©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	163./83. Jahrgang	S. 253—264	Klagenfurt 1973

Die europäische Wetterentwicklung und ihr Einfluß auf den Südalpenraum

Von Walther GRESSEL, Klagenfurt

Der großräumige Wetterablauf über Mitteleuropa ist durch eine vorwiegend West—Ost verlaufende Richtungskomponente gekennzeichnet, das heißt, die Hoch- und Tiefdruckgebiete, die sich zum Teil bis in große Höhen unserer Atmosphäre erstrecken, verlagern sich im allgemeinen vom Atlantik kommend über Mitteleuropa hinweg gegen Osten. Schon unter diesen ganz großräumig erstellten Betrachtungen zeigt sich der Alpenhauptkamm als eine ganz bedeutende Wetterscheide, neben welcher innerhalb des Alpenbereiches noch mehrere kleinere, aber trotzdem nicht unbedeutende Wetterscheiden zur Auswirkung gelangen.

Der Südalpenraum besitzt daher durch seine orographische Lage im Wettergeschehen, ähnlich wie auf vielen anderen Gebieten, ein ganz spezifisches Gepräge. Als südlichster Teil des alpinen Mitteleuropa wird er im Norden durch den mächtigen Gebirgszug des Alpenhauptkammes und im Süden ebenfalls durch hohe Gebirgsketten begrenzt und steht daher auch unter ganz besonderen und vielfach orographisch bedingten Auswirkungen der großräumigen Wetterentwicklung und Wettererscheinungen.

Den stärksten Einfluß auf das Wettergeschehen verursacht zweifelsohne die zentralalpine Hauptwetterscheide, die bereits deutlich in Funktion tritt, wenn man in das Westwettergeschehen nur eine geringe Nord- oder Südkomponente projiziert, so daß über Mitteleuropa eine nordwestliche oder südwestliche Strömungsrichtung entsteht. Dabei treten im Alpenbereich luvseitig Staueffekte und leeseitig Föhneffekte in Erscheinung, d. h. der Südalpenraum liegt bei einer südwestlichen Strömungsrichtung im Luv mit meistens bereits stärkerer Bewölkung, das Nordalpengebiet hingegen im Lee mit geringer Bewölkung, wogegen sich die Verhältnisse bei einer nordwestlichen Strömungskomponente in umgekehrter Weise gestalten. Derartige Auswirkungen des Wetterwechsels und Wettergegensatzes können bei Fahrten durch den Tauerntunnel ganz deutlich beobachtet werden und sind auch schon nahezu sprichwörtlich bekannt, wenngleich über ihre näheren Ursachen in weiten Kreisen noch Unklarheit

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

herrscht. Aber nicht nur in Bodennähe, sondern bis in große Höhen unserer Atmosphäre wirkt sich das beachtliche orographische Hindernis des Alpenkörpers auf die Luftströmungen aus, verursacht in ihnen Wellendeformationen bis zur zeitweisen Verwirbelung, die natürlich im alpinen Wetterverlauf ihre markanten Anzeichen hinterlassen.

Um nun die allgemeine Wetterentwicklung und den Wetterablauf über Mitteleuropa und im engeren Sinne im Alpenraum erfassen und nutzbringend verwerten zu können, ist es erforderlich, eine Charakterisierung der Wettervorgänge durchzuführen, die schon nach verschiedenen, meist klimatologischen und statistischen Überlegungen versucht wurden, jedoch dementsprechend auch keine befriedigenden Ergebnisse erbrachten. Da man doch Naturvorgänge, und wer möchte daran zweifeln, daß das Wettergeschehen zu den fundamentalsten Naturerscheinungen zählt, grundsätzlich nicht in starre, statistische Schemata zwängen soll, wurde vom Verfasser auf dynamischer Basis eine Klassifikation der Wetterentwicklung für den Alpenraum erstellt, wobei das Wettergeschehen in seinem Ablauf von Tag zu Tag, und nicht wie bei bisherigen Versuchen durch einen auf einer einzelnen Wetterkarte festgehaltenen Momentanzustand pro Tag, als das Wesen und die Grundlage für eine Beurteilung angesehen wird. Unter steter Berücksichtigung des Grundsatzes, eine möglichst klare und kontinuierliche Darstellung der Wetterabläufe zu erzielen, gleichsam einen roten Faden, der die Wetterentwicklung durchzieht, wurde mit einer Vielzahl von Symbolen die Wetterentwicklung im Alpenraum in maximal naturgetreuer Form und mit klarem Kausalzusammenhang zu den Naturvorgängen durch ein Kalendarium — pro Tag ein entsprechendes Symbol — charakterisiert. Dies dient zur genauen Verfolgbarkeit des Wetterablaufs bzw. der Wetterentwicklung von einem Tag zum anderen über beliebig lange Zeiträume hinweg und ermöglicht dem Bearbeiter, sich den Ablauf des Wettergeschehens über dem Alpenraum und seinen angrenzenden Bereichen möglichst großräumig vor Augen zu führen und in der weiteren Folge das Wettergeschehen an verschiedenen Punkten des Alpenraumes trotz verschiedenartiger Entwicklung zu erkennen und mit den einzelnen meteorologischen Elementen zu untersuchen und zu korrelieren. Von diesem symbolreichen Kalendarium, welches in einem Sonderheft der Carinthia über die Wetterentwicklung im Südalpenraum und ihren Einfluß auf das Klima von Kärnten eingehend behandelt wird, wurde in Kurzform eine verkleinerte Klassifikation der alpinen Wetterentwicklung abgeleitet, um mit einer nur geringeren Zahl von 19 Symbolen auch statistische Auswertung und Übersichten durchführen zu können. Von wesentlicher Bedeutung für diese Art der dynamischen Klassifikation des Wettergeschehens ist die Tatsache, daß keinem der Symbole ein absoluter Wetterzustand entspricht, sondern nur die großräumigen Luftdruck- und Strömungs-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

