44	0,47
August	290	90	24	404	157	54	0,64	68	40	0,08
September	226	50	17	293	155	49	0,39	49	56	0,78
Oktober	230	97	22	349	141	78	1,72	43	75	1,28
November	213	135	32	380	168	78	1,72	57	105	2,34
Dezember	272	98	22	392	157	59	0,88	57	76	0,94
Jahr	2728	985	292	4005	1747	18,3	0,11	599	15,6	-0,02

Weder die zyklonalen Süd- und Südwestlagen noch die Tiefdrucklagen im engeren Sinne vermögen das Gesamtbild zusätzlich entscheidend zu verändern, zumal ihr Jahresgang z. T. parallel dem der Hauptgruppe verläuft. Immerhin dürfte die Vermehrung der Mengen im Mai und November auf diese Lagen zurückzuführen sein. Nur das Junimaximum von Thônes steht im Widerspruch zur Wetterlagenhäufigkeit und ist vielleicht, wie vielfach auch sonst am Alpenrand, durch zusätzliche früh-sommerliche Konvektion zu erklären, wie sie bei erhöhter Labilität beobachtet werden kann. Schiefe und Variabilität sind in den Monaten mit stärkerem Südströmungsanteil erhöht und können mit diesen Lagen unmittelbar zusammenhängen, die mit größerer Veränderlichkeit auftreten, aber zuweilen exzessive Folgen aufweisen. Beide Charakteristika sind dagegen zu den Zeiten vorherrschender West- und Nordwestlagen, also im Winter und Sommer, herabgesetzt. Zusammenfassend läßt sich der Jahresgang in den Nordwestalpen wie folgt umschreiben. Vom Jänner bis April nimmt mit ab-

nehmendem Westwettereinfluß die Menge ab, wobei die Veränderlichkeit zuerst wächst und dann wieder abnimmt. Zum Hochsommer hin, bei neuerlich herrschender zonaler Strömung, wachsen die Mengen wieder bei abnehmender Variabilität. Anschließend fallen sie bis zum Oktober bei steigender Variabilität. Schließlich sind im November unter dem Einfluß zusätzlicher Tiefdruckentwicklungen in Westeuropa Mengen und Veränderlichkeit hoch, worauf beim Übergang zu vorherrschendem Westwetter die Mengen noch ansteigen und die Veränderlichkeit sinkt.

Tab. 36: Zusammenhang der Häufigkeit zyklonaler Großwetterlagen (in Tagen, W = West- und Nordwest, N = Nord- und Nordost, T = Tiefdruck) mit der mittleren Niederschlagsmenge (mm), deren Variabilität (%) und Verteilungsschiefe (Sch) in den Nordostalpen (Periode 1931–1960).

Zeit	Großwetterlagentage				Aussee			Tamsweg		
	W	N	T	W+N+T	mm	%	Sch	mm	%	Sch
Jänner	279	94	18	391	183	45	0,36	34	88	1,89
Februar	224	105	24	353	168	62	0,76	37	76	2,03
März	196	71	22	289	162	70	1,30	30	70	1,18
April	177	139	23	339	164	58	0,88	43	56	0,90
Mai	128	150	36	314	192	59	0,96	67	53	1,03
Juni	202	121	16	339	216	39	0,44	94	44	0,71
Juli	291	71	36	398	270	35	0,74	123	37	0,32
August	290	62	24	376	227	42	1,15	99	37	-0,31
September	226	79	17	322	165	51	0,76	70	59	0,89
Oktober	230	73	22	325	157	73	0,75	64	71	0,93
November	213	74	32	319	133	75	1,22	47	53	0,23
Dezember	272	71	22	365	156	56	0,56	40	75	1,29
Jahr	2728	1110	292	4130	2193	16,9	0,80	747	14,8	0,63

Auch im nordöstlichen Alpenraum stellen die West- und Nordwestlagen den entscheidenden Faktor für den Niederschlag in dessen Jahresgang dar. Im Stauraum der nördlichen Kalkalpen gelegen weist Altaussee (wie Thônes in Savoyen) noch einen doppelten Gang auf. Offensichtlich ist jedoch die Wirksamkeit der winterlichen West- und Nordwestlagen derart abgeschwächt, daß nur das Sommermaximum klar hervortritt. Außerdem ist nun der Herbst trockener als der Frühling, da die Nord- und Nordostlagen (Maximum im Mai) zusätzlichen Niederschlag im Stau, die Süd- und Südwestlagen (Maximum im November) aber Föhn und Trockenheit bringen. Auch der Jahresgang der Mengen in Tamsweg verläuft ähnlich. Wie in Sion sind die Wintermengen gegenüber den am Rand beobachteten stärker reduziert als die Sommermengen, sodaß fast nur ein Sommermaximum und ein vom Spätherbst bis in den Vorfrühling reichendes Winterminimum übrigbleibt. Der Gang der Variabilität und Verteilungsschiefe ist annähernd invers zu dem der Mengen. Die geringste Veränderlichkeit und die beste Symmetrie erscheint in Tamsweg im Sommer, in Aussee zusätzlich abgeschwächt auch im Winter.

Für den Südalpenraum (Tab. 37) ist die Übereinstimmung von Häufigkeit der spezifischen zyklonalen Wetterlagen und Niederschlagsgang nur zur Zeit der Extreme im Mai und November eindeutig gegeben. Einerseits findet der Rückgang der Lagen im April keinerlei Entsprechung bei den Mengen, andererseits bildet sich auch die große Zahl zyklonaler Süd- und Südwestlagen im Juli und August nicht ab. Obwohl die beiden Orte ziemlich weit voneinander entfernt sind und damit ein Vergleich von Randzone und inneralpinem Trockengebiet nicht möglich ist, bleibt der Jahresgang an beiden Orten im Wesentlichen derselbe nicht nur für die mittleren Mengen sondern auch für die Veränderlichkeit. Letztere erreicht im Jahreslauf jeweils vor den Mengen-

Tab. 37: Zusammenhang der Häufigkeit zyklonaler Großwetterlagen (in Tagen, E = Ost- und Südost, S = Süd- und Südwest, T = Tiefdruck) mit der mittleren Niederschlagsmenge (mm), deren Variabilität (%) und Verteilungsschiefe (Sch) in den Südalpen (Periode 1931–1960).

Zeit	Großwetterlagentage				Recoaro			Aosta		
	E	S	T	E+S+T	mm	%	Sch	mm	%	Sch
Jänner	40	76	18	134	101	87	1,35	40	73	1,24
Februar	50	81	24	155	121	93	1,27	37	83	0,61
März	82	54	22	158	143	90	0,80	40	103	1,73
April	21	81	23	125	180	70	0,80	47	91	1,84
Mai	53	82	36	171	231	46	0,12	51	68	0,72
Juni	4	51	16	71	160	46	0,33	50	77	2,05
Juli	12	90	36	138	126	54	0,77	34	55	0,38
August	9	90	24	123	112	56	0,86	43	49	0,44
September	19	50	17	86	136	57	0,67	51	73	1,35
Oktober	25	97	22	144	236	79	1,76	57	85	0,99
November	49	135	32	216	241	66	0,65	72	66	0,60
Dezember	44	98	22	164	166	81	1,05	52	79	1,39
Jahr	408	985	292	1685	1954	23,5	−0,02	575	21,8	−0,33

spitzen die höchsten Beträge, ihre tiefsten aber erst nach dem Rückgang der Mengen. Derart ist zumindest in Recoaro die Variabilität bei größeren Mengen im Dezember und März sehr viel größer als bei den geringen Mengen von Juli bis September. Offensichtlich können weder die winterlichen noch die sommerlichen Niederschlagsbedingungen durch die verwendete Klassifikation der Großwetterlagen hier hinreichend beschrieben werden. Dies war ja auch ein Anlaß zur Entwicklung einer eigenen ost-alpinen Klassifikation (F. Lauscher), die jedoch für die ganze vorliegende Periode nicht verfügbar war.

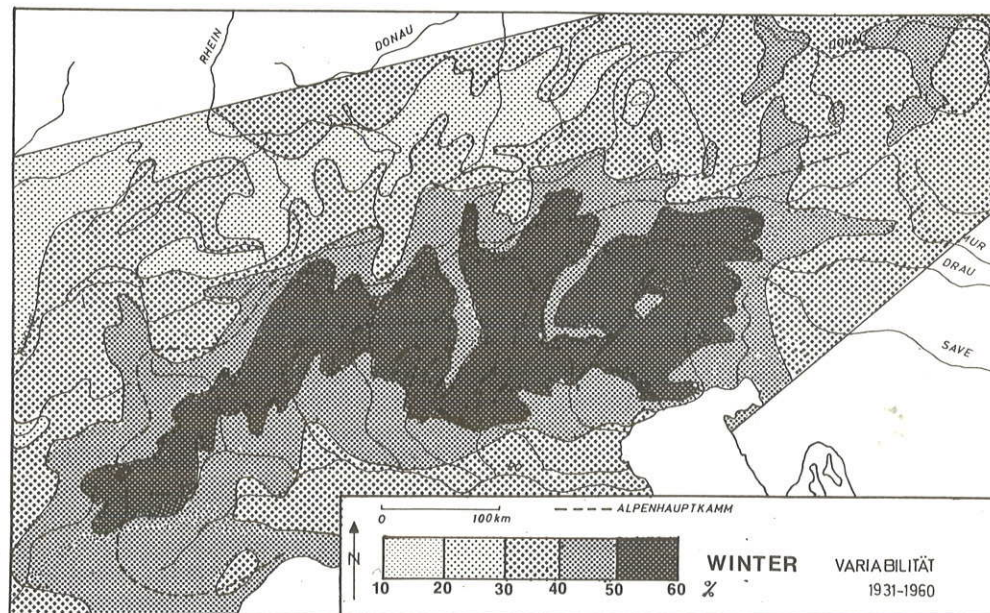


Abb. 47: Variabilität der Niederschlagssummen im Winter.

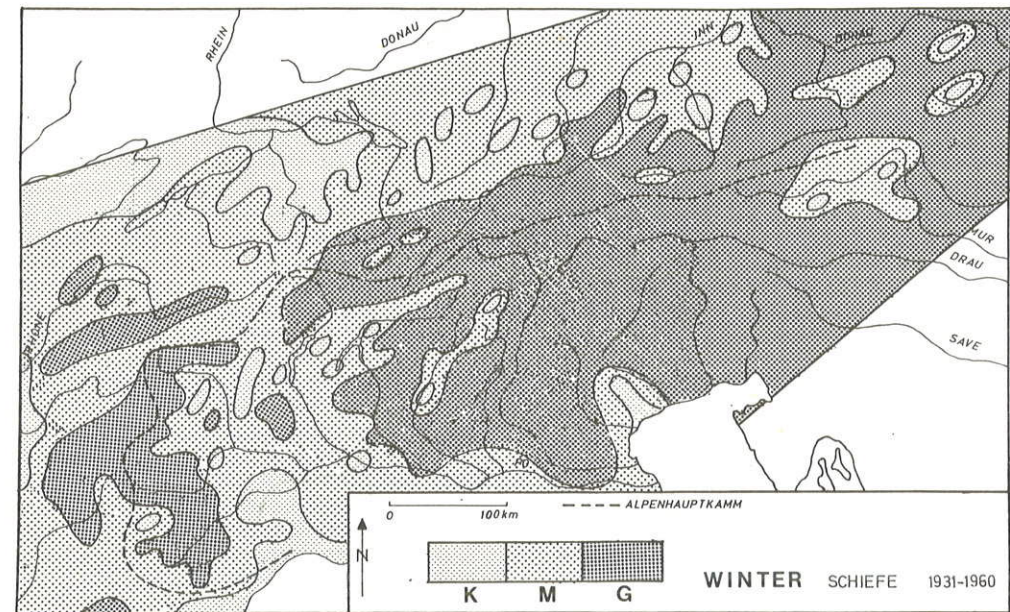


Abb. 48: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Winter.

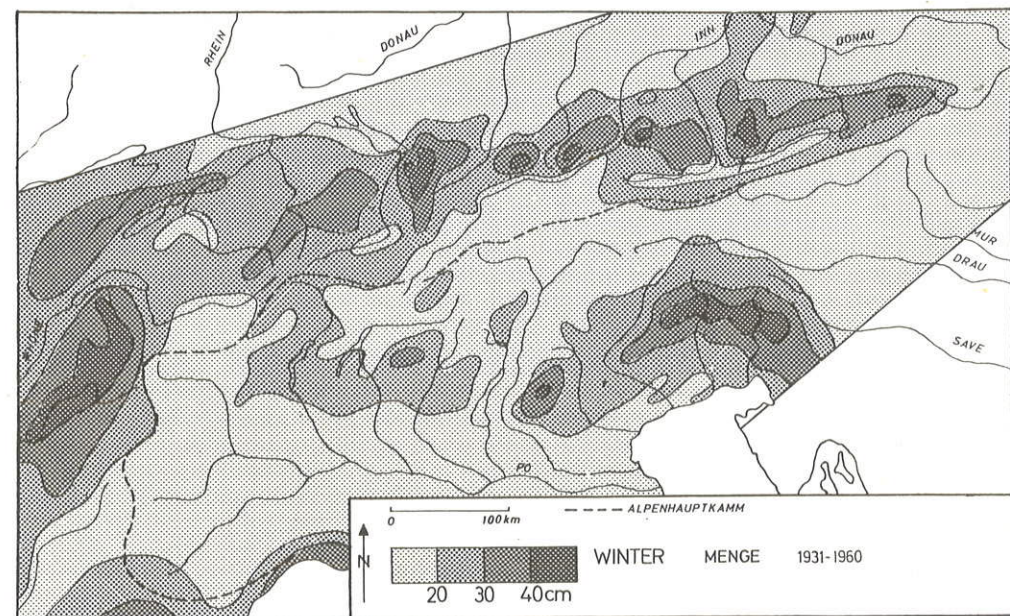


Abb. 49: Mittlere Niederschlagsmengen im Winter.

Nach der Darstellung des Jahresganges des Niederschlages anhand der Monatswerte wird noch kurz auf die Jahreszeiten und das Gesamtjahr eingegangen. Die Mittelwerte für 11 Teilgebiete wurden bereits in den Tab. 10–12 angegeben. Sie werden hier unter weiterer Verallgemeinerung für die vier großen Teilgebiete verwendet.

Tab. 38: Wetterlagengruppen im Winter (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck (HM, BM)	440	—	440
Nord (N, HN, HB, TRM)	196	210	406
Nordost (NE)	44	60	104
Ost (HF, HNF)	212	75	287
Südost (SE)	45	59	104
Süd (S, TB, TRW)	45	143	188
Südwest (SW)	70	112	182
West (W, WS, WW)	96	618	714
Nordwest (NW)	54	157	211
Tiefdruck (TM)	—	64	64
unbekannt	—	—	8
zusammen	1202	1498	2708

Im Winter stellen die zyklonalen Lagen mit 55 % den größten Anteil im Vergleich mit den anderen Jahreszeiten. Von diesen Lagen entfallen allein auf die zyklonalen Westlagen 41 %. Die resultierende Strömungsrichtung beträgt für die zyklonalen Lagen 279°, also fast West, für die antizyklonalen dagegen 33° (ENE). Die Zahl jener zyklonalen Lagen, die nördlich der Alpen bevorzugt Niederschlag bringen, ist damit wesentlich höher als die der südlich davon wirksamen. Das Gesamtmittel aller beobachteten Summen beträgt in den Nordwestalpen (Isère–Rhein) 277 mm bei nur 188 mm im Südwesten (Durance und oberer Po). Andererseits weist auch die Variabilität auf der bevorzugten Stauseite der Westalpen im Norden mit 34 % den kleinsten Betrag im ganzen Alpenraum auf, gegenüber 49 % im Innenbogen. Außerdem sind die Verteilungen der Wintersummen im Nordwesten im Mittel am meisten symmetrisch (Schiefe 0,43 gegenüber 0,65 im Südwesten). Von Westen gegen Osten verhalten sich die beiden Seiten der Alpen jedoch verschieden. Im Norden nimmt ostwärts die mittlere Menge ab (Nordosten 226 mm), im Süden dagegen zu (Südosten 206 mm). Die Unterschiede im Querprofil sind demnach im Westen größer. Sinngemäß nimmt auch die Variabilität ostwärts zu, sodaß im Südosten größere Mengen bei besonders großer Unsicherheit vorkommen (Nordosten 37 %, Südosten 52 %). Gleich verhalten sich die Schiefewerte (Nordosten 0,78, Südosten 1,32). Die von O. Kubat veröffentlichten Karten zeigen, daß der Winter nur in den französischen Westalpen (und hier mehr im Norden als im Süden) sowie im mittleren Wallis in rund einem Drittel der Jahre die feuchteste Zeit ist. Im größten Teil der Alpen ist er dagegen die trockenste, im südinneralpinen Raum von Piemont bis in die Steiermark sogar in etwa drei Viertel der Jahre. Im Durchschnitt aller 1041 Stationswerte war der Winter mit 219 mm die trockenste Jahreszeit, wobei sowohl die Variabilität mit 44 % als auch die Schiefe mit 0,86 größer war als im übrigen Jahr.

Tab. 39: Wetterlagengruppen im Frühling (Zahl der Tage 1931–1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck (HM, BM)	381	—	381
Nord (N, HN, HB, TRM)	355	287	642
Nordost (NE)	116	73	189
Ost (HF, HNF)	162	100	262
Südost (SE)	106	56	162
Süd (S, TB, TRW)	60	178	238
Südwest (SW)	48	39	87
West (W, WS, WW)	117	417	534
Nordwest (NW)	84	84	168
Tiefdruck (TM)	—	81	81
unbekannt	—	—	16
zusammen	1429	1315	2760

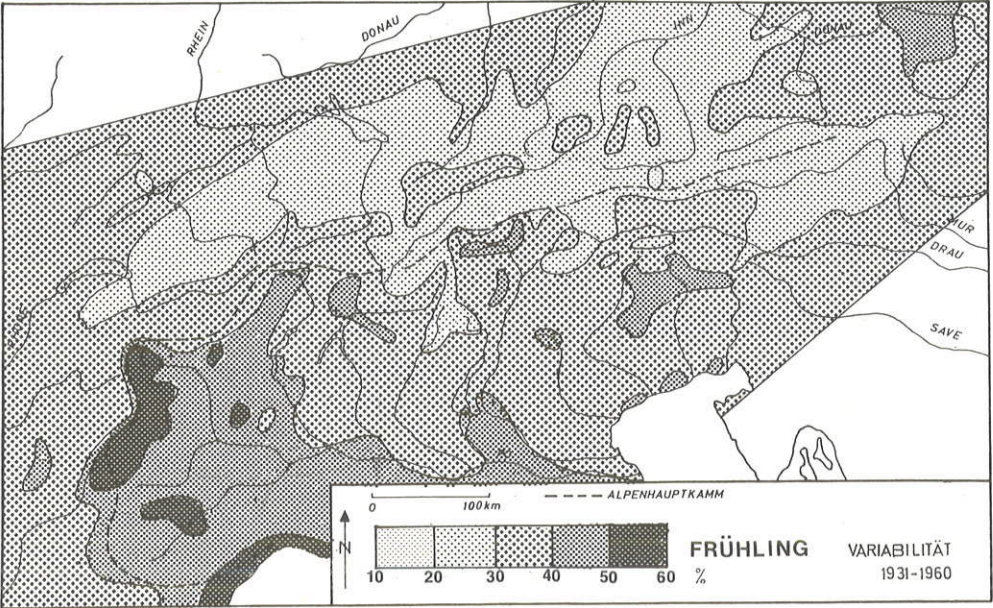


Abb. 50: Variabilität der Niederschlagssummen im Frühling.

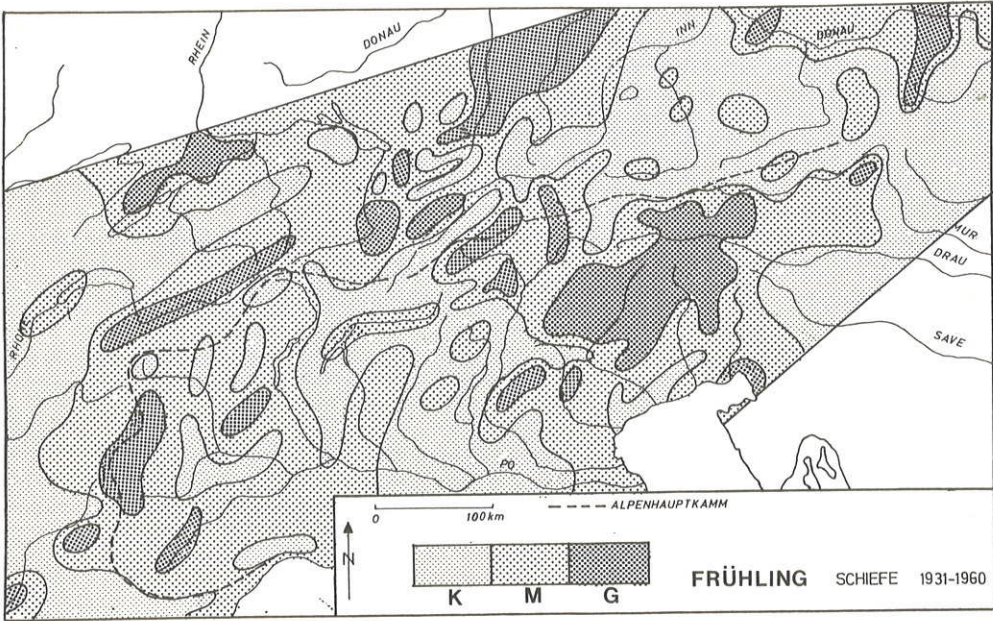


Abb. 51: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Frühling.

