

# Der Anteil der verschiedenen Wetterlagen am herbstlichen Niederschlagsmaximum im Gailtal

Mit 8 Textabbildungen

HERWIG WAKONIGG, Graz

Von allen Tallandschaften Kärntens weist das Gailtal die höchsten Niederschlagsmengen, aber auch die höchste Niederschlagsdichte auf. Daneben nimmt dieses Gebiet durch den jährlichen Gang der Niederschläge eine Sonderstellung innerhalb der österreichischen Alpenlandschaften ein. Bekanntlich verschiebt sich dort das Maximum der Niederschläge vom Sommer in den Herbst, der niederschlagsreichste Monat ist nicht mehr der Juli wie im Großteil Österreichs, sondern der Oktober, fallweise auch der November, je nach dem beobachteten Zeitraum [9, 21].

## 1. Allgemeines

Das Herbstmaximum tritt in Europa außer in den dem Atlantik benachbarten Landschaften mit ozeanischem Klima vor allem im nördlichen Mittelmeerraum auf und ist darüber hinaus auch ein Charakteristikum der südlichen Alpenketten und Vorländer. Jede Niederschlagskarte der Ostalpen zeigt, daß vor allem die Außenketten der Alpen am stärksten überregnet werden, wobei die Südalpen die Nordalpen in der Niederschlagsmenge bedeutend übertreffen. Zwischen diese beiden Zonen höchster Niederschlagsintensität schiebt sich eine Reihe relativ trockener Alpentäler ein.

Obwohl nun das Gailtal geographisch als inneralpines Tal angesehen werden muß, das vor allem im Süden von dem bedeutenden Gebirgszug der Karnischen Alpen recht gut begrenzt wird, gehört es in Bezug auf seine Niederschlagsstruktur zumindest randlich eindeutig in den Bereich der südlichen Maximalzone. Diese Tatsache hat mit Recht nie Zweifel daran aufkommen lassen, daß die Ursache für den Jahresgang des Niederschlages im Süden zu suchen ist.

Ein Blick auf den Bau der vorgelagerten Südalpen macht diese Verhältnisse deutlich. Zwischen der Etsch im Westen und der Adelsberger Pforte im Osten beschreiben die Südalpen — in mehrere Ketten und Stöcke gegliedert — einen sanft gegen Norden geschwungenen Bogen, der seine schmalste und nördlichste Stelle unmittelbar südlich des Gailtales erreicht. Dazu kommt, daß die südlichste Kette (Venetianer Alpen — Ternovener Wald) im Raum Gemona—Tolmezzo durch eine meridionale Talfurche eine Unterbrechung erfährt, die den regenbringenden Winden einen bedeutenden Feuchtigkeitstransport gegen Norden gestattet, wodurch sich die größte Niederschlagsintensität erst am Karnischen Hauptkamm einstellt [20, S. 18; 25, S. 91]. Sind dem trockenen Pustertal sowie dem Klagenfurter Becken noch mehrere regenabschirmende

Gebirgskulissen vorgelagert, so genießt das Gailtal in seinem Mittelstück nur mehr den Schutz einer einzigen.

Bezüglich seiner Niederschlagstätigkeit läßt sich das Gailtal daher nicht mit den genannten Landschaften vergleichen, sondern eher mit den obersten Tallandschaften der Brenta, Piave, Save und des Tagliamento.

Diese einleuchtende und längst bekannte Tatsache verführt aber auch dazu, dem Gailtal mediterrane oder zumindest oberitalienische Klimateinflüsse zuzuschreiben [20, S. 19], obwohl das mit Ausnahme einer Eigenheit eines einzigen Klimatelementes (dem herbstlichen Niederschlagsmaximum) keinesfalls zutrifft.

Das gilt vor allem für die Temperaturen, die im Winter infolge der Beckenlage alles andere als mediterran beeinflusst sind<sup>1</sup> und im Sommer nicht höher liegen als in anderen geschützten inneralpinen Tälern auch.

Für die Erklärung des herbstlichen Niederschlagsmaximums wurde meist mit dem Hinweis auf die in dieser Jahreszeit im Mittelmeerraum gesteigerte Zyklontätigkeit das Auslangen gefunden [2, S. 88], ohne nun wirklich die Frage nach den niederschlagsreichsten Wetterlagen zu stellen. Der Vergleich mit dem eigentlichen nördlichen Mittelmeerraum ist auch zu naheliegend. Auch die Bezeichnung „Adriaspitze“ [20, S. 19] für das Oktobermaximum erhält keinen Hinweis auf die Herkunft der Niederschläge wie auf die maßgeblichen Wetterlagen.

Eine wirklich ernsthafte Auseinandersetzung mit den für das Zustandekommen des Jahrganges des Niederschlages in den Alpen verantwortlichen Wetterlagen findet sich erstmals bei KNOCH und REICHEL [12, S. 42 ff.].

Es sei vorweggenommen, daß dort neben dem Hinweis auf die Zyklonen der Zugstraße V (nach v. BEBBER) vor allem die Südföhnlagen, die von der Zyklontätigkeit im Mittelmeerraum streng zu trennen sind, als wichtigste Niederschlagslagen der Südalpen erkannt wurden. Damit ist die Kernfrage des Problems erreicht: Niederschlag durch zyklonale Vorgänge oder durch erzwungenes Aufsteigen horizontaler Strömungen an Gebirgsketten?

Natürlich zeigt die Auslösung des Niederschlags durch zyklonale Vorgänge noch verschiedenste Ursachen wie Warmfront, Kaltfront, Mischung und Verwirbelung verschiedener Luftmassen, allgemeines Anheben der Luftschichten etc., doch sind diese Erscheinungsformen zumindest theoretisch von dem reliefbedingten Aufsteigen scharf zu trennen. Im letzteren Fall, d. h. bei einer einfachen Horizontalströmung, ist weder tiefer Druck, noch der Gegensatz verschiedener Luftmassen erforderlich, um beim Überschreiten eines entsprechend hohen Gebirgskammes und dem dabei erzwungenen Aufsteigen Niederschläge zu erzeugen.

Der Anteil der zyklonalen Niederschläge wird dabei in erster Linie in Gebieten mit geringer Vertikalgliederung sowie in inneralpinen Tal- und Beckenlandschaften das Übergewicht erhalten, ganz zu schweigen von gebirgsfernen Meeresgebieten. Natürlich erfährt auch der zyklonale Niederschlag bei Annäherung an Gebirge und in diesen selbst eine nicht unerhebliche Steigerung.

Entsprechend wird sich der Anteil der reinen Stauniederschläge bei Annäherung an Gebirge erhöhen, wobei vor allem die äußeren Gebirgskulissen, die wir auch als „primäres Staugebiet“ bezeichnen können, am stärksten betroffen werden, wie später noch gezeigt werden wird.

<sup>1</sup> Schon V. CONRAD [2, S. 77] bezeichnet Tröpolach als einen der kältesten Orte Österreichs.

Auf die Ostalpen angewendet heißt das die nördlichen Kalkalpen und ihre Vorländer einerseits sowie die südlichen Kalkalpen, hier vor allem die Lessinischen Alpen, die Venetianischen Alpen, der Karnische Hauptkamm nördlich der Pforte Gemona—Tolmezzo, die Julischen Alpen und nicht zuletzt der Ternovaner Wald [12, Fig. 4, 5, S. 23, 24] andererseits. Wenn auch das Gailtal nicht mehr als primäres Staugebiet angesprochen werden kann, so sind dessen Auswirkungen hier noch deutlich zu spüren, was schließlich den Ausschlag für die Niederschlagsstruktur des Gailtales gibt.

In der Praxis taucht nun das Problem auf, reine Stauwetterlagen von ausgesprochen zyklonal bestimmten Niederschlagslagen zu trennen wie es ja in Wirklichkeit kaum vorkommt; gerade bei zyklonalen Niederschlagslagen wird sich immer auch zusätzlicher Gebirgsstau einstellen.

Seit der Arbeit von KNOCH und REICHEL (1930) haben sich in der Auffassung der Klimatologie grundlegende Wandlungen vollzogen. Das Aufleben der modernen Witterungsklimatologie verstanden als „Aufeinanderfolge, Häufigkeit und örtliche Ausprägung der kennzeichnenden Witterungen“ [8, S. 17] forderte zugleich eine Klassifizierung der „kennzeichnenden Witterungen“, was vor allem in der Aufstellung von auf Druckverhältnissen basierenden Großwetterlagen oder Wetterlagen geschehen ist. Allein für den Alpenraum gibt es heute schon mehrere Klassifikationen, von denen die nach F. LAUSCHER [14] und seinen Mitarbeitern hier Verwendung finden soll. Diese Klassifikation, die für die Witterungsklimatologie verwendet wurde [3, 4, 13, 14, 16, 17], eignet sich auch für eine Trennung zwischen reinen Staulagen und zyklonalen Wetterlagen, da sie eine Untergliederung in Hochdruck- und Hochdruckrandlagen, weiträumig geradlinige Höhenströmungen sowie Tiefdruck- und Tiefdruckrandlagen aufweist.

Die Tab. 1 gibt eine Zusammenstellung der Wetterlagen nach LAUSCHER mit ihrer Bezeichnung, ihrem Symbol (Zeichen) und der jahreszeitlichen Häufigkeit berechnet aus den Jahren 1948—1965. Diese Wetterlagen werden seit dem Jahre 1948 laufend in Kalendarien im Teil D der Jahrbücher der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien veröffentlicht und wurden hier bis zum Jahre 1965 verwendet. Sie sollen nun vor allem auf ihre Eignung zur Unterscheidung von reinen Staulagen und zyklonalen Niederschlagslagen hin besprochen werden.

Tab. 1. Die Ostalpinen Wetterlagen (nach LAUSCHER) und ihre jahreszeitliche Häufigkeit (mittlere Zahl der Tage, die während der jeweiligen Jahreszeit von einer Wetterlage beherrscht werden: 1948—65).

