

Tafel 2.1² Niederschlagsmessnetze

Einleitung

Der Niederschlag ist ein Umweltfaktor von grosser ökologischer und ökonomischer Tragweite. Niederschlagsdaten in verschiedener zeitlicher und räumlicher Auflösung werden in hydrologischen Modellen, bei der Bewirtschaftung von Wasserressourcen, bei der Projektierung wasserbaulicher Anlagen aber auch bei planerischen Fragen benötigt [1]. Bei hydrologischen Anwendungen sind die Ergebnisse der punktuellen Niederschlagsmessungen oft nicht direkt nutzbar. So sind vorab Fragen des systematischen Messfehlers (Tafel 2.3), der Übertragung der Punktmessungen auf die Fläche (Tafeln 2.2, 2.5, 2.6 und 2.7) oder der zu erwartenden Extremwerte (Tafeln 2.4² und 2.5) zu klären. An vielen Messstationen werden zusätzlich zum Niederschlag auch die Schneehöhe und das Wasseräquivalent der Schneedecke bestimmt (Tafeln 3.1², 3.2, 3.3 und 3.4).

Entwicklung der Messnetze

Die systematische Erfassung des Niederschlags begann in der Schweiz im Jahre 1863 auf Initiative der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften. Von den rund achtzig Klimastationen war anfangs nur die Hälfte mit einem Niederschlagsmesser ausgerüstet. Die hohe räumliche Variabilität der Niederschläge konnte aber mit der damals vorhandenen Messnetzdichte nur ungenügend erfasst werden [14], weshalb einzelne Kantone der Ostschweiz ab den 1870er Jahren eigene Stationsnetze aufbauten.

In ihrem Gründungsjahr 1881 übernahm die damalige Meteorologische Centralanstalt, das heutige Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz), sowohl die Klimastationen als auch die kantonalen Regenmessstationen. Um 1900 gehörten diesen beiden Messnetzen rund 350 Stationen an, wovon etwas weniger als ein Drittel Klimastationen waren, was bereits eine mittlere Dichte von einer Station pro 120 km² ergab (vgl. 2005: 1 Station/95 km²). Allerdings bestanden grosse regionale Unterschiede.

Ab 1900 entwickelte sich der Weiterausbau der beiden Messnetze wie folgt:

- Regenmessstationen: 247 Stationen um 1900, 306 um 1930, 327 um 1963, 344 um 1989 und 342 um 2005;
- Klimastationen: 98 Stationen um 1900, 112 um 1930, 129 um 1960, 63 um 1989 und 25 um 2005.

Die Klimastationen wurden ab den 1950er Jahren in klimatologische und synoptische Stationen unterteilt. In der vorliegenden Karte sind allerdings beide Stationstypen unter demselben Namen («Konventionelle Klimastationen») und Symbol zusammengefasst. Zwischen 1960 und 2005 nahm die Zahl der Klimastationen beträchtlich ab, denn ab 1978 wurden die synoptischen Stationen und ein Teil der klimatologischen Stationen in das automatische Messnetz (ANETZ) integriert. Einzelne Klimastationen wurden als Regenmessstationen im Niederschlagsmessnetz (NIME) weitergeführt.

Neben dem automatischen Messnetz wurde ab den frühen 1990er Jahren das automatische Ergänzungsnetz (ENET) entwickelt und installiert. Die Stationen sind primär für Schnee- und Windmessungen vorgesehen; bei einzelnen werden aber auch die Niederschlagsmengen erfasst.

Zur Planung der Wasserkraftnutzung im Alpenraum sind insbesondere auch gute Kenntnisse der Niederschlagsverhältnisse in den Hochalpen notwendig. Aus diesem Grund ist ab 1914 das Totalisatorenmessnetz entstanden, das ursprünglich ganz auf die Bedürfnisse der Kraftwerksgesellschaften ausgerichtet war. Neben diesen Kraftwerksbetrieben zeichnet vor allem MeteoSchweiz für die Stationsbetreuung verantwortlich.

Die Messnetze im Überblick

Die automatischen Wetterstationen sind mit dem Joss-Tognini-Wippengerät ausgerüstet. Der Niederschlag wird wie die anderen Klimaparameter in Zehnminuten-Intervallen erfasst. Dadurch sind auch Aussagen zur Niederschlagsintensität möglich. Die automatischen Wetterstationen (ANETZ/ENET), wie auch die klimatologischen Stationen werden seit 2005 ins neue, automatische SwissMetNet überführt. Dabei wird darauf geachtet, dass sowohl die Standorte wie auch die Instrumentierung möglichst beibehalten werden können.

