



17

Die Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Baye de Montreux

Von

P. Kasser, Karin Schram und J.C. Thams

Herausgegeben von J. C. Thams, Locarno-Monti

Bisher erschienen

- | | | |
|--------|---|----------|
| Nr. 1a | Uttinger H., Die Niederschlagsstunden in Zürich.
22 Seiten, 1962 | Fr. 5.50 |
| Nr. 1b | Ambrosetti Fl., Die Niederschlagsstunden in Locarno-Monti.
12 Seiten, 1965 | Fr. 4.50 |
| Nr. 2 | Thams J.C., unter Mitarbeit von A. Aufdermaur, P. Schmid und E. Zenone.
Die Ergebnisse des Grossversuches III zur Bekämpfung des Hagels im
Tessin in den Jahren 1957-1963.
32 Seiten, 1966 | Fr. 5.— |
| Nr. 3 | Grütter M., Die bemerkenswertesten Niederschläge der Jahre
1948-1964 in der Schweiz.
20 Seiten, 1966 | Fr. 4.— |
| Nr. 4 | Schram K. und Thams J.C., [Redaktion], 9. Internationale Tagung für Alpine
Meteorologie in Brig und Zermatt, 14.-17. September 1966.
366 Seiten, 1967 | Fr. 30.— |
| Nr. 5 | Ambrosetti Fl. und Thams J.C., Die direkte Sonnenstrahlung auf die Flächen eines
nach Süden orientierten Würfels ohne Grundfläche in Locarno-Monti.
16 Seiten, 1967 | Fr. 3.50 |
| Nr. 6 | Schram K. und Thams J.C., Der Tagesgang der Abkühlungs- und
Aufwärmungsgrösse in Locarno-Monti.
20 Seiten, 1968 | Fr. 4.— |
| Nr. 7 | Ambrosetti Fl., Schram K. und Thams J.C., Die Intensität der direkten
Sonnenstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen in
Locarno-Monti.
13 Seiten, 1968 | Fr. 3.50 |
| Nr. 8 | Uttinger H., Die Zahl der Tage mit Windspitzen von mindestens
20 Metern pro Sekunde in Zürich (1934-1967).
22 Seiten, 1968 | Fr. 5.— |
| Nr. 9 | Mäder F., Untersuchung über die Windverhältnisse in Bodennähe
bei verschiedenen Wetterlagen.
42 Seiten, 1968 | Fr. 7.— |
| Nr. 10 | Schram K., Die Windverhältnisse in der bodennahen Luftschicht
an einem Hang von etwa 25 Grad Neigung.
13 Seiten, 1968 | Fr. 4.— |
| Nr. 11 | Schüepp M., Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967.
44 Seiten, 1968 | Fr. 7.— |
| Nr. 12 | Ackermann P., Die neue Radiosondenstation Payerne
der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
36 Seiten, 1968 | Fr. 6.— |
| Nr. 13 | Junod A., Contribution à la méthodologie granulométrique
des aérosols amicroscopiques.
70 Seiten, 1969 | Fr. 9.— |

DIE STRAHLUNGSVERHAELTNISSE IM GEBIET DER
BAYE DE MONTREUX

Von

P. Kasser, Karin Schram und J.C. Thams

Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasser- und
Erdbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich

Osservatorio Ticinese della Centrale Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung, Résumé.....	4
Riassunto, Summary.....	5
I. Einleitung.....	6
II. Die Sonnenscheindauer.....	7
a. Effektiv mögliche Sonnenscheindauer.....	7
b. Mittlere Sonnenscheindauer in Sonzier und Les Avants.....	9
III. Die Strahlung von Sonne + Himmel auf eine horizontale Fläche.....	10
IV. Schlussfolgerungen.....	13
V. Literaturverzeichnis.....	15
VI. Verzeichnis der Tabellen.....	16
VII. Verzeichnis der Abbildungen.....	17
Tabellen.....	19
Abbildungen.....	35

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zusammenhang mit einer hydrologischen Studie über den Einfluss der Aufforstung auf das Abflussregime der Baye de Montreux wurde versucht, auch die klimatischen Verhältnisse möglichst eingehend zu erfassen. Neben anderen meteorologischen und hydrologischen Elementen wurden auch Untersuchungen über die Sonnenscheindauer und über die kurzweilig eingestrahelte Energie von Sonne + Himmel (Globalstrahlung) durchgeführt.

