

Kapitel 9

Segelflug-Klimatologie

Die Segelflug-Klimatologie ermöglicht die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit günstiger Wetterbedingungen für den Segelflug in einer bestimmten Landschaft und zu einer bestimmten Jahreszeit. Sie soll die Auswirkungen des lokalen Klimas (Einstrahlung, Bewölkung, Temperatur, Feuchtigkeit und Stabilität der Luftmassen) und topographische Parameter (Sonneneinstrahlung, Bodenqualität, Bodenfeuchtigkeit, Vegetation, Nutzung des Bodens) miteinander kombinieren. Grundsätzlich können alle im Segelflug nutzbaren meteorologischen Phänomene (z.B. Hangaufwind, Thermik, Gebirgswellen und Thermikwellen) mit bestimmten und bestimmbar meteorologischen und topographischen Bedingungen verknüpft werden, um nach statistischer Auswertung in einer Segelflug-Klimatologie zusammengefaßt zu werden.

9.1 Klimatologie für die thermischen Bedingungen

Als Ansatz für ein relatives Gütemaß führte Lindemann (1988) den thermischen Konvektionsindex (TCI) auf der Basis von monatlichen Durchschnittswerten der vertikalen Temperaturgradienten, monatlicher Sonnenscheindauer und dem mittleren Cumulus-Kondensations-Niveau ein. Ein spezieller Korrekturfaktor berücksichtigt die Niederschlagshäufigkeit. Der TCI wurde für die Monate April bis August für ausgewählten Orte in Europa und Kleinasien berechnet. In Abb. 9.1 sind Isolinien des maximalen monatlichen TCI dargestellt. Die Zahlen geben die Monate an, für die der maximale TCI erwartet wird. Zum Vergleich werden die maximalen TCI-Werte für drei Orte außerhalb dieser Karte angegeben: 861 für Alice Springs (Zentralaustralien), 821 für Bagdad (Irak) und 843 für Libyen. Die Karte zeigt, daß ähnlich hohe Werte für Spanien und die Türkei gefunden wurden. Die TCI-Methode berücksichtigt jedoch nicht die topographischen Einflüsse (Boden und Vegetation). Der Index ist nützlich für die Planung von Wettbewerben und gibt brauchbare Hinweise, welche Orte und Zeiten im Jahr die besten Chancen für hervorragende meteorologische Bedingungen versprechen.