Der Frühling weist die geringste Gesamtzyklonalität aller Jahreszeiten auf (48 %), wobei auf die Westlagen nur 32 % der gesamten zyklonalen Lagen entfallen. Bei einer resultierenden Richtung von 18° für die antizyklonalen und 296° für die zyklonalen Lagen ist das Strömungssystem am stärksten nördlich-meridional. Damit sind die Niederschlagsunterschiede beider Alpenseiten gegenüber dem Winter erheblich verringert und die größeren Mengen erscheinen im Süden. Der Frühling ist mit 274 mm

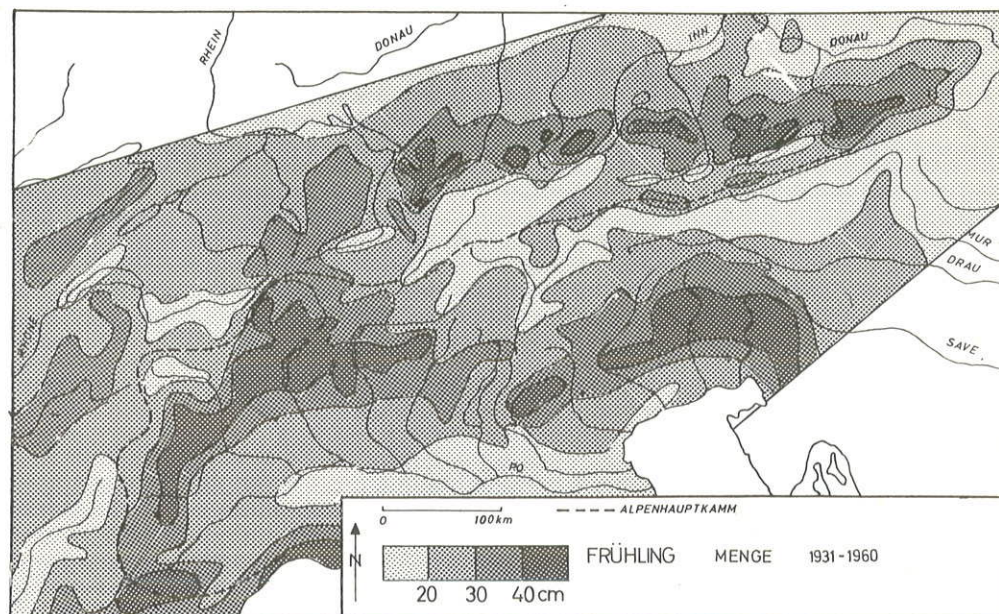


Abb. 52: Mittlere Niederschlagsmengen im Frühling.

im Mittel aller Orte im Nordwesten die trockenste Jahreszeit, im Südosten mit 284 mm die zweittrockenste, im Nordosten mit 267 mm und im Südwesten mit 316 mm die zweitfeuchteste. Die Variabilität ist auch im Frühling im Norden geringer als im Süden, wobei die Werte von Osten nach Westen zunehmen (Nordosten 30, Nordwesten 31, Südosten 36, Südwesten 41). Wie die Variabilität ist auch die Schiefe überall geringer (beste Symmetrie im Nordosten 0,13 gegenüber im Nordwesten 0,34, Südwesten 0,27 und Südosten 0,50).

Entsprechend zeigen auch die Karten von O. Kubat, daß der Frühling im südlichen Alpenraum relativ oft die feuchteste Jahreszeit ist, so in Piemont in rund 1/3 der Jahre (in einer schmalen Zone sogar in 40–50 %) und auch im südlichen Vorfeld der Lessinischen Alpen in etwa gleicher Häufigkeit. Andererseits ist der Außenbogen der Westalpen, aber auch der westliche inneralpine Teil der Ostalpen (Graubünden und Oberinntal) in etwa einem Drittel der Jahre im Frühling am trockensten, z. T. sogar, wie im Wallis in etwa der Hälfte der Jahre. Im Mittel aller Orte bringt der Frühling dem Alpenraum mit 284 mm nach dem Winter den nächstgeringsten Niederschlag, wobei jedoch die Variabilität mit 34 % recht gering ist und nur vom Sommer unterboten wird. Die Verteilungsschiefe erreicht mit 0,30 sogar das Jahresminimum.

Der Sommer besitzt nächst dem Winter die zweitgrößte Zyklonalität des Jahres (50 %). Die Westlagen umfassen allein schon 46 % der gesamten zyklonalen Wetterlagen. Nicht nur die resultierende Richtung der zyklonalen (279°) sondern auch die der antizyklonalen (333°) dreht mehr westwärts, die Gesamtströmung ist also stark zonal betont. Die Alpen erscheinen als Ganzes im Sommer als ein niederschlagsreicher Raum, wozu auch die verstärkte Feuchteadvektion aus den benachbarten Tief- und Vorländern beiträgt. Nur im Südwesten (302 mm) ist der Sommer nach dem Winter die zweittrockenste Jahreszeit, sonst überall die feuchteste, wobei die größten Mengen im Nordosten (457 mm) auftreten. Im Nordwesten beträgt das Gesamtmitel 399 mm, im Südosten 358 mm, noch knapp mehr als im Herbst. In allen Teilgebieten besitzt der Sommer unabhängig von der Menge die geringste Variabilität (minimal im Nord-

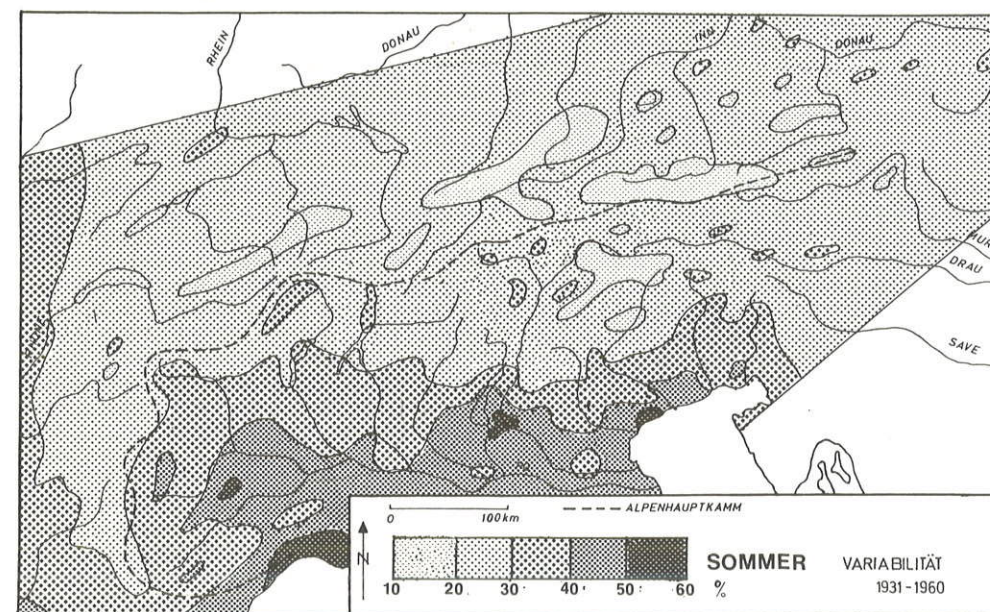


Abb. 53: Variabilität der Niederschlagssummen im Sommer.

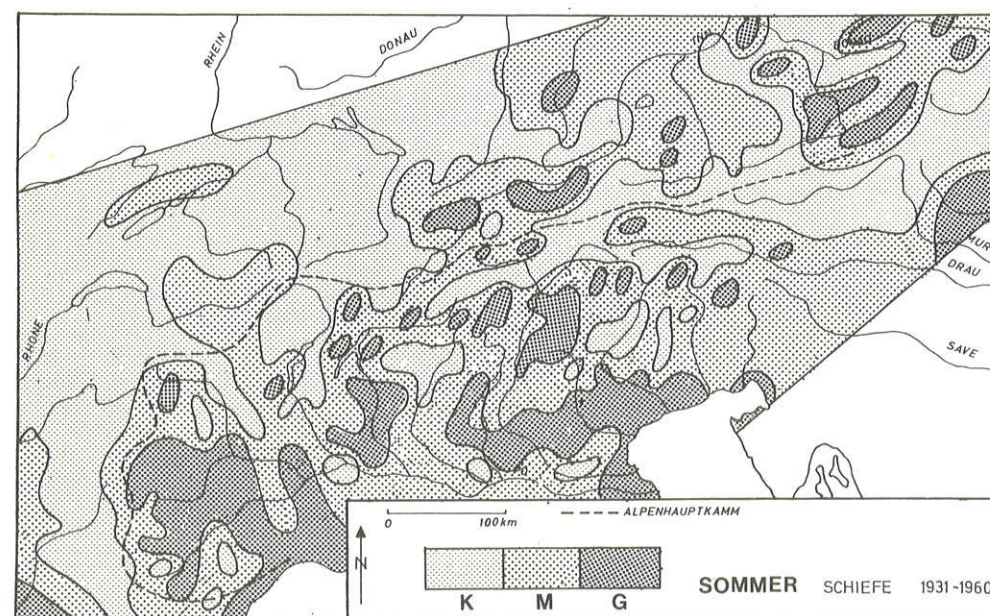


Abb. 54: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Sommer.

osten mit 23 % gegenüber 26 % im Nordwesten, 29 % im Südosten und 34 % im Südwesten. Die Verteilungsschiefe nimmt vom Westen nach Osten und von Norden nach Süden zu (Nordwesten –0,04, Nordosten 0,23, Südwesten 0,48, Südosten 0,51). Die Karten von O. Kubat weisen den Sommer vor allem in den Ostalpen, aber auch im Nordteil der Westalpen in mindestens 3/4 der Jahre als feuchteste Jahreszeit aus,

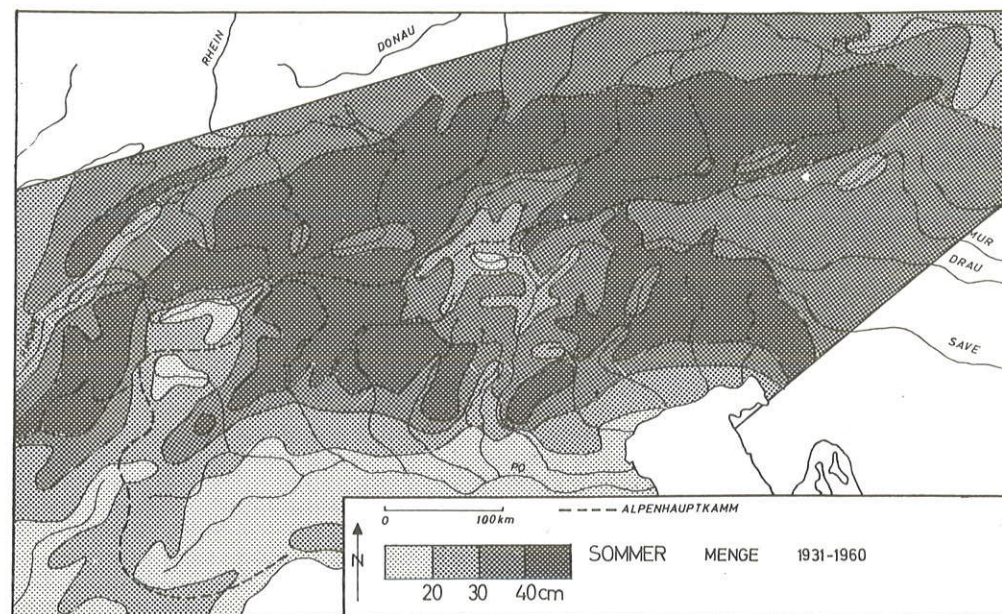


Abb. 55: Mittlere Niederschlagsmengen im Sommer.

während er nur im äußeren Südwesten die trockenste sein kann. Im Gesamtdurchschnitt aller Orte erreicht der Sommer mit 385 mm bereits 32 % der Jahressumme. Die Variabilität wird mit 28 % die geringste, die Verteilungsschiefe mit 0,33 nur wenig größer als die im Frühling gegebene.

Tab. 40: Wetterlagentypen im Sommer (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck (HM, BM)	501	—	501
Nord (N, HN, HB, TRM)	210	173	383
Nordost (NE)	135	81	216
Ost (HF, HNF)	76	23	99
Südost (SE)	15	2	17
Süd (S, TB, TRW)	16	202	218
Südwest (SW)	44	29	73
West (W, WS, WW)	218	632	850
Nordwest (NW)	160	151	311
Tiefdruck	—	76	76
unbekannt	—	—	16
zusammen	1375	1369	2760

Der *Herbst* besitzt wie der Frühling eine verminderte Gesamtzyklonalität (49 %), doch besitzen die Westlagen (40 %) vergleichsweise größere Bedeutung. Die resultierende Richtung dreht unter dem Gewicht häufiger Strömungen aus dem Süd- und Südwestsektor bei den zyklonalen Lagen auf 272° , bei den antizyklonalen auf 318° . Nach der Ergiebigkeit ist der Herbst im Südwesten (360 mm bei 31 % der Jahressumme) die feuchteste, im Südosten (348 mm, knapp dem Sommer folgend) und im Nordwesten die zweitfeuchteste, im Nordosten aber nach dem Winter die zweit-trockenste Jahreszeit. Hinsichtlich der Variabilität übertrifft er, wohl wegen stark wechselnden Südföhneinflusses im Norden alle anderen Teile des Jahres (Nordwesten 40 %, Nordosten 38 %), obwohl die Veränderlichkeit bei wesentlich höheren Mengen

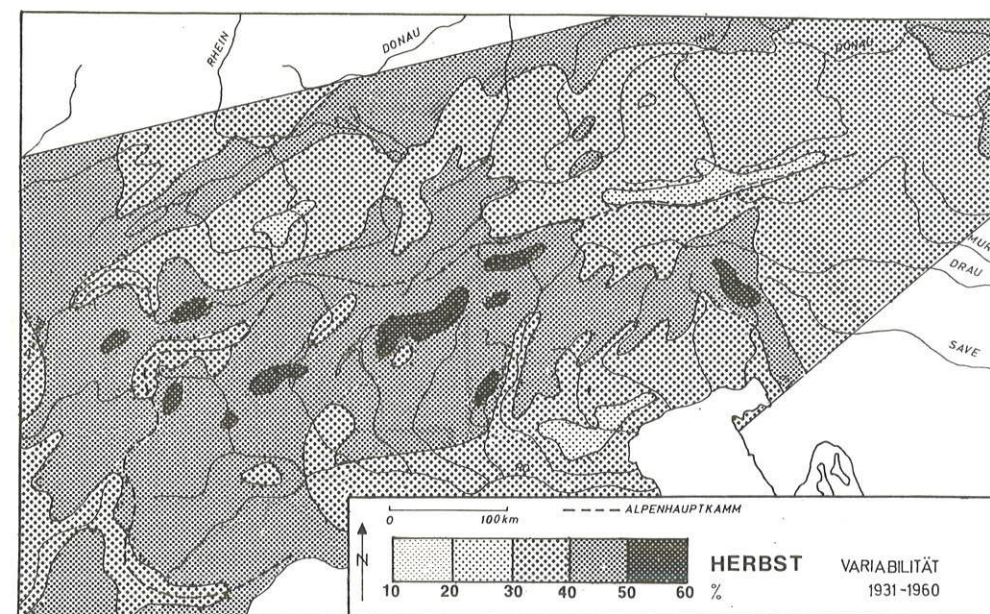


Abb. 56: Variabilität der Niederschlagssummen im Herbst.

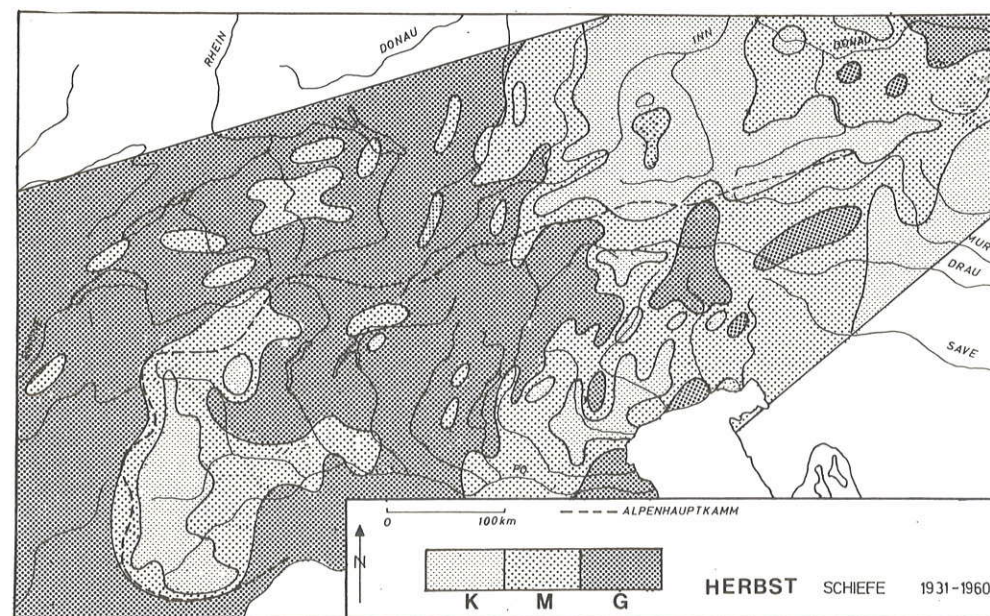


Abb. 57: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Herbst.

im Süden noch größer ist (Südwesten 44 %, Südosten 40 %). Die Verteilungsschiefe zeigt im Westen durchwegs höhere Werte (Nordwesten 0,92 und Südwesten 0,81) als im Osten (Nordosten 0,40, Südosten 0,58) und ist auch im Norden etwas größer als im Süden. Nach O. Kubat ist in der untersuchten Periode der Herbst in mindestens einem Drittel aller Jahre im Südalpenraum (ausgenommen nur mehr inneralpine Teile zwischen Tessin und Dolomiten) die feuchteste Jahreszeit gewesen. Als trockenste trat

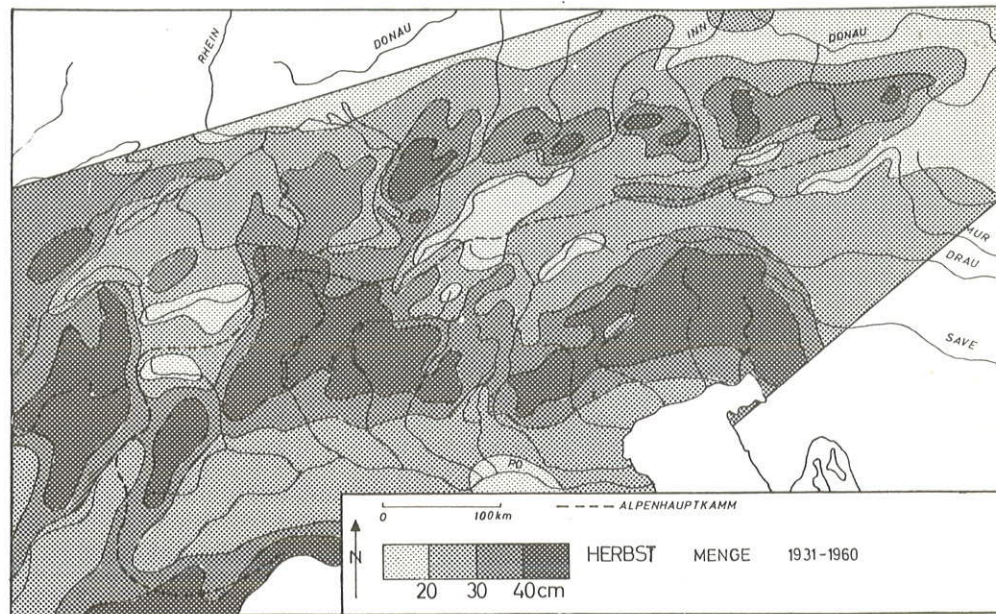


Abb. 58: Mittlere Niederschlagsmengen im Herbst.

er in etwa einem Viertel der Jahre (gegen Osten hin auch öfter) zwischen der Zentralschweiz und dem Wiener Becken fast nur im nördlichen Alpenvorland auf. Im Gesamtdurchschnitt aller 1041 Orte erreichte der Herbst 316 mm und 26 % des Jahresniederschlags und war damit nach dem Sommer die zweitfeuchteste Jahreszeit. Die Variabilität betrug entsprechend 40 % (zweitgrößter Wert nach dem Winter), die Schiefe 0,62 (in gleicher Richtung nach dem Winter).

Tab. 41: Wetterlagentypen im Herbst (Zahl der Tage 1931-1960).

Gruppe	antizyklonal	zyklonal	zusammen
Hochdruck (HM, BM)	510	—	510
Nord (N, HN, HB, TRM)	199	191	390
Nordost (NE)	23	35	58
Ost (HF, HNF)	127	53	180
Südost (SE)	15	2	17
Süd (S, TB, TRW)	88	191	279
Südwest (SW)	69	91	160
West (W, WS, WW)	166	541	707
Nordwest	87	128	215
Tiefdruck	—	71	71
unbekannt	—	—	15
zusammen	1374	1341	2730

Im Gesamtjahr (von Dezember bis November gerechnet) beträgt die Häufigkeit zyklonaler Wetterlagen 50 %. Die Anteile der einzelnen Großwetterlagen sind bereits in Tab. 7 (S. 21) mitgeteilt worden. Auf die zyklonalen Lagen (insgesamt 5523 Tage von 10.958) allein bezogen haben daran die Nordlagen 15,6 %, die Nordostlagen 4,5 %, die Ostlagen 4,5 %, die Südostlagen 2,8 %, die Südlagen 12,9 %, die Südwestlagen 4,9 %, die Westlagen 40 %, die Nordwestlagen 9,4 % und die Tiefdrucklagen im engeren Sinne 5,3 % Anteil.