### 1. Hochdrucklagen:

	Zeichen	W	F	S	H	Jahr
Hochdruck	H	12,3	9,8	14,7	14,7	51,5
Zwischenhoch, schwacher Hochdruck	h	10,7	12,3	12,9	8,8	44,7
zonale Hochdruckbrücke	H <sub>z</sub>	3,9	2,8	4,8	5,0	16,5
Hoch über Finnland	HF	3,6	4,3	1,8	2,2	11,8
Hoch im Norden u. H. im Nordwesten <sup>2</sup>	HNW	(0,1)	(1,7)	(1,0)	(0,3)	(3,8)
	HN+					
Hoch im Osten <sup>3</sup>	HE	6,9	5,4	1,6	8,4	22,4
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		37,6	36,3	36,7	39,4	150,0

<sup>2</sup> Die Klassifikation von HN und HNW reichte nur bis zum Jahr 1954.

<sup>3</sup> Seit 1956 wurde diese Wetterlage in HE und HB (Hoch über der Balkanhalbinsel) getrennt, hier aber für beide: HE.

2. *Weiträumige, geradlinige**Höhenströmungen:*

Nord und Nordost	N	1,4	3,8	2,4	1,2	8,9
Nordwest	NW	5,3	5,4	7,8	4,6	23,1
West	W	14,1	8,7	12,3	9,2	44,3
Südwest	SW	3,8	3,2	1,1	4,1	12,1
Süd <sup>4</sup>	S	1,1	1,4	0,2	1,9	4,7
		25,7	22,6	23,8	21,0	93,1

3. *Tiefdrucklagen:*

Tief über den Brit. Inseln	TB	4,3	6,4	8,3	6,3	25,3
Tief im Südwesten	TSW	2,7	2,5	1,3	2,3	8,7
Tief über dem westl. Mittelmeer	TwM	2,6	2,6	0,6	2,1	7,8
Tief im Süden (der Alpen)	TS	6,8	6,3	2,9	7,4	23,5
Tief auf Zugstraße Adria—Polen	Vb	1,4	2,2	1,6	2,4	7,7
Tief über dem Kontinent (Mittleur.)	TK	5,7	6,7	9,1	4,3	25,8
meridionale Rinne	TR	3,5	6,7	7,7	5,8	23,3
		27,1	33,1	31,4	30,6	122,2
		90,28	92,0	92,0	91,0	365,28

## 2. Die Wetterlagen

Hochdrucklagen bedeuten großräumiges Absinken von Luftmassen, Wolkenauflösung und Austrocknung der Luft. Eine wesentliche Niederschlagswirkung ist daher von den Hochdrucklagen von vornherein nicht zu erwarten. Wenn sich aber tatsächlich für die Gruppe der Hochdrucklagen gewisse Niederschlagswerte ergeben, so liegt das vor allem in den Übergangstagen begründet, da sowohl der Wettertag als auch die Niederschlagsmessung starr auf einen Zeitraum von 24 Stunden bezogen ist, während sich das Wetter zu beliebigen Tageszeiten ändert. Das gilt in erster Linie für das kurzlebige Zwischenhoch (h).

Die Hochdruckrandlagen (HF, HE) beherrschen nur mehr randlich den Ostalpenraum, die Ausbildung einer Horizontalströmung ist bereits gewährleistet. Allerdings tritt nur fallweise und meist in geringen Mengen Niederschlag auf, die Niederschlagsverteilung in den Ostalpen bei HF erinnert an die bei TS, die Verteilung bei HE an die bei der Südströmung.

Bei der zweiten Hauptgruppe (geradlinige Strömungen) werden zweifellos die reinen Staulagen am ehesten zu finden sein. Das gilt noch weitgehend für die Nordströmung (N), die sich zwischen einem Hoch über Nordwesteuropa und einem Tief im Raum Skandinavien-Osteuropa einstellt. Obwohl auch in die Nordströmung noch Luftmassengrenzen (Kaltluftstaffeln) eingelagert sein können, kommt die Hauptniederschlagswirkung nur den nördlichsten Alpenketten zugute. Schon im Lungau (Tamsweg) sind im Jahresdurchschnitt nur mehr 25% aller Tage mit Nordströmung Niederschlagstage. Allerdings wird die Nordströmung mitunter von einem Tief südlich der Alpen begleitet, was die Ergebnisse etwas verwässert. Zwanglos läßt sich diese Wetterlage als ausgesprochen „nordalpine Niederschlagslage“ bezeichnen.

Zur Illustration dieser Verhältnisse mögen die Abbildungen 1 und 2 dienen. Für die wichtigsten Niederschlagslagen wurden Niederschlagsprofile quer über

<sup>4</sup> Umfaßt auch Südostströmungen (SE), von denen im genannten Zeitraum nur zwei Tage beherrscht wurden.

den Ostalpenraum vom Attersee bis zum Gailtal gelegt. Die angegebenen Niederschlagsmengen beziehen sich auf die mittlere pro Wetterlagentag gefallene Niederschlagsmenge in mm, die durchschnittliche an einem Herbsttag gefallene Menge ist als kräftige Linie dargestellt. Diese Jahreszeit wurde deshalb gewählt, weil sie etwa die Verhältnisse des Jahresdurchschnittes wiedergibt und für das Gailtal besonders interessant ist. Der beobachtete Zeitraum ist für alle angeführten Stationen 1948—63, für das Gailtal, einem Gebietsmittel aus den Stationen Förolach, Waidegg und Laas 1948—65. Die sich daraus ergebenden Differenzen sind minimal.

Wie die Abbildung 1 zeigt, liegt die Niederschlagsmenge der Nordströmung, die in Altaussee eine auffallende Höhe erreicht, bereits im Lungau unter dem Mittel.

Auch die Nordwestströmung zeigt ein recht ähnliches Verhalten, nur liegen die Niederschlagsmengen allgemein noch etwas höher, vor allem im Süden. Viel häufiger als die Nordströmung wird sie nämlich von Tiefs südlich der Alpen begleitet, kann aber ebenfalls noch als nordalpine Niederschlagslage bezeichnet werden.

Die recht häufige Westströmung besitzt ein sehr unterschiedliches Witterungsbild. Häufig von Frontalvorgängen begleitet, greift ihr Niederschlagsgebiet nicht selten über den ganzen Ostalpenraum aus; auch liegen die Mengen in den nördlichen Ketten etwas tiefer als bei N und NW. Da sich aber zumindest im Herbst wenig Unterschiede zur Nordströmung ergeben, wurde auf ihre Darstellung verzichtet, um die Abbildung nicht zu überladen. Der Niederschlagsschwerpunkt verbleibt noch im Norden, sie kann aber nicht mehr als reine Staulage und ausgesprochen nordalpine Niederschlagslage angesprochen werden.

Auffallend gering ist die Niederschlagswirkung der Südwestströmung (Abbildung 2) im gesamten Querprofil. Nicht einmal im Süden, wo sich jetzt der Schwerpunkt befindet, liegt sie über dem Durchschnitt.

Die reinste Form aller Staulagen wird durch die Südströmung repräsentiert. Sie ist die klassische Föhnlage der Nordalpen, welche beinahe niederschlagsfrei bleiben, während sie in den südlichen Randketten zur niederschlagsreichsten Wetterlage wird [4], was mit geringer Abschwächung auch für das Gailtal noch seine Gültigkeit hat. Die zu ihrer Entstehung maßgebliche Luftdruckverteilung zeigt das vollkommene Gegenteil der Nordströmung: Tiefer Druck über dem Ostatlantik, hoher über Osteuropa. Der Mittelmeerraum wird von der Zyklonentätigkeit noch nicht erreicht.

Bei der dritten Hauptgruppe (Tiefdrucklagen) wird man eine so ausgeprägte Luv- und Leewirkung kaum erwarten können, und es muß überraschen, wenn dies für einige Wetterlagen zutrifft.

Das gilt in beschränktem Maße für TB: Wenn eine entsprechend mächtige Zyklone auf ihrer West-Ostwanderung die Britischen Inseln erreicht hat, steht der Ostalpenraum unter ihrem vorderseitigen Einfluß, d. h. unter südöstlichen bis südwestlichen Winden. Die Niederschlagswirkung ähnelt daher unmittelbar der bei der Südströmung beobachteten (Abbildung 1), die nördlichen Alpentteile werden aber bereits ungleich stärker betroffen. Das ist leicht verständlich, da TB bereits eine Wetteränderung, d. h. einen Übergang zu Westwetter oder Tiefdruck auf nördlichen Bahnen anzeigt, anderenfalls solche Tage durch S oder SW ausgewiesen werden könnten. Zumindest in der kälteren Jahreshälfte

bleibt aber ihr Charakter als Südstau- und Süd föhnlage bzw. südalpiner Niederschlagslage weitgehend erhalten.