Um einen Ueberblick über die Grösse der bei gegebenem Horizont maximal möglichen Sonnenscheindauer zu gewinnen, wurden zunächst in 150 Messpunkten des 13.8 km² grossen, gebirgigen und stark gegliederten Gebietes teils Tagbogenmessungen, teils Horizontausmessungen ausgeführt. Aus den so gewonnenen Angaben wurden Karten der Isolinien der Jahres- und Monatssummen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer, sowie der Tagessummen für den längsten und den kürzesten Tag des Jahres entworfen. Sie zeigen, wie ausserordentlich komplex die Verhältnisse in einem gebirgigen Gelände sind.

Messungen der Sonnenscheindauer und der kurzweiligen Strahlung von Sonne + Himmel wurden an zwei, bzw. drei Stationen in verschiedenen Meereshöhen durchgeführt. Sie umfassen mehrere Jahre. In der vorliegenden Arbeit werden sie einer eingehenden Analyse unterzogen. Sie stellen einen Beitrag zum Strahlungsklima der alpinen Zonen dar.

Die ursprüngliche Idee, die Strahlungsverhältnisse des ganzen Gebietes der Baye de Montreux anhand der Beziehungen, die zwischen der Globalstrahlung und der Sonnenscheindauer bestehen, zu bestimmen, konnte nicht verwirklicht werden. Die wesentlichen Gründe hierfür werden ausführlich behandelt und sind in den Schlussfolgerungen kurz zusammengefasst.

RÉSUMÉ

Conjointement à une étude hydrologique de l'influence du reboisement sur le régime d'écoulement de la Baye de Montreux, on a cherché à analyser aussi en détails que possible les conditions climatiques régnant dans son bassin versant. A côté d'autres paramètres météorologiques et hydrologiques, on a examiné la durée d'insolation et l'énergie à ondes courtes reçue du soleil et du ciel (radiation globale).

Afin d'avoir une vue d'ensemble de l'insolation maximum possible que permet l'horizon, on a mesuré cette valeur en 150 points des 13.8 km² de la région, cette dernière étant montagneuse et très cloisonnée. Pour ce faire, on s'est servi soit des angles diurnes, soit de la mesure de l'horizon. On a ensuite établi des cartes mensuelles et annuelles de la somme de l'insolation maximum possible. On a également tracé les cartes correspondant au plus long jour, respectivement au jour le plus court de l'année. Elles montrent toutes la complexité des conditions d'ensoleillement d'un pays montagneux.

On a mesuré l'insolation effective et la radiation globale en deux, respectivement trois points d'altitude différente. Ces mesures couvrent plusieurs années. On les analyse en détail dans ce mémoire qui apporte une contribution importante à la connaissance du climat de rayonnement de la zone alpine.

Il n'a cependant pas été possible de réaliser l'idée qui constituait le point de départ de ce travail: déterminer les conditions de rayonnement de tout le bassin versant de la Baye de Montreux au moyen des rapports existant entre la radiation globale et la durée d'insolation. On discute ici les raisons qui ont conduit à cet échec, raisons qui sont résumées brièvement dans la conclusion.

RIASSUNTO

In relazione ad uno studio idrologico sull'influsso del rimboschimento sul regime di deflusso della Baye de Montreux si tentò di considerare anche le condizioni climatiche nel modo più completo possibile. Accanto ad altri elementi meteorologici ed idrologici furono intraprese ricerche anche sulla durata della insolazione e sulla energia ad onde corte irradiata dal sole + cielo (radiazione globale).

