

Tafel 2.3 Mittlere jährliche Korrekturen der gemessenen Niederschlagshöhen 1951-1980

Einleitung

Die Karte zeigt die räumliche Verteilung absoluter Korrekturwerte des systematischen Niederschlagsmessfehlers der Periode 1951-1980. Diese Werte geben über die erwähnte Periode hinaus eine generelle Grössenordnung der Korrekturen an.

Korrekturen sind aus folgenden Gründen notwendig: Der Niederschlag wird mit Gefäss-Instrumenten, welche über dem Boden angebracht sind, gemessen. Sie stellen sich der Luftströmung als Hindernisse entgegen. Dabei werden kleinere, leichtere Niederschlagsteilchen von der Auffangöffnung des Niederschlagsmessers abgetrieben und der Messung entzogen. Zudem bleibt ein Teil des Niederschlags an den Innenwänden des Niederschlagsmessers hängen und ein weiterer Teil verdunstet. Diese Verluste müssen korrigiert werden. Sie bleiben jedoch bei den publizierten Niederschlagsdaten unberücksichtigt.

Die in der Karte dargestellten Korrekturen berechnen sich aus der Differenz zwischen korrigierter und unkorrigierter Niederschlagshöhe. Die räumliche Bezugsbasis bildet ein Gitternetz mit einer Maschenweite von 1 km. Es gelangten die gleiche Interpolationsmethode (Kriging) und der gleiche Datensatz wie bei der Tafel 2.2 zur Anwendung.

Korrekturverfahren

Die Korrekturverfahren basieren auf vereinfachten physikalischen Vorstellungen. Es ist dabei wesentlich, ob der Niederschlagsmesser zur Reduktion des Windeinflusses mit einem Windschutzring ausgerüstet ist und ob für den Messplatz alle für die Korrektur benötigten Variablen verfügbar sind. Deshalb richten sich die Korrekturverfahren nach dem Typ des Niederschlagsmessers und der Messstation. Klimatologische Stationen und Regenmessstationen sind mit dem gleichen Hellmann-Niederschlagsmesser bestückt; sie unterscheiden sich jedoch in der Verfügbarkeit der für die Korrekturen benötigten Daten zu den Wind- und Temperaturverhältnissen: Während sie bei den 80 analysierten klimatologischen Stationen direkt verfügbar sind, müssen sie bei den 230 Regenmessstationen hergeleitet werden. Dabei sind die Hellmann-Geräte nur gerade an sieben hochgelegenen und exponierten Standorten mit Windschutzringen versehen. Hier wurde die Windgeschwindigkeit um 40 % reduziert, sonst erfolgten die Korrekturen gleich wie bei allen übrigen Hellmann-Geräten (ohne Windschutzring) nach dem in [2] beschriebenen Verfahren. Die Korrekturen wurden auf Monatsbasis für die 10-jährige Periode 1971-1980 durchgeführt und in der gleichen Grösse für die 30-jährige Referenzperiode verwendet. Bei den 30 Totalisatoren, welche alle mit einem Windschutzring ausgerüstet sind, wurde ein neues Verfahren entwickelt. Dabei werden die Korrekturwerte anhand der Stationshöhe geschätzt. Im Falle der Stützstellen, die ausserhalb der Landesgrenze liegen, berücksichtigte man auch die räumliche Lage.

Haftwasserverluste und windbedingte Verluste

Haftwasserverluste entstehen bei der Benetzung der Innenwände eines Niederschlagsmessers; sie hängen von der Form und dem Material des Gerätes ab, aber auch von der Niederschlagsart und Niederschlagshäufigkeit. Beim Hellmann-Gerät betragen sie durchschnittlich 0.3 mm pro Regentag und 0.15 mm pro Tag mit Schnee.

Beim Wind besteht ein von der Windgeschwindigkeit und vom Gewicht der Niederschlagsteilchen abhängiger Verlust. Als weitere Beeinflussungsgrössen sind die aerodynamischen Eigenschaften des Niederschlagsmessers und die Windexposition des Messplatzes zu nennen. Bei geschützten Messplätzen (z.B. Waldlücken, Parkanlagen, Dorfzentren oder Bauernhöfen) sind die Verluste im allgemeinen klein, hingegen sind sie in exponierten Lagen (z.B. offene Luv-Hänge, Passlagen oder Seeufer) gross. Die Messstandorte können nach vier Expositionsklassen, die in der Tabelle 1

beschrieben sind, gruppiert werden. Die Abschätzung der Expositionsklasse erfolgte auf der Grundlage der bei der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt archivierten Stationsgeschichte, die mit Fotos, Skizzen und Berichten dokumentiert ist, sowie mit Hilfe von topographischen Karten im Massstab 1: 25000.

Die Bestimmung des windbedingten Verlustes geht von der Differenz der Messwerte von exponierten und geschützten Niederschlagsmessern aus. Diese Differenz wird mit der mittleren Windgeschwindigkeit in der Aufstellungshöhe des Niederschlagsmessers während der Niederschlagsperioden sowie mit der Niederschlagsintensität oder mangels weiterer Daten mit der Lufttemperatur in Beziehung gesetzt [2]. Dazu sind an einigen ausgesuchten Standorten Feldversuche notwendig. Die Differenzen schwanken von etwa 3 % bei schwachen Winden und Regen bis 80 % bei starken Winden und feinem Schnee. Da von den Niederschlagsmessern nur der gesamte Niederschlag erfasst wird, musste zur Abschätzung der Regen- und Schneeanteile die Lufttemperatur beigezogen werden. Sie parametrisiert auch die Niederschlagsintensität, die Schneestruktur und den Schneeanteil am Gesamtniederschlag. Zur Herleitung der Höhenabhängigkeit der Lufttemperatur wurde ein Datensatz von 104 klimatologischen Stationen verwendet (Periode 1971-1980). Mittels dieser Höhenabhängigkeit konnten die Lufttemperaturen an den 230 Regenmessstationen abgeschätzt werden. Auf ähnliche Weise wurde der mittlere monatliche Schneeanteil bestimmt. Dazu standen aber nur 54 Stationen der Periode 1959-1970 zur Verfügung.