Wesentlich seltener kommt es vor, daß ein Tief aus Breiten südlich der Britischen Inseln (aus dem Raum Biscaya—Iberische Halbinsel) in das Wetter-

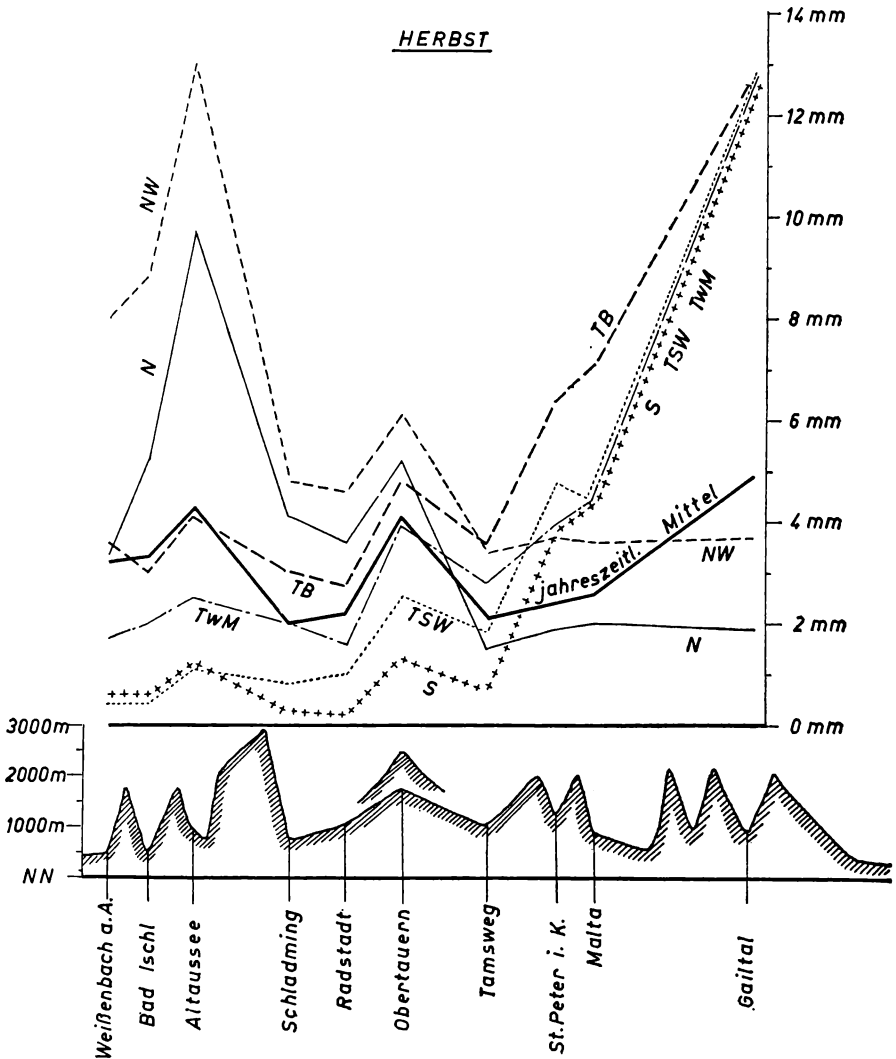


Abbildung 1

Niederschlagsprofil durch die Ostalpen für Nordstaulagen und Südstaulagen

geschehen der Ostalpen eingreift (TSW). Solche Situationen geben meist den Auftakt zur Zyklontätigkeit im Mittelmeerraum, müssen aber von dieser selbst noch getrennt werden. Viel eindeutiger als bei TB macht sich bei TSW eine ausgesprochen vorderseitige Wetterentwicklung bemerkbar, sowohl das Isobarenbild, als auch die Niederschlagswirkung sind mit den Verhältnissen bei der

Südströmung unmittelbar zu vergleichen, auch ist die Bereitschaft zu Südföhn noch recht hoch [3, S. 54]. Obwohl schon zur Gruppe der Tiefdruckrandlagen gehörend, ist TSW noch ein Musterbeispiel einer Südstau- und südalpinen Niederschlagslage.

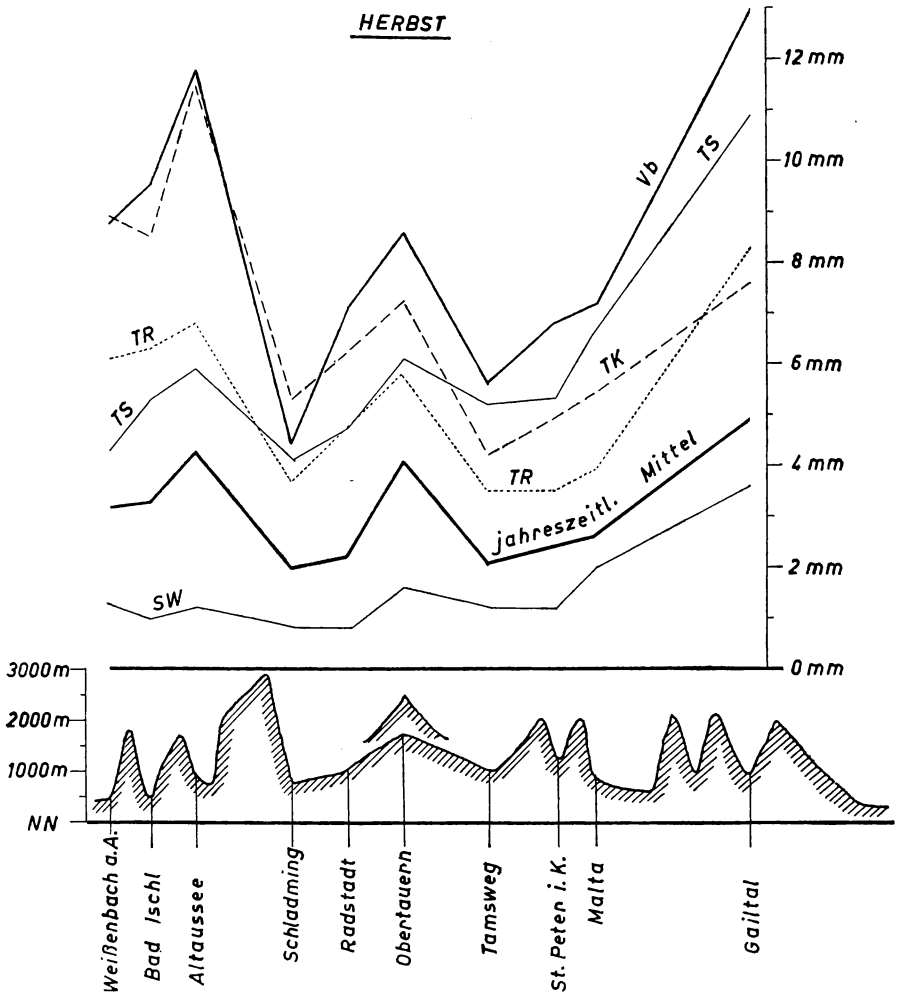


Abbildung 2  
Niederschlagsprofil durch die Ostalpen für Tiefdrucklagen

Das Tief über dem westlichen Mittelmeer (TwM) ist die erste Wetterlage dieses Systems, die vollkommen dem mediterranen Tiefdruckgeschehen zugeordnet werden muß. Eine Lage des Tiefdruckkerns im Raum des Golfes von Genua bedeutet für den Alpenraum zwar noch vorderseitige Witterung, daneben aber auch Ausweitung des Schlechtwettergebietes (Bewölkung) bis in die Nordalpen. Die Bereitschaft zu Südföhn sinkt auf einen bescheidenen Wert zurück, im gesamten Ostalpengebiet südlich des Alpenhauptkammes bis zum Wiener

Becken und Westungarn liegt die Niederschlagswirkung bereits bedeutend über dem Mittel. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, muß TwM trotzdem noch der Charakter einer südalpinen Niederschlagslage zugesprochen werden, eine echte Stau- und Föhnwirkung ist aber bereits verloren gegangen.

Wegen seiner Häufigkeit kommt dem Tief im Süden (TS) für das Niederschlagsgeschehen eine besondere Bedeutung zu. Mit dem Kern im Raum Poebene—Adria—Balkan liegt der gesamte Ostalpenraum bereits in seinem unmittelbaren Einflußbereich. Ausschlaggebend für das Niederschlagsgeschehen wird jetzt nicht mehr eine bestimmte Horizontalströmung, die bei dieser Wetterlage ohnehin recht uneinheitlich ausfällt, da neben den vorderseitigen Süd- bis Ostwinden auch rückseitige Winde aus dem Nordwestsektor auftreten, sondern der eigentliche zyklonale Einfluß mit Mischung verschiedener Luftmassen etc. Wie Abbildung 2 zeigt, liegt die Niederschlagswirkung im gesamten Querprofil über dem Durchschnitt, der Schwerpunkt verbleibt aber entsprechend der Lage der wetterwirksamen Zyklone im Süden. TS kann daher als ausgesprochen „gesamtalpine Niederschlagslage“ bezeichnet werden, deren häufiges Auftreten nicht nur den Südalpen, sondern allen Landschaften der Ostalpen vermehrten Niederschlag bringen muß.

Ein ähnlicher Fall ist das Tief über dem Kontinent (TK), ein sich nördlich der Alpen bewegendes Tief. Die Abgrenzung dieser Wetterlage von anderen Wetterlagen ist nicht sehr scharf, die Witterung recht uneinheitlich. Im großen und ganzen bildet TK das Gegenstück zu TS, eine gesamtalpine, zyklonal bestimmte Niederschlagslage mit dem Schwerpunkt im Norden.

Ein Sonderfall des Ostalpinen Wetterlagensystems ist die Lage Vb. Sie ist die einzige Wetterlage des Systems, bei der schon durch die von v. BEBBER [1] eingeführte Bezeichnung ein ganzer Witterungsablauf erfaßt wird, in dessen Verlauf sich die Lage des wetterbestimmenden Tiefs zu den Ostalpen entscheidend verändert. Die Ausgangslage ähnelt in ihrer Niederschlagswirkung TS, bei Fortbewegung des Tiefs über Ungarn und Polen kommt der Alpenraum zunehmend in die Rückseitenströmung zu liegen, wodurch das Niederschlagsbild am ehesten mit TK oder N zu vergleichen ist. Vb bedeutet darüber hinaus großräumiges Aufgleiten von Tropikluft aus dem Südostsektor auf eine aktiv von NW vordringende polare Kaltluft, was zu besonders hohen Niederschlagsmengen führt. Die Vb-Lage wird dadurch nicht nur zu einer gesamtalpinen, zyklonalen Niederschlagslage, sondern in weiten Teilen der Ostalpen zur niederschlagsreichsten Wetterlage überhaupt, was vor allem für die östlichen Vorländer gilt, in denen direkte Stauwetterlagen nur wenig niederschlagswirksam sind.