Per ottenere una visione generale sulla grandezza della durata possibile massima dell'insolazione secondo l'orizzonte, furono dapprima eseguite in 150 punti del territorio di 13,8 km², montagnoso e molto irregolare, misure in parte dell'arco diurno del sole, in parte dell'orizzonte. Con i dati così ottenuti furono costruite carte delle isolinie delle somme annuale e mensili della durata dell'insolazione effettivamente possibile, come pure della somma giornaliera per il giorno più lungo e per quello più corto dell'anno. Mostrano come le condizioni siano straordinariamente complesse in una zona montagnosa.

Misure della durata dell'insolazione e della radiazione del sole + cielo furono eseguite in due, rispettivamente tre stazioni a diversa altitudine. Comprendono parecchi anni. Nel presente lavoro furono sottoposti ad una minuziosa analisi. Rappresentano un contributo al clima di radiazione della zona alpina.

L'idea iniziale di determinare le condizioni di radiazione in tutta la regione della Baye de Montreux con l'aiuto delle relazioni esistenti tra la radiazione globale e la durata dell'insolazione, non potè essere realizzata. Le ragioni principali di ciò vengono esaurientemente trattate e sono riassunte brevemente nelle considerazioni conclusive.

SUMMARY

In connection with a hydrological study about the influence of afforestation on the drainage conditions in the Baye de Montreux, an attempt was made to thoroughly establish also the climatic conditions. In addition to other meteorological and hydrological elements, investigations about the hours of sunshine and about the short wave irradiation from sun and sky (global radiation) were carried out.

In order to get an idea of the maximum possible hours of sunshine as a result of the actual horizon, measurements were made partly of the sun's arc and partly of the shape of the horizon at 150 locations in the mountainous and deeply profiled territory of 13,8 km². From the data derived thereof maps were drawn, showing the isolines of yearly and monthly sums of maximum possible hours of sunshine and of the daily sums for the longest and for the shortest day of the year. They show how extraordinarily complex the conditions are in a mountainous terrain.

Measurements of the hours of sunshine and of the short wave radiation from sun and sky were carried out at two and three stations respectively, at different heights above sea level. The duration of the measurements was several years. They are thoroughly analyzed in this paper. They represent a contribution to the topic of the radiation climat in the alpine zone.

The original idea, to determine the conditions of radiation for the whole region of the Baye de Montreux on the basis of the relations existing between global radiation and hours of sunshine, could not be realized. The principal reasons therefore are treated in detail and are briefly summarized in the final considerations.

I. EINLEITUNG

Als im Jahre 1927 die Hochwasser des Wildbaches Baye grosse Schäden in Montreux anrichteten, entschloss man sich Massnahmen zu ergreifen, um in Zukunft solche Ereignisse nach Möglichkeit vermeiden zu können. Es standen zwei Projekte zur Diskussion, eine Wildbachverbauung und eine grosszügige Aufforstung im Einzugsgebiet der Baye de Montreux. Man entschloss sich, das zweite Projekt durchzuführen. Das wissenschaftliche Problem, das sich hier stellte, lag in der Beantwortung der Frage, wie die Aufforstung das Abflussregime beeinflussen werde. Zu diesem Zweck mussten nicht nur die hydrologischen Daten regelmässig aufgezeichnet werden, auch die Kenntnis der meteorologischen Verhältnisse war von entscheidender Bedeutung. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Erfassung der Niederschläge und der Strahlung geschenkt. Die Strahlung spielt neben der Temperatur die Hauptrolle beim Schmelzvorgang in der Schneedecke. Hier sei auf die ausgezeichnete Arbeit von E. HOECK (1952) hingewiesen.