verhältnisse charakterisiert werden können, woraus dann erst, je nach Jahreszeit und den orographischen Verhältnissen, ein Schluß auf den Verlauf der einzelnen meteorologischen Elemente gezogen werden kann. Wie mannigfaltig die einzelnen meteorologischen Elemente je nach Jahreszeit und Orographie variieren können, geht aus der Tatsache hervor, daß zum Beispiel unter dem Symbol „H" = Hochdruck im Sommer und Winter und im Gebirge und in der Niederung ganz verschiedene Temperatur- und Bewölkungsverhältnisse auftreten können. Im Sommer herrscht bei diesem Klassifikationssymbol allgemein warmes, in der Niederung meist wolkenarmes, im Gebirge zum Teil durch Quellwolkenentwicklung gekennzeichnetes Wetter. Im Winter dagegen ist das Hochdruckwetter im Gebirge wolkenarm und über den Niederungen kommt es verbreitet zu Boden- oder Hochnebel mit tiefen Temperaturen. Niederschläge allerdings treten dabei niemals auf. Ebenso stark unterschiedlich können sich die meteorologischen Einzelelemente bei einer Westströmung mit dem Symbol „W" zeigen: unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, im Sommer kühler, im Winter milder, und Niederschläge verschiedener Ergiebigkeit; bei einer Südwestströmung „SW" bzw. allen südlichen Strömungsrichtungen werden die Temperaturen allgemein wärmer sein als bei Strömungsrichtungen aus Nordwest oder nördlicher Richtung, die Niederschläge und Bewölkungsverhältnisse jedoch werden, wie schon anfangs erwähnt, je nach der orographischen Lage im Luv oder Lee des Alpenraumes stark verschieden sein. Diese Beispiele zeigen, daß es keine noch so umfangreiche und exakte Symbolgebung geben kann, die eine schematische statistische Verwertbarkeit und Korrelation zu den einzelnen Elementen zuläßt, sondern daß man nur unter Berücksichtigung der Orographie und Jahreszeit eine sinnvolle Verwertung und eine im Kausalzusammenhang zum Naturgeschehen stehende Ausarbeitung einer Wetterklassifikation durchführen kann.

Nachfolgend sollen nun die 19 Symbole der Kurzform der Klassifikation der alpinen Wetterentwicklung und ihre Wettercharakteristik nach den Luftdruck- und Strömungsverhältnissen näher erläutert werden:

1. H = Hochdruckeinfluß, keine einheitliche Strömungsrichtung im Alpenraum, windschwach oder nur Lokalwinde und niederschlagsfrei.
2. T = Tiefdruckeinfluß, uneinheitliche Windrichtungen, unterschiedliche Windstärken, meist starke Bewölkung und Niederschläge.
3. Tsa = Tiefdruckeinfluß von der Südseite der Alpen bis über den ganzen Alpenraum, uneinheitliche Windrichtungen, unterschiedliche Windstärken, starke Bewölkung, Süd—Nord gerichtetes Niederschlagsgefälle.
4. N = Nordströmung, Windrichtung vorwiegend aus NW bis NE, unterschiedliche Windstärken, Nordstau mit Niederschlägen, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse mit Luv- und Lee-Effekten.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

5. NE = Nordostströmung, Windrichtung aus N bis E, unterschiedliche Windstärken, NE-Stau mit gebietsweisen Niederschlägen, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse mit Luv- und Lee-Effekten. schiedliche Windstärken, am Alpenostrand Wolkenstau, Luv- und

6. E = Ostströmung, Windrichtung vorwiegend aus NE bis SE, unter-Lee-Effekte, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, stellenweise Niederschläge.