Meridionale Tiefdruckrinnen (TR) sind meist das Ergebnis eines Kaltluftvorstoßes gegen Süden. Nicht selten weist die Druckverteilung zwei Minima, davon eines südlich der Alpen auf. TR bedeutet aber auch eine scharfe Trennung zwischen vorderseitiger Witterung mit südöstlicher Luftzufuhr und rückseitiger mit nordwestlicher. Das Niederschlagsgeschehen ist daher an ausgesprochene Frontalvorgänge geknüpft, wodurch der Reliefeinfluß weitgehend unterdrückt und TR zum Musterbeispiel einer gesamtalpinen Niederschlagslage wird. Die Niederschlagsmengen bleiben dabei wesentlich hinter denen der Vb-Lage zurück, sind aber in der regionalen Verteilung ähnlich.

Zusammenfassend lassen sich die Niederschlagslagen in folgende Gruppen einteilen:



1. Nordstaulagen (nordalpine Niederschlagslagen): N, NW, mit Einschränkungen W.
2. Südstaulagen (südalpine Niederschlagslagen): S, TSW, mit Einschränkungen TB, SW.
3. Zyklonale südalpine Niederschlagslage: TwM.
4. Zyklonale (gesamtalpine) Niederschlagslagen
  - a) mit Schwerpunkt im Süden: TS
  - b) mit Schwerpunkt im Norden: TK
  - c) gleichmäßige Niederschlagsverteilung: Vb, TR.

Diese Verhältnisse erfahren aber in der wärmeren Jahreshälfte, speziell im Sommer, eine grundlegende Änderung. Durch Höherscalten der Kondensationshöhe [6, S. 196] werden die Mengenunterschiede zwischen den äußeren Ketten und den inneralpinen Landschaften bei allen Wetterlagen, entsprechend auch im jahreszeitlichen Mittel, stark ausgeglichen.

Es gibt daher mit Ausnahme der Nordströmung im Sommer eigentlich nur mehr gesamtalpine Niederschlagslagen. Das gilt nun besonders für NW und W, die viel häufiger die gesamten Ostalpen überregnen, als auch für TB, welche nun neben TR zu der gewitterreichsten Wetterlage wird. Der Niederschlagsschwerpunkt von TB und Vb, sogar von SW liegt bereits eindeutig im Norden, nur bei TSW liegen die Werte im Süden über, im Norden unter dem Durchschnitt [3, S. 72 ff.; 25, S. 86 ff.]. Das Auftreten von S und TwM ist im Sommer so selten, daß diesen Lagen für das Zustandekommen der sommerlichen Niederschlagsmenge keine Bedeutung mehr zukommt. Für das Gailtal bedeutet das, daß der Niederschlagsreichtum und die Niederschlagshäufigkeit im Sommer mit den übrigen Landschaften weitgehend konform geht und das herbstliche Niederschlagsmaximum keinesfalls auf ein sommerliches Defizit zurückzuführen ist, wie z. B. in den außeralpinen Landschaften am nördlichen Mittelmeer.

### 3. Jahresgang des Niederschlages

Das Gleichbleiben der Sommerregen zeigt schon eine Darstellung der monatlichen Mittelwerte für das Gebietsmittel der Stationen Förolach, Waidegg und Laas, berechnet aus den Jahren 1948—65 (Abbildung 3). Zum Vergleich wurden

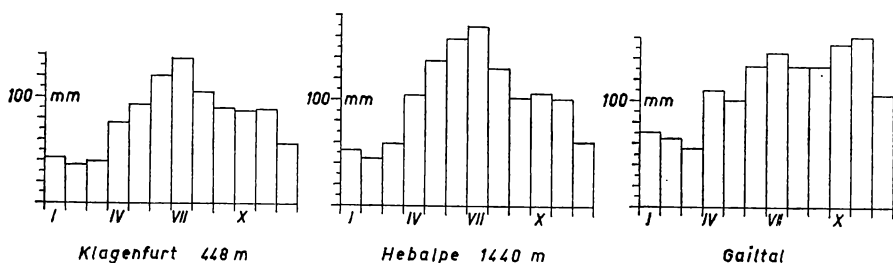


Abbildung 3  
Jahresgang des Niederschlages 1948—1965

die beiden Stationen Klagenfurt, als Repräsentant für ein inneralpines Becken, und Hebalpe (Koralpe) als Vertreterin des Steirischen Randgebirges dargestellt, die ein gut ausgeprägtes sommerliches Niederschlagsmaximum aufweisen.

Bei allen drei Stationen ist bis zum Sommer ein deutlicher Anstieg der Niederschlagsmengen zu beobachten, wie es dem mitteleuropäisch-alpinen Sommertyp vollkommen entspricht.

Während aber bei den Stationen Klagenfurt und Hebalpe die Mengen im Spätsommer rasch und dann langsam abnehmen, erfolgt im Gailtal im Herbst eine neuerliche Zunahme, wodurch die Sommerwerte noch übertroffen werden und auch der Winter noch etwas niederschlagsreicher bleibt als in den anderen beiden Stationen. Wie die Abbildungen zeigen, ist das der einzige wesentliche Unterschied zu den anderen beiden Stationen. Schon durch eine mäßige Verkürzung der letzten vier Säulen in der Abbildung würden die drei Stationsdiagramme einander weitgehend gleichen.

Wie schon früher ausdrücklich betont wurde [12, S. 26 f.], entsteht der Niederschlagsgang des Gailtales nicht durch eine Verminderung der Sommerregen, sondern nur durch eine zusätzlich im Herbst gefallene Menge. Bei genauer Betrachtung fällt auch auf, daß der April im Gailtal den Mai an Niederschlag übertrifft, was fälschlich als abgeschwächter Äquinoktientyp des Niederschlagsanges ausgelegt werden könnte. Dazu muß aber der beobachtete Zeitraum (1948—65) einer Kritik unterzogen werden.

Die Tabell 2 gibt an, in welchem Verhältnis die Monatsmittel zu den langjährigen (1901—60) stehen.

Tab. 2. Prozentanteil der Monatsmittel der Reihe 1948—65  
an der langjährigen Reihe 1901—60

	Waidegg	Förolach	Klagenfurt	Hebalpe
I	107	109	105	98
II	78	92	86	75
III	57	66	75	91
IV	91	92	96	118
V	86	83	104	99
VI	99	91	101	115
VII	103	104	116	122
VIII	98	95	92	96
IX	100	91	89	85
X	99	92	91	100
XI	105	116	106	134
XII	94	107	97	98
Jahr	94	95	98	104

Es ist zu ersehen, daß bei den beiden Stationen des Gailtales der Februar und der März sowie auch der Mai gegenüber der langjährigen Reihe wesentlich zuwenig Niederschlag aufweisen. Der Anstieg im Frühjahr wird nach Ausgleich dieser Differenzen recht gleichmäßig. Die Sommerwerte entsprechen dagegen erwartungsgemäß viel besser der langjährigen Reihe, nur die Hebalpe erscheint etwas zu feucht.

Im Herbst zeigt vor allem der November auf Kosten des Oktobers übernormale Mengen. Das bedeutet im langjährigen Mittel, daß einerseits im Gailtal der Oktober zum niederschlagsreichsten Monat wird und andererseits der Mengenrückgang in Klagenfurt und auf der Hebalpe gegen den Winter viel

gleichmäßiger verläuft. Die gesamte Niederschlagssumme des Herbstes stimmt aber mit der langjährigen Reihe weitgehend überein. Das läßt erwarten, daß zumindest im Sommer und Herbst die Häufigkeit der niederschlagswirksamen Wetterlagen im Beobachtungszeitraum repräsentativ ist, und daß es auch die für die einzelnen Wetterlagen errechneten Niederschlagswerte sind, wofür ohnehin ein noch kürzerer Zeitraum ausreichen würde [3, S. 9].

#### 4. Wetterlagen und Niederschlag in verschiedenen Landschaften

Im folgenden Abschnitt soll nun die Niederschlagswirksamkeit der einzelnen Wetterlagen, sowie ihr prozentueller Anteil am Zustandekommen der jahreszeitlichen Niederschlagsmenge im Gailtal untersucht und mit den anderen beiden Stationen verglichen werden.

##### a) Herbst

Die Abbildung 4 zeigt diese Verhältnisse für den Herbst. Die Höhe der einzelnen Symbole (Ordinate) gibt die mittlere pro Wetterlagentag gefallene Niederschlagsmenge an, ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Niederschlagswahrscheinlichkeit, die Abszisse zeigt den Anteil der einzelnen Wetterlagen an der gesamten Niederschlagsmenge des Herbstes, der natürlich auch weitgehend von der Häufigkeit der Wetterlagen abhängt.