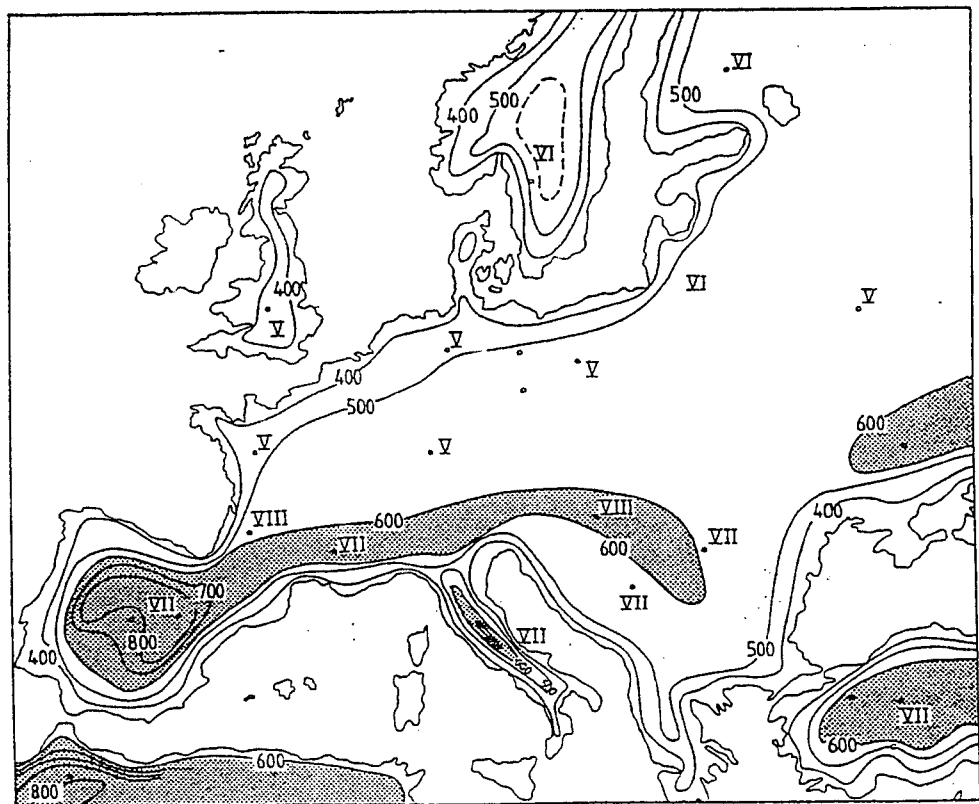


Abbildung 9.1

Isoplethen des maximalen TCI für Europa. Die römischen Zahlen geben den Monat des höchsten TCI an ausgewählten Stationen an

Weitere Ansätze, um eine allgemeine klimatologische Vorstellung von den Möglichkeiten des Segelfluges in Mitteleuropa zu gewinnen, wurden von Müller und Kottmeier (1982) und Lindemann (1981) für Nordwestdeutschland, Kreipl (1984) für Süddeutschland, Lorenzen (1991) und Frettlöh (1992) für Nordostdeutschland entwickelt. Sie berücksichtigen vor allem die Bodencharakteristika und die Vegetationsverhältnissen. Als Ergebnis kamen detaillierte Karten der Oberflächeneinflüsse auf die Güte und Entwicklung der Thermik für das Gebiet von Mitteleuropa zustande, die allerdings die atmosphärische Klimatologie nicht berücksichtigen. Dennoch sind solche Karten für die Streckenflugplanung interessant.

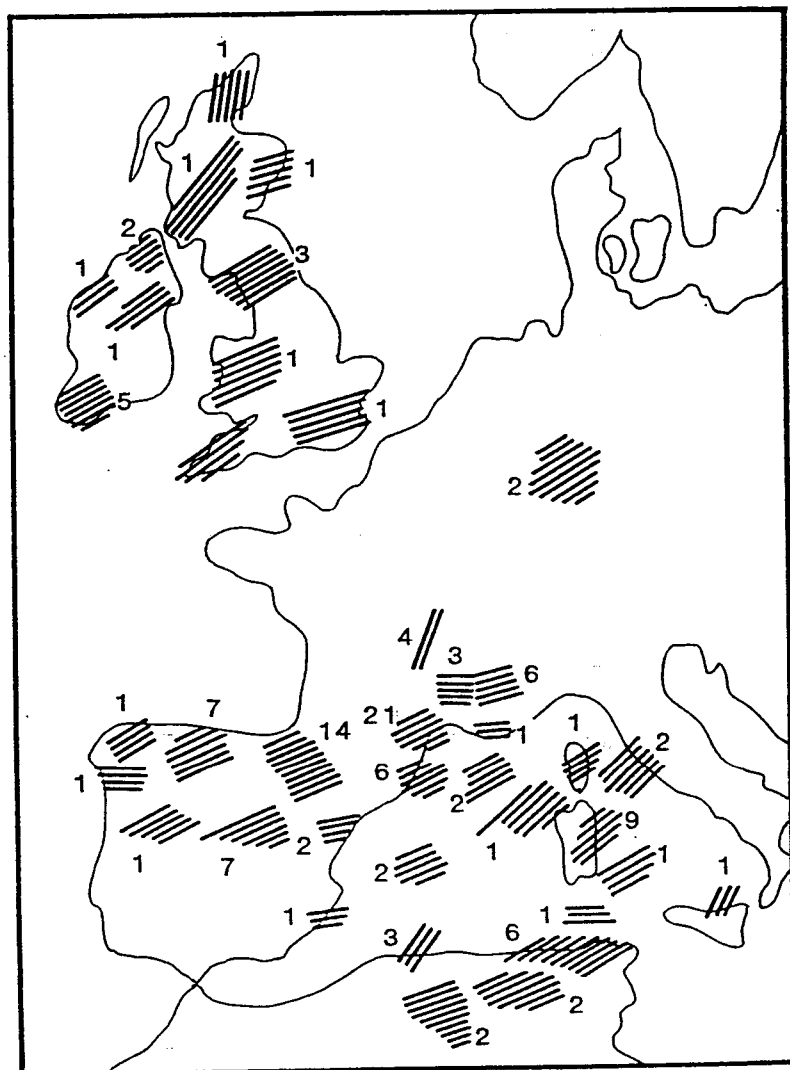
In Abbildung 9.29 in Abschnitt 2.4.1.3 ist eine thermische Klimatologie für den gesamten Alpenraum dargestellt, wie sie sich bei störungsfreiem Wetter häufig einstellt. Sie beruht im wesentlichen auf jahrelangen Erfahrungen von Streckensegelfliegern im Alpenbereich. In der Praxis stellt diese Karte unter Berücksichtigung von Luftmassen und Fronten eine gute Planungsgrundlage für Streckenflüge dar.

