

## 2.7 Mittlere saisonale Niederschlagshöhen im europäischen Alpenraum 1971–1990

### Einleitung

Die vorliegende Tafel stellt die mittleren saisonalen und monatlichen Niederschläge im gesamten Alpenraum dar. Die saisonalen Variationen des Niederschlags beeinflussen die Zusammensetzung der natürlichen Vegetation und die Auswahl von Nutzpflanzen; sie sind mitverantwortlich für das Abflussregime der Flüsse (vgl. Tafel 5.2). Zum Teil lassen sich aus dem Jahresgang auch Rückschlüsse auf das zeitliche Auftreten von niederschlagsbedingten Naturgefahren (Lawinen, Gewitter, Dürreperioden) ziehen. Es erstaunt deshalb nicht, dass die saisonale Verteilung der Niederschläge in der praxisorientierten Klimatologie einen massgeblichen Faktor darstellt (z.B. Klimazonen nach Köppen [5]).

In den Anfängen der klimatologischen Kartierung des Alpenraums war eine flächendeckende Darstellung der Niederschlagsmengen aufgrund der spärlichen Beobachtungsstationen noch sehr unsicher. Deshalb standen damals Untersuchungen des Niederschlagsklimas nach der Art der saisonalen Variationen im Vordergrund. Gestützt auf 249 Niederschlagsreihen mit Monatswerten hat Raulin [7] eine Gliederung des Alpenraums «von Wien bis Marseille» in vier charakteristische Regimes vorgenommen. Seine Unterteilung hat den Alpenraum nicht nur als Trennlinie zwischen Gebieten mit Niederschlagsmaxima im Frühling und/oder im Herbst und solchen mit Maxima im Sommer identifiziert, sondern es konnten auch alpengebundene Modifikationen dieser Regimes gefunden werden. Diese Analysen wurden später verfeinert (z.B. [6]) und die Resultate mit Blick auf die saisonal vorherrschenden Wetterlagen interpretiert [2].

### Daten und Methode

Die Datenbasis für die räumlichen Analysen dieser Tafel ist dieselbe wie für den mittleren Jahresniederschlag (s. Tab. 1 in Tafel 2.6 und [4]). Die ausgewiesenen Werte beziehen sich auf die Referenzperiode 1971–1990. Um die Konsistenz der saisonalen Untersuchungen mit jenen des mittleren Jahresniederschlags zu gewährleisten, wurden die an den Totalisatoren gemessenen Jahressummen mit Hilfe von umliegenden konventionellen Regenschmessern in Monatswerte aufgeteilt und in die Analyse einbezogen.

Wie für Tafel 2.6 konnte auch hier keine Korrektur des systematischen Niederschlagsmessfehlers vorgenommen werden, da die dafür notwendigen Daten über die Windverhältnisse an den Stationen nicht für alle Beobachtungsnetze verfügbar waren. Untersuchungen von [9] zeigen, dass der Niederschlag im Sommer durch die Messungen um 1–8 % unterschätzt wird. Im Winter beträgt die Unterschätzung am Alpensüdrand etwa 4 %, im nördlichen Flachland 10 % und in Gebieten oberhalb 1500 m ü. M. bis zu 20–50 %. Die Nichtberücksichtigung des systematischen Messfehlers hat zur Folge, dass die Winterniederschläge vor allem im Hochgebirge unterschätzt werden und dadurch der Jahresgang hier etwas verzerrt wiedergegeben wird. Unterhalb von etwa 1500 m ü. M. ist der systematische Messfehler aber deutlich kleiner als die saisonalen Niederschlagsvariationen.

Die Niederschläge wurden wiederum mit dem Analyseverfahren PRISM (s. Tafel 2.6, [1]) auf ein Gitter von 1.25 Minuten (ca. 2 km · 2 km) interpoliert. Die relativen Interpolationsfehler sind nur geringfügig von der Jahreszeit abhängig [8], so dass die in Tafel 2.6 beschriebenen Fehlerwerte auch für die Analysen dieser Tafel gelten.

## Resultate

Die saisonalen Niederschläge weisen – gemittelt über den dargestellten Kartenausschnitt – ein Minimum im Winter (237 mm), ein Maximum im Sommer (280 mm) sowie eine kleine Asymmetrie zwischen Frühling (265 mm) und Herbst (270 mm) auf. Die räumliche Verteilung zeigt die bereits beim Jahresniederschlag beschriebenen Elemente wie etwa die niederschlagsreichen Zonen entlang der Alpenränder und über den Mittelgebirgen sowie die inneralpine Trockenzone. Allerdings sind diese Muster in den einzelnen Jahreszeiten unterschiedlich ausgeprägt.

Winter: Im Vergleich mit den anderen Jahreszeiten sind die Niederschläge im gesamten Alpenraum unterdurchschnittlich; die Feuchtzone entlang des Südrandes der Alpen ist wenig ausgeprägt. Die inneralpinen Gebiete, aber auch Niederösterreich und Kärnten, sind besonders trocken. Dagegen erhalten die Mittelgebirge (Jura, Vogesen, Schwarzwald) mehr Niederschlag als in den anderen Jahreszeiten. Tiefdruckgebiete über Nordeuropa mit den eingelagerten Fronten sowie Nordwestströmungen dürften diese Verteilung prägen.