In der vorliegenden Arbeit befassen wir uns nur mit den Strahlungsverhältnissen im Einzugsgebiet der Baye de Montreux. Wie ein Blick auf die Karte (Abb. 1) zeigt, ist das Einzugsgebiet der Baye de Montreux, das etwa 13.8 km^2 umfasst, in orographischer Hinsicht sehr kompliziert. Es erschien sowohl aus organisatorischen wie auch aus finanziellen Gründen von vorneherein als ausgeschlossen, das ganze Gebiet so mit Instrumenten zu dotieren, dass man ein umfassendes Bild der Strahlungsverhältnisse hätte gewinnen können. Man musste daher nach einem anderen gangbaren Weg suchen. Das Ziel bestand darin, die von Sonne und Himmel auf eine horizontale Fläche eingestrahlte, kurzwellige ($\lambda \leq 3 \mu$) Energie (Globalstrahlung) für das ganze Gebiet zu bestimmen und kartographisch darzustellen. Auch eine Umrechnung auf verschieden orientierte und geneigte Flächen wurde in Erwägung gezogen. Zur Erfassung des Strahlungshaushaltes wären natürlich Strahlungsbilanzmessungen, die auch den langwelligen Teil des Spektrums umfassen, notwendig gewesen, doch waren zu jener Zeit die instrumentellen Vorbedingungen noch gar nicht vorhanden und sind auch heute noch nicht befriedigend. Man musste sich daher auf die Messung der kurzwelligen Strahlung beschränken.

Dieses Ziel schien nun grundsätzlich folgendermassen erreichbar zu sein: Aus vielen Untersuchungen weiss man, dass zwischen der Sonnenscheindauer eines Ortes und der Globalstrahlung ein sehr enger Zusammenhang besteht (HINZPETER 1959). Kennt man diese Beziehung zwischen der gemessenen Sonnenscheindauer und der registrierten Globalstrahlung eines Ortes im Untersuchungsgebiet und kann man annehmen, dass diese Bezugsstation für die Region repräsentativ ist, dann sollte es möglich sein, die Globalstrahlung für alle Stationen zu berechnen, von denen man genügend Daten der Sonnenscheindauer hat. Nun war es aus den bereits erwähnten Gründen nicht möglich, im Einzugsgebiet der Baye de Montreux ein dichtes Netz von Stationen mit Sonnenscheinautographen aufzustellen. Um aber doch genügend viele Daten zu erhalten, wurde folgender Weg eingeschlagen: In einem, über das ganze Gebiet gelegten Netz von 149 Stationen wurde die effektiv mögliche Sonnenscheindauer, wie sie durch den Horizontverlauf gegeben ist, mit Tagbogenmessern bestimmt (Tab. I). Unter der Annahme, dass an den Teststationen, an denen die wirkliche Sonnenscheindauer registriert wurde, die Bewölkungsverhältnisse für das ganze Untersuchungsgebiet repräsentativ seien, liess sich dann mit einfachen Mitteln die wirkliche Sonnenscheindauer und aus dieser schliesslich die Globalstrahlung berechnen. Später hat sich dann allerdings gezeigt, dass zu viele unbekannte Faktoren, auf die wir noch zu sprechen kommen werden, die Ausführung dieses Planes als undurchführbar erscheinen liess.

Die Vermessungsarbeiten im Felde und die Konstruktion der Isohelienkarten sind durch H. WIDMER, Vermessungstechniker der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasser- und Erdbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule ausgeführt worden.

II. DIE SONNENSCHENDAUER

Die Sonnenscheindauer wurde an zwei Stationen, und zwar in Les Avants auf 988 m/M und in Sonzier auf 675 m/M, mit Campbell-Stokes Sonnenscheinautographen gemessen. Leider erfolgten die Registrierungen nicht parallel, sondern die verschiedenen langen Messreihen schlossen sich aneinander an. Bevor wir die, an den beiden Stationen registrierte Sonnenscheindauer als klimatische Grösse näher besprechen, sei hier auf die effektiv mögliche Sonnenscheindauer im ganzen Einzugsgebiet der Baye de Montreux eingegangen.

a. Effektiv mögliche Sonnenscheindauer

Unter effektiv möglicher Sonnenscheindauer versteht man die aufgrund des Horizontverlaufes maximal mögliche Dauer. Diese kann auf verschiedene Arten bestimmt werden, von denen hier nur die wichtigsten erwähnt werden mögen:

1. durch unmittelbare Beobachtung der Zeit des Sonnenauf-, bzw. -unterganges
2. durch Bestimmung des Horizontverlaufes mit Hilfe von Theodoliten oder Panoramaaufnahmen
3. durch unmittelbare Ausmessung der Länge des Tagbogens in Abhängigkeit von der Sonnendeklination
4. durch Bestimmung der Sonnenauf- und -untergangszeiten oder der grössten Tagessummen der Sonnenscheindauer anhand von Registrierungen von Sonnenscheinautographen an klaren Tagen.