9.2 Klimatologie für die Wellenbedingungen

Eine Wellenklimatologie für Westeuropa wurde von Cruette (1973) von Satellitenbildern für den Zeitraum von 1966 bis 1968 abgeleitet. Sie zeigt, wo in Großbritannien, Nordspanien, Südfrankreich und über den Mittelmeerinseln das Auftreten von Wellen erwartet werden kann (Abb. 9.2).

Abbildung 9.2

Wellenklimatologie für Westeuropa unter den Bedingungen nordwestlicher Strömung, abgeleitet aus Satellitenbildern von 1966 bis 1968. Die Zahlen zeigen die Häufigkeit des Auftretens von sichtbaren Wellensystemen für verschiedene Regionen. Die parallelen Linien deuten die räumliche Ausdehnung und Orientierung der Wellenwolken (allerdings nicht die Wellenlänge) an (nach Cruette, 1973)



Cruettes Wellenkarte zeigt die Häufigkeit des Auftretens und die Hauptorientierung von Wellen in den genannten Regionen. Wellensituationen ohne Wellenwolken sind in Cruettes Klimatologie nicht berücksichtigt. Die kurze Phase von 3 Jahren, in der diese Fälle zusammengetragen wurden, erlauben zudem keine vollständige klimatologische Interpretation.

Eine weitere Wellenklimatologie auf der Basis von Satellitenbildern wurde von Eckardt (1997) mit weiteren Hinweisen auf die jahreszeitlichen Häufigkeiten von Wellen beigetragen. Auch hier sind nur die Wellen berücksichtigt, die Wolken erzeugen und in mehreren Reihen leewärts hintereinander als "trapped waves" auftreten. Trotzdem liefert diese Statistik sinnvolle Hinweise auf die Schwingungsfähigkeit der Atmosphäre für verschiedene Regionen.

Ein weiterer Ansatz für das Auftreten von Leewellen in den Alpen wurde 1997 in Innsbruck von einer Reihe erfahrener Alpensegelflieger erarbeitet. Abbildung 9.3 zeigt die Position der Wellenaufwinde bei Südströmung mit Angabe der relativen monatlichen Häufigkeit ihres Auftretens. Abbildung 9.4 zeigt die Position der Wellenaufwinde bei Nordströmung. Der Mistral tritt als wellenerzeugende Strömung besonders in der Provence im Frühjahr mit einer relativen Häufigkeit von über 25 % auf.

Die Wellen, die von niedrigeren Gebirgen (z.B. im Mittelgebirgsraum) angeregt werden, treten umso seltener auf je niedriger die Hindernisse sind, da hier die Kriterien zur Wellenentstehung (s. Kapitel 3) sehr genau erfüllt sein müssen. Als Beispiel werden die Verhältnisse im Riesengebirge und im Harz beschrieben. Das Riesengebirge ist mit etwa 1100 m über Grund nur ca. 300 m höher als der Oberharz, besitzt aber eine fast geradlinige Kammlinie und wird von Randgebieten flankiert, die ein Umströmen verhindern. Der Harz stellt dagegen ein weitgehend isoliertes Gebirge dar, das bei stabiler Schichtung auch leicht umströmt werden kann. Zudem gibt es hier keine einheitliche Kammlinie, sondern nur verschiedene sprunghaft versetzte Kammverläufe. Der Harz müßte auch eine südlichere Anströmung haben als das Riesengebirge. Aus den aerologischen Daten ergibt sich für den Harz jedoch eine mittlere Strömung aus 260 Grad, für das Riesengebirge aus 250 Grad für das Winterhalbjahr. Diese Eigenschaften führen insgesamt dazu, daß im Riesengebirge etwa 6 Wellentage pro Monat im Winterhalbjahr, im Harz dagegen nur weniger als 3 Wellentage beobachtet werden.