An den klimatologischen Stationen werden die Klimaparameter dreimal täglich (07.30, 13.30 und 19.30 Uhr MEZ) gemessen; die Niederschlagshöhen wurden bis 1971 einmal täglich bestimmt; heute erfolgt die Ablesung morgens und abends. Bei einzelnen synoptischen und klimatologischen Stationen waren bzw. sind Pluviographen installiert.

An den Regenmessstationen erfolgt die Ablesung der Niederschlagshöhen einmal täglich (07.30 Uhr MEZ). Seit 1900 wird an den meisten Regenmess- und Klimastationen der Hellmann-Pluviometer (Auffangfläche 200 cm²) eingesetzt.

Der Mougins-Sammler mit Windschutz ist das Standardmessgerät des Totalisatorenmessnetzes. Der Bodenabstand der 200 cm² grossen Auffangfläche beträgt 3 bis 4 m (vgl. Hellmann-Pluviometer: 1.5 bis 2 m). Etwa ein Drittel der 138 im Jahr 2005 in Betrieb stehenden Totalisatoren befindet sich in Höhenlagen über 2500 m. MeteoSchweiz ist für die Publikation der auf der Grundlage von höchstens zwei Messungen pro Jahr bestimmten Jahresniederschlagssummen besorgt [5,10]. Aus hydrologischer Sicht ist die Anzahl Stationen sowie deren zeitliche Auflösung jedoch nicht ausreichend, um die Niederschlagsverhältnisse in den Hochlagen der Alpen befriedigend zu erfassen [1,9].

Die Radarstationen La Dôle, Albis und Monte Lema, die in heutiger Form ab 1993 im operationellen Betrieb stehen, ermöglichen es, das Niederschlagsgeschehen räumlich-zeitlich zu beobachten [1]. Sie sind auf der Karte nicht dargestellt.

Die in den MeteoSchweiz-Messnetzen gemessenen Daten werden in [6,7,10,11] veröffentlicht. Alle digital verfügbaren Daten sind in einer Datenbank gespeichert. Datenreihen längerer Perioden sind in [2,4,12,13] zusammengestellt.

Weitere Stationen, die nicht den MeteoSchweiz-Messnetzen angehören, werden durch Kantone, Institute und Private unterhalten. Sie sind meist mit Pluviographen oder Wippengeräten ausgerüstet. Die Anzahl dieser Stationen nahm vor allem in den letzten Jahren stark zu, so dass wir heute über eine bemerkenswert hohe räumliche Abdeckung durch Niederschlagsmessgeräte verfügen; dies gilt insbesondere für tiefere Lagen der Alpennordseite. Die Tabellen geben an, wo die Daten bezogen werden können.

Aufbereitung der gemessenen Daten

Zur Aufbereitung der von MeteoSchweiz gemessenen Daten gehören insbesondere die Prüfung der Daten, die Bestimmung von sogenannten Normwerten sowie die Homogenisierung von langen Klimamessreihen. Beim Niederschlag und bei anderen klimatologisch relevanten Parametern stehen für die WMO-Standardperiode 1961–1990 von allen damals von MeteoSchweiz betriebenen Klima- und Niederschlagsmessstationen Normwerte (Mittelwerte 1961–1990) zur Verfügung [3]. Bei Messreihen, die kürzer als die Standardperiode 1961–1990 sind, wurden wenn möglich deren Mittelwerte auf die Normwerte umgerechnet (reduziert), um die räumliche Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Ausserdem steht für die Beschreibung und Untersuchung der Klimaentwicklung pro Klimaregion der Schweiz je eine lange, homogene Zeitreihe ab 1864 zur Verfügung (Fig. 2).

Die Messreihen der Stationen, die im Stationsverzeichnis mit einer zusätzlichen, von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft vergebenen Nummer (WSL-Nummer) versehen sind, wurden extremwertstatistisch bearbeitet (vgl. Tafel 2.4²). Die Ergebnisse sind in [8,15] dargestellt.

Darstellung der Messnetze auf der Karte

Die Niederschlagsmessstationen sind in der Karte nach dem Messnetz, dem Zeitpunkt des Messbeginns, der Messdauer sowie nach der Aktualität der Messung gegliedert. Die Karte repräsentiert den Stand am Ende des Jahres 2005.

Bei der Messdauer ist zu beachten, dass Messreihen > 25 Jahre Mittelwertanalysen, Messreihen > 100 Jahre aussagekräftige Zeitreihen- und Extremwertanalysen erlauben, falls homogene Reihen vorliegen. Die Signaturen in der Karte beziehen sich stets auf die jeweils neueste, nicht unterbrochene Messreihe. Mit dem «+»-Symbol wird darauf hingewiesen, dass bei der betreffenden Station auch Daten aus einer oder mehreren früheren Messperioden, welche jeweils mindestens 25 Jahre umfassen, verfügbar sind (s. Verzeichnis der Stationen).