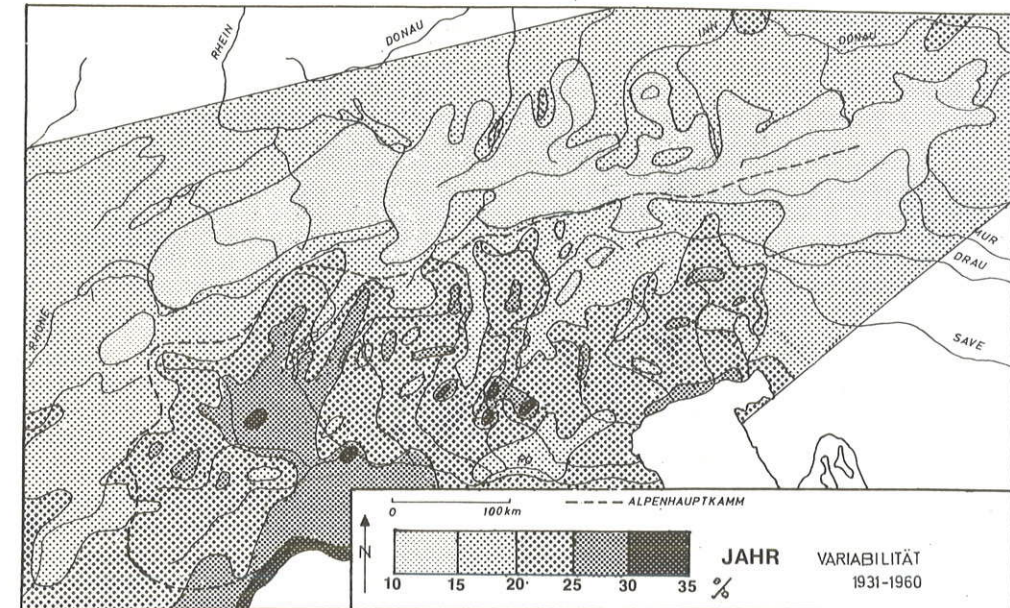


Abb. 59: Variabilität der Niederschlagssummen im Jahr (Dez.-Nov.).

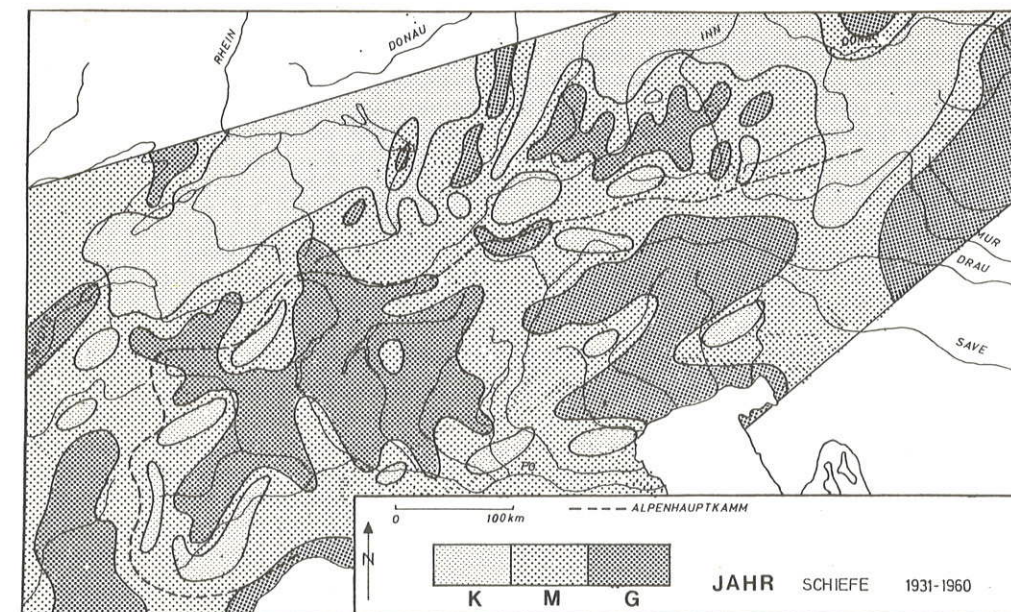


Abb. 60: Verteilungsschiefe der Niederschlagssummen im Jahr (Dez.-Nov.).

Wie in Tab. 8 (S. 22) gezeigt, dürfte die Zahl der niederschlagswirksamen Wetterlagen nach den Tagen, die auf die entfallen, gerechnet, in den Ostalpen sowohl im Norden als auch im Süden um jeweils 4 Tage größer sein als in den vergleichbaren Abschnitten der Westalpen. Der Unterschied ist jedoch so gering, daß dadurch keinesfalls die in Abb. 61 sichtbare Mengenverteilung erklärt werden könnte. Bei der Besprechung des Jahresganges der Mengen anhand der Monatswerte wurden

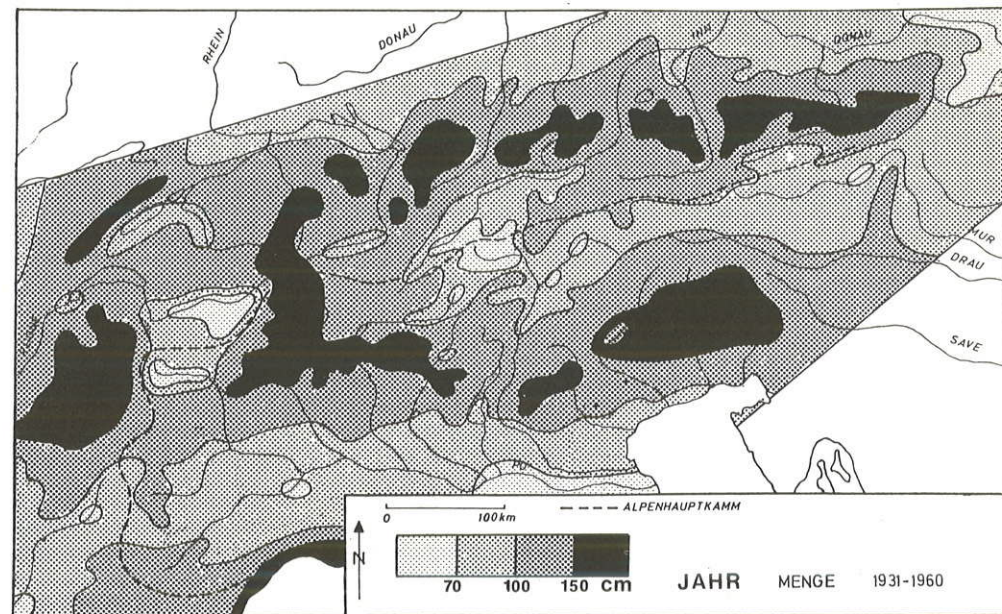


Abb. 61: Mittlere Niederschlagsmengen im Jahr (Dez.–Nov.).

bereits die Faktoren besprochen, die das Niederschlagsfeld bestimmen. Abb. 61 kann nur in einfacher Form die *Dreigliederung des Querprofils* ausdrücken: zwei feuchte Außenzonen schließen eine trockene Zentralzone ein. An mindestens sechs Stellen des Alpenhauptkammes rücken die nördliche und südliche niederschlagsreiche Zone derart zusammen, daß auch der Zentralalpenkamm – soweit sich dies anhand der Messungen im Siedlungsraum behaupten läßt – mehr Niederschlag bekommt. Dies ist im Westen zunächst in den Seealpen der Fall, wo sowohl die provençalische als die piemontesische Seite im Zusammenhang mit der Tiefdrucktätigkeit im Löwengolf und im Golf von Genua viel Niederschlag erhalten. Die zweite Verbindung besteht im Raum des Mont Blanc, wo das niederschlagsreiche Gebiet der savoyischen Alpen unmittelbar an die oberitalienische Südtauzone anschließt, die das Trockengebiet von Aosta bei Ivrea und westlich davon umfaßt. Die dritte und wohl bedeutendste liegt am St. Gotthard. Sie verbindet den regenreichen Raum der Zentralschweiz unmittelbar mit dem Tessin und dem Südstauraum zwischen Ivrea und Brescia. Die vierte besteht im Brennergebiet, wo der Nordstauraum der Zillertaler und Tuxer Alpen unmittelbar in Berührung mit einem nördlichen Ausläufer des Südstaugebietes kommt, der über Judikarien, Nonsberg und Passeiertal an den Zentralalpenkamm reicht. Die fünfte Verbindung ist in den östlichen Hohen Tauern vorhanden. Sie sind selbst wegen der größeren Durchlässigkeit der nördlichen Kalkalpen stark dem Nordstau ausgesetzt, werden aber auch von Süden her bemerkenswert beeinflusst, da schon Oberkärnten eine Reihe von witterungsklimatologischen Gemeinsamkeiten mit Friaul und Venetien zeigt (vgl. H. Wakonigg 1973). Schließlich ergibt sich in abgeschwächter Form auch im Murknie und Semmeringgebiet nahe dem östlichen Gebirgsrand ein nochmaliges nahes Zusammentreten. Durch diese Struktur wird auch die Lage der alpinen Trockengebiete festgelegt. So stehen die niederschlagsarmen Orte der Dauphiné (z. B. das Queyras) in einer gewissen Beziehung zu den oberpiemontesischen Trockengebieten, das Aostatal trotz der niederschlagsreicheren Walliser Alpen in unmittelbarer Nachbarschaft des Wallis, die nordalpinen Trockentäler von Graubünden und Nordtirol mit jenen des Veltin und Südtirols und schließlich das zumindest relativ zum Gebirgsrand weniger feuchte Oberennstal neben dem ziemlich trockenen Murtal.

Tab. 42: Die 20 niederschlagsreichsten Orte im Siedlungsraum der Alpen (1931–1960; trockenste und feuchteste Jahreszeiten und Monate).

Ort	Höhe m	Menge Jahr mm	Vari- abil. %	Schiefe	Tr. Jz. % d. J.	Fe. Jz. % d. J.	Tr. Mo.	Fe. Mo.
Friaul								
Musi	663	3223	22,8	0,23	Wi 20	He 30	Jan.	Okt.
Uccea	663	3166	29,7	–0,05	Wi 20	He 30	"	"
Montemaggiore	954	2900	20,6	0,17	Wi 19	He 29	Feb.	"
Coritis	641	2885	24,0	0,74	Wi 20	He 31	Jan.	Nov.
Chievolis	354	2845	23,8	0,77	Wi 18	He 33	"	"
Oseacco	490	2748	25,5	0,68	Wi 18	He 33	"	"
Vedronza	320	2532	20,1	0,00	Wi 19	He 29	"	Okt.
Poffabro	516	2401	25,1	0,80	Wi 18	He 33	"	Nov.
Campone	450	2344	26,0	0,30	Wi 19	He 32	"	"
Tramonti di sp.	411	2339	23,8	0,45	Wi 17	He 33	"	"
San Francesco	397	2342	23,2	0,83	Wi 19	He 32	"	"
Clauzetto	563	2222	19,4	0,47	Wi 18	He 30	"	"
Cergneu sup.	329	2199	22,1	0,03	Wi 19	He 28	"	Okt.
San Volfango	754	2161	22,1	0,26	Wi 22	He 31	Feb.	Nov.
Toce und Ticino								
Miazzina	721	2494	25,7	1,42	Wi 11	He 32	Jan.	Mai
Ornavasso	208	2349	25,2	0,47	Wi 12	He 29	"	"
Bregenzer Wald und Allgäu								
Schröcken	1152	2156	13,2	0,52	Fr 21	So 35	Dez.	Juli
Bödele	1100	2140	13,7	–0,17	Wi 19	So 36	"	"
Steigbach	933	2106	14,2	0,09	Wi 22	So 33	"	"
Salzkammergut								
Altaussee	950	2193	16,9	0,80	He 21	So 32	Nov.	Juli

In Tab. 42 wurden die 20 *niederschlagsreichsten* Orte aufgenommen. Sie liegen ausnahmslos in den Außenzonen und im Mittel 100 m tiefer als der Durchschnitt des Stationsnetzes. Der weitaus größte Teil dieser Orte liegt am südlichen Gebirgsrand im Bereich der friaulischen Tieflandsbucht. Hier tritt zur gewöhnlichen vertikalen Stauwirkung noch eine besondere horizontale Konvergenz, eine Erscheinung, die auch bei den anderen Maximalgebieten mehr oder weniger eine Rolle spielen dürfte. In den Julischen Alpen sind derart in größerer Seehöhe sicher Mengen von mehr als 4000 mm im langjährigen Durchschnitt vorhanden. Eine 10 Jahre umfassende Analyse der Tagessummen mit Hilfe des ostalpinen Klassifikationsschemas der Wetterlagen nach F. Lauscher (F. Fliri 1963) hat gezeigt, daß ein Großteil dieser Mengen und vor allem die ergiebigsten Tagessummen in Beziehung zu Tiefdruck in Westeuropa, Mitteleuropa oder im nördlichen Mittelmeerraum stehen. Dagegen spielen die Westlagen keine besondere Rolle. Die Niederschlagsergiebigkeit der hier meist beteiligten warm-feuchten Mittelmeerluft geht daraus hervor, daß hier (Mittel von Musi, Uccea und Montemaggiore) jährlich an 32 Tagen die 30-mm/Tag-Grenze überschritten wird. Im Bregenzer Wald (Schröcken und Bödele) ist dies nur an 16 Tagen der Fall. Hier sind auch mehr polar-maritime Luftmassen im Spiel.

Während Tab. 42 die Verhältnisse an den extremen Niederschlagsmeßstellen wiedergibt, enthält Tab. 43 Gebietsdurchschnitte für die Randzonen, wobei ausschließlich die Daten von Orten herangezogen wurden, die mehr als 1500 mm Jahresniederschlag aufweisen. Die Gebietsmittel aus *allen* Stationen wurden bereits in Tab. 12 (S. 27) und Tab. 13 (S. 28) mitgeteilt. Auf die vergleichende Deutung wird weiter unten eingegangen.

Tab. 43: Variabilität der Verteilungsschiefe jährlicher Niederschlagssummen in den Feuchtgebieten der Alpen (Gebiete mit mehr als 1500 mm Niederschlag, Periode 1931–1960).

Gebiet	Zahl d. Orte	Variabilität %	Schiefe
Rhône–Saone–Isère	10	17,9	+0,15
Aare–Reuß	8	13,7	–0,10
Rhein	15	14,4	–0,01
Iller–Lech	18	14,5	+0,16
Isar	14	13,1	+0,52
Inn (mit Ache/Alz)	13	16,0	+0,56
Salzach	15	14,1	+0,26
Traun	14	15,1	+0,27
Enns–Ybbs–Erlauf–Traisen	12	15,0	+0,01
Tanaro–Oberer Po–Ticino	21	23,1	+0,57
Adda–Mincio–Oglio	15	24,0	+0,54
Etsch–Bacchiglione	11	23,4	+0,21
Piave	10	21,7	+0,32
Livenza	11	23,6	+0,49
Tagliamento	18	23,3	+0,46
Isonzo	11	21,8	+0,18

Tab. 44: Die 20 niederschlagsärmsten Orte im Siedlungsraum der Alpen (1931–1960), trockenste und feuchteste Jahreszeiten und Monate.

Ort	Höhe m	Menge mm Jahr	Vari- abil. %	Schiefe	Tr. Jz. % des Jahres	Fe. Jz. % des Jahres	Tr. Mo.	Fe. Mo.
Provence								
La Brillanne	350	646	17,3	0,24	So 18	He 33	Juli	Nov.
Oberitalienische Tiefebene								
Alessandria	95	592	26,6	0,99	So 18	He 35	Juli	Nov.
Mantua	20	638	19,9	0,08	Wi 21	He 29	Febr.	Okt.
Aostatal								
Aymavilles	700	526	18,9	0,33	Wi 21	He 30	Juli	Nov.
Aosta	583	575	21,8	–0,33	So 22	He 31	„	„
Montjovet	381	602	23,7	0,79	Wi 15	He 33	Jan.	Okt.
Roisan	846	618	18,8	0,89	So 23	He 30	Juli	Nov.
Valsavaranche	1545	638	15,4	–0,13	Wi 18	He 30	Jan.	Mai
Valpelline	950	644	19,7	0,41	Wi 22	He 30	Febr.	Nov.
Wallis								
Sion	549	599	15,6	–0,03	Fr 17	Wi 30	Apr.	Aug.
Visp	650	616	17,8	0,51	Fr 20	He 29	Juli	Nov.
Tirol								
Schlanders	706	485	18,7	0,42	Wi 13	So 41	Jan.	Aug.
Prad	927	514	21,5	0,40	Wi 15	So 36	„	Juli
Matsch	1550	519	23,9	1,09	Wi 14	So 40	Febr.	„
Ried/Oberinnt.	880	612	14,6	0,24	Fr 17	So 43	Apr.	„
Taufers i. M.	1270	616	19,7	0,32	Wi 14	So 38	Jan.	„
Brixen	560	641	15,4	0,16	Wi 11	So 44	„	„
Östliches Alpenvorland								
Krems	227	539	17,9	–0,16	Wi 13	So 44	Jan.	Juli
Stockerau	175	597	18,0	0,37	Wi 16	So 40	„	„
Bruck a. d. Leitha	170	633	17,5	1,10	Wi 18	So 36	„	„

Während sich die Feuchtgebiete des Nordens und Südens klar statistisch unterscheiden, ist die Klimastruktur der *Trockenräume* wesentlich bunter. So tritt das jahreszeitliche Maximum der Trockenheit im südlichen Vorland und im Aostatal sowohl im Winter als im Sommer auf, im Wallis und im Oberinntal im Frühling, im Vinschgau und im übrigen Ostalpenraum dagegen im Winter. Andererseits fällt der meiste Niederschlag in den Westalpen im Herbst (im Wallis auch im Winter), in den Ostalpen aber durchwegs im Sommer. Die Wirkung von Trockenheit und Niederschlag auf Vegetation und Wirtschaft muß entsprechend verschieden sein. Vor allem in den Ostalpen ist die Trockenheit dadurch stark gemildert, daß fast der halbe Jahresniederschlag in den drei Sommermonaten fällt.

Allerdings sind in Tab. 44 nur Orte mit vollständiger Beobachtungsreihe in der Bezugsperiode aufgenommen worden. Die sonst noch verfügbaren Daten lassen keinen Zweifel, daß die angegebenen Jahresmittelsummen an einigen Orten noch unterschritten werden. So sind im Vinschgau an weiteren 10 Orten die 600 mm nicht erreicht worden. Noch trockener als Schlanders waren hier Naturns (483 mm, davon 38 % im Sommer), Morter (465 mm, davon 43 % im Sommer) und Glurns (nur 442 mm bei 41 % Sommeranteil). Wahrscheinlich spielen für die exzessive Trockenheit von Glurns neben der für den ganzen Vinschgau gegebenen Reliefabschirmung Nordföhneffekte ebenso wie eine Divergenz im Talaufwindssystem (Gabelung Münstertal–Reschental) eine zusätzliche Rolle. Auch für Brixen dürfte die Gabelung von Wipptal und Pustertal eine solche Wirkung haben. Ähnlich sind im Wallis zwei weitere Orte angegeben (H. Uttinger 1965), an denen in der Periode 1931–1960 der mittlere Jahresniederschlag 600 mm unterschritt, nämlich Sierra mit 590 mm und Varen mit 585 mm. Eben dort dürften einige weitere Orte noch trockener sein, für die nur die Mittelwerte der Periode 1901–1940 vorliegen, nämlich Riddes (571 mm), Chippis (548 mm), Staldenried (532 mm) und Ackersand im Vispertal mit 530 mm. Wenngleich hier die Trockenheit des Vinschgau nicht annähernd erreicht wird, wirkt sie sich doch bei geringerer Seehöhe und auch sonst höheren Temperaturen ungleich stärker aus. Allerdings ergibt sich eine nicht unbedeutende Milderung der Sommertrockenheit hier wie im Aostatal dadurch, daß der Anteil des Sommers am Jahresniederschlag mit der Seehöhe erheblich zunimmt, was der natürlichen und zusätzlichen Talbewässerung zugute kommt. In die Zusammenfassung der Tab. 45 wurden alle Orte mit weniger als 750 mm mittlerem Jahresniederschlag einbezogen.

Tab. 45: Variabilität und Verteilungsschiefe jährlicher Niederschlagssummen in den Trockengebieten der Alpen (Gebiete mit weniger als 750 mm Niederschlag, Periode 1931–1960).

Gebiet	Zahl der Orte	Variabilität %	Schiefe
Wallis	3	16,9	0,26
Oberes Inntal und Engadin	10	14,5	0,14
Östliches Alpenvorland	35	16,8	0,15
Dauphinè (Durance)	5	18,8	0,37
Piemont	4	22,7	0,49
Aostatal	9	19,5	0,31
Oberitalienische Ebene	6	22,7	0,27
Veltlin (Bormio)	1	22,3	1,85
Vinschgau	9	21,2	0,32
Eisacktal	3	17,8	0,18
Murtal	2	13,7	–0,42

Vom Jahresgang her gesehen nähern sich Dauphinè, Piemont, Aostatal und Wallis dem auch in der Oberitalienischen Tiefebene schon sichtbaren *mediterranen* Klimazug. Während im Trockengebiet an der Durance der Sommerniederschlag im Mittel von 11 Orten nur 21 %, in der Poebene im Mittel von 21 Orten nur 22 % und auch in der venezianischen Ebene (3 Orte) nur 24 % der Jahressumme erreicht, sind es im Aostatal

(15 Orte) 28 %, im Wallis (6 Orte) 30 %. Gegen Osten hin nimmt der Anteil des Sommerniederschlags überhaupt gerade in den trockenen Talräumen erheblich zu, letztere werden also zunehmend *kontinental*. Schon in Graubünden (4 Orte im Rheingebiet) werden 39 % erreicht, im Vinschgau (25 Orte) 40 %, im Engadin und Oberinntal (8 Orte) 42 % und im Eisacktal (11 Orte) 43 %. Da weiter gegen Osten dieser Anteil eher wieder abnimmt (11 Orte im Murtal 41 %, 35 Orte im Tullner Feld und Wiener Becken 38 %), haben wir mit dem Talraum von Brixen ohne Zweifel den am meisten kontinentalen Teil der Alpen vor uns. Auf die besondere Bedeutung der verschiedenen Variabilität und Schiefe wird dabei noch weiter unten eingegangen werden.