7. SE = Südostströmung, Windrichtung vorwiegend aus E bis S, unterschiedliche Windstärken, stellenweise Wolkenstau, Luv- und Lee-Effekte, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, stellenweise Niederschläge.

8. S = Südströmung, Windrichtung vorwiegend aus SE bis SW, unterschiedliche Windstärken, Südstau mit Niederschlägen, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse mit Luv- und Lee-Effekten.

9. SW = Südwestströmung, Windrichtung vorwiegend aus S bis W, unterschiedliche Windstärken, gebietsweise Wolkenstau mit Niederschlägen, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse mit Luv- und Lee-Effekten.

10. W = Westströmung, Windrichtung vorwiegend aus SW bis NW, unterschiedliche Windstärken, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, stellenweise Niederschläge, örtlich Wolkenstau mit Luv- und Lee-Effekten.

11. NW = Nordwestsrömung, Windrichtung vorwiegend aus W bis N, unterschiedliche Windstärken, unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, Nordstau, Niederschläge, Luv- und Lee-Effekte.

12. W + Tsa = Westströmung mit Tiefdruckeinfluß auf der Südseite der Alpen, Windrichtung aus W bis N und E bis S, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung mit Niederschlägen.

13. N + Tsa = Nordströmung mit Tiefdruckeinfluß auf der Südseite der Alpen, Windrichtung aus NW bis E, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung mit Niederschlägen.

14. E + Tsa = Ostströmung mit Tiefdruckeinfluß auf der Südseite der Alpen, Windrichtung aus NE bis S, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung mit Niederschlägen, vor allem im Südalpenbereich.

15. S + Tsa = Südströmung mit Tiefdruckeinfluß auf der Südseite der Alpen, Windrichtung aus SE bis S, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung mit Niederschlägen, vor allem im Südalpenbereich.

16. W + 5b = Westströmung mit Tiefdruckeinfluß aus dem Raum zwischen Genua und Ungarn. Windrichtung vorwiegend aus W über N bis E, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung, E—W gerichtetes Niederschlagsgefälle.

17. N + 5b = Nordströmung mit Tiefdruckeinfluß aus dem Raum zwischen Genua und Ungarn, Windrichtung vorwiegend aus NW bis NE, unterschiedliche Windstärken, vorwiegend starke Bewölkung, E—W gerichtetes Niederschlagsgefälle.

18. G = Gradientschwache Wetterentwicklung, geringe Luftdruckunterschiede im Alpenraum, keine oder nur schwache Luftströmung aus uneinheitlicher Richtung oder nur lokal bedingte Luftbewegung, örtlich und zeitlich unterschiedliche Bewölkungsverhältnisse, durch Labilisierung lokale Schauer- oder Gewitterneigung, allgemeines Hervortreten lokal bedingter Wettererscheinungen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

19. K = Kombinierte Wetterentwicklung, zwei verschiedene Entwicklungsvorgänge im alpinen Wettergeschehen, aber ohne Tiefdruckeinfluß auf der Süd- oder Ostseite der Alpen, sondern zum Beispiel eine ausgeprägte Strömungskomponente in einem Alpenteil und zu- oder abnehmender Hochdruckeinfluß im anderen Alpenraum oder Hochdruckvorstöße mit verschiedener Strömungsrichtung, wodurch sich ein deutlich zweiseitiger Wettercharakter ergibt, oder eine Föhnströmung im westlichen Alpenbereich und Kaltluftzufuhr im Osten, eine Entwicklung, die sich häufig im Spätherbst oder Winter einstellt.

Aus einer Zusammenstellung der langjährigen Wetterentwicklung im Alpenraum wird erkennbar, daß sich im Wetterablauf eine eindeutige Häufung der westlichen Strömungskomponente (SW, W, NW) mit über 40 % zeigt, womit sowohl die schon von anderen Seiten bekannte Tatsache, daß nämlich unser Wettergeschehen überwiegend dem Westwettereinfluß unterliegt, bewiesen wird, als auch zugleich das Prinzip dieser dynamischen Klassifikationsmethode der alpinen Wetterentwicklung als richtig bestätigt wird. Das Auftreten von Tiefdruckgebieten über dem Mittelmeerraum mit ihrem Einfluß auf den Südalpenbereich ist mit 12 % sehr beachtlich, der Hochdruckeinfluß erreicht 6 %, während die Einflüsse aus dem Ostsektor recht gering sind. Die gradientschwache und die kombinierte Wetterentwicklung sind mit 4 bis 6 % am alpinen Wettergeschehen beteiligt.