9.3 Segelflugklimatologie anderer Klimaräume

In einer Zeit weltweiter Reisen und einer hohen Mobilität auch der Segelflieger wird immer wieder die Frage nach dem segelflugspezifischen Wetterpotential fremder Länder gestellt. Europa einschließlich Osteuropa, Nordamerika, Südafrika und Neuseeland gelten soweit als erschlossen. Kasachstan und Mittelasien sind dagegen segelfliegerisch weitgehend unbekannt. Mit den vorhandenen Methoden (z.B. TCI) lassen sich bei Vorlage klimatologischer Daten daher zumindest qualitative Überblicke gewinnen. Bei Hochgebirgen wird diese Methodik ungenauer, insbesondere dann, wenn zusätzliche Effekte unter Einfluß des Windes, wie Hangwind und Wellen, bedeutsam werden.

Aus allgemeinen klimatologischen Kenntnissen, Reisebeobachtungen und Einzelflügen sind über die genannten Gebiete hinaus segelfliegerisch ausgesprochen interessante Gebiete vorhanden. Als Beispiel kann die Region des Atlas gelten, die schon mehrere Male stichprobenartig erkundet wurde. Auch für andere Länder liegen stichprobenartige Ergebnisse vor. Die Pampa Argentiniens ist bereits während der Segelflugweltmeisterschaften im Juni 1963 erfolgreich befliegen worden. In Chile haben deutsche Segelflieger auch schon an Expeditionen teilgenommen, aber dabei auch erfahren müssen, daß die Andenregion auch in Beziehung mit den kalten benachbarten Meeresströmungen in der Regel sehr schwierig zu befliegen sind. Viel interessanter erscheinen die Anden auf der argentinischen Seite, wo gemessen an der im Mittel höheren troposphärischen Windgeschwindigkeit der Südhalbkugel sogar im Südsommer umfangreiche Wellenströmungen entstehen. Sie wurden an den im Osten vorgelagerten Cordillieren schon vor Jahrzehnten beobachtet.

9.4 Neue klimatologische Ansätze

Neue Methoden der Segelflug-Klimatologie befinden sich immer noch in der Entstehungsphase. Das Ziel ist es, klimatologische Karten zu erstellen, die atmosphärische und topographische Einflüsse und thermische Aktivitäten miteinander verbinden. Wellenklimatologien sollten auf Langzeit-Statistiken von Beobachtungen basieren und die Schichtung sowie die vertikale Windscherung mit berücksichtigen.

Es kommt darauf an, daß die Methodik innerhalb der Segelflugmeteorologie und -klimatologie so entwickelt wird, daß man segelflugklimatologisch prognostizieren kann. Dabei sind die Fragen nach dem "wo", und wenn ja "wann" in Voruntersuchungen zu beantworten.

Als Beispiel für einen einfachen Ansatz einer solchen Klimatologie kann die jahreszeitliche Verteilung von Hochleistungsflügen gelten. Als Beispiel sind in Tabelle 9.1 die 1000 km Streckenflüge in den Alpen von 1983 - 1998, unterschieden nach Wetterlagen (Nordföhn, Südföhn und Hochdrucklage) aufgezählt.