Der grösste Teil der Bestimmung der effektiv möglichen Sonnenscheindauer im Gebiet der Baye de Montreux beruht auf Tagbogenmessungen, ein kleiner Teil wurde durch Aufnahmen des Panoramas gewonnen und die unter Punkt 4 erwähnte Methode konnte nur bei den Stationen Les Avants und Sonzier angewandt werden. Bei den Tagbogenmessungen wurde die effektiv mögliche Sonnenscheindauer jeweils am 1., 11. und 21. jedes Monats bestimmt und die Werte für die dazwischen liegenden Tage interpoliert. Dieses abgekürzte Verfahren ist im Vergleich zu jenem, bei welchem die Sonnenscheindauer jedes Tages bestimmt wird, mit gewissen Fehlern behaftet, doch sind diese, wie wir feststellen konnten, vernachlässigbar.

Wie wir bereits erwähnt haben, wurde im Einzugsgebiet der Baye de Montreux an 149 Stationen die effektiv mögliche Sonnenscheindauer bestimmt (Abb. 1, Tab. 1). Obwohl das Netz relativ sehr dicht ist, fielen doch auf einen Quadratkilometer etwa 11 Messstandorte, konnten in dem so stark kuperten und mit Waldbeständen bedeckten Gelände viele Einzelheiten überhaupt nicht erfasst werden. Wie dicht ein solches Netz sein müsste, um das zu erreichen, ist sehr schwierig abzuschätzen. Wenn auch bei kartographischen Darstellungen viele Besonderheiten verloren gehen mögen, so geben sie doch ein sehr eindringliches Bild davon, wie ungeheuer kompliziert die Sonnenscheinverhältnisse in unseren Bergen tatsächlich sind. Ein Blick auf die Karten der Isohelien für den längsten und den kürzesten Tag des Jahres (Abb. 3 und 4) zeigt die grosse Vielfalt dieser Verhältnisse. Am kürzesten Tag werden weite Gebiete der Baye de Montreux von keinem Sonnenstrahl erreicht. Daneben sind solche, an denen die effektiv mögliche Sonnenscheindauer sechs Stunden überschreitet. Am längsten Tag sinkt die effektiv mögliche Sonnenscheindauer auch in den am tiefsten eingeschnittenen Tälern nicht unter acht Stunden, die grössten Tagessummen werden im südlichen Teil des Einzugsgebietes mit vierzehn Stunden erreicht.

In den folgenden Darstellungen (Abb. 5) sind die monatlichen Summen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer wiedergegeben. Sie zeigen, wie und in welchem Masse sich die effektiv mögliche Sonnenscheindauer in den einzelnen Geländeabschnitten von Monat zu Monat ändert. Durch diese Karten ist auch die Möglichkeit gegeben, die Sonnenscheinverhältnisse für die Jahreszeiten und für andere Perioden zusammenzustellen, z. B. für das hydrologische Jahr, für die Vegetationsperiode verschiedener Waldbestände und anderes mehr. Sehr instruktiv ist

die Darstellung der Jahressumme (Abb. 2). Ihre Amplitude schwankt von den am meisten eingeschnittenen Tälern bis zu den Kammlinien von 800 bis 4400 Stunden pro Jahr.