Der jahreszeitliche Ablauf der Witterung wird von der großräumigen, zirkumpolaren Wetterentwicklung auf der Nordhemisphäre bestimmt, wobei die zirkumpolare Verteilung der bis in große Höhen reichenden Hoch- und Tiefdruckgebiete oder Hochdruckrücken und Tiefdruckträge und deren jeweilige geographische Lage im Bezug auf den Alpenbereich zur jeweiligen Jahreszeit von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die westliche Strömungskomponente ist während des ganzen Jahres und vor allem im Sommer dominierend, während Zirkulationen aus dem Ostsektor stärker im Herbst, Winter und Frühjahr in Erscheinung treten. Die Nordkomponente kommt mehr im Winter und im Frühjahr, Südkomponente und Hochdruckeinfluß kommen mehr im Herbst zur Entwicklung. Die Tiefdrucktätigkeit im Mittelmeerraum, die gerade für den Südalpenbereich von größter Bedeutung ist, tritt besonders im Spätherbst, aber auch im Winter und Frühjahr auf. Gradientschwache Wetterentwicklungen zeigen sich häufig im späteren Frühjahr und Sommer, während die kombinierten Wetterabläufe sich vielfach im Spätherbst und im Winter einstellen. Eine eingehende Bearbeitung dieser Vorgänge erfolgt in einem Sonderheft der Carinthia über die Wetterentwicklung im Südalpenraum und ihren Einfluß auf das Klima von Kärnten.

Nach diesen grundlegenden Betrachtungen über das Wettergeschehen in Mitteleuropa und seine Wechselwirkung zum Alpenraum, die durch die dynamische Klassifikation der alpinen Wetter-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

entwicklung großzügig zum Ausdruck gebracht werden kann, sollen nun die Auswirkungen des großräumigen Wettergeschehens auf den Südalpenraum besprochen werden. Prinzipieller und ausschlaggebender Faktor für die weiteren Überlegungen ist das dreidimensionale Denkvermögen in bezug auf alle Wettervorgänge in zonaler, meridionaler und vertikaler Entwicklungsrichtung. Nur auf diese Weise und unter Berücksichtigung des inneralpinen Luftdruckgradienten können die oft so kompliziert erscheinenden Vorgänge mit Frontveränderungen, Strömungsdeformationen, aber auch so manche Lokalerscheinung viel leichter erklärt werden. Die Betrachtung des Alpenkörpers als Ganzes mit seinen zahlreichen Wetterscheiden, Paßlagen und Düsenwirkungen unter dem Einfluß großräumiger Luftdruckänderungen und -schwankungen mit ihrer gegenseitigen Wechselwirkung und Modifikation im dreidimensionalen Raum ist unerläßlich.

Die bedeutendste Wetterscheide ist, wie schon erwähnt, der Alpenhauptkamm, der mit einem ganz wesentlichen Anteil an der Sonderstellung des Südalpengebietes im mitteleuropäischen Raum beteiligt ist. Durch ihn wird in Zeiten, zu denen die Tiefdrucktätigkeit nördlich des 50. Breitengrades wirksam ist, der Großteil der Störungen ganz oder mindestens teilweise vom Südalpenbereich abgeschirmt. Liegt jedoch in nördlichen Breiten ein stärker entwickeltes Nordmeerhoch, dann setzt die Tiefdrucktätigkeit viel weiter südlich an, überschreitet auch den Alpenhauptkamm bzw. zieht in westöstlicher Richtung über ihn hinweg und macht ihren Einfluß auch im Südalpenbereich geltend. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei Hochdruckeinfluß, wobei der Südalpenraum trotz Störungseinfluß in nördlichen Breiten noch viel länger unter der Einwirkung eines Azoren- oder Subtropenhochs verbleibt als die nordalpinen Gebiete und erst mit dem Durchzug eines Höhentiefdrucktroges zu einer Wetterverschlechterung neigt.