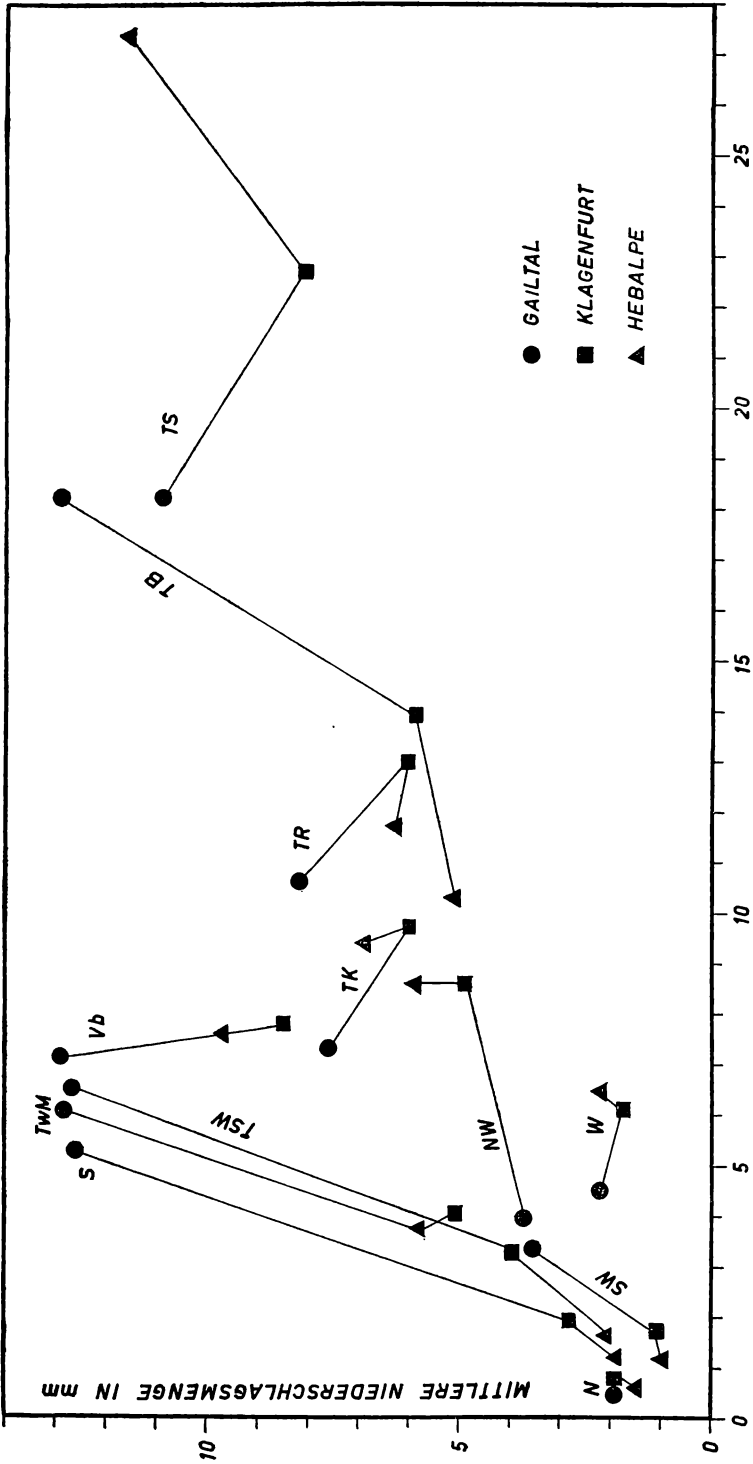
Wie die Abbildung zeigt, ist die seltene und wenig niederschlagsreiche Nordstaulage N allgemein für das Zustandekommen der Herbstmenge bedeutungslos. Die viel häufiger vorkommenden Strömungen W und NW sind natürlich stärker am Zustandekommen der Menge beteiligt, hier wieder stärker bei den beiden Stationen Klagenfurt und Hebalpe. Die zyklonalen, gesamtalpinen Niederschlagslagen Vb, TK und TR sind allgemein wirksamer und bedeutender, die Unterschiede zwischen den einzelnen Landschaften sind noch relativ gering.

Damit kann gesagt werden, daß die genannten Wetterlagen den „Grundstock“ der herbstlichen Niederschlagsmenge bewirken. Bei bloßem Auftreten von nordalpinen und gesamtalpinen Niederschlagslagen würden sich daher die Witterung sowie die herbstliche Niederschlagsmenge in den einzelnen Landschaften weitgehend gleichen.

Die großen Unterschiede zeigen sich sofort bei den Südstaulagen S, TSW und TB. Schon gegen das wenig entfernte Zentrum des Klagenfurter Beckens nimmt die Niederschlagsmenge, entsprechend auch der Anteil, ungewöhnlich rasch ab, was bedeutet, daß der zusätzliche Niederschlag des Gailtales ein ausgesprochenes Stauphänomen darstellt und auf einen relativ kleinen Landschaftsteil Österreichs beschränkt sein muß.

Überraschend zeigt die Tiefdruckrandlage TwM noch die gleiche Tendenz, auch bei der Südwestströmung ist sie noch abgeschwächt zu beobachten.

Ganz anders ist die Wirkung des Tiefs im Süden (TS), das meist als hauptverantwortlich für das herbstliche Niederschlagsmaximum des Gailtales angesehen wird. Die Abbildung zeigt sofort, daß das Steirische Randgebirge sogar etwas mehr betroffen erscheint, wodurch dort der Anteil dieser Wetterlage ungleich höher wird als im Gailtal. Häufiges Auftreten von Zyklonen südlich der Alpen bringt vor allem dem Steirischen Randgebirge und der Steirischen Bucht, aber auch den inneralpinen Landschaften sowie den süd-



ANTEIL DER WETTERLAGEN AN DER NIEDERSCHLAGSMENGE DES HERBSTES IN PROZENTEN

Abbildung 4: Niederschlagsdiagramm Herbst 1948—1965

östlichen Alpen Sloweniens vermehrten Niederschlag, nicht immer aber dem Gailtal. Zwei Beispiele mögen dies noch veranschaulichen. Es handelt sich um die Monate Oktober 1950 und 1951. Beide Monate wurden neben Hochdrucklagen (besonders 1951) und einigen nordalpinen Niederschlagslagen hauptsächlich von Tiefs südlich der Alpen beherrscht. 1950 waren es die sieben letzten Tage im Oktober, 1951 insgesamt 12 Tage.

Das Niederschlagsgeschehen zeigt folgendes Bild:

Tab. 3

	Hebalpe		Waidegg	
	Menge	% von 1901—60	Menge	% von 1901—60
Okt. 1950	103,0 mm	96	73,0 mm	43
Okt. 1951	161,5 mm	151	47,5 mm	28

Als Beispiel für einen hauptsächlich von Südstaulagen beherrschten Monat diene der Oktober 1953. Neben Hochdruck- und Nordstaulagen gab es in diesem Monat drei Tage, die von TS, vier die von TwM beherrscht wurden, ausschlaggebend war aber eine großräumige Südströmung (S), die gegen Monatsende fast eine Woche lang die Witterung bestimmte. Auf der Hebalpe fielen damals 76 mm (71%), in Waidegg aber 323 mm (190%). Der Unterschied zwischen diesen beiden Landschaften wird dadurch deutlich.

Diese extremen Beispiele könnten zu dem Schluß führen, daß zwischen dem herbstlichen Niederschlagsreichtum des Gailtales und des Steirischen Randgebirges keine, bzw. nur eine geringe Abhängigkeit bestehe. Eine Korrelation der Niederschlagsmengen der Herbstmonate (IX, X, XI) zwischen der Station Waidegg und Hebalpe für den Zeitraum von 1948—65 (54 Monate) ergibt einen Wert von +0,54.

Das mag in Anbetracht der angeführten Extrembeispiele hoch erscheinen, vor allem wenn der Wert für die drei Sommermonate mit +0,45 (Juni +0,41; Juli +0,48; August +0,35) niedriger liegt, was zu einer Vereinheitlichung der Witterung durch das Vorherrschen gesamtalpiner Niederschlagslagen im Sommer umso mehr im Widerspruch zu stehen scheint, als sich die Abhängigkeit der monatlichen Niederschlagsmengen bis zum Dezember auffallend erhöht: Sept.: +0,43; Okt.: +0,51; Nov.: +0,61; Dez.: +0,81.

Durch den kurzen Beobachtungszeitraum allein läßt sich dieser Anstieg nicht erklären. Hier spielt vielmehr der natürliche Ablauf des Wettergeschehens eine entscheidende Rolle, da die Wetterlagen nicht starr für sich, sondern nur im Zusammenhang mit den vorausgehenden und nachfolgenden Wetterlagen betrachtet werden dürfen. Die Aufeinanderfolge ist nicht beliebig und spiegelt in erster Linie ein allgemeines Fortschreiten der barischen Erscheinungen von West nach Ost wieder. Dadurch ergibt sich eine „Verwandtschaft“ der Südstaulagen (S, TB, TSW) mit der Zyklonentätigkeit im Mittelmeerraum (TwM, TS, Vb) insofern, daß sie häufig im Sinne der angegebenen Reihenfolge aufeinanderfolgen, wobei das Niederschlagsfeld zuerst die Südalpen, dann die Südalpen und den Alpenostrand erfaßt und später auch auf die Nordalpen ausgreift, während der Niederschlag in den Südalpen bereits nachläßt.

Dieser Ablauf ist aber nur ein Idealfall, der durch Stationärwerden, Rückläufigkeit oder Regeneration des wetterbestimmenden Tiefs sowie durch die

schwer vorherzusagenden zeitlichen Unterschiede des Ablaufes meist viel komplizierter erscheint, was die Prognostik erschwert.

Die genannten Wetterlagen treten aber häufig innerhalb eines kurzen Zeitraumes auf, wodurch sich die starke Abhängigkeit der Niederschläge in der kalten Jahreshälfte erklärt. Da das starre Kalendarium mit dieser Abfolge nicht immer Schritt halten kann, zeigt TS in Südstaulagen vielfach noch starken Niederschlag, TSW oder TB am Alpenostrand aber schon wesentliche Wirkung. Im Einzelfall sind sie aber auseinanderzuhalten.

Der Unterschied zwischen der Niederschlagstätigkeit im Gailtal und am Steirischen Randgebirge ist daher meist nur eine kurzzeitige Verschiebung, die in Monatsmitteln verschwindet.

Ähnliche Ergebnisse wurden bei einer Korrelation der Monatsmittel von Graz mit anderen ostalpinen Stationen gewonnen [7]. Im Winter und Herbst ist die Übereinstimmung gegen Südwesten gut, schwindet aber in Richtung der Nördlichen Kalkalpen (häufiger Hochdruck und niederschlagsarme Monate, häufige west- bis nordwestliche atlantische Einflüsse mit starker Wettercheidenwirkung des Alpenhauptkammes bei hohem Niederschlag im Norden und geringem im Südwesten und Südosten, wenige Monate mit übernormalen Mengen im Süden und Südosten und trockenem Norden durch Südstaulagen und Tiefdruck südlich der Alpen).