Die Verteilung der Variabilität der Jahressummen (Abb. 59) läßt klar eine Zone großer Zuverlässigkeit (Werte unter 15 %) im Norden erkennen, die sich in den Westalpen mehr an den Stauraum vor dem Gebirgskörper, in den Ostalpen aber verstärkt an den Mittelkamm selbst anlehnt. Allgemein wird gegen den Innenbogen und den mediterranen Raum hin der Niederschlag unabhängig von den Mengen unzuverlässiger. Dies ist im westlichen Teil viel stärker als im östlichen ausgeprägt, dort also auch der Gegensatz Nord-Süd klarer zu erkennen. Entscheidend für die Veränderlichkeit der Jahressummen sind fallweise die Variabilitätsverhältnisse in jenen Jahreszeiten, die den größten Beitrag zur Jahressumme leisten. Daher ist auch beim Vergleich der Gebiete mit sehr großen Mengen (Tab. 42 und 43) die Variabilität gerade in den Südalpen mit ihren Frühlings- und Herbstregen ungleich größer als in der nordalpinen, durch ein Sommermaximum ausgezeichneten, Stauzone. Vergleichsweise sind sogar die kargen Niederschläge der inneralpinen Trockengebiete recht zuverlässig, und zwar um so mehr, je kontinentaler das Gebiet ist, wenig also im Aostatal, am meisten im Oberinn-, Eisack- und Murtal. Auch jene Orte, an denen eine Variabilität von 10 % der Jahressummen noch knapp unterschritten wird, befinden sich ausnahmslos in den östlichen Zentralalpen.

Die Verteilung der *Schiefe* (Abb. 60) zeigt die größten positiven Werte im Stauraum der Südalpen mit bemerkenswert weiter Erstreckung bis an den Alpenhauptkamm. Die beste Symmetrie der Häufigkeitsverteilungen ist andererseits im nördlichen Alpenvorland gegeben und zwar mehr im schweizerischen und österreichischen als im bayerischen, wo gerade in der Randzone sogar beachtliche Asymmetrien auftauchen. Freilich kommen auch in der oberitalienischen Tiefebene einige Landstriche mit relativ guter Symmetrie vor. Die großen Schiefewerte geben einen sicheren Hinweis auf eine Neigung zu verhältnismäßig selten auftretenden, immer aber im Verhältnis zum Durchschnitt exzessiv hohen Jahressummen. Wie Tab. 42 und 43 erkennen lassen, ist eine solche Tendenz im südalpinen Feuchtgebiet ungleich größer als im nordalpinen. So wurde z. B. an der Station Bödele (Vorderer Bregenzer Wald) bei einer Variabilität von 13,7 % und einer Schiefe von -0,17 im feuchtesten Jahr der 30-jährigen Periode der mittlere Jahresniederschlag nur um 27 % überschritten, in Musi (Julische Alpen) bei 22,8 % Variabilität und einer Schiefe von +0,23 jedoch um 46 %. Letzteres Beispiel wird anderwärts noch übertroffen, wo Variabilität und Rechtsschiefe größer sind.

Umgekehrt sind in den Trockengebieten negative Schiefewerte als Anzeichen besonderer Klimaungunst zu werten, da hier in manchen Jahren mit exzessiv niedrigen Mengen zu rechnen ist. So wurden in Ried im Oberinntal (Variabilität 14,6 % und Schiefe +0,61) auch im Trockenjahr noch immer 81 % der Mittelmenge erreicht, in Aosta (Variabilität 21,8 % und Schiefe -0,34) dagegen nur mehr 48 %. Allerdings tritt negative Schiefe in signifikanter Intensität (das ist bei einer Reihenlänge von 30 Jahren mindestens -0,18) nur an etwa 12 % aller Orte im Alpenraum auf, darunter vor allem an solchen mit ziemlich viel Niederschlag im Vorland zwischen Aare und Rhein. Extreme wie jene von St. Gallen (-0,91) oder Lachen (-1,14) weisen hier auf exzessive Trockenjahre hin. Ein zweites Gebiet mit häufig negativer Schiefe befindet sich im österreichischen Alpenvorland ostwärts bis zur Leitha, hier z. T. bei recht geringen

Jahresmengen und größerer Variabilität, also letztlich exzessiver Trockenheit. Auch im inneralpinen Raum ist diese Erscheinung da und dort zu beobachten, so etwa im Stanzertal im Lee des Arlbergs, im Pitztal, zwischen Zillertal und Oberpinzgau, im Tennengau, am Reschenpaß, im unteren Ennstal und nicht zuletzt im Mur- und Mürztal. Bei allgemein geringer Variabilität wirken sich diese Linksasymmetrien jedoch nicht so aus, wie dies südlich des Hauptkammes der Fall ist. Gerade hier sind jedoch negative Werte seltener (z. B. um Verona, vereinzelt in Piemont und Venetien).

Nachdem für eine so große Zahl von Orten im Alpenraum und in seinem Umkreis nicht nur die mittleren Niederschlagsmengen, sondern auch ihre Veränderlichkeit und Verteilungsschiefe eingehend dargestellt worden sind, bleibt die Frage offen, wie alle diese Ergebnisse (rund 55.000 Ergebniswerte für die Verteilungscharakteristiken) in einer *Synthese* zusammengefaßt werden können. Eine objektive Methode müßte mindestens die folgenden wesentlichen Merkmale berücksichtigen: mittlere Menge, Variabilität, Schiefe der Verteilung und typischer Jahresgang. Diese Merkmale müßten also kombiniert und hierfür in Intensitätsstufen ausgedrückt werden. Würde man etwa für Menge, Variabilität und Schiefe nur je drei Stufen wählen und dann den Jahresgang vereinfacht durch Angabe der feuchtesten und trockensten Jahreszeit kennzeichnen, würde man bereits $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 12 = 324$ Typen erhalten. Bei der immer wieder beobachteten Buntheit der Strukturen darf man sicher sein, daß der größte Teil dieser Kombinationen auch realisiert ist. Obwohl diese Methode bereits mit einem beträchtlichen Verlust an Information verbunden ist (- die Stellung der beiden übrigen Jahreszeiten bleibt z. B. unberücksichtigt -), gelänge es trotzdem kaum, dieses Ergebnis auf Karten anschaulich zu machen, weder in Schwarzweißmanier noch in Farben.

Das Ergebnismaterial wurde indessen in Kartenform derart dargeboten, daß eine kartographisch-additive Kombination für alle behandelten Zeiteinheiten nach Bedarf vorgenommen werden kann. Als Beispiel eines solchen Verfahrens werden in Abb. 62 die aus niederschlagsklimatischer Sicht exzessiven Gebiete im Alpenraum gezeigt. Als *feuchtexzessiv*, d. h. zu außerordentlich hohen, wenngleich selten auftretenden Jahressummen des Niederschlags neigend wurden solche Gebiete angesehen, die a) eine

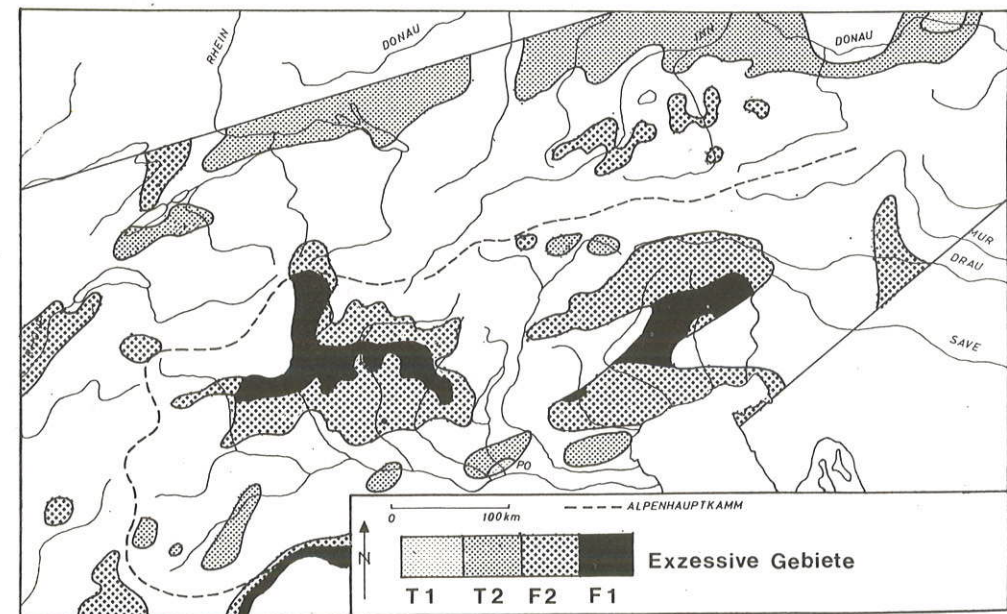


Abb. 62: Feucht- und trockenexzessive Gebiete im Alpenraum. Erklärung im Text

Variabilität von mindestens 20 % aufwiesen, b) sich durch große Verteilungsschiefe (+0,43 und mehr) auszeichnen und c) mehr als 1500 mm Jahresmenge haben. Demnach beträgt in diesen Gebieten die Standardabweichung mindestens 300 mm, wobei der häufigste Wert unter dem Durchschnitt liegt, in der Regel jedoch das Maximum (Feuchtjahr) weiter über diesen als das Minimum (Trockenjahr) unter ihn zu liegen kommt. Diese in Abb. 62 mit der Signatur F-1 bezeichnete Kombination ist auf den Süden beschränkt, wo sie außer im Küstenbereich des Golfes von Genua in den piemontesisch-lombardischen Voralpen zwischen Dora Baltea und Chiese auftritt, nicht ohne einen bezeichnenden Ausläufer über den Lago Maggiore zum St. Gotthard. Besonders extreme Werte lieferte hier Miazina (2494 mm, 26 %, +1,42). Das zweite geschlossene Gebiet dieser Art erstreckt sich vom Piaveknie (Bosco del Cansiglio) über den Gebirgsanteil der Livenza und den Mittellauf des Tagliamento bis in das Quellgebiet des Isonzo. Gerade die beiden feuchtesten Orte im Gesamtgebiet der Alpen, Uccia (3166 mm) und Masi (3223 mm) gehören trotz ausreichender Variabilität nicht zu diesem Typ, da ihre Verteilungen zu symmetrisch sind.

Mit der Signatur von F 2 wurde ein in geringerem Umfang feuchtexzessives Gebiet bezeichnet, in dem bei ebenfalls großer Rechtsschiefe die Variabilität mindestens 15 % und die Jahresmenge mindestens 1000 mm beträgt. Die Schwerpunkte sind wieder Nordost-Piemont (Valsesia, Toce), die nördliche Lombardei und Tessin im Westen sowie die Venetianische Tiefebene, die Außenseite der Dolomiten, Kärnten (Nordfriaul) und Oberkärnten im Osten. Daneben sind diese Bedingungen auch an einigen Stellen in den französischen Westalpen, im obersten Passiertal und – eine Ausnahme im Nordalpenraum – auch am bayerisch-österreichischen Alpenrand zwischen Isar und Traun erfüllt.

Als exzessiv-trocken (T-1) im engeren Sinne wurden dagegen jene Gebiete betrachtet, in denen a) die Variabilität 20 % überschritt, b) die Schiefe klein war bzw. zu negativen Werten tendierte und c) der Jahresniederschlag unter 700 mm blieb. Außer an der Mündung des Mincio in den Po war diese Bedingung nur im Raum von Krems an der Donau erfüllt. Die erweiterte Bedingung (T-2) umschließt Gebiete kleiner Schiefe mit über 15 % Variabilität und unter 1000 mm Niederschlag. Sie ist in der oberitalienischen Tiefebene von Westpiemont bis in den Raum zwischen Etsch- und Brentamündung mehrfach verwirklicht, daneben aber im entfernteren nördlichen Vorland zwischen Genfer See und Wien gewöhnlich vorhanden. Im inneralpinen Raum tritt diese Kombination nur im südlichen Wipptal und im westlichen Pustertal auf.

Ohne Zweifel kann eine derart formal-statistische Klassifikation jenen Ansprüchen nicht genügen, die durch die Forderung nach *Effektivität* für biologische Zwecke bedingt sind. Hierfür sind indessen Monatssummen des Niederschlags samt den aus ihnen abgeleiteten zusätzlichen Verteilungscharakteristiken ohnehin wenig geeignet. Die vorliegende Arbeit hat jedoch einen doppelten Zweck verfolgt. Es sollten einmal anhand eines einheitlichen Materials und in einem möglichst dichten Netz mit einfachen Mitteln die vorhandenen *Strukturen* beschrieben werden. Zu diesem Zwecke war die umfassende Ausstattung mit Kartenskizzen nicht zu umgehen. Zum zweiten sollte mit Hilfe der verfügbaren Klassifikation der europäischen Großwetterlagen eine handliche Deutungsmöglichkeit *witterungsklimatologischer* Art geboten werden. Die Arbeit kann damit kein Ersatz für eine synoptisch-klimatologische Studie sein, die auf die kleinere zeitliche Betrachtungseinheit, meist jene des Tages, nicht verzichten kann. Beide Methoden, die synoptisch-klimatologische wie die gewöhnliche, Häufigkeitsverteilungen beschreibende, treffen sich jedoch in dem Bemühen, nicht nur für einzelne Orte, sondern für den ganzen Raum durch „Auflösung der statistischen Mittelwerte“ zu neuen Einsichten zu gelangen. In diesem Sinne will die vorliegende Arbeit kein Abschluß sein, sondern zur weiteren Erforschung der so ungemein bunten alpinen Klimastruktur anregen.

Literaturverzeichnis

- ALT, E. 1932, Klimakunde von Mittel- und Südeuropa. In: W. KÖPPEN u. R. GEIGER, Handbuch der Klimatologie, 3, 114–123, Berlin.
- BENEVENT, E. 1926, Le climat des Alpes Françaises. Mém. de la Mét. Nat. 14, Paris.
- BROSE, K. 1955, Monats-, Jahres- und Tagessummen des Niederschlags in Bayern bis 1950. Ber. d. Deutschen Wetterd. 3, Nr. 17, Bad Kissingen.
- CONRAD, V. 1941, The Variability of Precipitation. Monthly Weather Review 69, 5.
- EKHART, E. 1935, Geographische und jahreszeitliche Verteilung der Gewitterhäufigkeit in den Alpen. Gerlands Beitr. z. Geophys. 46, 2–90.
- 1948, Die Niederschlagsverteilung in den Alpen nach dem Anomalienprinzip. Geografiska Annaler 728–739.
- 1950, Das Temperaturfeld der Alpen und seine Jahresperiode. Geografiska Annaler 1–20.
- 1950, Zur Bewölkungsklimatologie der Alpen. Geografiska Annaler 21–36.
- 1953, Zur Anomalienmethode. Archiv f. Met., Geophys. u. Bioklim. B, 4, 311–316.
- FLIRI, F. 1962, Wetterlagenkunde von Tirol, Tiroler Wirtsch. Stud. 13, 436 S., Innsbruck.
- 1963, Zur Witterungsklimatologie der Julischen Alpen. Wetter u. Leben 15, 157–162.
- 1967, Über die klimatologische Bedeutung der Kondensationshöhe. Die Erde 98, 203–210.
- 1974, Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. Innsbruck (In Druck).
- FLOHN, H. 1954, Witterung und Klima in Mitteleuropa. Forsch. z. Deutschen Landeskunde 78.
- GENSLER, G. 1967, Der Eintrittsmonat des jahresperiodischen Niederschlagsmaximums in einigen Abschnitten des Alpenraumes in verschiedenen Klimaperioden. Veröff. Schweiz. Met. Z. A. 4, 109–114, Zürich.
- GRUNOW, J., H. GREBE u. K. HEIGEL, 1957, Das Observatorium Hohenpeißenberg 1781–1955. Ber. d. Deutschen Wetterd. 5, Nr. 36, Bad Kissingen. (Nachträge hierzu: schriftl. Mitt. v. W. ATTMANNSPACHER).
- GRUNOW, J. u. H. TOLLNER, 1969, Nebelniederschlag im Hochgebirge. Archiv f. Met., Geophys. u. Bioklim. B, 17, 201–228.
- HANN, J. 1881, Untersuchungen über die Regenverhältnisse in Österreich-Ungarn. Met. Zeitschr. 334–339.
- HAVLIK, D. 1969, Die Höhenstufe maximaler Niederschlagssummen in den Westalpen. Freiburger Geogr. Hefte 7.
- HELLMANN, G. 1909, Untersuchungen über die Schwankungen der Niederschläge. Veröff. d. Preuß. Met. Inst. 207, Abh. III.
- HESS, P. u. H. BREZOWSKY + 1969, Katalog der Großwetterlagen Europas. 2. neubearb. u. erg. Aufl., Ber. d. Deutschen Wetterd. 15, Nr. 113, Offenbach a. M.
- KNOCH, K. 1952, Klima-Atlas von Bayern. Deutscher Wetterd. US-Zone, Bad Kissingen.
- 1968, Die Problematik des mittleren Jahresgangs des Niederschlags, dargestellt durch Monatssummen. Mitt. d. Fränk. Geograph. Ges. Erlangen, 53–68.
- KNOCH, K. u. E. REICHEL, 1930, Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Abh. d. Preuß. Met. Inst. 9, Nr. 6.
- KÖPPEN, W. 1928, Die Schwankungen der jährlichen Regenmenge. Met. Zeitschr. 45, 281–291.
- KUBAT, O. 1972, Die Niederschlagsverteilung in den Alpen mit besonderer Berücksichtigung der jahreszeitlichen Verteilung. Veröff. d. Univ. Innsbruck 73, Alpenkundliche Stud. 10, Innsbruck.
- LAUSCHER, F. 1954, Dynamische Klimaskizze von Österreich. In: H. FLOHN, Witterung und Klima von Mitteleuropa. Forsch. z. Deutschen Landeskunde 78, 145–158.
- 1960, Lufttemperatur. In: Klimatographie v. Österreich, 3, 2. Lfg. 103–136. Wien.
- LINDER, A. 1964, Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. 4. Aufl. Basel & Stuttgart.
- MAURER, H. 1911, Zur Methodik der Untersuchungen über Schwankungen der Niederschlagsmengen. Met. Zeitschr. 97–114.
- MÜLLER, Chr. 1970, Untersuchung der Häufigkeitsverteilungen jahreszeitlicher und jährlicher Niederschlagssummen im Alpenraum (Periode 1931–1960). Geograph. Inst. d. Univ. Innsbruck (unveröff. Hausarbeit).
- MÜLLER-TEMME, E. 1949, Jahresgang der Niederschlagsmenge in Mitteleuropa. Westfäl. Geograph. Stud. 2, Münster i. W.

- RAULIN, V. 1879, Über die Verteilung des Regens im Alpengebiet von Wien bis Marseille. Zeitschr. d. Österr. Ges. f. Met. 14, 233–247.
- ROSTER, G. 1909, Climatologia dell'Italia. 1049 S., Torino.
- SCHIRMER, H. 1969, Langjährige Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur und des Niederschlags in der Bundesrepublik Deutschland für die Periode 1931–1960. Ber. d. Deutschen Wetterd. 15, Nr. 115, Offenbach a. M.
- SCHIRMER, H. u. F. MANIG 1965, Climatic charts showing the average annual precipitation and precipitation frequency for the European Community, the United Kingdom, Denmark and the Alps during the period 1921–1950. 1 : 5 Mill., Euratom 2296e, Zentralamt Abt. Klima d. Deutschen Wetterd., Offenbach a. M.
- SCHLAGINTWEIT, H. u. A. 1850, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen in ihren Beziehungen zu den Phänomenen der Gletscher, zur Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. Leipzig.
- 1854, Neue Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen. Leipzig.
- SCHÜEPP, M. 1954, Witterungsklimatologie der Schweiz. In: H. FLOHN, Witterung und Klima von Mitteleuropa. Forschg. z. Deutschen Landeskde. 78, 159–167.
- 1959 u. 1960, Lufttemperatur. In: Klimatologie der Schweiz, C, Annalen d. Schweiz. Met. Z. A., Beihefte.
- STEINHAUSER, F. 1949, Über die Veränderlichkeit des Niederschlags in Österreich auf Grund hundert-jähriger Beobachtungsreihen. Wetter u. Leben 2, 53–58.
- 1954, Niederschlagskarte von Österreich für das Normaljahr 1901–1950. Hydrograph. Zentralbüro im B. Min. f. Land- u. Forstwirtsch., Wien.
- STEINHAUSER, F. u. H. NOWAK, Karten der Temperaturmittel für Jänner, Juli und Jahr sowie Jahreschwankung. Periode 1901–1950. Atlas d. Republ. Österreich III/1-d.
- STEINHAUSER, F. u. Th. PIPPAN, Karte der mittleren Jahressumme des Niederschlags (Periode 1901–1950). Atlas d. Republ. Österreich, III/3.
- STEINHAUSER, H. 1954, Die Veränderlichkeit des Niederschlags in den Alpen. Archiv f. Met., Geophys. u. Bioklim., B, 2, 360–382.
- UTTINGER, H. 1951, Zur Höhenabhängigkeit der Niederschlagsmengen in den Alpen. Archiv f. Met., Geophys. u. Bioklim., B, 2, 360–382.
- 1966, Niederschlag. In: Klimatologie der Schweiz, E, 4. Zürich.
- WAKONIGG, H. 1973, Die Hohen Tauern als Wetter- und Klimascheide. In: Beiträge zur Klimatologie, Meteorologie und Klimamorphologie (Festschr. f. H. TOLLNER). Arb. aus d. Geograph. Inst. d. Univ. Salzburg 3, Salzburg.
- WARTBURG, B. 1970, Über die Verteilungsschiefe monatlicher, jahreszeitlicher und jährlicher Niederschlagssummen im Alpenraum (Periode 1931–1960). Geograph. Inst. d. Univ. Innsbruck (unveröff. Hausarbeit).
- DEUTSCHER WETTERDIENST, Jahrbücher 1931–1960.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO im Bundesminist. f. Land- u. Forstwirtsch. Wien, Hydrographische Jahrbücher 1931–1960.
- 1953, Die Niederschlagsverhältnisse in Österreich (1901–1950). Beitr. z. Hydrograph. Österreichs 26/27.
- 1951, Die Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1901–1950. Beitr. z. Hydrograph. Österreichs 23.
- SCHWEIZERISCHE METEOROLOGISCHE ZENTRALANSTALT, Zürich, Annalen 1931–1960.
- ATLAS DER SCHWEIZ, 1965, Temperatur für Jänner, Juli und Jahr (Periode 1931–1960).
- 1967, Niederschlagsmengen (1901–1940) und Niederschlagshäufigkeit (1901–1960).
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, Consiglio Superiore, Servizio Idrografico, 1966/67, Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926–1955. Fasc. I – Italia Settentrionale. Pubbl. No. 21 del Servizio, II ediz., Roma.
- 1957/59, Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921–1950. Fasc. Venezia (VII), Po (XII). Roma.
- 1959, Carta della precipitazione media annue in Italia per il trentennio 1921–1950, 1:1.000.000. (Fasc XIV). Roma.
- , Ufficio Idrografico del Po (Parma), Annali Idrologici 1931–1960.
- , Ufficio Idrografico, Magistrato alle Acque (Venezia), Annali Idrologici 1931–1960.