Vielfach ebenfalls genetisch durch den Alpenhauptkamm beeinflußt, tragen die Tiefdruckgebiete auf der Alpensüdseite sehr wesentlich zum Wettercharakter des Südalpenbereiches bei. Sie bewirken einerseits eine meist 10- bis 20stündige, mitunter aber auch mehrtägige Wetterverschlechterung und sind in großem Ausmaß für den Wasserhaushalt des ganzen Südalpengebietes verantwortlich. Ihr Ausfall kann einerseits, wie es im Jahre 1971 der Fall war, zu akutem Wassermangel führen und andererseits zur kalten Jahreszeit durch Schneemangel auch den gesamten Wintersport im Südalpenbereich in Frage stellen. Das Extrem in entgegengesetzter Richtung stellt eine besonders intensive Entwicklung der Tiefdrucktätigkeit südlich der Alpen dar, wobei es bis zur Katastrophe, sei es als Hochwasser oder als Starkschneefälle mit nachfolgend verbreiteter und akuter Lawinengefahr, kommen kann.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Grundsätzlich lassen sich die Tiefdruckgebiete, die unseren Bereich aus südlicher Richtung beeinflussen, in zwei Gruppen teilen. Einerseits in diejenigen, die im westlichen Mittelmeerraum entstehen, und andererseits in die wesentlich seltener vorkommenden, in den Mittelmeerraum aus Süd, Südwest oder West einziehenden Tiefdruckgebiete. Die ersteren sind dynamischen Ursprunges als Welleneffekt an der Westseite der Alpen: Die Westströmung der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, die, vom Atlantik kommend, auf den Alpenkörper trifft, erfährt durch diesen eine Wellendeformation. Während dabei im Luv ein Strömungsstau einsetzt, entsteht im Lee, auf der Alpensüdseite, ein Luftdruckvakuum, welches sich unter günstigen Bedingungen zu einem vollkommenen Leewirbel weiterentwickelt. Durch das Auftreten einer derartigen Wirbelstruktur wird auf seiner Vorderseite Warmluft und auf seiner Rückseite Kaltluft in dessen Einflußbereich gesteuert, wodurch sich der Leewirbel zu einem beachtlichen Tiefdruckgebiet auf der Südseite der Alpen verstärken kann. Seine Weiterbewegung ist dann je nach den großräumigen Strömungsverhältnissen über Italien und dem Balkan in den östlichen Mittelmeerraum gerichtet oder erfolgt auf der 5b-Zugstraße über Ungarn nach Norden oder Nordosten. In seinem Einzugsbereich treten, wie zuvor erwähnt, verbreitet und zum Teil sehr ergiebige Niederschläge auf.

Ähnlich wie sich der Einfluß des Alpenkörpers auf die Auswirkungen der Hoch- und Tiefdruckgebiete im Südalpenraum bemerkbar macht, tritt er auch bei Fronten und Frontalvorgängen in Erscheinung. Am häufigsten und mit größter Wetterwirksamkeit gelangen Kaltfronten, und zwar mit 72 % aller Frontalvorgänge, zur Auswirkung, während Warmfronten und Höhenfronten, ausgenommen die Aufgleitvorgänge der Tiefdruckgebiete über dem Mittelmeerraum, nur eine untergeordnete Rolle spielen. Diese Tatsache wird durch einfache Überlegungen, einerseits unter Berücksichtigung des Alpenreliefs und andererseits unter Beachtung des darin bestehenden dreidimensionalen Luftdruckgradienten, der inner- und außeralpinen Luftdruckunterschiede, leicht verständlich. Nur ein intensives Wettergeschehen mit eruptiven Vorgängen und einem starken Druckgefälle vermag sich in einem so stark gegliederten Gebirgsrelief voll und ganz durchzusetzen. Warmfronten hingegen stellen in den meisten Fällen, natürlich gibt es auch einzelne Ausnahmen, eine relativ ruhige Warmluftadvektion vom Atlantik nach Mitteleuropa dar, die nur im Flachland und im Alpenvorland bis in Bodennähe zur Auswirkung kommt. Um sich im orographisch stark gegliederten Alpenkörper durchsetzen zu können, reicht die vorhandene Energie nur selten aus. Zu den Ausnahmen gehören die bis in große Höhen reichenden stürmischen Süd- oder Südwestströmungen, die Warmluft aus südlichen Breiten an der Vorderseite von Tiefdruckgebieten nordwärts

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

transportieren und, wie zum Beispiel im April 1960 und 1962, gelben und roten Wüstenstaub bis nach Mitteleuropa verfrachteten. Kaltfronten zeigen hingegen in der Mehrzahl ein sehr aktives Verhalten, die Luftdruckunterschiede vor und nach der Front sind stark, dementsprechend auch die Strömungen und übrigen Begleiterscheinungen intensiv. Sie überschreiten meist in Verbindung mit einem Tiefdrucktrog in größeren Höhen die Alpen und wirken sich im Südalpenbereich auf Grund der starken Druck- und Temperaturunterschiede einbruchartig mit Windstärken von 40 bis 60 km/h, vereinzelt bis 90 km/h, aus.

Im Sommer, mitunter auch im Winter, sind diese Vorgänge mit gewittrigen Begleiterscheinungen verbunden. In der kalten Jahreszeit fällt der Niederschlag oft bis in tiefere Lagen herab als in den Nordalpen in Form von Schnee, da durch die stark eruptiven Vorgänge die Kaltluftmassen aus größeren Höhen bis in Tallagen herabsinken. Die jahreszeitliche Verteilung der Kaltfronten zeigt ihre Höchstwerte im Frühjahr und im Sommer, tageszeitlich liegt ihr häufigstes Auftreten zwischen 16 und 17 Uhr. Sie sind im Sommer die wichtigsten Niederschlagsspender, wenn auch manchmal mit wolkenbruchartiger Intensität, und für die Wasserversorgung des Südalpenbereiches von größter Bedeutung, während zu den übrigen Jahreszeiten die schon erwähnten Tiefdruckgebiete aus dem Mittelmeerraum für den südalpinen Wasserhaushalt ausschlaggebend sind.