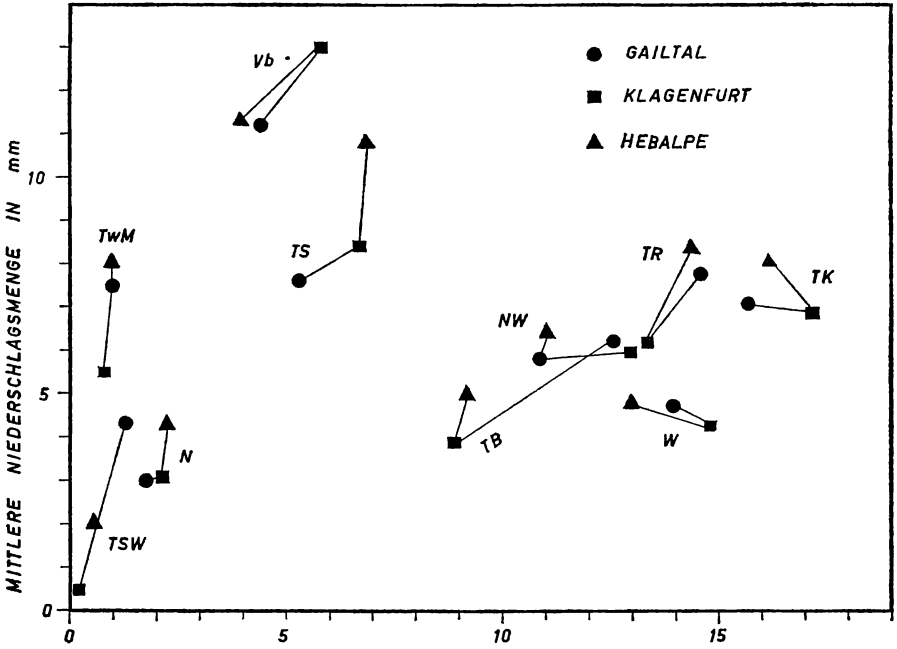
Im Sommer wird der Nord-Süd Gegensatz zu einem West-Ost Gegensatz, wobei Graz mit Stationen nördlich des Alpenhauptkammes mindestens ebensogut übereinstimmt, wie mit Oberkärnten (Verschwinden der Wettercheidenwirkung des Alpenhauptkammes bei gesamtalpinen Niederschlagslagen).

#### b) Sommer

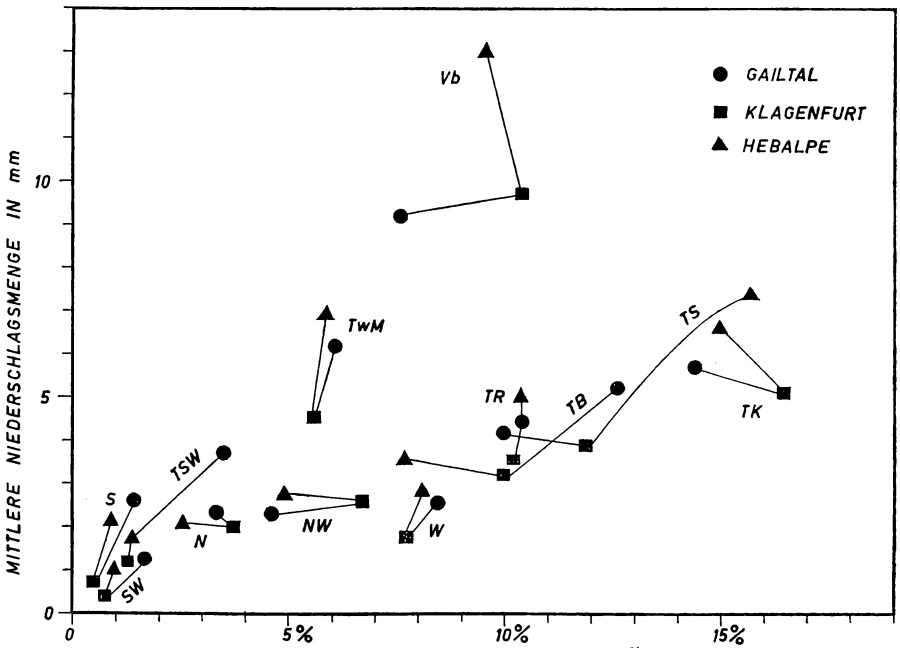
Schon ein kurzer Blick auf das Niederschlagsdiagramm für den Sommer (Abbildung 5) zeigt, daß es in dieser Jahreszeit keine Wetterlage gibt, bei der der Niederschlagsreichtum im Gailtal den anderer Landschaften wesentlich übertrifft. Nur bei den Wetterlagen TB, TSW und TwM ist dieser Effekt noch abgeschwächt zu beobachten. Das in dieser Jahreszeit etwas seltener auftretende Tief im Süden zeigt in den anderen Landschaften sogar eine größere Niederschlagswirkung und damit einen höheren Anteil am sommerlichen Niederschlagsgeschehen als im Gailtal. Daraus geht deutlich hervor, daß der mittteleuropäisch-alpine Sommerregen im Gailtal erhalten bleibt. Nordalpine Niederschlagslagen bewirken aber keine größeren Mengen, sondern nur kühle, regnerische Tage [20, S. 19], bedeutendere Mengen sind nur von Wetterlagen mit starken thermischen Umlagerungen zu erwarten (Vb, TS, TR, TK), wobei nicht selten lokale Unwetter auftreten können, vor allem bei den „warmen“ Niederschlagslagen TB und TR, wie es für die inneralpinen Landschaften typisch ist [3, S. 170].

#### c) Frühjahr

Im Frühjahr (Abbildung 6) sind die Südstaulagen (S, TSW, TB) annähernd so häufig wie im Herbst. Das läßt wieder eine gegenüber den anderen Landschaften „zusätzliche“ Menge erwarten. Das Diagramm zeigt aber, daß dies keinesfalls zutrifft, da sich die genannten Wetterlagen auch im Gailtal als wenig niederschlagswirksam erweisen. Dieser auffallende Rückgang ist auch in den südlichen Alpenketten [4] zu beobachten und hat seine Ursache in einem allgemein geringeren Wasserdampfgehalt und einer wesentlich höheren



ANTEIL DER WETTERLAGEN AN DER NIEDERSCHLAGSMENGE DES SOMMERS IN PROZ.  
 Niederschlagsdiagramm Sommer 1948—1965



ANTEIL DER WETTERLAGEN AM NIEDERSCHLAG DES FRÜHJAHR  
 Niederschlagsdiagramm Frühjahr 1948—1965

Lage der Kondensationshöhe gegenüber dem Herbst [3, S. 63], wodurch das primäre Staugebiet schwächer, die dahinter gelegenen Gebiete aber relativ stärker überregnet erscheinen, was sich am Beispiel der Steirischen Bucht schön beobachten läßt [25, S. 87 ff.]. Diese Verhältnisse erfahren aber eine gewisse Komplizierung, da für die Südalpen nördlich der tiefen Senke zwischen Alpen und Apennin (Tessin) eine hohe Niederschlagsintensität der Südstaulagen auch im Frühjahr bekannt ist [3, S. 338 Tab. 180; S. 385 Tab. 203; S. 403, 419], wo sich auch ein ausgeprägter Äquinoktientyp des Niederschlagsganges entwickeln kann [12, S. 26 f.]. Im Gailtal entspricht aber die Niederschlags-tätigkeit des Frühjahrs weitgehend den mitteleuropäisch-alpinen Verhältnissen.

#### d) Winter

Der Gegensatz zwischen dem kalten Kontinent und den relativ warmen Meeresgebieten, der noch hohe Feuchtigkeitsgehalt der Südluft und eine tiefe Lage der Kondensationshöhe bewirken bei allen Südstaulagen im primären Staugebiet eine hohe Niederschlagsintensität, die die des Herbstes fallweise noch übertrifft, aber auch einen raschen Mengenrückgang im Lee der Hauptstaugebiete, wie er in keiner anderen Jahreszeit zu beobachten ist (Abbildung 7).

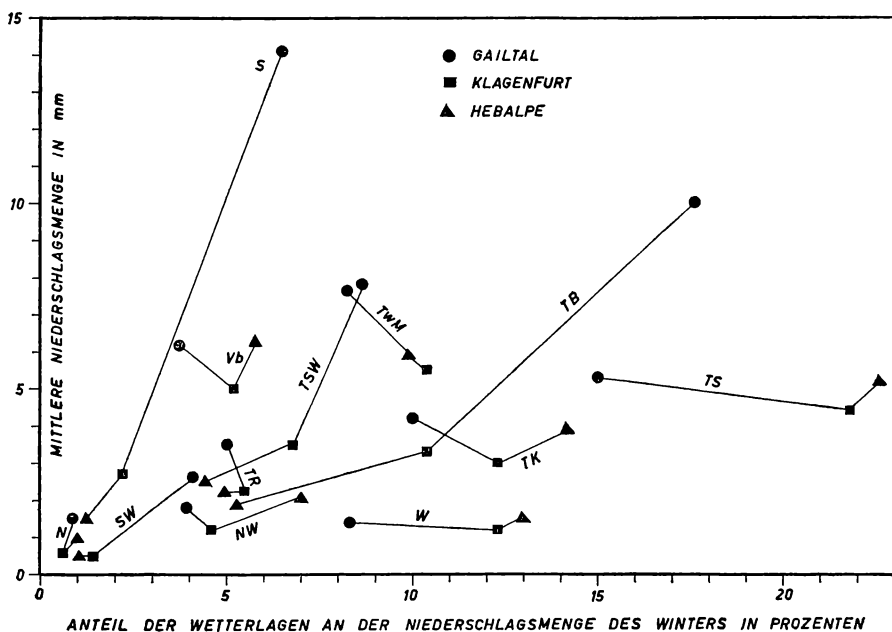


Abbildung 7  
Niederschlagsdiagramm Winter 1948-1965

Das gilt aber gleichermaßen für die Nordstaulagen (N, NW, W), die wiederum in den Landschaften südlich des Alpenhauptkammes weitgehend niederschlagsunwirksam werden. Auch die Tiefdrucklagen zeigen eine gegenüber den anderen Jahreszeiten geringere Wirksamkeit, was durch ihr allgemein selteneres Auftreten im Winter zu einem gut ausgeprägten Winterminimum des Niederschlages führt. Der durch diese Wetterlagen geschaffene „Grundstock“ der Winter-



menge ist auch im Gailtal zu klein, um durch die seltenen Südstaulagen noch ausgeglichen werden zu können, das Winterminimum bleibt auch im Gailtal erhalten. Die durch die Südstaulagen geschaffene zusätzliche Menge gegenüber den anderen beiden Landschaften läßt sich aber noch deutlich erkennen (Abbildung 3).

