

Tafel 2.2 Mittlere jährliche korrigierte Niederschlagshöhen 1951-1980

Einleitung

Der Niederschlag ist ein sehr wichtiges Klimaelement. Seine räumliche Erforschung stützt sich auf die Messergebnisse an möglichst vielen Standorten. Die vorliegende Niederschlagskarte unterscheidet sich durch die Berücksichtigung des systematischen Niederschlagsmessfehlers wesentlich von den bisher in der Schweiz veröffentlichten. Da zur zeitlichen und räumlichen Interpolation der Kriging-Ansatz verwendet wurde, ist eine objektive, jederzeit nachvollziehbare Karte entstanden. Die auf ein Gitternetz von 1 km Seitenlänge interpolierten Niederschlagswerte liegen auch in digitaler Form vor.

Die gemessenen Niederschläge müssen wegen des systematischen Niederschlagsmessfehlers korrigiert werden. Dabei sind vor allem die durch den Windeinfluss und das Haftwasser verursachten Verluste zu beachten. Die Niederschlagskorrekturen sind starken zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterworfen. Durch die Berücksichtigung des Messfehlers werden die gemessenen Werte um rund 5-40 % erhöht.

Die Korrekturverfahren wurden in der Schweiz von [2] entwickelt. Das hier angewendete Verfahren stellt eine Erweiterung des ursprünglichen Verfahrens dar. Es ist in Tafel 2.3 beschrieben.

Die Grösse des Messfehlers ist vom eingesetzten Instrumentarium und insbesondere von der Höhenlage und der Exposition der Beobachtungsstation abhängig. Deshalb müssen in Ergänzung zur eigentlichen Überprüfung des Datenmaterials vor allem die Stationsstandorte und deren Instrumentierung untersucht und deren Auswirkungen auf die Messergebnisse mitberücksichtigt werden. Das Ausmass der Korrekturen, also die Differenz zwischen korrigierten und unkorrigierten Niederschlagshöhen, steht im Mittelpunkt der Tafel 2.3. Sie ermöglicht den Anschluss an herkömmliche Niederschlagskarten [1,3], bei welchen man die Wind- und Haftwassereinflüsse nicht berücksichtigte.

Datengrundlage

Die Karte der mittleren jährlichen korrigierten Niederschlagshöhen basiert auf den Messreihen der Stationsnetze der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Der Verlauf der Kurven gleicher Niederschlagshöhen (Isohyeten) stützt sich auf die Messergebnisse von rund 400 Standorten: 310 Stationen mit täglicher Niederschlagsmessung (80 Klimastationen und 230 Regenmessstationen) ergänzt durch 30 Niederschlagstotalisatoren, die meist im Hochgebirge aufgestellt sind, sowie 50 Stationen im benachbarten Ausland.

Im Hinblick auf die Ausarbeitung einer flächendeckenden Karte für ein Gebiet von über 40000 km² ist die Zahl von rund 400 Messpunkten eher gering. Im weiteren sind die Stationen sehr unregelmässig über das Land verteilt, wobei gerade diejenigen Landesteile am schlechtesten mit Daten belegt sind, in denen oft auf kurze Distanzen grosse Unterschiede in den Niederschlagsmengen auftreten. Dies trifft im besonderen Masse für das Hochgebirge zu.

Einfluss der Orographie

Der Einfluss der Orographie zeigt sich in erster Linie in der Zunahme der Niederschläge mit der Höhe. Man muss jedoch beachten, dass diese Abhängigkeit nur für das allgemeine Höhenniveau in einem mehr oder weniger umgrenzten Raum Geltung hat. Bergvorsprünge, enge Täler, auch grössere Mulden auf der Leeseite von Bergzügen weisen oft grosse Abweichungen von der mittleren Niederschlagsmenge ihrer Höhenstufe auf. Grundsätzlich verschieden ist die Niederschlagsverteilung im allgemeinen zwischen der Luv- und Leeseite von Gebirgen. Bei der Niederschlagsverteilung in den Alpentälern gibt es Anzeichen, dass die Niederschlagszunahme erst in einiger Höhe über dem Talboden merklich einsetzt. Diese Hinweise lassen das grosse

Ausmass des räumlichen Streubereiches von Niederschlagsmessungen erkennen. Damit eng verknüpft sind Fragen der räumlichen Repräsentativität der einzelnen Messstandorte.

Bearbeitung und Überprüfung der Messreihen

Nur ein Teil der Messreihen der oben erwähnten Stationen deckt den ganzen Auswertzeitraum 1951-1980 ab. Zur Erweiterung der Datenbasis wurden deshalb zusätzlich Messreihen der Periode 1961-1980 in die Bearbeitung miteinbezogen. Die Reduktion, d.h. die Umrechnung dieser kürzeren Messreihen auf die Basisperiode 1951-1980, wurde mit Hilfe der Quotientenmethode durchgeführt. Es wurden also für sämtliche Basismessreihen die Verhältniszahlen aus den Niederschlagssummen der Periode 1951-1980 zur Periode 1961-1980 berechnet und anschliessend mit einer Kriging-Analyse räumlich aufbereitet. Auf dieser Grundlage erfolgte hernach die Reduktion der Messreihen der Periode 1961-1980 auf die Basisperiode 1951-1980.