Frühling: Im Vergleich zum Winter sind die Unterschiede in den Niederschlagshöhen zwischen dem Alpennordrand und den Mittelgebirgen auf der einen Seite und dem Flachland auf der anderen Seite geringer. Besonders grosse Niederschlagsmengen werden entlang des südlichen Alpenrandes (Tessin, Karnische und Julische Alpen) gemessen. Für diese Anomalien dürften häufige Südströmungen sowie der Beginn der Gewittertätigkeit im Spätfrühling verantwortlich sein.

Sommer: Die Mittelmeerküste und der Apennin sind niederschlagsarm, die zentralen und östlichen Alpen dagegen niederschlagsreich. Die grössten Niederschlagsmengen werden entlang des nördlichen Alpenrandes vorgefunden. Das entsprechende Feuchteband dehnt sich weiter ins Flachland aus als in den anderen Jahreszeiten. Für dieses Muster sind vor allem Gewitter in den Alpen und im Alpenvorland verantwortlich.

Herbst: Die Verteilung ist ähnlich wie im Frühling, wobei das Zentralmassiv, die Julischen und Karnischen Alpen sowie die Dinarischen Alpen besonders niederschlagsreich sind. Die starke Verdunstung von der warmen Meeresoberfläche sowie die häufigen Tiefdruckgebiete im westlichen Mittelmeer tragen zum Transport von grossen Wassermengen vom Mittelmeer in den Alpenraum bei. Starkniederschläge entlang der Südalpen sind deshalb im Herbst besonders häufig [3].

Auf der monatlichen Zeitskala unterliegen die mittleren Niederschlagsmuster zum Teil abrupten Veränderungen (Fig. 2), die insbesondere auch im Sommerhalbjahr deutlich hervortreten. So erkennt man das Einsetzen der Gewitteraktivität nördlich des Alpenhauptkamms am markanten Wechsel der Niederschlagsverhältnisse vom Mai zum Juni. In der Südschweiz und in Norditalien klingt die niederschlagsreiche Sommerphase im Juli vorübergehend leicht ab. Die abrupte Abnahme des Niederschlags vom August zum September markiert schliesslich das Ende der sommerlichen Gewittertätigkeit über den Alpen. Der monatliche Verlauf im Herbst zeigt, dass im südlichen Alpenraum vor allem der Oktober sehr niederschlagsreich ist.

Der Jahrgang des Niederschlags ist für eine Auswahl von Gebieten in Figur 1 dargestellt. Es lassen sich vier Hauptregimes unterscheiden:

- Niederschlagsmaximum im Sommer: Bayerische Alpen, Region um München
- Niederschlagsminimum im Sommer: Alpes Maritimes
- niederschlagsreich im Sommer und im Winter: Südschwarzwald, Jura – Franche Comté
- niederschlagsreich im Frühling und im Herbst: Lago Maggiore – Sottoceneri, Julische Alpen.

Die Diagramme stellen zudem die interannuellen Variationen der monatlichen Niederschlagssummen während der Periode 1971–1990 dar. Die grosse Streubreite verdeutlicht, dass der Niederschlagsverlauf in einem einzelnen Jahr stark vom mittleren Jahrgang abweichen kann. Zudem lassen sich jahreszeitliche Unterschiede in der Grösse der interannuellen Variabilität erkennen. So zeigen verschiedene Gebiete eine kleinere interannuelle Variabilität in den Sommermonaten als von Herbst bis Frühling (siehe z.B. Region um Wien, Lago Maggiore – Sottoceneri, Julische Alpen).

## Literatur

- [1] **Daly, C., Neilson, R.P., Phillips, D.L. (1994):** A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain. In: Journal of Applied Meteorology 33:140–158, Boston.
- [2] **Fliri, F. (1984):** Synoptische Klimatographie der Alpen zwischen Mont Blanc und Hohen Tauern. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte Nr. 29, Innsbruck.
- [3] **Frei, C., Schär, C. (1997):** The frequency of heavy Alpine precipitation events: Results from the updated rain-gauge dataset. In: MAP newsletter 7:50–51, Zürich.
- [4] **Frei, C., Schär, C. (1998):** A Precipitation Climatology of the Alps from High-Resolution Rain-Gauge Observations. In: International Journal of Climatology 18:873–900, Chichester.
- [5] **Köppen, W. (1918):** Klassifikation und Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. Petermann's Mitteilungen 1918, Leipzig.
- [6] **Kubat, O. (1972):** Die Niederschlagsverteilung in den Alpen mit besonderer Berücksichtigung der jahreszeitlichen Verteilung. Veröffentlichung der Universität Innsbruck 73, Innsbruck.
- [7] **Raulin, V. (1879):** Über die Verteilung des Regens im Alpengebiet von Wien bis Marseille. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie Band 14:233–247, Wien.
- [8] **Schwarb, M. (2000):** The Alpine Precipitation Climate. Evaluation of a high-resolution analysis scheme using comprehensive rain-gauge data. Dissertation Nr. 13911 der ETHZ, Zürich.
- [9] **Sevruk, B. (1985):** Systematischer Niederschlagsmessfehler in der Schweiz. In: Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie, Nr. 31:65–75, Bern.