Das Material der effektiv möglichen Sonnenscheindauer im gesamten Gebiet der Baye de Montreux ist, da es ausschliesslich auf Horizontausmessungen und auf Tagbogenmessungen beruht, in sich homogen und die Darstellungen der Besonnungsverhältnisse mit Hilfe von Isohelien haben daher ohne Zweifel grossen Wert. Es hat sich aber an den verschiedensten, mit Sonnenscheinautographen ausgerüsteten Stationen folgendes gezeigt: Die Berechnung der relativen Sonnenscheindauer führt zu ganz verschiedenen Werten, je nachdem, ob man die effektiv mögliche Sonnenscheindauer aufgrund von Horizontausmessungen, bzw. Tagbogenmessungen bestimmt, oder aufgrund von Registrierungen des Sonnenscheinautographen an klaren Tagen. So können z. B. Messwerte der relativen Sonnenscheindauer auftreten, die 100 % übersteigen. Diese Diskrepanz hat viele verschiedene Gründe, von denen hier nur die wichtigsten genannt werden sollen. Der grösste Teil der Fehler ist in der instrumentellen Unzulänglichkeit der Sonnenscheinautographen nach Campbell-Stokes begründet.

Es gehört zu den überraschendsten Tatsachen, dass Sonnenscheinautographen nicht geeicht werden, obwohl bekannt ist, dass die Ansprechbarkeit des Sonnenscheinautographen von Instrument zu Instrument sehr verschieden ist. Einige weisen erst bei einer Intensität der direkten Sonnenstrahlung von $0.4 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$, andere schon bei $0.2 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ eine Brennspur auf. Dass diese Tatsache zu sehr grossen Differenzen führen kann, ist wohl ohne weiteres klar. Diese Differenzen sind umso grösser, je länger und je stärker die Atmosphäre bei Sonnenauf- und -untergang mit Dunst erfüllt ist, was bei Stationen in geringer Meereshöhe sehr oft der Fall ist. Stationen im Hochgebirge mit stark eingegengtem Horizont zeigen bei den beiden Bestimmungsarten, anhand von Campbell-Stokes Registrierungen und von Horizontausmessungen, darum viel kleinere Unterschiede, weil die Sonne bereits mit grosser Kraft hinter dem Horizont hervorkommt. Ein anderer, nicht zu vernachlässigender Fehler entsteht oft durch eine falsche Teilung der Streifen in Stundenintervalle, auf die THAMS (1955) in einer früheren Arbeit hingewiesen hat. Die Sonnenscheinautographen werden serienmässig hergestellt und eine minimale Verschiebung, bzw. schlechte Justierung der Glaskugel kann bei der kurzen Brennweite zu grossen Fehlern führen.

Ein anderer Fehler grundsätzlicher Art entsteht folgendermassen: sehr oft folgt für eine gewisse Jahreszeit bei Sonnenauf- und -untergang die Sonnenbahn ungefähr dem Verlauf des Horizontes. Bei der Horizontausmessung wird im allgemeinen der Punkt bestimmt, an dem der erste Sonnenstrahl über dem Horizont erscheint, oder der letzte den Horizont verlässt. Es kann dann bei diesen schleifenden Schnitten für mehrere Minuten nur ein Teil der Sonne über dem Horizont erscheinen, dessen Intensität aber zu schwach ist, um eine Brennspur zu hinterlassen. Es wäre wahrscheinlich richtiger, in irgendeiner Form die Grösse der Sonnenscheibe, die uns unter einem Winkel von ungefähr 1° erscheint, zu berücksichtigen.

Schliesslich sei noch auf die zum Teil stark divergierenden Auswertevorschriften hingewiesen. Dass Sonnenscheinautographen verschiedener Konstruktion, z. B. das Modell von Campbell-Stokes und jenes von Maurer, zu grossen Differenzen bei der Messung führen, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden. In diesem Zusammenhang sei auf die ausführlichen Untersuchungen von M. BIDER (1958) hingewiesen.

Ein Beispiel, wie stark die Bestimmungen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer mit Hilfe von Horizontausmessungen und von Registrierungen der Sonnenscheinautographen Campbell-Stokes differieren können, sei anhand der beiden Heliographenstationen Sonzier und Les Avants gezeigt (Abb. 6). Nicht nur sind die Differenzen der beiden Kurven zu bestimmten Jahreszeiten absolut sehr gross, sie wechseln auch im Laufe des Jahres das Vorzeichen. Ohne sehr eingehende Untersuchungen an Ort und Stelle ist es kaum möglich, die Ursache dieser Differenzen zu finden.