Die kantonalen und privaten Stationen wurden nach denselben Kriterien wie die MeteoSchweiz-Stationen ausgewählt; zusätzlich wurde auf die gute Verfügbarkeit der Daten geachtet. Da diese nicht immer gewährleistet ist, blieb hier eine grössere Anzahl privater Stationen etwa bei Kläranlagen oder bei kantonalen und kommunalen Werkhöfen unberücksichtigt. Dies gilt auch für Stationen mit besonderen Messanordnungen.

Die MeteoSchweiz-Stationen lassen sich über den sogenannten Indikativ identifizieren, dessen Numerierung dem hydrographischen Prinzip folgt. Die Nummern der kantonalen Stationen setzen sich aus der Kantonsabkürzung und der offiziellen kantonsinternen Bezeichnung zusammen. Fehlt eine solche, wurde eine neue Nummer vergeben, die einzig der Lokalisierung auf der Karte und in der Tabelle dient. Die privaten Stationen sind mit einem vorangestellten «P» und einer Ordnungsnummer bezeichnet.

Stationsgeschichte

Das Verzeichnis der Stationen zeigt, für welche Zeitperiode, in welcher zeitlichen Auflösung und in welcher Form (analog oder digital) die Niederschlagsdaten verfügbar sind. Für die Stationen von MeteoSchweiz wurden die Stationsgeschichte und die Verfügbarkeit der Daten in erster Linie anhand der Angaben in den Datenbanken dieser Institution zusammengestellt. In Zweifelsfällen wurden auch die Publikationen [8,15], die Annalen und das Papierarchiv von MeteoSchweiz [7,10] konsultiert. Mit dieser Methode gelang es, die Angaben zu den Stationen in jährlicher Auflösung zu erheben. Geringfügige Stationsverschiebungen blieben dabei jedoch unberücksichtigt; ebenso wurde auf die häufigen Stationsverlegungen in den Städten nicht im Detail eingegangen. Die Angaben zu den privaten und kantonalen Stationen wurden in Umfragen ermittelt.

Literatur

- [1] **Arbeitsgruppe Niederschlag (1985):** Der Niederschlag in der Schweiz. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie, Nr. 31, Bern.
- [2] **Begert, M., Schlegel, T., Kirchhofer, W. (2005):** Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. In: *Int. J. Climatology*, Vol. 25:65–80, Chichester.
- [3] **Begert, M. et al. (2003):** Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961–1990. Schlussbericht des Projektes NORM90, Veröffentlichung MeteoSchweiz, Nr. 67, Zürich.
- [4] **Maurer, J., Billwiller, R., Hess, C. (1909):** Das Klima der Schweiz: Auf der Grundlage der 37jährigen Beobachtungsperiode 1864–1900. Frauenfeld.
- [5] **MeteoSchweiz (1993/94–):** Niederschlags-Totalisatoren für das hydrologische Jahr. Zürich.
- [6] **MeteoSchweiz (1998–):** Monatliches Niederschlagsbulletin. Zürich.
- [7] **MeteoSchweiz (2000–):** Annalen der MeteoSchweiz. Zürich.
- [8] **Röthlisberger, G. (1991,1992):** Starkniederschläge im Schweizer Mittelland und Jura: Intensitäten und Häufigkeiten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Band 8–9, Birmensdorf.
- [9] **Schädler, B., Weingartner, R. (2002):** Ein detaillierter hydrologischer Blick auf die Wasserressourcen der Schweiz – Niederschlagskartierung im Gebirge als Herausforderung. In: *Wasser–Energie–Luft*, 94. Jg., Heft 7/8:189–197, Baden.
- [10] **SMA (1864–1999):** Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Zürich.
- [11] **SMA (1901–1997):** Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen. Zürich.
- [12] **SMA (1959–):** Beihefte zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt: Klimatologie der Schweiz. Zürich.
- [13] **Uttinger, H. (1949):** Die Niederschlagsmengen in der Schweiz. Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, Band 2, Zürich.
- [14] **Wolf, R. (1870):** Schweizerische Flussgebietskarte mit Niederschlagscurven, beruhend auf Messungen von 1864–69. Zürich.
- [15] **Zeller, J., Geiger, H., Röthlisberger, G. (1976–1991):** Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes: Intensitäten und Häufigkeiten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Band 1-7, Birmensdorf