Auffallend ist, daß auch im Winter (wie im Frühjahr) der Anteil des Tiefs im Süden (TS) am Winterniederschlag im Gailtal gegenüber den anderen Landschaften weit zurückbleibt.

#### 5. Die Niederschlagsstruktur des Gailtales in den einzelnen Jahreszeiten

Wie gezeigt, wird das Gailtal im Frühjahr und Sommer vom mitteleuropäisch-alpinen Niederschlagsgeschehen beherrscht und erfährt im Herbst und Winter darüber hinaus eine zusätzliche Beeinflussung. Diese Verhältnisse müssen sich in einer jahreszeitlichen Verteilung der Niederschlagsbereitschaft und Niederschlagsdichte widerspiegeln.

Tab. 4. Niederschlagsbereitschaft in den einzelnen Jahreszeiten  
(Prozentanteil der Tage mit  $\geq$  1 mm Niederschlag) 1948—65

	W	F	S	H
Gailtal	20%	27%	37%	27%
Klagenfurt	21%	28%	36%	26%
Hebalpe	23%	34%	41%	30%

Aus Tabelle 4 geht hervor, daß der Jahresgang der Niederschlagsbereitschaft in allen drei Landschaften fast gleich verläuft, daß auch im Gailtal der Sommer die meisten Niederschlagstage aufweist und der Mengenüberschuß im Herbst nicht auf Kosten einer Zunahme der Niederschlagstage, sondern der Dichte zustande kommt. Die Angabe der Dichtewerte macht das deutlich:

Tab. 5. Niederschlagsdichte in den einzelnen Jahreszeiten  
(durchschnittliche, pro Niederschlagstag gefallene Menge)

	W	F	S	H
Gailtal	13,3 mm	10,7 mm	12,2 mm	18,1 mm
Klagenfurt	7,2 mm	8,2 mm	10,8 mm	11,1 mm
Hebalpe	7,6 mm	9,6 mm	12,1 mm	11,7 mm

Im Frühjahr und Sommer sind die Dichtewerte aller drei Landschaften annähernd gleich, umso auffälliger ist die ungleich höhere Dichte des Gailtales in den anderen Jahreszeiten. Es fällt dort in der gleichen Zahl von Tagen wesentlich mehr Niederschlag. Daß dafür vor allem die Südstaulagen verantwortlich sind, zeigt folgende Tabelle:

Tab. 6. Niederschlagsdichte der Südstaulagen (S, TB, TSW)

	W	F	S	H
Gailtal	21,8 mm	12,1 mm	(12,5) mm	24,6 mm
Klagenfurt	7,3 mm	7,5 mm	(10,9) mm	11,8 mm
Hebalpe	6,4 mm	7,3 mm	(10,9) mm	11,3 mm

Die hohe Niederschlagsintensität einer relativ kleinen Zahl von Wetterlagen (sie beherrschen nur 11% der Herbsttage) gewinnt für die Hydrographie des Gailtales eine entscheidende Bedeutung, da diese Wetterlagen kaum vereinzelt auftreten, sondern meist mehrere Tage hintereinander herrschen, was fast in jedem Herbst zu langanhaltenden, schweren Dauerregen führt und darüber hinaus zu schweren Überschwemmungen. Neben den hauptsächlich durch Schneeschmelze hervorgerufenen Frühjahrshochwässern und den durch schwere Unwetter hervorgerufenen Sommerhochwässern wie sie im gesamten Raum der Ostalpen auftreten können, kommt es im Gailtal häufig zu den gefürchteten Herbsthochwässern, die außerhalb des Einzugsgebietes der Drau in Österreich kaum mehr auftreten können. In solchen Fällen muß der flache, vielfach kultivierte Gailtalboden genauso zum Inundationsgebiet werden wie die sterilen Schotterbetten der Fella oder des Tagliamento. Die aus den Karnischen Alpen austretenden geröllführenden Wildbäche bedeuten dabei eine große Gefahr für die Kulturlandschaft und einen wichtigen Faktor bei allen Maßnahmen für den Hochwasserschutz [19].

Das Auftreten herbstlicher Niederschlagsperioden zeigt aber zeitlich eine recht geringe Bindung, sie können fallweise im September, fallweise noch im Dezember auftreten und mitunter ganz ausbleiben. Wie unsicher ihr Auftreten im allgemeinen ist, zeigt schon die Tatsache, daß im Beobachtungszeitraum von 18 Jahren der November als niederschlagsreichster Monat aufscheint, während der September nur durch die katastrophalen Niederschläge des Jahres 1965 mit dem langjährigen Mittel übereinstimmt. Die Tabelle 7 gibt an, wie oft ein Monat im genannten Zeitraum der niederschlagsreichste bzw. niederschlagsärmste Monat des Jahres war.

Tab. 7. Häufigkeit des Niederschlagsmaximums (Minimums)  
in den einzelnen Monaten

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Waidegg													
Max.	—	—	—	1	1	1	2	1	3	4	5	—	18
Min.	2	8 <sup>+</sup>	4	1	1	—	—	—	—	1	—	1	18
Klagenfurt													
Max.	—	—	—	—	3	4	5	1	1	2	2	—	18
Min.	3	5	6 <sup>+</sup>	1	—	—	—	—	1	2	—	—	18
Hebalpe													
Max.	—	—	—	—	2	3	5	2	1	3	2	—	18
Min.	3	3	4 <sup>+</sup>	1	1	—	—	—	—	2	1	3	18

Die Tabelle zeigt, daß auch im Gailtal die Sommermonate das Maximum bringen können, während der Niederschlag in den Herbstmonaten ganz ausbleiben kann, wogegen es nicht vorkommt, daß einer der Sommermonate den geringsten Niederschlag innerhalb des Jahres aufweist.

Die Niederschlagstätigkeit einiger weniger Herbstmonate ist so stark, daß sie auch in den anderen beiden Landschaften das Maximum bringen.

Die Zuverlässigkeit des Eintritts der monatlichen Mittelwerte läßt sich auch durch die Errechnung eines Streuungsmaßes für die einzelnen Monatssummen angeben, wobei die relative quadratische Streuung ein direktes Maß für die mittlere Abweichung der Monatsmengen vom Normalwert darstellt.

Diese Werte belaufen sich in Waidegg auf 107,4 im Winter; 66,4 im Frühjahr; 35,4 im Sommer und 71,8 im Herbst<sup>5</sup>.

Obwohl der Zeitraum von 18 Jahren für die Streuungsangaben der einzelnen Monatswerte zu kurz ist, erhält man dasselbe Bild:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S	108	134	86	51	60	34	30	43	83	71	67	81

Bei der Vielzahl der gesamtalpinen Niederschlagslagen und ihrer großen Häufigkeit im Sommer ist das Auftreten eines ausgesprochenen Trockenmonats recht unwahrscheinlich, andererseits werden auch bei längeren Schlechtwetterperioden keine so hohen Werte erreicht wie im Herbst, da anhaltendes Schlechtwetter meist zu atlantisch-kühler Witterung überleitet, die im Gailtal keine außergewöhnlich hohen Mengen bewirkt. Umgekehrt ist die hohe Streuung im Herbst auf eine kleine Gruppe äußerst niederschlagsreicher Wetterlagen zurückzuführen, deren Auftreten starken zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Diese starke Schwankung der herbstlichen Monatsmittel, auf die schon V. CONRAD [2, S. 90 f.] hingewiesen hat, ist ausschließlich das Kennzeichen der Südalpen [5, S. 14, Abb. 5; 7, S. 253, Abb. 6]. Das gilt noch stärker für den Winter, wo einer Vielzahl von Hochdrucklagen und kaum ergiebigen nordalpinen Niederschlagslagen wenige intensive Südstaulagen gegenüberstehen, deren Auftreten durch Monate ausbleiben kann [7, S. 250, Abb. 3].

Diese starke Streuung der herbstlichen Monatsmengen unterbindet von vornherein eine Vorhersage von Regenperioden und damit Hochwasserereignissen von der statistischen Seite. Eine „Regenzeit“ gibt es nur abgeschwächt im langjährigen Mittel, sie fällt bevorzugt in die Zeit um Allerheiligen (letzte Oktoberwoche, erste Novemberhälfte).

## 6. Die Reichweite des herbstlichen Niederschlagsmaximums

Die Frage nach der regionalen Verbreitung bzw. Reichweite des herbstlichen Niederschlagsmaximums nach Norden kann wegen des Mangels an Niederschlagsmeßstellen vor allem im Hochgebirge nicht voll befriedigend beantwortet werden. Auf Grundlage des Beobachtungszeitraumes von 1901—60 [11] wurde ein Versuch unternommen und in Abbildung 8 dargestellt.

Die strichlierte Linie umgrenzt ein Gebiet, in dem die jahreszeitliche Niederschlagsmenge des Herbstes (IX, X, XI) die des Sommers übertrifft. Mit kleinen Ausnahmen entspricht dieses Herbstmaximum auch dem Monatsmaximum im Oktober. Die punktierte Linie umgrenzt ein Gebiet, in dem der Oktober (meist nach dem Juli) als zweitniederschlagsreichster Monat gilt. Die Fälle, daß der Oktober den September an Niederschlag übertrifft, sind aber auch außerhalb dieser Linie zu beobachten, z. B. in Osttirol, im Mölltal oder im Gebiet der Lieser und Malta [15].