In nachstehenden Tabellen ist die jahreszeitliche Niederschlagsverteilung am Flughafen Klagenfurt von 1960 bis 1969 als zehnjährige Mittelwerte zusammengefaßt. Tabelle I enthält in der ersten Zeile die mittleren Monatssummen des gesamten Niederschlages in Millimeter = Liter/m², in der zweiten Zeile die mittleren Monatssummen des Niederschlages bei einem Tiefdruckgebiet südlich der Alpen (Tsa), und in der dritten Zeile sind die prozentuellen Anteile des Niederschlages bei einem Tiefdruckgebiet südlich der Alpen gegenüber der Gesamtniederschlagsmenge angeführt. Tabelle II enthält analog dazu in der ersten Zeile die mittlere Zahl aller Tage mit Niederschlag in diesem Zeitraum, in der zweiten Zeile die mittlere Zahl aller Tage mit Niederschlag, an denen ein Tiefdruckgebiet südlich der Alpen (Tsa) wetterwirksam war, und in der dritten Zeile den prozentuellen Anteil der Tage mit Niederschlag bei Auftreten eines wetterwirksamen Tiefdruckgebietes auf der Südseite der Alpen gegenüber der Gesamtsumme der Tage mit Niederschlag.

Tabelle 1:	Jan.	Feb.	Mz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Gesamt-Ni.	35	33	49	60	96	94	123	112	100	80	117	62
Ni. mit Tsa	26	25	35	38	51	34	44	38	50	57	90	54
Tsa %	75	75	71	63	53	36	36	35	50	71	77	85

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 2:	Jan.	Feb.	Mz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Gesamt-Ni.-Tage	10	9	10	11	14	15	13	15	12	9	15	12
Ni.-Tage mit Tsa	5	5	5	5	5	2	2	2	3	4	8	7
Tsa %	50	56	50	46	36	13	15	13	25	44	53	58

Aus beiden Tabellen wird ersichtlich, daß sich die größte Niederschlagstätigkeit auf die Sommermonate und auf den Spätherbst erstreckt, während im Hochwinter nur geringere Niederschlagsmengen fallen. Genau umgekehrt liegen die Verhältnisse, wenn man die Niederschlagsverteilung im Zusammenhang mit dem Auftreten von Tiefdruckgebieten südlich der Alpen (Tsa) betrachtet. Diese erreichen von Oktober bis Dezember überhaupt ihre Höchstwerte, weisen von Spätherbst bis Frühjahr ihren höchsten Anteil an der Gesamtniederschlagsmenge auf und treten erst im Sommer stark zurück, wodurch die zuvor besprochenen Erkenntnisse ihre zahlenmäßige Bestätigung finden. Ferner geht aus den Tabellen hervor, daß der Prozentwert für den Anteil der Tiefdruckgebiete südlich der Alpen bei den Niederschlagssummen höher ist als bei den Niederschlagstagen. Das bedeutet, daß bei relativ weniger Niederschlagstagen höhere Niederschlagsmengen zu beobachten sind, also die Tiefdruckgebiete südlich der Alpen für ihren Einzugsbereich ergiebige Niederschlagsspender sind.

Ganz besonders charakteristisch für die Wetterentwicklung im Südalpenbereich sind die in unmittelbarer Abhängigkeit vom Gebirge und von der gesamten Orographie des Alpenraumes stehenden Föhneinflüsse. Der Föhn ist ein stets an das Gebirge gebundener Fallwind dynamischer Entstehung und tritt daher im Südalpenbereich in zweifacher Art auf, als Südföhn und als Nordföhn. Der Südföhn, im Volksmund Jauk genannt, wirkt sich in den Südalpen meist nur in mittleren oder höheren Lagen aus und greift nur selten wie in den Nordalpen bis in tiefe Tallagen durch. Der Grund hiefür ist in der Entstehungsursache der Föhnströmung zu finden. Der Föhn ist eine dynamisch bedingte, an das Gebirge gebundene Ausgleichströmung vom höheren Druck zu den Gebieten niederen Druckes. Da nun diese Ausgleichströmung von den Nordalpen gegen die im Norden anschließenden Niederungen intensiver und vorzeitiger zur Entwicklung kommt als in den Südalpen, denen gegen Norden der orographisch hohe Alpenkörper als beachtliches Hindernis vorgelagert ist, ist in allen nordalpinen Teilen und vor allem auch Tallagen der Südföhneinfluß sehr gut ausgebildet. Im Südalpenbereich kommt er meist nur bei einer bis in große Höhen reichenden stürmischen Südströmung, die auch das Hindernis des Alpenkörpers dynamisch zu überwinden vermag, in Entwicklung oder bei starkem Druckfall über

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dem westlichen Mittelmeerraum, wobei die Föhnströmung in den Quertälern oft auch als Sogeffekt durch die südalpine Längstalgradientströmung zustande kommt.