Anhang 1: Mittlere Niederschlagssummen der Periode 1931–1960 (in mm)

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	61	60	35	31	38	50	51	68	49	43	57	57	599
Lausanne	558	84	67	66	63	88	113	97	114	117	84	89	73	1054
Genf	405	63	56	55	51	67	89	64	94	99	72	83	59	853
Villard de Lans	1050	103	101	78	88	112	111	79	113	120	108	129	108	1250
Chat. Queyras	1380	51	48	52	57	68	75	47	65	73	78	73	65	752
Barcelonnette	1135	55	53	53	58	61	58	39	58	72	78	79	61	725
Gap	770	72	59	78	71	80	72	44	71	91	101	103	85	927
Colle Tenda	1321	89	92	129	128	168	99	62	73	123	167	184	121	1435
Davos	1561	76	76	60	52	79	122	144	125	86	72	66	60	1018
Chur	586	54	57	49	45	70	93	107	105	77	67	60	49	833
Feldkirch	537	73	68	64	69	106	134	160	149	105	77	69	57	1131
Bregenz	430	89	77	79	94	143	170	207	175	135	107	85	78	1440
St. Gallen	664	81	75	67	87	128	161	162	151	118	89	73	63	1255
Bern	610	61	54	59	68	93	123	119	116	101	70	68	54	985
Aarau	408	81	69	64	61	87	115	117	115	94	70	74	63	1008
Luzern	498	66	59	62	79	119	151	160	154	110	79	66	55	1159
Zürich	569	74	70	64	76	101	129	136	124	102	74	73	64	1086
Basel	317	53	40	48	55	76	93	86	94	81	60	56	44	788
Oberstdorf	813	147	141	115	114	148	207	217	193	162	115	115	103	1777
Reutte/Tirol	870	85	87	82	87	136	171	199	171	122	88	79	70	1377
Garmisch-P.	706	94	84	78	86	129	168	194	167	124	87	78	67	1357
Bad Tölz	661	105	93	86	102	163	204	209	171	145	112	88	79	1557
München	524	57	51	54	68	107	120	134	101	88	56	52	48	938
Bever	1712	43	43	41	45	73	92	105	108	84	73	65	49	820
Schuls	1253	44	42	35	36	51	74	94	93	72	54	55	45	696
Landeck	818	54	50	42	35	56	91	119	104	76	51	53	43	775
Vent	1904	40	45	37	41	61	82	97	89	65	50	50	41	699
Innsbruck	582	59	55	44	55	78	119	147	119	83	68	54	51	933
Kufstein	495	93	86	79	88	122	162	188	155	107	86	73	72	1309
Zell am See	754	63	61	50	66	92	148	164	140	86	72	60	52	1053
Bischofshofen	556	63	60	50	57	86	113	147	130	83	68	60	60	977
Salzburg	436	71	68	69	89	129	170	195	161	115	85	71	66	1288
Hallstatt	525	123	121	119	128	151	200	241	206	140	124	98	107	1757
Kremsmünster	388	65	69	59	74	94	126	157	117	73	68	62	59	1023
Liezen	640	73	64	60	68	83	126	166	135	82	77	61	72	1067
Mariazell	865	73	86	76	81	107	136	170	130	80	92	68	74	1172
Amstetten	339	65	65	57	62	95	113	131	117	72	67	60	61	966
Wien H. Warte	203	39	44	44	45	69	67	83	71	42	56	52	45	657

Wr.Neustadt	271	26	30	35	42	79	95	99	81	42	51	37	33	650
Alessandria	95	36	33	42	51	61	40	28	39	47	79	84	54	592
Pinerolo	377	37	38	83	127	175	113	60	77	130	149	123	76	11188
Susa	501	37	36	64	78	106	65	33	50	72	92	85	64	783
Aosta	583	40	37	40	47	51	50	34	43	51	57	72	52	575
Ivrea	267	33	30	60	103	142	126	89	98	96	101	94	59	1029
Vercelli	135	39	39	61	76	97	78	53	60	74	90	101	65	834
Lugano	276	63	67	98	148	215	198	185	196	156	173	147	95	1741
Mailand	121	59	58	73	82	104	102	72	76	80	118	109	83	1017
Como	200	56	58	89	120	156	120	121	110	113	151	130	91	1315
Bergamo	366	58	60	78	110	154	144	102	108	116	127	129	85	1270
Cremona	45	44	49	54	63	70	55	37	44	59	91	83	61	712
Brescia	120	47	55	58	78	113	94	76	92	81	99	87	65	946
Riva/Garda	70	45	58	65	78	96	94	89	92	92	101	106	70	985
Schlanders	706	15	19	21	26	44	60	68	70	48	45	43	27	485
Meran	319	20	29	38	48	72	83	89	75	64	68	75	43	703
Brixen	560	16	22	28	38	63	85	99	95	66	54	46	29	641
Trient	312	36	49	57	73	97	93	93	90	95	107	104	68	963
Verona	60	36	37	43	51	82	60	55	59	62	68	62	48	662
Vicenza	42	68	73	79	92	113	97	82	75	86	117	117	89	1087
Padua	12	52	59	67	76	85	80	64	57	70	95	92	69	866
Venedig	2	45	50	56	59	78	78	55	58	74	90	85	59	786
Cortina d'Amp.	1275	38	57	65	89	116	135	133	123	99	109	109	74	1147
Belluno	400	60	64	73	96	132	143	125	115	114	118	125	89	1254
Udine	159	78	84	89	110	129	169	129	91	129	153	136	122	1421
Musi	663	173	195	238	254	306	323	251	219	264	361	356	281	3223
Triest	18	65	59	58	65	82	94	78	68	90	110	102	78	948
Matrei/Osttir.	1050	36	50	38	50	72	107	130	119	79	78	73	48	880
Villach	504	58	61	55	89	104	136	138	115	109	114	102	73	1154
Klagenfurt	448	41	45	43	71	90	126	125	106	89	89	75	56	955
St.Michael Lg.	1040	42	46	38	64	74	119	134	100	85	62	47	44	856
Bruck a.d.Mur	485	31	35	33	47	84	111	114	93	61	65	48	47	769
Graz	377	29	33	35	52	95	120	125	102	80	76	52	43	842

Anhang 2: Standardabweichung der Niederschlagsmengen (in mm) in der Periode 1931-1960

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	33	58	28	22	21	25	23	27	27	32	59	43	93
Lausanne	558	47	50	51	33	40	48	41	61	58	51	70	44	172
Genf	405	39	48	47	31	35	42	37	49	51	40	57	33	138
Villard de Lans	1050	50	74	54	47	47	54	46	66	53	65	84	59	222
Chat. Queyras	1380	34	42	43	37	35	47	29	41	41	48	42	49	111
Barcelonnette	1135	41	61	39	42	29	30	24	34	50	57	54	42	153
Gap	770	55	52	52	47	38	39	23	41	52	60	64	57	172
Colle Tenda	1321	76	74	92	71	93	63	40	47	92	118	132	83	342
Davos	1561	45	65	40	27	29	41	36	47	36	49	61	48	149
Chur	586	27	52	30	21	31	39	49	49	44	45	55	41	117
Feldkirch	537	25	51	33	29	46	44	50	60	44	46	56	28	150
Bregenz	430	32	46	40	42	63	52	74	88	65	74	58	43	227
St.Gallen	664	28	44	30	38	48	53	57	65	47	56	48	33	178
Bern	610	33	43	41	33	37	39	54	53	46	44	56	34	170
Aarau	408	32	43	41	30	38	34	55	51	48	49	54	40	188
Luzern	498	23	33	30	32	44	42	61	47	49	49	46	27	160
Zürich	569	32	49	34	35	47	48	55	58	51	50	54	37	178
Basel	317	22	22	33	31	40	39	55	44	41	40	43	27	150
Oberstdorf	813	55	103	58	47	55	68	61	74	64	71	100	58	226
Reutte/Tirol	870	37	59	43	41	56	51	58	64	54	53	72	38	199
Garmisch-P.	706	37	61	44	36	52	55	62	53	49	53	64	32	182
Bad Tölz	661	37	50	44	39	76	63	82	52	64	65	62	35	213
München	524	26	28	24	45	61	37	67	38	48	39	40	23	125
Bever	1712	33	38	27	25	27	36	35	46	54	58	45	40	176
Schuls	1253	29	33	18	20	20	28	29	41	38	40	45	38	127
Landeck	818	29	44	26	17	24	31	34	38	37	35	50	28	124
Vent	1904	25	34	27	19	23	26	24	35	35	28	31	26	101
Innsbruck	582	41	40	21	29	36	40	41	50	38	44	35	31	140
Kufstein	495	36	56	46	31	58	56	67	55	55	56	48	39	164
Zell am See	754	36	53	33	29	37	56	57	41	35	52	38	35	141
Bischofshofen	556	41	49	34	28	34	42	57	46	34	42	38	31	131
Salzburg	436	28	42	32	40	60	69	71	66	57	53	38	30	199
Hallstatt	525	61	86	78	61	68	73	65	77	52	79	63	63	228
Kremsmünster	388	21	41	35	28	51	56	70	49	37	41	35	31	154
Liezen	640	44	48	46	32	40	42	44	43	38	57	40	49	130
Mariazell	865	44	62	57	50	56	50	59	43	39	58	40	41	163
Amstetten	339	30	39	33	31	51	56	55	55	44	46	32	30	142
Wien H.Warte	203	15	27	26	29	48	39	41	41	36	43	31	29	112

Wr. Neustadt	271	18	17	19	30	50	43	46	44	31	28	23	20	112
Alessandria	95	27	26	35	35	38	23	21	34	40	59	58	47	157
Pinerolo	377	40	33	77	77	130	80	37	44	92	111	109	73	288
Susa	501	33	29	67	57	81	62	25	32	60	81	64	56	209
Aosta	583	30	30	42	43	34	38	19	21	37	48	47	41	126
Ivrea	267	34	26	61	65	67	68	52	65	69	84	83	57	241
Vercelli	135	34	33	56	52	58	40	29	41	59	71	81	52	209
Lugano	276	56	66	85	86	104	96	83	115	91	119	114	75	353
Mailand	121	47	48	56	53	60	50	58	55	57	76	68	59	233
Como	200	61	54	83	70	76	60	63	80	75	106	96	76	351
Bergamo	366	47	51	62	63	77	73	67	74	78	89	79	68	306
Cremona	45	32	42	43	45	38	34	28	34	44	64	50	43	190
Brescia	120	36	49	46	54	53	54	51	69	61	84	52	43	225
Riva/Garda	70	47	58	57	44	42	40	44	48	53	80	73	51	240
Schlanders	706	15	21	21	19	21	23	22	28	33	42	31	24	91
Meran	319	25	37	44	37	30	39	31	35	45	55	57	43	166
Brixen	560	16	24	28	23	26	27	43	37	38	42	29	26	99
Trient	312	35	52	57	46	43	37	32	39	60	100	74	56	230
Verona	60	29	33	36	35	47	32	37	50	44	47	39	32	181
Vicenza	42	49	60	63	64	46	51	51	48	47	71	69	54	230
Padua	12	34	51	49	53	48	45	43	45	40	59	53	37	170
Venedig	2	28	43	40	47	47	52	36	50	51	59	47	31	179
Cortina d'Amp.	1275	42	74	65	55	42	41	33	47	59	85	76	58	231
Belluno	400	55	64	70	56	50	51	35	56	69	94	75	69	233
Udine	159	77	80	82	64	60	79	54	51	81	108	76	89	302
Musi	663	165	200	225	176	147	143	121	116	159	245	254	214	736
Triest	18	44	53	51	36	47	46	37	42	47	55	58	44	203
Matrei/Osttir.	1050	31	46	34	30	35	39	36	47	38	51	47	35	144
Villach	504	36	47	54	42	46	48	61	55	55	73	62	48	163
Klagenfurt	448	25	36	40	35	43	55	59	50	51	61	42	35	160
St. Michael Lg.	1040	37	33	24	38	41	45	47	42	46	41	31	34	116
Bruck a.d. Mur	485	23	27	18	23	39	41	41	39	40	38	30	30	113
Graz	377	20	25	25	26	43	54	56	53	44	46	27	28	138

Anhang 3: Schiefe der Häufigkeitsverteilung der Niederschlagssummen (Periode 1931-1960)

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	März.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	0,71	1,24	1,31	0,87	1,02	1,25	0,47	0,08	0,78	1,28	2,34	0,94	-0,02
Genf	405	1,38	0,64	1,22	0,45	0,77	0,66	0,40	0,44	0,34	1,08	1,42	1,01	0,60
Gap	770	1,17	0,74	0,39	0,58	0,44	0,41	0,41	0,50	0,16	1,35	0,57	0,93	0,80
Chur	586	1,02	1,37	1,19	0,77	0,86	0,86	1,77	0,26	1,19	0,82	1,53	1,76	-0,05
Basel	317	0,57	0,19	0,94	0,55	0,58	0,90	0,80	-0,01	1,02	2,05	2,19	1,03	0,41
Oberstdorf	813	0,37	1,10	0,51	0,18	0,56	0,14	0,38	0,14	-0,04	0,39	1,69	0,66	0,12
Bever	1712	2,98	1,25	1,01	0,49	0,33	0,62	-0,13	-0,02	1,55	0,93	0,41	1,65	0,39
Salzburg	436	0,77	0,74	1,11	0,03	1,20	0,67	0,98	0,70	0,65	0,26	1,57	0,10	0,51
Kremsmünster	388	0,59	0,78	0,95	-0,09	0,68	0,63	0,94	1,16	0,60	0,45	1,31	0,59	0,08
Wien H. Warte	203	1,68	0,52	0,98	0,64	0,95	0,82	0,86	1,88	1,67	0,93	0,86	1,03	0,55
Pinerolo	377	1,53	1,13	1,21	0,01	1,95	1,31	0,73	0,38	0,50	0,75	0,69	1,46	0,11
Aosta	583	1,24	0,61	1,73	1,84	0,72	2,05	0,38	0,44	1,35	0,99	0,60	1,39	-0,33
Lugano	276	0,84	1,49	0,73	0,41	0,68	0,24	0,37	0,45	1,16	0,88	1,35	0,68	0,58
Mailand	121	1,06	0,83	0,45	0,28	0,01	0,10	1,38	0,92	0,64	1,19	0,91	0,82	0,66
Brescia	120	1,42	1,09	0,88	1,26	0,72	0,90	0,52	0,87	0,99	2,74	0,70	0,93	0,08
Schlanders	706	2,14	1,27	1,66	0,64	0,15	-0,05	0,18	0,43	2,20	1,35	0,63	1,48	0,42
Brixen	560	1,75	2,23	2,00	0,23	0,50	0,13	2,34	0,12	0,94	0,67	0,48	1,39	0,16
Trient	312	1,55	1,17	1,23	0,45	0,64	-0,07	0,12	0,86	1,55	1,74	1,38	1,11	0,37
Padua	12	1,17	1,02	0,50	1,02	0,57	0,67	1,70	0,91	0,82	0,97	0,89	0,61	-0,20
Cortina d'Amp.	1275	2,16	2,82	1,61	0,54	-0,34	0,12	0,16	0,25	0,93	1,06	0,59	0,82	0,50
Belluno	400	1,43	1,21	1,50	0,47	0,52	0,52	0,77	1,10	1,17	1,25	0,85	1,05	0,54
Villach	504	0,87	0,55	1,53	0,48	0,02	-0,07	1,29	0,40	0,42	1,16	1,34	0,87	0,36
St. Michael/Lg.	1040	1,19	1,15	0,33	0,89	1,26	0,95	0,23	0,22	0,51	0,68	0,74	1,74	0,34
Graz	377	1,35	0,84	1,34	0,63	0,43	0,48	0,88	0,48	0,57	0,44	0,52	0,71	0,78

Anhang 4: Mittlere Lufttemperatur (Periode 1931-1960) (in °C) (MM = Maximum-Minimum-Mittel)

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	-0,3	1,7	6,6	10,8	15,1	18,4	20,0	18,9	15,8	10,1	4,9	0,8	10,2
Gr.St.Bernhard	2478	-8,6	-8,5	-6,3	-3,4	0,6	4,5	7,2	7,0	4,6	-0,1	-4,4	-7,4	-1,2
Genf	405	1,1	2,2	6,1	10,0	14,2	17,8	20,0	19,1	15,9	10,3	5,7	2,1	10,4
Chur	633	-1,0	0,4	4,7	8,6	12,8	15,7	17,3	16,8	14,2	9,1	4,1	0,4	8,6
Säntis	2500	-9,0	-9,0	-6,6	-4,1	0,4	3,6	5,7	5,5	3,5	-0,5	-4,5	-7,6	-1,1
St.Gotthard	2095	-7,8	-7,2	-4,7	-1,6	2,1	5,9	8,4	8,3	5,8	1,2	-3,2	-6,4	0,1
Bern	572	-1,1	0,4	4,5	8,6	12,7	16,0	17,8	17,0	13,9	8,4	3,5	0,1	8,5
Basel	317	0,1	1,3	5,5	9,3	13,5	17,0	18,7	18,0	14,8	9,4	4,7	1,2	9,4
Hohenpeißenberg	977	-2,2	-1,6	1,9	5,6	9,8	13,0	15,0	14,7	12,1	7,1	2,6	-0,8	6,4
München	524	-2,1	-0,5	4,0	8,6	12,7	16,0	17,5	16,5	12,9	7,4	2,6	-0,7	7,9
Vent (MM)	1896	-6,8	-5,6	-2,5	1,1	5,3	8,7	10,6	10,2	8,1	3,5	-1,8	-3,5	2,1
Sonnblick (MM)	3106	-13,3	-13,1	-11,2	-8,3	-3,8	-0,6	1,6	1,5	-0,4	-4,4	-8,4	-11,4	-6,0
Kremsmünster	388	-2,5	-1,0	3,5	8,7	13,6	16,8	18,5	17,8	14,4	8,8	3,6	-0,4	8,5
Wien H.Warte	203	-1,3	0,4	4,6	10,1	14,7	18,1	19,9	19,1	15,5	9,8	4,8	0,9	9,7
Locarno M.	380	2,4	4,1	7,7	11,6	15,2	19,0	21,1	20,2	17,0	11,8	6,9	3,5	11,7
Mailand (MM)	121	1,7	4,4	9,3	14,1	18,5	22,8	25,1	23,1	19,4	13,0	7,1	2,7	13,4
Schlanders (MM)	706	-0,9	1,6	5,7	10,3	14,1	17,5	19,2	18,3	15,1	9,6	3,9	0,3	9,6
Trient (MM)	312	1,0	3,9	8,6	13,0	16,7	20,4	22,8	22,0	18,8	12,9	6,6	2,1	12,4
Padua (MM)	12	2,0	4,1	8,4	12,9	17,4	21,3	23,5	23,1	19,6	13,8	8,1	3,8	13,2
Cortina d'Amp.	1275	-2,7	-1,2	1,9	5,5	9,6	13,2	15,4	15,0	12,4	7,5	2,5	-1,4	6,5
Pelluno	400	-0,1	2,4	6,8	11,2	15,2	19,0	21,3	20,8	17,7	12,3	6,3	1,6	11,2
St.Michael i.L.1040		-4,8	-2,3	2,1	6,5	11,4	14,8	16,5	15,7	12,7	7,4	1,4	-3,3	6,5
Graz	377	-2,2	-0,3	4,3	9,7	14,2	17,6	19,3	18,4	14,8	9,2	3,9	-0,2	9,0

Anhang 5: Standardabweichung der monatlichen und jährlichen Lufttemperatur (Periode 1931-1960) in °C