Trotz der Problematik der Niederschlagsmessung im Hochgebirge muß auf die Ergebnisse des in den fünfziger Jahren errichteten Totalisatorennetzes hin-

<sup>5</sup> Bei der Berechnung der relativen quadratischen Streuung wurden die Monatssummen nicht auf ein Drittel der jahreszeitlichen Summe bezogen, sondern in Prozentanteile des Normalwertes umgerechnet und jeweils auf 100% bezogen. Die quadratischen Abweichungen der jeweils in Frage kommenden drei Monate wurden summiert und daraus die jahreszeitliche Streuung errechnet.

gewiesen werden, das noch für einige hochgelegene Gebiete der Reißeckgruppe ein deutliches Herbstmaximum anzeigt. Allerdings umfaßt der Beobachtungszeitraum maximal vier Jahre [15], und es handelt sich eher um ein Oktobermaximum, nicht aber um ein jahreszeitliches Maximum (IX+X+XI). Den Ergebnissen längerer Totalisatorenreihen kann man mit Interesse entgegensehen.

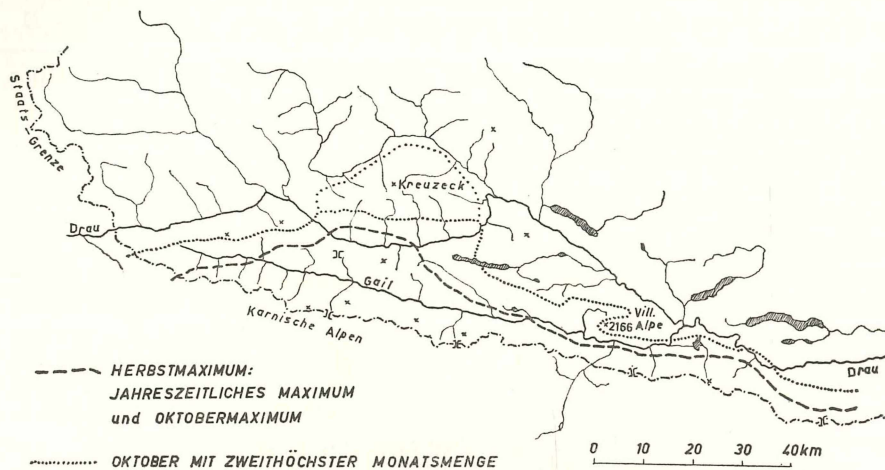


Abbildung 8

Die Reichweite des herbstlichen Niederschlagsmaximums in Österreich

Das ändert nichts an der Tatsache, daß das herbstliche Niederschlagsmaximum Südwestkärntens auf in dieser Jahreszeit vermehrte Stauwirkung (Wetterlagen!) und die besondere Konfiguration der südlich vorgelagerten Gebirgsketten (Strömungskonvergenz am Südalpenbogen, Luftmassenbahnen) zurückzuführen ist.

Ein deutliches Herbstmaximum tritt auch in den Karawanken bis zum Seeberg, doch nicht mehr im Rosental auf.

Erwartungsgemäß verläuft die punktierte Linie zur strichlierten parallel, aus den obgenannten Gründen ist sie aber nur eine ungefähre Grenze des Gebietes, in dem der Oktober die höchste oder zweithöchste Menge aufweist.

## 7. Zusammenfassung

Das Gailtal ist die einzige Landschaftseinheit Österreichs, in der das Maximum des Niederschlages nicht im Sommer, sondern im Herbst auftritt. Schon eine Darstellung der monatlichen Mittelwerte zeigt, daß dies keinesfalls auf ein sommerliches Defizit, sondern nur auf einen gegenüber den anderen Landschaften Österreichs zusätzlichen Niederschlag zurückzuführen ist. Ein Vergleich mit den östlichen Südalpen zeigt, daß es sich nicht um eine mediterrane (Sommertrockenheit), sondern südalpine Eigenheit des Jahresganges handelt. Das Gailtal kann daher klimatisch den Südalpen zugeordnet werden.

Die Ursachen des herbstlichen Niederschlagsmaximums sind einerseits in der besonderen Orographie der südlich vorgelagerten Gebirgskulissen zu suchen, was sich auch darin zeigt, daß noch das Drautal nördlich des Gailbergsattels

vom Herbstmaximum betroffen wird, andererseits in der verschiedenen Häufigkeit und Niederschlagswirksamkeit einiger Wetterlagen. Während das Gailtal im Sommer und Frühjahr am mitteleuropäisch-alpinen Niederschlagsgeschehen Anteil hat, erhält es im Herbst und Winter durch Wetterlagen mit Südstau einen zusätzlichen Betrag. Die Niederschlagsintensität dieser Südstaulagen ist im Herbst und Winter durch die tiefe Lage der Kondensationshöhe und den relativ hohen Wasserdampfgehalt im Hauptstaugebiet, dem das Gailtal randlich noch angehört, ungleich größer als im Frühjahr und Sommer. Die Seltenheit der Südstaulagen im Winter und die geringe Niederschlagswirksamkeit der gesamtalpinen Niederschlagslagen sind aber nicht in der Lage, das Winterminimum aufzufüllen.

Die eigentliche Zyklonentätigkeit im Mittelmeerraum und die von ihr ausgehenden Vb-Wetterlagen sind auch in anderen alpinen Landschaften zumindest gleich niederschlagswirksam wie im Gailtal und haben darüber hinaus anderwärts eine wesentlich größere Bedeutung für das Zustandekommen der jahreszeitlichen Niederschlagsmengen. Das herbstliche Niederschlagsmaximum ist daher nicht eine Erscheinung eines randmediterranean Klimas, sondern eine typische Eigenheit der Südalpen, verursacht durch besondere Stauwetterlagen, deren steuerndes Tiefdruckzentrum meist noch über dem östlichen Atlantik liegt.

### Literaturverzeichnis

- [1] BEBBER, J. W. v. 1891: Die Zugstraßen der barometrischen Minima. *Met. Ztschr.* 8, S. 361—366.
- [2] CONRAD, V. 1913: *Klimatographie von Österreich VI*, Wien. 139 Seiten.
- [3] FLIRI, F. 1962: *Wetterlagenkunde von Tirol*. *Tiroler Wirtschaftsstudien* 13. 434 Seiten.
- [4] — 1963: *Zur Witterungsklimatologie der Julischen Alpen*. *Wetter und Leben* 15. S. 157—162.
- [5] — 1965: *Die Niederschläge in Tirol und den angrenzenden Gebieten im Zeitraum 1931—1960*. *Wetter und Leben*, Sonderheft X. S. 3—16.
- [6] — 1967: *Über die klimatologische Bedeutung der Kondensationshöhe im Gebirge*. *Die Erde* 98. S. 203—210.
- [7] — 1967: *Beiträge zur Kenntnis der Zeit-Raum-Struktur des Niederschlags in den Alpen*. *Wetter und Leben* 19. S. 241—268.
- [8] FLOHN, H. 1954: *Witterung und Klima in Mitteleuropa*. *Forsch. z. dt. Landeskunde* 78. 178 Seiten.
- [9] FORSTER, A. E.: 1938: *Die Jahresperiode des Niederschlages im Lande Österreich*. *Mitt. Geogr. Ges. Wien* 81. S. 257—261.
- [10] HELLMANN, G. 1924: *Untersuchungen über die jährliche Periode der Niederschläge in Europa*. *Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. Phys. Math. Kl.*, S. 122—152.
- [11] HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1964: *Die Niederschläge, Schneeverhältnisse, Luft- und Wassertemperaturen in Österreich im Zeitraum 1951—60*. *Beiträge zur Hydrographie Österreichs* 38.
- [12] KNOCH, K. und REICHEL, E. 1930: *Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen*. *Veröff. d. Preuß. Met. Inst.* 375, *Abh. IX/6*, 84 Seiten.
- [13] LAUSCHER, F. 1951: *Dynamische Klimaskizze von Vorarlberg*. *Wetter und Leben* 3, S. 166—169.
- [14] — 1954: *Dynamische Klimaskizze von Österreich*. Bei H. Flohn 1954, S. 146—158.
- [15] — 1958: *Klimatologische Gebietsbeschreibung*. *Österr. Wasserkraftkatalog Bd. Drau, Malta, Lieser*.
- [16] — 1958: *Studien zur Wetterlagenklimatologie der Ostalpenländer*. *Wetter und Leben* 10. S. 79—83.
- [17] — 1960: *Lufttemperatur*. *Klimatographie von Österreich*, hrsg. F. Steinhauser, O. Eckel, F. Lauscher. *Österr. Akad. d. Wiss. Denkschrift d. Gesamtakad.* 3. S.137—206.
- [18] — 1961: *Die Totalisatorennetze Österreichs*. 54.—57. *Jahresbericht d. Sonnblickvereins für die Jahre 1956—1959*. S. 3—19.
- [19] LONDZIN, A. 1961: *Die Wildbäche des Gailtales*. Der Gailfluß, hrsg. Güntschl E., Wien. S. 43—53.
- [20] RÉMY, E. 1961: *Wasserwirtschaft des Gailgebietes*. Der Gailfluß, hrsg. Güntschl E., Wien. S. 18—22.
- [21] STEINHAUSER, F. 1962: *Die Auswirkung der verschiedenen Wetterlagen in Österreich*. *VI. int. Tagung f. alpine Met. Bled/Jugosl. S.* 99—108.
- [22] TOLLNER, H. 1960: *Zum jahreszeitlichen Gang der Niederschläge in ostalpinen Hochlagen*. *Wetter und Leben* 12. S. 292/94.
- [23] TROSCHL, H. 1966: *Bericht über die Wetterlage vom 16.—18. August 1966, Hochwasserkatastrophe in Kärnten*. *Wetter und Leben* 18. S. 205—209.
- [24] — 1967: *Die neuerliche Niederschlags- und Hochwasserkatastrophe im österreichischen Südalpengebiet vom 3.—5. November 1966*. *Wetter und Leben* 19. S. 1—12.
- [25] WAKONIGG, H. 1967: *Witterungsklimatologie der Steiermark*. *Diss. Graz*, 368 S.
- [26] ZENTRALANSTALT FÜR MET. UND GEODYN. Wien, *Jahrbücher 1948—66*.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [110](#)

Autor(en)/Author(s): Wakonigg Herwig

Artikel/Article: [Der Anteil der verschiedenen Wetterlagen am herbstlichen Niederschlagsmaximum im Gailtal 203-223](#)