Die zweite für den Südalpenbereich so charakteristische Föhnart ist der Nordföhn, der aus den eben angeführten Erklärungen nur in den Südalpen und niemals im Nordalpengebiet vorkommen kann. Stellt sich nämlich auf Grund eines stärkeren Druckanstieges aus Nordwest oder Nord ein stärkeres Nord—Süd gerichtetes dreidimensionales Druckgefälle gegen die Gebiete mit niedrigerem Luftdruck im Alpenraum ein, kommt es im ganzen Südalpenbereich zu einer Nord—Süd gerichteten Ausgleichströmung, die sich als zeitweise stürmische Fallwinde vom Alpenhauptkamm in die südalpinen Tallagen geltend macht. Bei einem derartigen Wettergeschehen stehen der Nord- und der Zentralalpenraum nicht selten unter Schlechtwettereinfluß mit Nordstau und Niederschlag, während die nach Süden abfallenden Luftmassen unter dem Föhneffekt abtrocknen und Aufheiterung bewirken. Darin findet auch die für die Südalpen schon im Volksmund sprichwörtliche Schönwettertendenz ihre Erklärung und meteorologische Begründung, wobei der alpinen Orographie, vor allem dem Alpenhauptkamm, eine ganz besondere Bedeutung zukommt. Der zweite Grund für die südalpine Wetterbegünstigung und Wetterbeständigkeit liegt in der abschirmenden Wirkung des Alpenkammes gegen schwächere Störungen, die aus Westen gegen Mitteleuropa ziehen, jedoch nicht die nötige Energie besitzen, die alpine Wetterscheide zu überschreiten. In solchen Fällen verbleibt der Südalpenraum unter, wenn auch vorübergehend abschwächendem Hochdruckeinfluß mit ausgesprochen begünstigten Wetterverhältnissen.

Auch auf biologischem Gebiet zeigt der Nordföhneinfluß keine so unangenehmen Nebenerscheinungen, wie sie bei Südföhn häufig bei sensiblen Naturen als Migräne, Niedergeschlagenheit und dergleichen auftreten. Der Grund für diese bekannten Föhnbeschwerden bei Südföhn mag daher weniger in den durch die Föhnströmung verursachten frequenten Druckschwankungen liegen als vielmehr in der Beschaffenheit des Aerosols und des elektromagnetischen Feldes der lagernden Luftmasse, da ja nach Durchbruch des Föhns bis ins Tal die Beschwerden aufhören. Ähnliche, meist vegetativ bedingte Beschwerden treten ja auch in einer stagnierenden hochsommerlichen Warmluftmasse auf, wobei sie nach einem Luftmassenwechsel, sei es durch frontalgebundene Gewitter- oder Schauertätigkeit oder durch frontalbedingtes Auffrischen des Windes, sofort behoben sind.

Eine Wettererscheinung von ausgesprochen typisch lokalorographischem Ursprung ist die Nebelbildung in den Kärntner Beckenlagen. Während der Nebel in dem orographisch höher gelegenen und durch Längstalfurchen zergliederten Oberkärnten weniger häufig zur Entwicklung gelangt, tritt er in Unterkärnten infolge der nach allen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Seiten völlig abgeschlossenen Beckenstruktur, in der durch die Zirkulationsarmut die winterliche Kaltluft tagelang stagnieren und altern kann, wesentlich häufiger auf. Je nach Entwicklung des Großwettergeschehens und den örtlichen Einflüssen bilden sich im Südalpenraum Boden- oder Hochnebel von groß- oder kleinräumigem Ausmaß. Unter Hochdruckeinfluß mit starker nächtlicher Ausstrahlung und Abkühlung der bodennahmen Luftschichten ergeben sich die besten meteorologischen und lokalorographischen Bedingungen zur Strahlungsnebelentwicklung, deren Obergrenze bei 600 bis 800 m liegt. Im Herbst und im Spätwinter lösen sich diese Nebel meist tagsüber auf, nur in seltenen Fällen bleiben sie beständig. Bei einsetzendem Luftdruckfall heben die Bodennebel meist zu einer Hochnebeldecke an, deren Obergrenze bei 1200 bis 1800 m zu liegen kommt. Ihre Tendenz zur Auflösung hängt wie bei den Strahlungsnebeln einerseits vom Sonnenstand und andererseits von der großräumigen Wetterentwicklung ab. Bei sehr tiefem Sonnenstand ist sie geringer, ebenso bei Bewölkungsaufzug in hohen Schichten, wogegen eine aus höheren Schichten absteigende Luftbewegung oder absinkende Wolkendecke die Auflösung fördert. Zu jeder Zeit führt natürlich ein Übergreifen frontaler Vorgänge zur Auflösung der Strahlungsnebel, wogegen in diesen Fällen nicht selten bald darauf die Ausbildung von Mischungsnebel eintritt, die durch das Auftreten verschiedene temperierter Luftmassen eine meist starke und beständige Nebelschichtung bewirkt, die erst durch eine eingreifende Luftströmung aufgelöst werden kann.