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	2,21	2,40	1,95	1,62	1,50	1,28	1,34	1,34	1,50	1,18	1,22	2,06	0,57
Gr.St.Bernhard	2478	2,09	2,49	2,13	1,88	1,59	1,61	1,54	1,27	1,69	1,58	1,92	1,91	0,66
Genf	405	2,04	2,50	1,59	1,48	1,57	1,31	1,49	1,33	1,51	1,05	1,13	1,79	0,51
Chur	633	2,56	2,82	2,27	1,65	1,74	1,29	1,33	1,29	1,60	1,36	1,42	2,35	0,63
Säntis	2500	2,25	2,48	2,35	2,01	1,78	1,51	1,48	1,43	1,97	1,97	1,79	1,95	0,70
St.Gotthard	2095	2,22	2,51	2,07	1,72	1,55	1,60	1,47	1,20	1,68	1,51	1,66	1,91	0,67
Bern	572	2,30	2,62	1,97	1,60	1,71	1,37	1,53	1,96	1,83	1,28	1,56	1,86	0,71
Basel	317	2,82	3,11	1,89	1,69	1,62	1,28	1,47	1,45	1,60	1,13	1,37	2,12	0,63
Hohenpeißenberg	977	2,78	3,20	2,59	2,12	1,93	1,51	1,38	1,39	1,93	1,65	1,82	2,62	0,72
München	524	3,04	3,24	2,30	2,36	1,89	1,30	1,35	1,99	2,47	2,36	2,47	2,03	0,79
Vent (MM)	1896	2,52	2,50	2,37	1,77	1,82	1,47	1,25	1,07	1,70	1,68	1,69	2,17	0,78
Sonnblick (MM)	3106	2,46	2,41	2,38	1,86	1,51	1,40	1,11	1,23	1,75	1,65	1,74	2,16	0,58
Kremsmünster	388	2,93	2,89	2,12	1,70	1,76	1,31	1,16	1,13	1,52	1,21	1,23	2,06	0,65
Wien H.Warte	203	3,18	3,21	2,36	1,78	1,73	1,22	1,14	1,13	1,66	1,28	1,43	2,16	0,73
Locarno M.	380	1,36	1,79	1,76	1,48	1,50	1,25	1,36	1,13	1,20	1,13	0,96	1,30	0,52
Mailand (MM)	121	1,79	2,05	1,66	1,79	2,06	1,36	1,36	2,59	2,28	2,26	2,03	1,79	0,71
Schlanders (MM)	706	1,88	3,19	2,87	2,37	2,13	1,46	1,16	1,84	2,84	2,89	2,50	2,27	0,63
Trient (MM)	312	1,89	2,09	1,55	1,52	1,45	1,69	1,55	1,86	2,41	2,32	1,42	0,95	0,62
Padua (MM)	12	2,16	2,14	1,54	1,35	1,44	1,31	1,37	1,10	1,42	1,27	1,10	1,73	0,53
Cortina d'Amp.	1275	1,80	2,11	2,07	1,48	1,40	1,30	1,26	1,13	1,41	1,23	1,53	1,80	0,47
Belluno	400	2,09	2,02	1,56	1,66	1,78	1,45	1,47	1,38	1,68	1,31	1,07	1,65	0,69
St.Michael i.L.1040		2,29	2,14	2,28	1,83	1,65	1,40	1,03	1,38	1,71	1,45	1,52	2,37	0,63
Graz	377	2,73	2,63	2,17	1,54	1,60	1,22	1,04	1,13	1,50	1,46	1,29	1,99	0,60

Anhang 6: Verteilungsschiefe der monatlichen und jährlichen Lufttemperatur (Periode 1931-1960)

Ort	Höhe m	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sion	549	-0,31	-1,23	0,04	-0,10	-0,65	-0,10	0,13	0,43	-0,77	-0,08	0,26	-0,85	-0,15
Gr.St.Bernhard	2478	-0,46	-0,88	0,27	0,07	-0,40	0,13	-0,10	0,49	-1,11	-0,20	0,20	-0,16	0,25
Genf	405	-0,18	-1,29	0,06	0,08	0,75	0,32	0,15	0,79	-0,72	-0,32	0,26	-0,21	-0,58
Chur	633	-0,24	-1,30	-0,23	-0,22	-0,33	-0,24	0,01	0,92	-0,64	-0,05	-0,02	-0,63	-0,03
Säntis	2500	-0,41	-1,02	-0,45	0,12	-0,21	-0,08	-0,19	0,76	-0,95	-0,34	0,26	-0,00	0,14
St.Gotthard	2095	-0,55	-1,22	0,02	-0,06	-0,08	0,46	0,02	0,65	-1,30	-0,24	0,48	-0,13	0,37
Bern	572	-0,33	-1,51	-0,19	-0,06	-0,65	0,06	0,36	-1,54	-1,24	-0,34	-0,25	-0,30	-0,74
Basel	317	-0,68	-1,47	-0,25	-0,10	-0,51	0,10	0,24	0,67	-0,71	0,69	0,46	-0,38	-0,72
Hohenpeissenberg	977	-0,48	-1,44	-0,33	-0,01	-0,23	0,04	-0,15	0,60	-0,57	0,06	0,06	-0,22	-0,16
München	524	-0,77	-1,38	-0,64	0,40	-0,01	0,10	0,06	-1,95	-1,21	-1,03	-1,76	-0,65	-0,31
Vent (MM)	1896	-0,05	-1,67	-0,57	0,16	0,04	-0,95	-0,45	0,55	-0,27	-0,45	-0,09	-0,35	-0,63
Sonnblick (MM)	3106	-0,22	-1,10	-0,52	-0,03	0,26	0,03	-0,09	0,64	-0,96	-0,49	0,14	-0,24	0,19
Kremsmünster	388	-0,87	-1,22	-0,24	-0,10	0,18	0,09	-0,82	0,45	0,04	0,24	-0,04	-0,05	-0,64
Wien H.Warte	203	-0,70	-1,27	-0,09	-0,04	0,33	0,21	-0,26	-0,23	0,05	-0,53	-0,13	-0,30	-0,76
Locarno M.	380	-0,66	-0,84	-0,68	0,06	-0,46	0,21	0,49	0,63	-0,68	0,27	-0,09	-0,26	-0,08
Mailand (MM)	121	-0,41	-1,27	0,06	0,21	0,33	0,41	0,45	-2,18	-1,70	-1,42	-2,03	-0,41	-0,36
Schlanders (MM)	706	0,33	-0,58	-0,40	-0,42	-0,42	-0,52	0,70	-0,21	0,50	0,44	0,15	-0,52	-0,83
Trient (MM)	312	-0,05	-0,76	-0,32	-0,52	-0,48	-1,14	0,79	0,10	-0,05	-0,08	-0,06	0,41	-0,02
Padua (MM)	12	-0,12	-1,30	-0,21	-0,11	-0,27	-0,24	0,10	0,26	-0,03	-0,05	-0,06	-0,71	-0,43
Cortina d'Amp.	1275	0,22	-1,02	0,15	-0,10	0,18	0,06	-0,24	0,91	-0,78	-0,12	0,20	-0,16	0,10
Belluno	400	0,03	-0,71	0,32	0,10	-0,30	-0,11	0,45	0,77	-0,40	-0,33	-0,22	-0,48	0,20
St.Michael i.L.	1040	-0,15	-1,27	-0,23	0,29	0,21	-0,14	-0,46	0,41	-0,06	0,28	-0,04	0,18	0,28
Graz	377	-0,48	-0,80	-0,22	-0,04	0,76	-0,01	-0,82	0,22	-0,08	-0,49	0,03	-0,25	-0,31

Anhang 7: Korrelation der monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen und Lufttemperaturen in der Periode 1931-1960.

Ort	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.	Wnt.	Frl.	Som.	Hbs.	Jahr
Sion	,42	,47	,45	,24	,19	,42	,59	,63	,21	,25	,02	,03	,26	,37	,62	,38	,18
Genf	,64	,57	,23	,28	,37	,60	,67	,47	,19	,04	,42	,25	,58	,34	,56	,08	,05
Chur	,40	,31	,34	,16	,37	,44	,51	,56	,41	,16	,11	,01	,10	,25	,61	,18	,27
Luzern	,17	,29	,57	,32	,55	,43	,59	,33	,16	,28	,36	,30	,18	,54	,57	,12	,44
Bern	,55	,49	,22	,25	,38	,31	,79	,58	,22	,27	,47	,36	,53	,37	,76	,00	,30
Basel	,39	,53	,25	,05	,52	,24	,61	,52	,06	,27	,23	,18	,43	,43	,64	,02	,40
Oberstdorf	,38	,30	,34	,17	,32	,48	,58	,51	,37	,37	,16	,14	,20	,18	,62	,20	,36
Bad Tölz	,30	,47	,36	,45	,43	,44	,45	,42	,54	,14	,22	,04	,18	,35	,61	,42	,50
Bever	,44	,30	,07	,15	,29	,30	,53	,27	,24	,45	,07	,14	,39	,27	,26	,32	,25
Innsbruck	,25	,35	,35	,40	,57	,68	,36	,29	,47	,20	,06	,07	,22	,41	,46	,35	,46
Zell am See	,43	,55	,17	,16	,68	,45	,53	,40	,47	,23	,12	,29	,51	,41	,55	,36	,25
Salzburg	,37	,51	,12	,41	,53	,51	,45	,28	,26	,10	,30	,28	,36	,42	,36	,10	,12
Kremsmünster	,24	,45	,21	,41	,58	,55	,31	,48	,58	,16	,30	,38	,18	,59	,69	,33	,43
Wien	,10	,16	,20	,45	,40	,47	,20	,32	,51	,27	,08	,24	,02	,53	,38	,47	,17
Locarno	,26	,00	,26	,38	,56	,67	,60	,58	,11	,06	,08	,13	,32	,48	,71	,11	,45
Mailand	,49	,11	,15	,43	,45	,47	,01	,43	,05	,09	,03	,36	,34	,19	,38	,00	,05
Schlanders	,17	,06	,15	,14	,33	,37	,19	,08	,02	,21	,07	,31	,02	,48	,20	,09	,11
Trient	,27	,08	,02	,40	,17	,32	,48	,36	,14	,10	,04	,03	,04	,09	,36	,20	,12
Padua	,35	,21	,19	,33	,58	,45	,26	,46	,29	,12	,46	,53	,42	,08	,51	,10	,01
Cortina d'Amp.	,09	,20	,12	,23	,48	,20	,27	,39	,23	,03	,08	,01	,04	,19	,06	,15	,20
Belluno	,49	,08	,07	,32	,47	,14	,32	,32	,14	,03	,30	,20	,33	,17	,35	,07	,26
St.Michael Ig.	,04	,32	,19	,23	,09	,06	,28	,27	,22	,05	,09	,08	,11	,33	,15	,26	,38
Bruck a.d.Mur	,10	,22	,05	,29	,51	,07	,16	,24	,28	,08	,25	,09	,04	,22	,16	,13	,01
Graz	- ,23	- ,13	- ,07	- ,49	- ,63	- ,30	- ,19	- ,25	- ,33	,07	,13	,20	- ,09	- ,34	- ,23	- ,09	- ,15

Anhang 8: Zahl der Tage mit bestimmter Wetterlage in der Periode 1931-1960 (nach P. HESS und H. BREZOWSKY 1969) vgl. Tab. 7 (S. x)

Wetter- lage	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.
WA	39	31	40	46	31	70	74	74	77	59	30	26
WZ	108	125	95	110	95	127	202	194	130	136	108	131
WS	73	49	46	18	8	20	-	23	-	26	25	52
WW	29	14	26	15	4	23	16	27	44	20	52	37
SWA	19	8	9	23	16	5	10	29	27	22	20	43
SWZ	53	37	22	7	10	12	4	13	13	31	47	22
NWA	17	18	30	39	15	40	70	50	38	20	29	19
NWZ	69	36	29	34	21	32	73	46	52	48	28	52
HM	91	85	98	63	71	118	98	80	129	111	61	78
BM	51	44	49	66	34	63	62	80	47	76	86	91
TM	18	24	22	23	36	16	36	24	17	22	32	22
NA	6	-	13	9	26	20	3	1	4	2	6	5
NZ	23	33	27	33	44	18	3	7	16	13	16	7
HNA	18	24	33	56	71	65	22	16	32	31	11	26
HNZ	12	12	17	17	35	29	7	-	3	9	8	3
HB	33	47	53	50	44	51	13	19	49	41	23	37
TRM	45	42	25	59	30	36	45	28	48	30	48	33
NEA	13	24	35	29	52	32	51	52	10	8	5	7
NEZ	14	18	2	30	41	38	16	27	12	21	2	28
HFA	77	32	46	26	20	9	18	38	34	46	29	48
HFZ	9	-	7	2	8	3	-	3	4	14	13	18
HNFA	19	35	9	15	46	11	-	-	4	8	6	1
HNFZ	8	30	39	9	35	1	12	4	8	-	14	10
SEA	18	10	46	20	40	12	-	3	16	44	45	17
SEZ	23	20	36	10	10	-	-	2	7	11	22	16
SA	21	2	41	12	7	3	4	9	38	12	38	22
SZ	13	22	8	1	-	-	-	-	2	10	39	27
TB	4	15	12	32	43	7	46	35	10	23	17	29
TRW	6	7	12	41	29	32	40	42	25	33	32	20
unbek.	1	4	3	5	8	7	5	4	4	3	8	3
zusammen	930	848	930	900	930	900	930	930	900	930	900	930

Anhang 9: Menge, Variabilität und Jahresgang des Niederschlags in der Periode 1931-1960

Ort	Höhe m	Jahr mm	Var. %	Gang	Ort	Höhe m	Jahr mm	Var. %	Gang
Rhône - Saone									
Reckingen	1332	1042	17,4	HSWF	Zermatt	1610	676	17,3	SHFW
Visp	650	616	17,8	HWSF	Leukerbad	1391	1078	20,1	WSHF
Sion	549	599	15,6	WSHF	St. Bernhard	2479	2043	15,5	WHFS
Martigny	471	751	17,6	"	Bex	427	959	15,6	SHWF
Montreux Cl.	408	1153	14,6	SHFW	Lausanne	558	1054	16,3	"
Le Biot	609	1426	17,4	SHWF	Cossonay	565	940	16,8	"
Nyon	390	1012	16,1	HSWF	Genf	405	853	16,2	HSWF
Sallanches	550	1148	17,1	SHWF	Samoens	700	1666	17,7	SHWF
Taninges	630	1408	16,1	"	Pers Jussy	580	1193	17,5	HSWF
Terramont	1095	1648	19,3	"	Seyssel	370	1083	19,9	HWSF
Thônes	625	1747	18,3	WHSF	St. Pierre E.	645	1571	21,7	SHWF
Aiguebellt.	400	1464	16,9	SHFW	Rix Luis	225	1067	20,9	HWSF
Marigny	465	1357	18,7	WHSF	Saut Mortier	310	1487	18,7	"
Bron	196	814	17,2	HSFW	Pontarlier	835	1379	15,5	SHWF
Liebvillers	370	1119	16,0	SHWF	Montbéliard	316	1058	18,5	"
Besançon	314	1100	15,5	"	Louhans	180	886	19,4	HSWF
Bourg-en-Br.	240	961	19,0	HSWF	St. Julien R.	189	848	20,2	"
Isère									
Belleville	1215	1735	14,9	SWHF	Fontanus	1035	1620	17,0	SWHF
Fond de Fr.	1085	1620	16,9	SHWF	St. Hilaire	970	1677	20,3	WSHF
Revel	630	1059	17,2	HSWF	Orcières	1440	1244	19,7	HFWS
Champolèon	1270	1200	18,3	HFSW	Ancelle	1360	1033	17,4	"
St. Bonnet	1020	1124	20,3	HWFS	Motte Chps.	1095	1096	20,0	"
Les Portes	1265	1401	20,2	"	Villar Lb.	1030	1273	18,4	HWFS
St. Firmin	900	1165	20,2	"	St. Etienne	1265	1136	20,8	HFWS
Pellafol	930	992	17,5	"	Corps	935	1192	22,0	HWFS
Chantelouve	1000	1209	19,0	HWSF	Entraigues	800	1100	22,7	"
La Mure	855	890	17,3	HSWF	Clèlles	765	965	16,3	HWSF
Le Verney	770	1250	19,5	WHSF	Ornon	950	1194	19,5	"
Engins	850	1269	20,1	HWSF	Montaud	800	1585	17,4	HSFW
Charavines	510	1171	19,1	HSFW	Villard de L.	1050	1250	17,8	HWSF
Pont-en-Roy.	200	1041	19,3	"	Villard N.D.	1500	1070	20,3	"

Durance und Var									
Nevache	1660	800	17,3	HWSF	Cervières	1640	793	24,2	HSWF
Le Monetier	1490	932	19,9	HWFS	Les Claux	1250	992	23,3	HWFS
Champcella	1200	813	18,7	HFSW	Abries	1540	853	20,7	HFSW
Ch. Queyras	1380	752	14,8	HSFW	Ceillac	1640	813	18,7	HFWS
Guillestre	980	679	18,0	"	Vars-les-Cl.	1850	797	19,1	HSFW
Embrun	870	700	17,1	"	Les Orres	1445	875	16,1	"
Barcelonnette	1135	725	21,2	HFWS	Le Lauzet	910	909	18,9	"
Remollon	670	775	15,9	HFSW	Gap	770	927	18,6	HFWS
La Brillanne	350	646	17,3	HFWS	St. Etienne	0.700	983	20,9	"
St. André Alp.	895	905	18,8	"	Soleils	723	947	20,9	"
Comps s. Art.	865	986	29,2	"	Aups	500	863	21,1	"
Regusse	542	786	22,7	"	Allemagne Pr.	450	684	20,3	"
Fayence T.	366	994	30,8	HWFS	St. Etienne T.	1140	1005	22,5	"
Valdeblore	1000	1018	24,1	HFWS	Entraunes	1250	1214	24,2	"
Guillaumes	770	988	20,0	"	St. Auban	1100	1195	20,7	"
Coursegoules	1000	1439	26,4	"					

Aare und Reuß									
Guttannen	1058	1686	14,8	SHFW	Meiringen	604	1318	14,4	SHFW
Grindelwald	1040	1248	12,5	"	Interlaken	568	1236	14,4	"
Kandersteg	1176	1118	13,2	"	Zweisimmen	955	1333	14,7	SWHF
Thun	560	951	13,4	SFWH	Bern	610	985	17,3	SHFW
Chat. d'Oex	994	1312	14,9	SHWF	Romont	764	1065	14,6	"
Freiburg Ü.	677	968	16,1	SHFW	Le Sentier	1020	1523	17,3	SHWF
Couvet	750	1274	15,5	SHWF	Neuchâtel	487	993	18,2	"
Chaumont	1141	1149	16,6	"	Mont Soleil	1183	1464	15,5	"
Biel	436	1060	17,8	"	Solothurn	470	1266	17,3	SWHF
Langnau	692	1269	14,8	SFWH	Affoltern	796	1149	16,0	SHFW
St. Urban	454	1164	17,0	SHWF	Langenbruck	740	1162	17,8	SHWF
Olten	391	1101	17,5	"	Aarau	408	1008	18,6	"
Beromünster	640	1145	15,5	SHFW	Andermatt	1442	1343	19,5	SHFW
Göschenen	1127	1309	17,7	"	Altdorf	451	1226	14,2	SFWH
Schwyz	520	1723	12,6	"	Rigi Kulm	1760	2120	11,9	"
Engelberg	1018	1560	12,2	"	Sarnen	479	1083	13,9	SHFW
Luzern	498	1159	13,8	SFWH	Entlebuch	725	1434	14,9	SFWH
Unterägeri	742	1581	13,6	SHFW	Elm	962	1585	13,8	SHWF
Glarus	503	1486	14,0	SHWF	Lachen	410	1375	12,6	SHFW
Zürich	569	1086	16,4	SHFW	Einsiedeln	914	1647	13,0	"
Baden	381	1006	14,7	"	Beznau	327	994	17,9	SWHF

Rhein									
Platta-Med.	1378	1262	21,1	SHFW	Ilanz	715	925	17,3	SHWF
Bivio	1770	1177	17,4	"	Davos-Platz	1561	1017	14,7	"
Arosa	1864	1325	12,3	"	Chur	586	833	14,0	SHFW
Schiers	682	1044	14,4	SHWF	Sargans	510	1279	15,5	SFWH
Vermunt	1733	1717	10,6	SFWH	Partenen	1020	1362	12,8	SHWF
Gaschurn	1008	1257	14,5	SHFW	St. Gallenk.	865	1312	12,5	SHFW
Bitschweil	1110	1312	13,2	"	Tschagguns	680	1239	13,4	"
Silbertal	890	1410	13,5	SHWF	Schrüns	690	1271	13,5	"
Langen a.A.	1218	2005	12,3	SWHF	Bürs	570	1330	14,5	"
Brand	1050	1536	14,3	SHFW	Feldkirch	537	1131	13,2	"
Götzis	425	1256	14,0	"	Lustenau	410	1170	16,1	"
Bödele	1100	2140	13,7	SFWH	Dornbirn	430	1399	14,5	"
Schröcken	1152	2156	13,2	SWHF	Schoppernau	835	1889	13,9	"
Damüls	1430	2087	15,3	"	Au im Breg. W.	800	1879	14,6	"
Bizau	700	1747	13,3	SHFW	Egg	630	1730	14,7	"
Doren	710	1871	15,4	"	Sulzberg	1010	1901	16,0	SHWF
Bregenz	430	1440	15,8	"	Altstätten	468	1332	14,8	SHFW
St. Gallen	664	1255	14,2	SFWH	Arbon	400	985	15,4	"
Kreuzlingen	446	928	14,7	SHFW	Schaffhausen	457	865	17,2	SHWF
Ebnat	649	1716	16,2	SFWH	Säntis	2500	2481	17,6	SFWH
Appenzell	791	1468	14,6	SFWH	Sulgen	485	969	14,1	SHFW
Frauenfeld	433	888	15,5	SHFW	Bauma	627	1406	15,9	SFWH
Winterthur	490	1036	15,3	SHFW	Rheinfelden	287	971	18,0	SHFW
Liestal	311	993	15,7	"	Delémont	418	898	18,2	"
Basel-Binn.	317	788	19,1	"	La Chaux d.F.	984	1520	16,0	SWHF

Iller									
Oberstdorf	813	1777	12,7	SHWF	Mittelberg	1270	1895	12,8	SHWF
Ob. Ostracht.	900	2032	14,7	SHFW	Hinterstein	828	1864	12,9	SHFW
Oberjoch	1140	1818	15,3	"	Bd. Oberdorf	853	1767	14,8	"
Thalkirchd.	737	1841	13,8	"	Steigbach	935	2106	14,2	"
Diepolz	992	1691	17,3	SFWH	Buchenberg	905	1539	16,3	"
Krugzell	642	1046	16,0	SHFW	Frauenzell	710	1371	14,9	SFWH
Obergünzburg	738	1188	14,9	SFWH	Ottobeuren	662	1029	14,7	"
Arlesried	648	998	14,5	SHFW	Mindelheim	607	948	13,1	SHFW