Bei einer räumlichen Interpolation muss der klimatologischen Begutachtung der einzelnen Messstandorte ein grosser Stellenwert eingeräumt werden. Die Umsetzung von punktuell erhobenen Niederschlagsdaten auf ein mehr oder weniger grosses Niederschlagsgebiet, insbesondere in einem orographisch stark gegliederten Gelände, ist mit grösster Sorgfalt anzugehen. Deshalb wurden die punktuell erhobenen Niederschlagshöhen auch bezüglich ihrer räumlichen Aussagekraft untersucht. In einem ersten Schritt wurden die Ausgangsdaten einer Kriging-Analyse unterzogen. Die resultierenden Residuenwerte erlauben einen Vergleich zwischen den Ausgangsdaten und den nach dem Kriging-Verfahren für die einzelnen Standorte berechneten Daten. Mittelwert und Standardabweichung der Residuen bilden eine statistische Grundlage zur Begutachtung der einzelnen Stationswerte im Gesamtbild der räumlichen Niederschlagsverteilung. In einem schrittweisen Verfahren sind die Stationen, deren Residuenwerte die Standardabweichung um das Zweifache überschreiten, einer klimatologischen Begutachtung unterzogen worden. Standorte mit derart grossen Abweichungen können in der Regel nicht als repräsentativ angesehen werden.

Methodik der räumlichen Interpolation

Der methodische Ansatz zur Bearbeitung der vorliegenden Jahresniederschlagskarte basiert auf einem räumlichen Optimierungsverfahren, welches mit Hilfe einer Kriging-Analyse auf einem Geländeaster mit einer Maschenweite von 1 km durchgeführt wurde.

Die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen nehmen im allgemeinen mit zunehmender Meereshöhe zu. Ein für die gesamte Schweiz allgemein gültiger Höhengradient kann infolge der grossen regionalen Unterschiede nicht angegeben werden.

Um den orographischen Einfluss in den Daten zu eliminieren, wurden die Niederschlagshöhen auf ein Einheitsniveau von 1000 m ü. Meer reduziert. Dadurch lassen sich die regionalen Unterschiede in der Niederschlagsverteilung erkennen. Diese Reduktion der punktuell in verschiedenen Höhen erfassten Niederschlagsmesswerte bildet das eigentliche Kernstück des Ansatzes. In einem schrittweisen Optimierungsverfahren erfolgte die Bestimmung eines Umrechnungsfaktors, der die Reduktion der Messwerte auf das 1000m-Niveau ermöglicht. Er beträgt 0.8 mm Niederschlag pro Meter Höhenunterschied.

Die auf das 1000m-Niveau umgerechneten punktuellen Niederschlagshöhen wurden anschliessend mit einer Kriging-Analyse räumlich aufbereitet und auf ein Gitternetz von 1 km Seitenlänge interpoliert. In einem Folgeschritt mussten die Gitternetzwerke vom 1000m-Niveau auf das wahre Gelände übertragen werden. Dazu gelangte wiederum der Faktor 0.8 mm/m zur Anwendung.

Mittels des skizzierten Verfahrens lassen sich also die punktuell erhobenen Messwerte auf ein Geländeaster abbilden, welches den Ausgangspunkt zur Isohyeten-Darstellung bildet.

Karte der mittleren korrigierten Niederschlagshöhen

Durch die Berücksichtigung des systematischen Niederschlagsmessfehlers erhöhen sich die korrigierten Niederschlagswerte gegenüber den unkorrigierten um durchschnittlich 14 % (Periode 1951-1980). Dabei sind grosse regionale und höhenbedingte Unterschiede vorhanden. Im Tessin betragen die Niederschlagskorrekturen beispielsweise in den Tallagen 4 % und in den Hochalpen bis zu 30 %. Die gewählte Abstufung der Isohyeten von 200 mm und mehr ist in Gebieten mit relativ kleiner räumlicher Niederschlagsvariabilität und mit geringen Niederschlagshöhen zu gross, um die korrekturbedingte Erhöhung der Niederschläge in der Grössenordnung von 100 mm richtig wiederzugeben. Beim Arbeiten mit der Karte ist es in diesen Fällen ratsam, mittels der auf der Karte angegebenen Niederschlagshöhen weitere Isohyeten oder Rasterpunkte sorgfältig zu interpolieren. Die in den flachen und kleinen Einzugsgebieten (< 500 km²) des Mittellandes nach der korrigierten Niederschlagskarte bestimmten Gebietsniederschläge dürften etwa mit einem Fehler von 5 % behaftet sein (s. Tafel 2.3).

Literatur

- [1] **Kirchhofer, W. [Hrsg.] (1982, 1984, 1987, 1991):** Klimaatlas der Schweiz. Wabern.
- [2] **Sevruk, B. (1985):** Systematischer Niederschlagsmessfehler in der Schweiz. In: Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, Nr. 31:65-75, Bern.
- [3] **Uttinger, H. (1949):** Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901-1940. Zürich.