Eine zahlenmäßige Untersuchung der Nebelhäufigkeit führte zu dem Ergebnis, daß die Hauptnebelzeit im September einsetzt, wobei es sich zunächst nur um Frühnebel handelt, die erst im November und Dezember länger anhalten und sich zum Teil auch tagsüber nicht auflösen. Im Hochwinter, zur Zeit der tiefsten Temperaturen von unter —8° C, nimmt die Nebelhäufigkeit wieder ab und verringert sich zusehends im Laufe des Februar und März. Zur warmen Jahreszeit sind Nebelbildungen äußerst selten und nur von kurzer Dauer. Auf Grund dieser Tatsachen zeigt sich eine besondere klimatische Begünstigung der Südalpen, die nicht nur durch Nebelarmut und Sonnenreichtum, mit zeitweiliger Ausnahme der niedrigsten Tal- und Beckenlagen, sondern auch durch die Zirkulationsruhe im Windschatten des großen Alpenhauptkammes ausgezeichnet sind.

Größere Windstärken sind, wie schon erwähnt, entweder frontal bedingt und meist nur kurzzeitig, während eines Frontdurchganges, oder werden durch eine Nord- oder Südföhnströmung verursacht. Tagelange lebhafte Winde mit Spitzenböen über 100 km/h, wie sie im nördlichen Alpenbereich nicht selten vorkommen, treten in den Südalpen nicht in Erscheinung, vielmehr sind alle lokalen und zum Großteil auch die gradientbedingten Windsysteme weitgehend durch

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

die dreidimensionalen, außer- und inneralpinen Druckunterschiede modifiziert. Zu den gradientbedingten Windströmungen, die auf Grund der großräumigen Luftdruckverteilung und der damit verbundenen Strömungsverhältnisse über Mitteleuropa entstehen, gehören die Föhnerscheinungen, die Präfrontalwinde aus Südost bis Südwest und die Postfrontalzirkulationen aus Nordwest bis Nordost. Lokalwindsysteme sind, abgesehen von den zahlreichen örtlichen Hangauf- und Hangabwinden, die durch den täglichen Gang der Sonneneinstrahlung verursacht werden, die Gletscherwinde im Hochgebirge, der schon sprichwörtlich bekannte Tauernwind, der durch alle zentralalpinen Quertäler vom Alpenhauptkamm abwärtsstreicht, sowie das bei ruhiger Großwetterentwicklung im erweiterten Unterkärntner Becken auftretende Lokalwindsystem, durch welches am Tag Winde aus Ost bis Südost und bei Nacht aus Nordwest einsetzen, bedingt durch das Abfließen der sich durch die nächtliche Ausstrahlung abkühlenden Luft aus dem orographisch höheren Nordteil gegen die tiefsten Lagen Unterkärntens. Den gleichen Gesetzmäßigkeiten folgt der Wechsel zwischen Süd- und Nordwindrichtung im Lavanttal. Die Lokalwindsysteme der südalpinen Quertäler stehen häufig unter dem Sogeffekt der Strömungsrichtung in den Längstalfurchen, wozu als besonders markantes Beispiel die Ostströmung im Lesachtal gehört, die über den Kartitschsattel durch Sogwirkung der im Drautal herrschenden sogar gegenläufigen Westströmung zustande kommt.

Aus den angeführten Untersuchungen und Ergebnissen geht deutlich das Wesen der Wechselwirkung der alpinen Wetterentwicklung mit der Orographie der Alpen hervor, deren Wurzeln nicht in einer Statik, sondern in groß- und kleinräumig wirkenden dynamischen Abläufen des Naturgeschehens zu suchen sind.

Anschrift des Verfassers: Dr. Walther GRESSEL, A-9020 Klagenfurt, Landesmuseum, Naturwissenschaftlicher Verein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 163_83

Autor(en)/Author(s): Gressel Walther [Walter]

Artikel/Article: Die Europäische Wetterentwicklung und ihr Einfluß auf den Südalpenraum 253-264