Lech									
Zürs	1720	1631	14,3	SWHF	Lech	1450	1487	12,8	SWHF
Warth	1500	1795	13,5	"	Holzgau	1147	1423	14,8	"
Vorderhornb.	950	1412	13,6	SHWF	Namlos	1260	1475	12,9	SHFW

Forchach	905	1318	12,7	SHFW	Reutte	870	1377	14,4	SFWH
Plansee	980	1686	14,4	SFWH	Tannheim	1120	1579	16,7	SFWH
Pfronten-St.	850	1651	15,9	"	Füssen-Horn	796	1360	13,9	SFWH
Neuschwanst.	982	1582	12,5	"	Buching	810	1366	13,4	"
Lechbruck	730	1244	14,0	"	Steingaden	762	1209	15,5	"
Auerberg	1045	1267	17,3	"	Wertach	915	1706	14,7	SFWH
Nesselwang	868	1546	14,7	"	Mittersulzb.	912	1483	20,2	SFWH
Issing	720	1012	14,5	SFWH	Ingenried	664	969	14,7	"
Türkheim	599	1043	14,9	"	Krottenbichl	896	1213	15,6	"
Stocken	750	1113	19,4	"	Unterthingau	772	1262	15,7	"
Augsburg	490	871	16,6	SFWH					
<u>Isar</u>									
Seefeld	1204	1127	16,8	SFWH	Scharnitz	960	1253	13,8	SFWH
Oberleutach	1130	1206	11,3	SFWH	Mittenwald	914	1323	12,2	"
Krün	875	1368	13,1	SFWH	Hinterriß	930	1553	11,9	"
Vorderriß	783	1599	12,5	"	Fall	742	1689	13,6	"
Buchau	930	1238	18,0	SFWH	Pertisau	933	1511	13,0	SFWH
Seehof	932	1392	14,0	"	Hochstögen	1470	2118	13,5	SFWH
Achenkirch	920	1455	13,8	SFWH	Obernach	832	1568	13,3	SFWH
Einsiedl	805	1751	13,5	"	Urfeld	844	1853	12,3	"
Jachenau	791	1710	13,8	"	Lenggries	678	1711	14,7	SFWH
Bad Tölz	661	1557	13,7	"	Kreuzeckhaus	1652	1595	14,0	"
Kaltenbrunn	861	1434	11,6	"	Garmisch-P.	706	1357	13,4	SFWH
Oberau	655	1427	13,9	"	Eschenlohe	639	1370	13,7	"
Schwaiganger	660	1361	14,1	"	Walchensee	610	1674	12,1	"
Kochel	618	1566	12,2	"	Benediktbeur.	626	1466	13,4	"
Sindelsdorf	601	1286	14,8	"	Sauerlach	610	1113	13,3	"
Eglfing	537	986	14,8	"	München	524	938	13,3	"
Linderhof	960	1761	14,3	"	Klost.Ettal	873	1577	11,9	"
Bayersoien	815	1384	13,7	"	Böbing	744	1167	14,0	"
Hohenpeißenb.	977	1151	15,5	"	Weilheim	562	1005	24,4	"
Zellsee	600	988	14,6	"	Seefeld	575	958	15,8	"
Achselschwang	587	1002	16,0	SFWH	Seeshaupt	588	1126	20,1	"
Hüll	438	826	20,0	SFWH					
<u>Inn</u>									
Sils-Maria	1802	1031	19,0	SFWH	St.Moritz	1853	813	20,8	SFWH
Bever	1712	820	21,5	"	Buffalora	1970	968	18,7	"
Susch	1430	706	17,1	"	Schuls	1253	696	18,3	SFWH
Martinsbruck	1034	707	16,3	SFWH	Nauders	1360	680	17,0	SFWH

Spiß	1630	847	16,9	SFWH	Hochserfaus	1817	972	12,2	SFWH
Ried	880	612	14,6	"	Obladis	1390	818	16,4	"
Galtür	1583	900	17,9	"	See	1070	949	17,1	"
St.Anton	1290	1083	16,5	"	Landeck	818	775	16,0	"
Plangeroß	1620	875	14,3	SFWH	St.Leonhard	1370	863	10,8	SFWH
Rietzenried	1080	731	11,0	"	Vent	1904	699	14,4	"
Obergurgl	1930	827	18,7	SFWH	Sölden	1380	706	13,4	"
Längenfeld	1179	711	12,2	SFWH	Ötz	775	724	11,1	"
Obsteig	950	824	14,2	SFWH	Roßkogelh.	1780	1090	14,8	"
Gries Sellr.	1240	914	10,0	SFWH	Innsbruck	582	933	15,0	"
Brenner	1385	1028	14,6	"	Trins	1210	1002	12,9	"
Matrei a.Br.	990	873	11,7	"	Schönberg	1010	835	12,8	"
Hall i.T.	560	860	13,8	"	St.Michael	875	1278	16,6	"
Schwaz	535	996	14,8	"	Tanersbach	1290	1038	13,9	"
Gerlos	1240	1234	11,1	SFWH	Ried i.Zill.	570	991	12,8	"
Steinberg	1000	1508	16,8	SFWH	Valepp	888	1743	15,0	SFWH
Oberau Wild.	940	1265	18,5	SFWH	Kelchsau	820	1257	13,1	"
Kirchbichl	490	1155	14,5	SFWH	Ellmau	810	1279	16,9	"
Kufstein	495	1309	12,5	SFWH	Thiersee	630	1423	12,8	"
Glashütte	940	1815	13,9	"	Bad Kreuth	790	1835	16,2	SFWH
Tegernsee	728	1531	15,0	SFWH	Taubenberg	810	1467	14,4	SFWH
Neuhaus	792	1655	14,0	SFWH	Hundham-Winkl	782	1373	13,9	"
Miesbach	725	1407	12,1	"	Irschenberg	740	1170	16,7	SFWH
Haag	564	1001	16,8	"					
<u>Ache - Alz</u>									
Jochberg	980	1397	13,2	SFWH	Kitzbühel	783	1270	14,2	SFWH
Kirchberg	820	1280	14,3	"	Fieberbrunn	780	1493	12,6	"
Reith im W.	687	1790	17,4	"	Walchsee	660	1533	16,3	"
Kössen	590	1603	15,1	SFWH	Schleching	593	1807	17,4	"
Staudach	540	1440	13,6	SFWH	Sachrang	738	1863	15,5	"
Hohenaschau	620	1074	13,2	"	Törwang	700	1593	13,4	"
Herrenchiem.	539	1283	13,9	"	Endorf	529	1255	13,0	"
Ruhpolding	641	1854	17,9	"	Inzell	695	1715	14,9	"
Oberteisendf.	510	1288	15,1	SFWH	Traunstein	600	1532	16,0	"
Trostberg	486	1036	14,7	SFWH					
<u>Salzach</u>									
Krimml	1072	1177	10,6	SFWH	Paß Thurn	1200	1461	15,6	SFWH
Stuhlfelden	780	998	14,0	"	Moserboden	2036	1685	13,2	"
Kaprun	750	1095	10,7	"	Zell am See	754	1053	13,4	SFWH

Ferleiten	1150	1305	11,0	SFWH	Bucheiben	1140	1204	12,0	SFWH
Rauris	945	1021	12,2	"	Böckstein	1120	1341	11,7	"
Dorfgastein	840	990	12,0	"	Hüttschlag	1010	1137	11,5	"
Großarl	920	1134	12,4	"	Wagrain	840	1204	10,9	SFWH
St.Johann Pg.	600	1162	13,7	"	Mitterberg	1503	1676	10,2	SFWH
Hütttau	710	1095	12,8	SFWH	Bischofshf.	556	977	13,4	SFWH
Eben	860	1110	12,8	"	Werfenweng	950	1060	15,8	"
Rußbachsaag	810	1706	14,0	SFWH	Abtenau	710	1562	13,4	SFWH
Hallein	450	1443	14,8	SFWH	Hintersee Rs.	805	1806	12,4	SFWH
Ilsank	590	1564	13,8	"	Loipl	830	1828	14,2	SFWH
Schellenberg	495	1820	16,7	SFWH	Salzburg	436	1288	15,4	"
Glanegg	440	1505	14,3	SFWH	Saalbach	1010	1255	15,1	"
Saalfelden	850	1173	16,3	"	Hütten Leog.	820	1439	15,1	SFWH
Oberweißbach	650	1655	16,7	"	Lofer	640	1606	14,9	SFWH
Weißbach	611	1800	14,7	"	Schwarzbachw.	868	1917	11,6	"
Hallthurm	693	1708	13,4	"	Reichenhall	466	1630	18,3	"
Laufen	400	1145	15,3	"	Nußdorf	460	1272	15,0	"
Ostermiething	420	931	15,6	"	Ibm	425	1067	19,2	"

Inn - Donau

Straßwalchen	550	1441	15,8	SFWH	Mattighofen	450	1074	13,8	SFWH
Braunau	340	857	15,6	"	Altheim	360	912	14,7	"
Ried im Innk.	433	944	16,1	"	Lambrechten	380	864	18,8	"
Münzkirchen	490	1083	21,8	SFWH	Kollerschlag	725	1023	17,1	SFWH
Oberkappl	496	1060	17,1	"	Schlägl	530	879	16,1	"
Haslach	760	823	16,3	SFWH	Guglwald	760	895	15,8	SFWH
Neuhaus	455	874	15,4	"	Aschach	275	800	16,3	SFWH
Neumarkt	380	908	16,1	"	Peuerbach	390	936	17,3	SFWH
Goldwörth	260	757	16,1	"	Rematen/Wels	365	818	18,4	SFWH
Grieskirchen	335	933	15,0	SFWH	Ottensheim	270	845	15,6	SFWH
Linz a.d.Don.	260	856	15,0	SFWH	Hellmonsödt	825	994	16,8	"

Traun

Göbl	710	1641	15,1	SFWH	Altaussee	950	2193	16,9	SFWH
Lahn	510	1682	13,6	SFWH	Hallstatt	525	1757	13,0	SFWH
Gosau	750	1688	14,5	SFWH	Goisern	500	1624	14,4	SFWH
St.Gilgen	540	1703	14,8	SFWH	Offensee	660	1730	14,3	"
Vd.Langbaths.	675	2082	17,9	"	Feuerkogel	1598	2398	20,5	SFWH
Ebensee	425	1740	14,2	"	Laakirchen	440	1122	15,6	SFWH
Fuschl a.See	670	1632	13,9	"	Weißbach	475	1609	14,1	"
Frankenmarkt	540	1366	16,6	SFWH	Vöcklabruck	430	989	15,9	SFWH

Wolfsegg	650	1001	15,5	SFWH	Lambach	335	917	16,8	SFWH
Almsee	595	1670	15,8	"	Grünau	510	1672	18,3	"
Scharnstein	475	1329	16,2	SFWH	Vorchdorf	430	1093	16,6	"
Kirchdorf Kr.	430	1186	15,6	SFWH	Kremsmünster	388	1023	15,1	"
Neuhofen Kr.	310	901	17,3	"	St.Florian	270	881	15,3	"

Enns

Flachau	910	1108	12,8	SFWH	Obertauern	1580	1612	10,3	SFWH
Untertauern	1000	1319	10,1	SFWH	Filzmoos	1060	1342	14,1	"
Schladming	730	988	14,1	SFWH	Ramsau	1175	1181	12,2	"
Gröbming	780	963	12,7	"	Donnersbach	680	995	14,6	SFWH
Liezen	640	1067	12,2	"	Hohentauern	1265	1129	9,7	SFWH
Trieben	708	996	12,1	"	Eisenerz	737	1331	11,0	"
Hieflau	492	1706	16,0	SFWH	Gollrad	960	1421	13,1	"
Mariazell	865	1172	13,9	"	Unterlaussa	535	1535	15,2	"
Kleinreifling	400	1598	15,5	"	Weyer	400	1498	14,8	"
Reichraming	380	1443	14,5	"	Hinterstoder	580	1332	13,0	SFWH
Pyhrnpaß	945	1629	19,1	SFWH	Spital a.P.	660	1449	11,2	SFWH
Klaus	470	1642	13,8	SFWH	Molln	440	1256	17,2	"
Steyr	336	1036	16,1	"					

Ybbs - Erlauf - Traisen

Lackenhof	835	1948	15,2	SFWH	Lunz am See	615	1655	14,0	SFWH
Göstling	530	1630	14,5	SFWH	Großhollenst.	490	1444	14,1	"
Opponitz	420	1527	17,6	"	Waidhofen Y.	365	1225	17,2	"
Windhag	710	1052	18,9	"	Seitenstetten	350	977	16,1	"
Amstetten	339	966	14,7	"	Mitterbach	790	1303	12,6	SFWH
Annaberg	970	1664	14,7	SFWH	Wienerbruck	610	1522	14,2	"
Erlaufboden	520	1556	14,7	SFWH	Puchenstuben	840	1490	19,5	"
Kienberg	390	1433	15,6	"	Scheibbs	330	1144	14,4	SFWH
Frankenfels	460	1377	14,3	"	St.Ägyd Neuw.	560	1367	13,3	"
Türnitz	460	1354	14,5	SFWH	Hainfeld	400	1046	16,3	"
Kleinzell	470	1213	13,1	SFWH	Kasten	270	819	20,4	"

Donau mit March und Moldau

Rainbach	710	704	17,7	SFWH	Freistadt	548	759	18,7	SFWH
Gutau	580	820	13,1	"	Stadt Haag	350	817	15,1	"
Königswiesen	600	892	14,3	"	Mauthausen	270	832	15,1	"
Pöggstall	480	727	13,9	"	Ottenschlag	840	796	16,1	"
Gföhl	560	622	18,7	"	Krems	227	539	17,9	"
Rapottenstein	670	738	15,8	"	Zwettl St.	511	664	12,7	SFWH
Krumau	360	611	14,8	"	Pernegg	540	616	15,3	SFWH

Horn	540	616	15,3	SFW	Langenlois	220	529	19,4	SFW
Mühlbach	350	592	17,7	"	Hollabrunn	230	564	25,0	"
Stockerau	175	597	18,0	"	Steinabrunn	235	616	17,1	"
Bockfließ	107	619	18,8	"	Königsbrunn	210	620	18,3	SFW
Gmünd	500	707	17,9	"	Heidenreichst.	570	699	17,9	SFW
Großsiegharts	530	636	13,4	"	Retz	243	491	17,8	"
Mailberg	220	587	17,7	"	Hohenau	155	586	16,8	"
Eichenbrunn	290	610	20,5	"	Matzen	190	607	17,4	"
Marchegg	140	623	14,9	"					

Tanaro

Piaggia	1310	1190	28,7	HFWS	Viozene	1248	1296	24,1	HFWS
Case di Nava	933	1169	23,8	"	Ceva	388	995	21,4	"
Mombasiglio	565	992	22,3	"	Prea	850	1442	20,7	FHSW
Chiusa Pesio	580	1347	25,4	FHSW	Boves S.Ant.	700	1314	22,0	"
Belved.Lgh.	639	1101	20,1	HFWS	Valdieri	780	1299	26,4	HFWS
Fossano	376	757	26,2	FHSW	Cast.Fallete	350	837	22,4	HFWS
Dusino	263	754	24,7	HFWS	Castellalfero	235	719	19,3	HFWS
Bossolasco	770	847	21,3	HFWS	Castagn.Lanze	271	865	22,9	HFWS
Alessandria	95	592	26,6	"	Millesimo	427	1082	33,7	"
Bubbio	224	791	25,7	"	Sezzadio	127	718	22,3	"
Cremolino	420	954	30,1	"	Belforte Mf.	275	1166	26,1	"
Lavezzo	652	1744	25,5	"					

Oberer Po

Lombriasco	241	777	24,2	FHSW	Pinerolo	377	1188	24,3	HFWS
Moncalieri	240	743	22,7	"	Superga	672	867	28,0	FHSW
Chivasso	183	878	26,2	"	Acceglio S.	1540	968	19,3	HFWS
Gran Pianasso	1150	882	22,3	HFWS	Stroppio	1080	912	22,1	FHSW
Combamala	915	921	22,2	FHSW	Dronero	619	869	22,2	"
Castelmagno	1262	1154	24,3	"	Centallo	480	913	22,8	"
Chianale	1800	944	21,9	HFWS	Casteldelf.	1296	910	18,6	HFWS
Frassino	1114	980	25,3	FHSW	Crissolo	1410	1156	22,9	FHSW
Martiniana	430	1204	25,3	"	Verzuolo	420	903	25,7	"
Saluzzo	395	1094	20,0	"	Bobbio Pell.	732	1158	26,7	HFWS
Angrogna	782	1370	23,5	"	Fenestrelle	1200	893	21,8	"
Pramollo	700	1229	24,5	"					

Orco, Stura di Lanzo und Dora Riparia

Cesana Tor.	1354	790	17,9	HFWS	Susa	501	783	26,7	HFWS
Moncenisio	2000	834	21,2	HFWS	Mompellato	1100	1372	24,9	FHSW
Reano	480	976	24,9	FHSW	Collegno	293	959	25,5	"
Balme	1458	1362	21,9	"	Usseglio	1310	1165	19,8	"

Lemie	940	1314	22,3	FHSW	Val d.Torre	505	1374	24,6	FHSW
Corio	630	1402	26,5	"	Ceresole Re.	1579	1017	24,5	HFWS
Noasca	1200	1260	20,8	"	Sparone	635	1326	25,5	FHSW
Ingria	827	1169	27,7	"					

Dora Baltea

Derby	827	694	20,8	HFWS	Valsavaranche	1545	638	15,4	HFWS
Lillaz	1600	783	23,9	HFWS	Aymavilles	700	526	18,9	HFWS
Aosta	583	575	21,8	HFWS	Valpelline	950	644	19,7	"
Ollomont	1337	731	17,0	HSWF	Roisan	846	618	18,8	HFWS
Perrères	1750	882	14,7	SFW	Cigniana	2150	929	15,4	SFW
Ussin	1322	767	21,5	"	Montjovet	381	602	23,7	HFWS
Chamdepraz	450	779	24,2	HFWS	Brusson	1332	728	19,5	HFWS
Hône Bard	370	1017	28,2	"	Lago Gabiet	2340	1114	18,9	HFWS
Gressoney T.	1631	992	20,4	HFWS	Ivrea	267	1029	23,4	SFW
Ponte Preti	310	1367	23,6	FHSW					

Sesia

Alagna	1215	1342	23,5	HFWS	Campertogno	815	1473	23,6	HFWS
Rimasco	905	1475	25,7	HFWS	Boccioleto	667	1801	22,5	"
Fobello	850	1737	26,2	"	Sabbia	726	2017	23,6	"
Borgosesia	360	1795	28,4	"	Cellio	685	1805	27,6	"
Piedicavallo	1050	1751	23,4	"	Biella	412	1409	25,1	"
Zimone	435	1351	26,4	FHSW	Santhià	186	1121	39,7	"
Vercelli	135	834	25,1	HFWS	Rosasco	100	976	25,6	"

Ticino - Lambro

St.Gotthard	2095	2344	18,3	HFWS	Airolo	1167	1677	20,5	HFWS
Comprovasco	584	1294	21,4	SFW	Mesocco	785	1481	17,3	SFW
Braggio	1332	1544	19,8	"	Grono	335	1432	21,7	"
Bellinzona	230	1592	19,9	"	Locarno	239	1854	20,9	"
Cevio	430	1667	25,0	HFWS	Brissago	210	2191	21,7	"
Lago Delio	935	1917	19,3	SFW	Porlezza	298	1394	21,1	"
Lugano	276	1741	20,3	"	Miazzina	721	2494	25,7	HFWS
Cuvio	305	1988	25,7	HFWS	Lago Vannino	2175	1514	21,0	"
Cadarese	725	1236	23,0	HFWS	Codelago	1875	1606	22,0	"
Goglio	1100	1440	22,9	"	Domodossola	277	1330	26,5	HFWS
Anzino	687	1664	22,1	HFWS	Ornavasso	208	2350	25,2	HFWS
Paruzzaro	334	1657	23,7	"	Cerano	129	1000	23,2	HFWS
Pavia	77	835	19,8	"	Borgomanero	306	1324	25,3	"
Cantù	360	1439	22,5	HFWS	Lentate Sev.	250	1495	21,5	"
Mailand	121	1017	22,9	HFWS	Melegnano	88	899	22,2	"

Varese	382	1493	24,8	HFSW	Olgiate Com.	407	1729	28,3	HFSW
S. Angelo Lod.	75	856	25,5	"	Gallarate	238	1220	26,6	"
Marcallo	184	996	23,9	"	Belgioioso	75	780	30,8	"

Adda

Bormio	1225	690	22,3	SHFW	Fusine	1160	805	26,7	SHFW
Cavaglia	1700	1278	19,7	"	Brusio Piazz.	755	938	19,5	"
Case Pizzini	1060	1514	26,2	HSFW	Scais	1500	1718	23,3	HSFW
Prese Valtg.	904	984	18,9	SHFW	Ruschedo	755	1366	18,9	SHFW
Gerola Alta	1015	1557	28,1	HSFW	Vicosoprano	1065	1428	20,6	"
Soglio	1090	1366	19,4	SHFW	Chiavenna	333	1342	28,3	"
Campodolcino	1104	1476	23,2	"	Lirone	857	1458	26,9	"
Dongo	200	1460	30,4	"	Introbio	600	1642	22,6	"
Casargo	825	1480	23,9	"	Como	200	1315	26,7	HFSW
Palanzo	215	1808	25,7	HFSW	Tonzanico	239	1670	22,2	SHFW
Lecco	212	1412	19,6	SHFW	Sardeggnana	1750	1796	19,0	HSFW
Carona	1050	1674	21,4	"	Vedeseta	817	1685	25,4	SHFW
Lodi	80	889	24,3	HFSW	Forno Gavazzo	810	1786	22,3	HSFW
Gromo	709	1702	26,8	HSFW	Clusone	648	1464	20,9	SHFW
Bergamo	366	1270	24,1	"	Martinengo	153	1035	19,6	HFSW
Cernusco Mtv.	260	1536	24,3	HFSW	Codogno	58	796	23,7	"
Cremona	45	712	26,7	HFSW					