Bei den Totalisatoren, welche sich meist in grösseren Höhenlagen befinden, wurde der windbedingte Verlust aus dem Vergleich der Niederschlagsmessung und der Wasseräquivalente der umliegenden Schneedecke abgeschätzt [1]. In Höhenlagen zwischen 2000-3000 m über Meer betragen die windbedingten Verluste im Winterhalbjahr rund 30 % und im Sommerhalbjahr rund 15 % (Tab. 2).

Bestimmung der Windgeschwindigkeiten

Probleme ergeben sich bei der Bestimmung der Windgeschwindigkeiten. Sie werden nur an klimatologischen Stationen auf einer Höhe von mehr als zehn Meter über Boden und grösstenteils nur dreimal täglich gemessen. Deshalb mussten sie für die restlichen Standorte geschätzt werden. Im weiteren war es notwendig, die Windgeschwindigkeiten auf die Höhe des Niederschlagsmessers sowie auf die Perioden mit Niederschlag umzurechnen.

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit wurde nach dem Ähnlichkeitsprinzip von gemessenen auf ungemessene Standorte übertragen. Man richtete sich dabei nach den regionalen Windfeldern und nach der Expositionsklasse des Messplatzes (Tab. 1). Ferner wurden mit Hilfe des Quotienten aus dem mittleren Jahres- und Winterwert die saisonalen Windgeschwindigkeiten geschätzt. Diese dienten weiter als Richtwerte für die Monate im Winter- bzw. Sommerhalbjahr.

Die Reduzierung auf Niederschlagsperioden erfolgte über empirische Koeffizienten. Diese setzen voraus, dass die Windgeschwindigkeiten während der Niederschlagsereignisse grösser sind als die Klimawerte [2]. Der Tessin macht diesbezüglich eine Ausnahme. Hier wurden für die Niederschlagstage mittlere Windgeschwindigkeiten verwendet.

Die Reduzierung auf die Aufstellungshöhe des Niederschlagsmessers erfolgte auf der Grundlage des logarithmischen Windprofil-Ansatzes und des Überhöhungswinkels des Messplatzes [2]. Der Überhöhungswinkel charakterisiert die Grösse der Horizontüberhöhung der umliegenden Hindernisse; er kann mit Hilfe der Expositionsklassen geschätzt werden (vgl. Tab. 1).

Höhenabhängigkeit der Korrekturwerte

Die Korrekturwerte nehmen absolut wie relativ mit zunehmender Höhenlage von rund 100 mm bis auf 800 mm zu; dies entspricht 5 % bis 30 % der Messwerte. In tieferen Lagen ist die Windgeschwindigkeit infolge der generell grösseren Rauigkeit (Wälder und Bebauungen) und topographischer Barrieren eher klein. Zusätzlich wirkt sich hier der kleine Schneeanteil und der relativ grosse Windschutz der Stationen positiv aus. Demgegenüber sind die Korrekturwerte in den schneereichen und windexponierten Hochalpen überproportional gross.

Die Grösse der Korrekturen wird aber auch vom Instrumententyp beeinflusst. Für den Hellmann-Niederschlagsmesser (ohne Windschutzring) sind sie wesentlich grösser als für den mit einem Windschutzring ausgerüsteten Totalisator. Die Tabelle 2 hält die Höhenabhängigkeit der Korrekturwerte bei den Totalisatoren fest.

Regionale Betrachtung der Korrekturwerte

Neben dem Höheneinfluss unterliegen die Korrekturwerte als Folge der regional differenzierten Windgeschwindigkeiten und Niederschlagsintensitäten regionalen Unterschieden. Nur kleinere Korrekturen müssen bei den Stationen im Mittelland und in den Tallagen des Tessin und des Wallis vorgenommen werden, grössere bei denjenigen in der Nord- und Westschweiz, im Jura und in den Voralpen sowie die grössten bei den hochalpinen Stationen. Tabelle 3 zeigt den Vergleich gebietsbezogener Korrekturwerte für neun ausgewählte Gebiete der Schweiz. Die Korrekturwerte schwanken dabei zwischen 8 % und rund 20 %.

Die Figur 1 dient zur groben Abschätzung der Korrekturwerte an Stationen mit Hellmann-Geräten: über die Region (Flussgebiet) oder die Stationsnummer der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (Indikativ; s. Tafel 2.1) und über die Expositionsklasse wird die Kurve festgelegt, welche die Verhältnisse einer Station vermutlich am besten repräsentiert. Die Grössenordnung der mittleren jährlichen Korrekturwerte lässt sich dann mit Hilfe dieser Kurve in Funktion der Stationshöhe bestimmen. Die Gliederung der Korrekturwerte nach Flussgebieten wurde aus praktischen Überlegungen gewählt, obwohl eine räumlich detailliertere Betrachtung zu genaueren Ergebnissen führen dürfte.

Literatur

- [1] **Sevruk, B. (1983):** Correction of measured precipitation in the Alps using the water equivalent of new snow. In: Nordic Hydrology 14. Jg., Heft 2:49-58, Lyngby.
- [2] **Sevruk, B. (1985):** Systematischer Niederschlagsmessfehler in der Schweiz. In: Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, Nr. 31:65-75, Bern.