Tabelle 9.1 Jahreszeitliche Verteilung der 1000 km - Flüge in den Alpen (1983 - 1998; 37 Flugtage)

Hochdruckeinfluß 6 Tage			3	2	1	
Südföhlage 13 Tage	4	2	4	2	1	
Nordwindlage 18 Tage	3	8	4	2	1	
	März	April	Mai	Juni	Juli	August

Abbildung 9.5

„Wellenklimateologie“ ALPEN bei SÜD-Strömung

Ergebnisse von Pilotenberichten beim Segelflugsymposium Jän 1997 Innsbruck

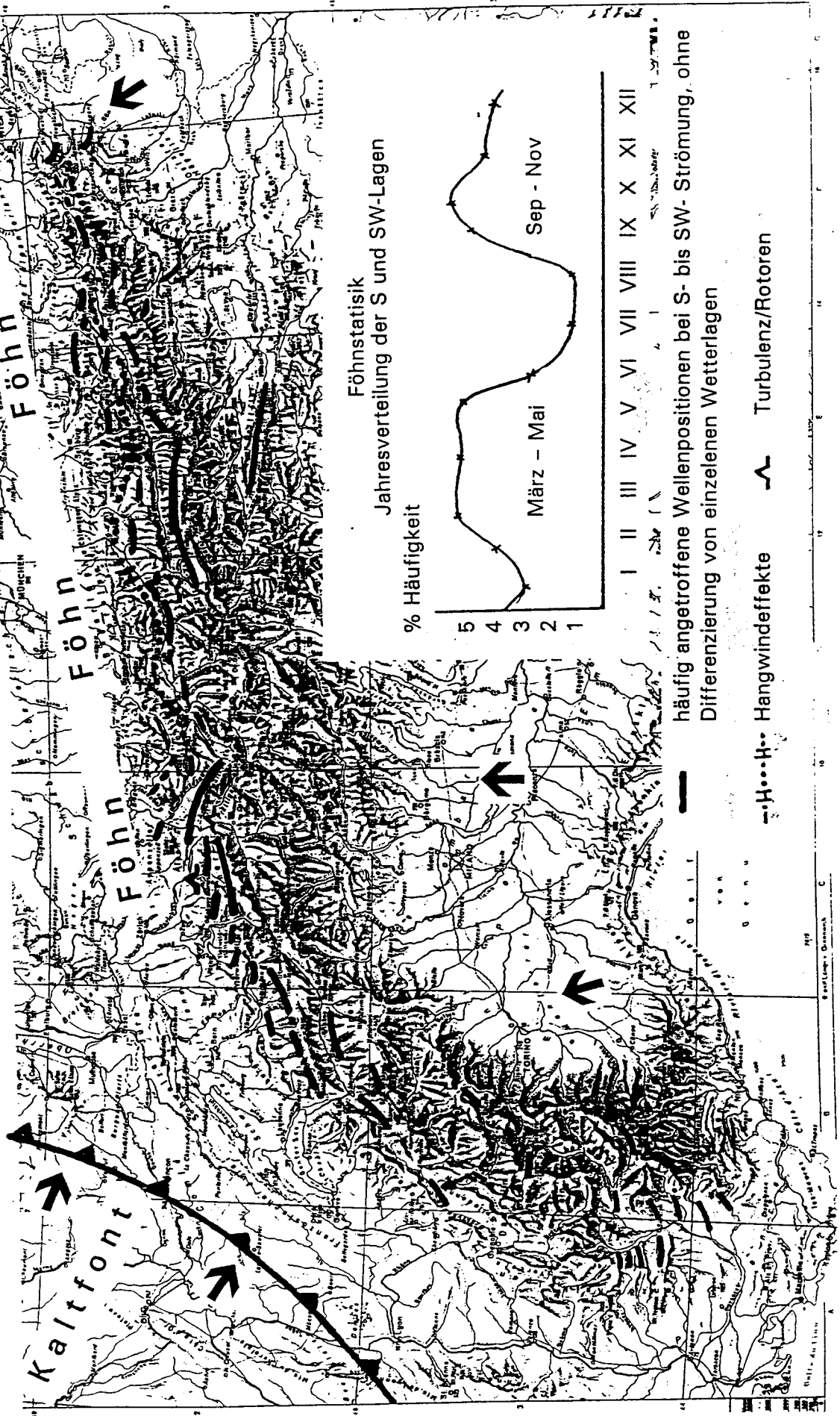


Abbildung 9.6

„Wellenmeteorologie“ ALPEN bei NORD-Strömung

Ergebnisse von Pilotenberichten beim Segelflugsymposium Jän 1997 Innsbruck