Oglio

Lago d'Avio	1902	1223	20,5	SHFW	Temù	1100	985	19,2	SHFW
Edolo	690	945	25,6	"	Sonico	1090	1043	20,7	"
Lago Baitone	2258	1185	20,1	"	Sparsinica	1200	1325	24,6	"
Lago d'Arno	1820	1388	22,4	"	Lago Salarno	2038	1206	18,9	"
Fabrezza	1250	1171	25,0	"	Dosso	880	1049	22,0	"
Breno	312	878	23,2	"	Prati di Venò	540	1249	19,6	"
Piazze d'Art.	650	1249	22,3	"	Lodrino	700	1609	31,3	HSFW
Gardone V.T.	326	1383	24,8	"	Concesio	220	1145	36,7	"
Brescia	120	946	23,8	HSFW	Caino	364	1236	26,6	"
Roncone	839	1243	27,0	"	Por	721	1250	21,1	"
Bagolino	800	1510	19,8	"	Idro	381	1463	22,2	"
Lavenone	385	1505	22,8	"	Ono Degno	790	1568	22,2	"
Prevalle	160	1272	24,9	HFSW	Gazzuolo	20	747	19,9	"

Sarca - Gardasee - Mincio

Pinzolo	776	1188	21,8	HSFW	Tione	563	1183	22,4	HSFW
Stenico	668	1191	20,9	"	S. Lorenzo B.	720	1115	23,8	"
Riva	70	985	24,4	"	Bezzecca	698	1235	24,8	"
Villa di Salò	165	1080	24,2	HFSW	Peschiera	67	756	30,8	HFSW

Lazise	76	965	22,9	HSFW	San Zeno Mtg.	583	888	40,7	HSFW
Malcesine	90	1085	29,3	"	Monzambano	90	727	27,9	HFSW
Mantua	20	638	19,9	HFSW					

Obere Etsch

Reschen	1494	663	18,0	SHFW	Marienberg	1335	669	19,6	SHFW
Schlinig	1726	748	18,6	"	Santa Maria	1411	751	19,7	"
Taufers i.M.	1270	616	19,7	"	Matsch	1550	519	23,9	"
Trafoi	1548	923	18,4	"	Prad	927	514	21,5	"
Schlanders	706	485	18,7	"	Martell Gand	1257	658	27,6	"
Pfelders	1700	1046	19,1	"	Obertall	1400	923	25,0	"
Platt	1147	1022	21,4	"	St. Leonhard	644	1053	19,5	"
St. Martin P.	588	1032	17,8	"	Meran	319	703	23,6	"
St. Helena U.	1536	907	21,1	"	Pawigl	1165	1039	19,6	"
Mölten	1133	776	19,4	"					

Eisack

Brennerbad	1309	996	22,8	SHFW	Pflersch	1246	1124	16,9	SHFW
Sterzing	945	792	15,0	"	Pfirtsch Whr.	1365	640	21,8	"
Wiesen	948	795	15,7	"	Ridnanun	1350	1146	16,8	"
Höhlenstein	1441	978	19,7	"	Toblach	1250	871	18,2	"
Prags	1351	861	17,4	"	Welsberg	1078	789	15,9	"
Gsies	1398	884	12,8	"	Antholz	1236	921	13,2	"
Unterrasen	1030	830	18,5	"	St. Jakob Ahr.	1192	811	12,8	"
St. Johann Ahr.	1011	788	16,1	"	Rain	1600	984	15,4	"
Mühlwald	1230	1033	17,7	"	St. Lorenzen	813	722	15,4	"
Corvara	1558	945	23,0	"	St. Kassian	1545	902	17,8	"
Campill	1396	950	13,8	"	St. Martin Gd.	1117	774	16,2	"
Zwischenwass.	1030	767	18,2	"	Pfunders	1159	944	15,3	"
Vals	1354	869	18,4	"	Brixen	560	641	15,4	"
Latzfons	1150	811	28,6	"	St. Ulrich Gr.	1236	768	17,3	"
Waidbruck	490	718	17,9	"	Tiers	1019	789	20,1	"
Kardaun	208	685	20,0	"	Sarnthein	966	890	16,6	"

Etsch - Noce - Avisio

Radein	1562	1019	14,8	SHFW	Kaltein S.N.	568	809	22,3	SHFW
Branzoll	250	753	20,1	"	Peio	1580	859	19,8	"
Careser	2600	912	22,4	"	La Mare	1964	1083	19,9	"
Pont	1201	788	20,2	"	Tonalepaß	1850	1113	18,3	"
Mezzana	956	788	25,1	HSFW	Malè	737	902	21,4	HSFW
Proveis	1414	1087	24,0	SHFW	Cles	656	873	22,7	"
Mendelpaß	1360	1040	36,7	"	Romeno	962	935	22,4	SHFW

Denno	436	1180	28,2	HSFW	Spormaggiore	565	1092	19,3	HSFW
Mezzolombardo	215	975	22,5	"	Mazzin	1379	927	18,5	SHFW
Rollepaß	1984	1344	27,3	SHFW	Paneveggio	1520	1186	17,9	"
Predazzo	1020	913	18,6	"	Cavalese	1014	794	18,1	"
Cadino	1150	1122	18,2	"	Pozzologo	460	842	21,2	"
Lavis	230	992	18,5	HSFW	Monte Bondone	1530	1195	21,4	HSFW

Untere Etsch

Trient	312	963	23,9	HSFW	St. Ursula F.	925	943	17,5	SHFW
Piazze Pinè	1067	1071	20,0	SHFW	Aldeno	212	1150	20,3	HSFW
Folgaria	1168	1164	21,2	HSFW	Piazza Terr.	782	1186	24,6	HFSW
Rovereto	211	991	19,4	"	Ronchi	709	1330	23,7	"
Spiazzi M.B.	930	1028	27,7	HFSW	Belluno Ver.	148	1074	24,7	HSFW
Dolcè	115	1006	26,2	"	S. Pietro Car.	160	860	27,4	"
Fane	624	913	36,1	"	Verona	60	662	27,4	HFSW
Fosse S. Anna	954	1292	22,2	SHFW	Tregnago	371	1039	19,6	"
Campo d'Albero	901	1788	24,6	HFSW	Chiampo	180	1366	22,2	HFSW
Soave	40	819	20,0	"	Padua	12	866	19,7	HFSW
Piove di Sc.	7	789	20,4	"	Zovencedo	280	965	21,8	"
Cal di Guà	60	979	20,7	"	Longare	29	1031	22,7	"
Montegaldella	23	959	24,0	"	Noventa Vic.	16	753	19,8	"
Casal Ser Ugo	8	832	22,8	"	Stanghella	7	762	20,7	"
Cà di David	49	784	19,4	"	Bovolone	24	712	23,4	"
Pizzon	6	687	19,1	"	Castelnuovo V.	130	860	22,1	"
Ostiglia	13	660	20,9	"	Motta di Lama	3	665	21,4	"

Bacchiglione und Agno Guà

Lambre d'Agnì	846	2336	22,6	HFSW	Rovegliana	596	1963	24,4	HFSW
Recoaro	445	1954	23,5	HFSW	Valdagno	295	1573	25,5	"
Castelvecchio	802	1595	24,1	"	Brogliano	172	1293	24,1	"
Lavarone	1171	1312	22,4	HSFW	Tonezza	935	1639	22,8	"
Lastebasse	610	1333	25,1	HFSW	Asiago	999	1481	19,0	HSFW
Posina	544	1866	23,7	"	Treschè Conca	1097	1562	20,0	"
Velo d'Ast.	362	1783	23,1	"	Cogollo Ceng.	250	1564	21,4	"
Crosara	417	1458	22,4	HSFW	Breganze	110	1290	24,0	"
Sandrigio	69	1138	22,5	"	Quintarello	32	1079	20,3	HFSW
Staro	632	2087	25,1	HFSW	Ceolati	620	1959	24,4	"
Schio	234	1579	25,4	"	Thiene	147	1453	22,9	"
Isola Vic.	80	1343	22,1	"	Vicenza	40	1087	21,2	"

Brenta

Centa	885	1315	21,0	HSFW	Borgo Vals.	476	1013	21,3	HSFW
Bieno	806	1190	25,7	SHFW	Malene	1080	1425	20,5	SHFW
S. Martino C.	1444	1458	18,0	"	S. Silvestro	577	1257	18,7	"
Caoria	802	1321	18,4	HSFW	Canal S. Bovo	757	1364	19,6	"
Pedesalto	379	1263	22,0	"	Arsiè	314	1398	22,7	"
Cismon d. Grp.	205	1386	25,6	"	Foza	1083	1544	22,6	HSFW
Campo Mezzav.	1022	1854	22,8	"	Oliero	155	1492	25,7	"
Bassano Grp.	129	1200	20,8	"	Loria	72	1188	28,9	HFSW
Cornuda	163	1332	21,6	"	Montebelluna	121	1167	22,2	HSFW
Nervesa	78	1219	21,3	"	Villorba	38	1044	21,1	"
Treviso	15	998	23,4	"	Biancade	10	1044	23,1	HFSW
Saletto d. Pi.	9	1046	22,2	"	Cortellazzo	1	895	24,8	"
Cà Porcia	1	797	25,5	HFSW	Cartigliano	88	1189	20,9	HSFW
Castelfranco V.	44	1068	22,7	"	Villa d. Conte	28	1017	21,7	HFSW
Piombino Dese	24	988	21,6	"	Massanzago	22	915	20,0	HSFW
Curtarolo	19	900	19,7	"	Mirano	9	923	22,1	HFSW
Campoverardo	5	798	21,6	"	Mestre Zelo	4	852	23,3	HSFW
Gambarare	3	800	18,9	"	Cavallino	1	816	26,8	HFSW
Venedig Lido	1	786	22,8	"	Faro Rocchetta	1	815	25,8	"

Piave

Sappada	1217	1413	20,8	SHFW	S. Stefano Cad.	908	1145	20,3	SHFW
Dosoleto	1337	1124	17,9	"	Misurina	1760	1184	15,4	"
Auronzo	864	1218	18,0	"	Lorenzago	880	1143	22,4	"
Cortina d'A.	1275	1147	20,1	"	Perarolo	532	1214	21,9	HSFW
Rivalgo	496	1303	21,5	HSFW	Longarone	474	1523	19,2	"
Erto	726	1660	20,1	"	Mareson Zoldo	1260	1384	19,5	"
Forno d. Zoldo	848	1289	22,2	"	Portogna	435	1582	20,5	"
Soverzene	390	1427	20,0	SHFW	Chies' d' Alp.	705	1386	19,0	SHFW
S. Croce s. L.	409	1602	24,1	HSFW	Ponte n. Alpi	404	1281	20,4	"
Belluno	400	1254	18,6	SHFW	Arabba	1612	1157	15,5	"
Andraz	1520	1034	19,5	"	Caprile	1023	1020	19,1	"
Alleghe	979	1170	23,4	HSFW	Taibon	628	1332	21,6	HSFW
Agordo	611	1377	21,9	"	Gosaldo	1141	1572	21,7	"
Sospirolo	454	1585	19,8	"	Cesio Magg.	482	1433	20,6	"
P. Croce d' Au	1045	1525	21,4	"	Seren d. Grp.	387	1656	25,5	HFSW
Fener	177	1535	21,4	"	Possagno	329	1460	23,7	HSFW
Cison Valmar.	261	1833	23,6	"	Pieve d. Sol.	133	1397	19,9	"

Pordenone	23	1224	22,7	HSFW	Azzano Dec.	14	1119	23,3	HSFW
Portogruaro	6	1100	23,7	"	Bevazzana	6	912	24,3	"
Concordia Sag.	5	895	26,5	"	Villa	3	948	25,4	"
Caorle	3	963	28,4	HFSW	Oderzo	20	1005	27,3	"
Fontanelle	19	1166	19,7	HSFW	Motta d.Liv.	9	1063	22,7	"
Chiarano	7	1009	22,9	"	Fossà	4	836	24,4	"
Fiumincino	4	934	26,6	"	S.Dona d.Piave	4	828	25,7	"
Boccafossa	2	810	26,5	"	Staffalo	2	908	28,1	HFSW
Termine	2	1145	26,9	HFSW	Torre di Fine	2	949	27,1	HSFW

Livenza

Gorgazzo	53	1709	22,8	HFSW	Aviano	159	1690	21,9	HFSW
Sacile	24	1291	22,6	HSFW	Tramonti d.s.	411	2339	23,8	"
Campone	450	2344	26,0	"	Chievolis	354	2845	23,8	"
Poffabro	516	2401	25,1	HFSW	Cavasso Nuovo	301	2088	19,8	HSFW
Maniago	283	1904	23,2	"	Basaldella	141	1526	24,5	"
Claut	600	1680	22,0	HSFW	S.Quirino	116	1559	26,7	"
Formeniga	239	1101	22,7	"					

Tagliamento

P.d.Mauria	1298	1501	19,4	SHFW	Forni d.sopr.	907	1469	18,8	HSFW
Sauris	1200	1645	21,2	HSFW	Ampezzo	560	1744	25,9	"
Forni Avoltri	888	1387	25,3	"	Pesariis	758	1445	24,8	"
Chialina Ov.	492	1638	23,1	"	Villasantina	363	1999	26,8	"
Zovello	910	1669	25,8	"	Timau	821	1752	22,8	"
Avosacco	471	1674	28,9	"	Malborghetto	721	1522	20,8	SHFW
Chiusaforte	392	2026	21,3	"	Saletto Racc.	517	2000	20,8	HSFW
Coritis	641	2885	24,0	"	Oseacco	490	2748	25,5	"
Venzona	230	2165	24,3	"	S.Francesco	397	2342	23,2	HFSW
Pinzano	201	1823	22,0	"	Clauzetto	563	2222	19,4	HSFW
Spilimbergo	132	1576	22,6	"	Tavagnacco	155	1550	22,6	"
Udine	159	1421	21,3	"	Lauzacco	59	1320	18,7	"
Cervignano	7	1227	28,9	"	Aquileia	4	1125	18,8	"
Moruzzo	264	1586	22,7	"					

Isonzo

Poggioreale	225	1249	23,5	HSFW	San Pelagio	225	1372	23,8	HSFW
Triest	18	948	21,4	"	Uccea	663	3166	29,7	"
Musi	633	3223	22,8	HFSW	Verdronza	320	2532	20,1	"
Ciseriis	264	1913	19,2	HSFW	Cergneu Sup.	329	2199	22,1	"
Attimis	196	1873	20,9	SHFW	Povoletto	136	1601	18,9	"

Pulfero	184	2070	24,4	HSFW	Clodici	240	2056	19,1	HSFW
Montemaggiore	954	2900	20,6	"	San Volfango	754	2161	22,1	HFSW

Drau

Sexten	1310	887	18,2	SHFW	Sillian	1080	1002	19,9	SHFW
Innervilgr.	1400	980	13,6	"	Anras	1260	986	17,1	"
Prägraten	1340	899	16,1	"	Matrei Ostt.	1050	880	16,3	"
St.Jakob Df.	1410	1060	13,0	"	Kals	1347	832	15,7	"
St.Johann Wd.	750	834	16,3	"	Oberdrauburg	635	1192	20,5	"
Greifenburg	620	1196	21,7	"	Sachsenburg	550	1065	17,2	"
Heiligenblut	1380	909	16,2	"	Döllach	1025	897	18,7	"
Stall	820	897	19,1	"	Obervellach	675	878	19,5	"
Teuchl	1260	1255	21,7	"	St.Peter K.	1220	899	15,5	"
Radenthein	685	953	19,8	"	Millstatt	575	938	16,7	"
Villacher Alp	2135	1474	23,4	"	Bleiberg	904	1409	17,5	"
Ossiach	520	1082	14,6	"	Luggau	1170	1299	18,4	"
Kornat	1025	1372	19,3	"	Laas	891	1369	21,1	"
Feistritz G.	580	1254	18,5	"	Camporosso C.	806	1471	18,6	"
Villach	504	1154	14,1	"	Neumarkt Ktn.	878	811	14,3	"
St.Veit/Glan	490	897	14,2	"	Klagenfurt	448	955	16,7	"
Velden	535	1071	15,9	"	Preblau	790	863	14,4	"

Mur

Muhr	1110	910	13,7	SHFW	Zederhaus	1205	862	14,1	SHFW
St.Michael	1040	856	13,5	"	Tweng	1235	1054	11,4	"
Göriach	1210	783	13,3	"	Tamsweg	1031	747	14,8	"
Murau	825	858	13,7	"	St.Lambrecht	1070	905	14,1	"
St.Johann T.	1050	860	9,4	"	Obdach	870	812	13,4	"
Kraubath	590	698	14,4	"	Hochalpe	1180	1064	10,7	SFW
Trofaiach	660	739	13,0	"	Bruck/Mur	485	760	14,7	SHFW
Veitsch	700	875	16,5	SFW	Buchberg	880	1224	12,5	SFW
Frohnleiten	440	808	13,3	SHFW	Graz	377	842	16,4	SHFW
Stainz	340	925	15,5	"	Deutschlandsb.	380	1010	14,4	"
Gleichenberg	292	846	17,2	"					

Raab - Leitha - Donau

Birkfeld	623	923	17,0	SHFW	Forchtenau	325	765	17,0	SFW
Rohr im Geb.	685	1276	16,4	SFW	Schwarzau	612	1257	13,2	"
Kaiserbrunn	540	1185	13,5	"	Puchberg	590	1160	15,3	"
Neunkirchen	365	664	13,3	"	Kirchberg W.	530	805	15,3	"

Hochwolkersdf.	625	763	16,6	SFW	Bromberg	420	800	15,5	SFW
Wr. Neustadt	271	650	17,2	"	Bruck a.d.L.	170	633	17,5	"
Wien H. Warte	203	657	17,0	"	Rekawinkel	370	864	19,3	"
Medihütte	380	849	16,6	"	Klausenleop.	370	872	14,1	"
Baden	570	735	15,5	"	Gaaden	310	730	14,6	"
Altenmarkt	397	875	15,4	"	Berndorf	310	696	15,2	"
Breitenfurth	370	838	12,9	"	Perchtoldsd.	260	725	14,7	"
Gutenstein	480	960	13,6	"	Fischamend	160	656	16,9	"
Hainburg	170	630	16,1	"					

Wissenschaftliche Alpenvereinshefte

gemeinsam herausgegeben von den Hauptausschüssen des Deutschen und des Österreichischen Alpenvereins. (Die Hefte 1–11 sind vergriffen.)

- 12 *Kleibelsberg, R. v.*, Die wissenschaftliche Tätigkeit des Alpenvereins in den Jahren 1935 bis 1945, 51 S., 1952.
- 13 *Angel, F., Staber, R.*, Die Gesteinswelt und der Bau der Hochalm-Ankogel-Gruppe, 112 S., 4 Abb., 10 Profilblätter, 1 geol. Karte, 1:50.000, 1952.
- 14 *Pesta, O.*, Berggewässer. Naturkundliche Wanderung zur Untersuchung alpiner Tümpel und Seen im Hochgebirge, 46 S., 21 Zeichnungen, 3 photographische Aufnahmen, 1953.
- 15 *Ganß, O., Kümmel, F., u. Spengler, E.*, Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe, 82 S., 3 Profiltaf., 3 Lichtdrucktaf., 3 Abb. i. Text, 1 geol. Karte 1:25.000, 1954.
- 16 *Friedel, H.*, Die alpine Vegetation des obersten Mölltales (Hohe Tauern). Erläuterungen zur Vegetationskarte der Umgebung der Pasterze (Großglockner), 153 S., 18 Abb. i. Text, 12 Bildtaf., zahlreiche Tab., 1 Vegetationskarte 1:50.000, 1956.
- 17 *Kinzl, H.*, Begleitworte zur Karte 1:100.000 der Cordillera Blanca (Peru) Südteil. Zusammen mit F. Ebster, E. Gotthardt, K. Heckler und E. Schneider, mit einer Kartenanlage 1:100.000, 1 Abb. u. 2 Kärtchen i. Text sowie mit 4 Abb. und 2 Bildtaf., 1964.
- 18 *Schmidt-Thome, P.*, Das Hölloch bei Riezlern im Kleinen Walsertal (Allgäu-Vorarlberg). Mit 9 Einzelbeiträgen, 116 S., 8 Abb. i. Text, 8 Bildtaf., 1 Beilage, 1961.
- 19 *Kosmath, E.*, Sicherung und Sicherheit in Fels und Eis. Die Seilsicherungskette, 16 Tabellen, 7 Tafeln, 110 S., 28 Bilder, 1966.
- 20 *Heuberger, H.*, Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain und Ötztal, 126 S., 1 Karte, 1966.
- 21 Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Schriftleitung: *J. Büdel und U. Glaser*. 321 S. Mit 4 Kartenbeilagen, darunter Alpenvereinskarte der Glocknergruppe 1:25.000 (4. verb. Auflage).
- 22 *Arnberger, E.*, Die Kartographie im Alpenverein. 1970. VI + 253 Seiten. Mit 109 Abb., 3 Tafeln und 2 Falttafeln im Anhang.
- 23 Beiträge zum Kartenblatt Hochkönig – Hagengebirge. 1973. (Ergänzungsheft zum Alpenvereinsjahrbuch 1972). 99 Seiten. Mit der Alpenvereinskarte Hochkönig-Hagengebirge 1:25.000 als Beilage.
- 24 *Fliri, F.*, Niederschlag und Lufttemperatur im Alpenraum. 1974. 112 Seiten. Mit 62 Abb. und 45 Tabellen im Text sowie einem Anhang mit 9 Tabellen.

Zu beziehen:

durch den Deutschen Alpenverein, D-8 München 22, Praterinsel 5,
durch den Österreichischen Alpenverein, A-6020 Innsbruck, Wilhelm-Greil-Straße 15
oder durch den Buchhandel.