

Diss. ETH Nr. 14158

STRAHLUNGSBILANZ DER SCHWEIZ

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von
LUDWIG Z'GRAGGEN
Dipl. Natw. ETH
geboren am 8. Mai 1968
von Gurtnellen (UR)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. A. Ohmura, Referent
Dr. P.-L. Calanca, Korreferent
Dr. A. Zelenka, Korreferent

Abstract

The goal of this study was the determination of the spatial distribution of all components of the radiation balance for the whole area of Switzerland. Climatological mean values for the months of January, April, July and October were derived in order to resolve the annual cycle. The decade 1984-1993 was chosen as a reference. The calculation was carried out on a cartesian grid, with a mesh size of 250 m. This resolution allows the consideration of regional aspects.

The digital elevation model RITAF of Swiss Federal Office of Topography was used as basis for the computation of the altitude, the horizon, the aspect and the slope. Global radiation was calculated taking into account the altitudinal dependence of direct and diffuse radiation. This latter was determined from data of the Swiss Meteorological Institute. The allocation of the albedo required the simplification of the land-use classification of the Swiss Federal Statistical Office as well as the determination of the spatial distribution of the snow cover. The monthly distribution of the snow cover was derived with an own interpolation algorithm from data of the Institute of Snow and Avalanche at Davos.

The distribution of the outgoing longwave radiation closely follows the temperature distribution, which was drawn by objective interpolation from data of the Swiss Meteorological Institute. The incoming longwave radiation was calculated using the radiation transfer model MODTRAN. Climatological profiles of temperature and humidity were inferred from daily soundings carried out at the aerological station at Payerne. The profiles had to be adapted to the various climates of Switzerland, taking into account the difference between the south and the north part of the Alps as well as local conditions such as topographically induced inversions and the exposure.

Longwave incoming radiation is a weighted average for clear-sky and overcast conditions, whereby the monthly mean cloudiness was used as a weight. Monthly mean cloudiness was inferred by objective interpolation from data of the Swiss Meteorological Institute.

The annual net radiation over Switzerland is positive, with a value of 45 Wm^{-2} . Net radiation decreases with increasing altitude, as a consequence of the increase in the albedo. Negative values are found above 2900 m.a.s.l. On a monthly basis, the net radiation is negative in January (-19 Wm^{-2}), but positive in all other months considered (April, July and October).

Zusammenfassung

Das Schwergewicht dieser Arbeit lag in der Bestimmung der räumlichen Verteilung aller Komponenten der Strahlungsbilanz für das ganze Gebiet der Schweiz. Um den Jahresgang der Strahlungsbilanz aufzulösen, wurden für jede Komponente die klimatologischen Mittelwerte der Monate Januar, April, Juni und Oktober berechnet. Als Basis wurde die Dekade 1984-1993 gewählt. Die Berechnung erfolgte auf einem kartesischen Gitter mit einer Maschenweite von 250 m. Diese Auflösung erlaubt, regionale Aspekte der Strahlungsbilanz zu untersuchen.

Das digitale Geländemodell RITAF des Bundesamtes für Landestopographie stellte die topographische Grundlage für die Bestimmung von Meereshöhe, Horizont, Exposition und Hangneigung dar. Die Berechnung der Globalstrahlung berücksichtigte die Höhenabhängigkeit von direkter und diffuser Strahlung, welche aus Daten der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt ermittelt wurde. Für die Zuweisung der Albedo wurde einerseits die Klasseneinteilung der Arealstatistik des Bundesamtes für Statistik vereinfacht, andererseits die Verteilung der Schneedecke bestimmt. Diese wurde aus Daten des Schnee- und Lawinenforschungsinstituts in Davos durch einen eigenen Interpolationsalgorithmus gewonnen.

Die Verteilung der langwelligen Ausstrahlung ist analog der Verteilung der Temperatur, welche durch räumliche Interpolation aus den ANETZ Daten der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt abgeleitet wurde. Die langwellige Einstrahlung wurde mit dem Strahlungstransfermodell MODTRAN bestimmt. Klimatologische Temperatur- und Feuchteprofile wurden aus täglichen Radiosondenaufstiegen der Aerologischen Station in Payerne erarbeitet. Diese Profile mussten an die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse in der Schweiz angepasst werden. Berücksichtigt wurden die Unterschiede zwischen der Alpensüd- und -nordseite, sowie lokale Bedingungen wie Kaltluftseen und Exposition.

Die langwellige Einstrahlung stellt ein gewichteter Mittelwert für heitere und bedeckte Verhältnisse dar. Als Gewicht wurde die monatsmittlere Bewölkung gewählt. Die Verteilung der mittleren Bewölkung wurde durch räumliche Interpolation der Bewölkungsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt errechnet.

Im Jahresmittel weist die Schweiz mit 45 Wm^{-2} eine positive Nettostrahlungsbilanz auf. Die Nettostrahlung sinkt mit zunehmender Höhe hauptsächlich wegen der grösser werdenden Albedo stark ab. Oberhalb 2900 m werden im Jahresdurchschnitt negative Werte erreicht. Im Mittel für die Schweiz ist die Nettostrahlungsbilanz mit -19 Wm^{-2} nur im Januar negativ, in den übrigen betrachteten Monaten April, Juli und Oktober dagegen positiv.