Der grosse, von Instrument zu Instrument und von Ort zu Ort wechselnde Unterschied zwischen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer nach den zwei beschriebenen Bestimmungsarten hat die Klimatologen veranlasst, bei der Berechnung der relativen Sonnenscheindauer nur

die maximal mögliche Dauer, die vom Sonnenscheinautographen angezeigt wird, als Bezugsgrösse zu nehmen, also die Dauer, die ein Heliograph mit all seinen Mängeln und Fehlern anzeigen kann. Dadurch vermeidet man, dass sich aus den Messungen eine relative Sonnenscheindauer von mehr als 100 % ergeben kann. Diese, aufgrund der Registrierungen des Sonnenscheinautographen bestimmten Werte der relativen Sonnenscheindauer mögen, absolut betrachtet, ein nicht exaktes Bild geben, sind aber untereinander vergleichbar. Wir werden später auf dieses Problem zurückkommen, wenn es gilt, aus der relativen Sonnenscheindauer die wirkliche Sonnenscheindauer und schliesslich daraus die Globalstrahlung mit Hilfe von Bezugsstationen zu berechnen.

b. Mittlere Sonnenscheindauer in Sonzier und Les Avants

Die Registrierung der Sonnenscheindauer in Sonzier und Les Avants umfasst zwei ungleich lange, sich aneinander anschliessende Perioden. Das Fehlen einer gemeinsamen Periode macht einen Vergleich der Besonnungsverhältnisse dieser beiden Orte ausserordentlich schwierig. Dennoch möchten wir hier die Ergebnisse der Auswertungen in der von G. HELLMANN (1922) angegebenen, allerdings durch uns etwas modifizierten Form wiedergeben (Tab. 2 und 3). Zudem sind die einzelnen Monatssummen der Sonnenscheindauer in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst. Es würde hier zu weit führen, die Tabellen nach HELLMANN im Einzelnen zu diskutieren, sie sind an sich ohne weiteres verständlich. Die Tabellen der Monatssummen der Sonnenscheindauer in Sonzier und Les Avants bedürfen keiner näheren Erläuterung. Sie zeigen das übliche Bild der grossen Schwankungen der Sonnenscheindauer in Abhängigkeit von der Witterung.

Auf eine Erscheinung sei hier noch besonders eingegangen, da sie eine ausschlaggebende Rolle bei der Berechnung der tatsächlichen Sonnenscheindauer aus der maximal möglichen und der relativen spielt. Es ist dies die Tatsache, dass die relative Sonnenscheindauer einen ausgesprochenen Tagesgang hat. Als Beispiel geben wir hier die Tagesgänge an den Stationen Sonzier und Les Avants für die Monate März, Juni und Dezember (Abb. 7). Der Typus dieses täglichen Ganges ist mehr oder minder immer derselbe, kleine Werte zu den Sonnenauf- und -untergangszeiten, hohe Werte um die Mittagszeit. Zwischen den einzelnen Monaten treten jedoch ganz erhebliche Differenzen auf. Ebenso gross sind die Unterschiede von Station zu Station. Wie THAMS (1955) in einer Arbeit gezeigt hat, darf man bei der Berechnung der mittleren Sonnenscheindauer diese Tagesgänge nicht vernachlässigen. Deshalb wird das ganze Verfahren für die Berechnung der Sonnenscheindauer im Gebiet der Baye de Montreux praktisch undurchführbar.

Ein Vergleich der Besonnungsverhältnisse zwischen Les Avants und Sonzier einerseits, und anderen Stationen andererseits ist nur dann sinnvoll, wenn es möglich ist, die Daten auf die gleiche Periode zu beziehen. Eine solche Reduktion wird in der Klimatologie im allgemeinen nur für Monatssummen angewandt. Als Bezugsstation haben wir die Station Montreux-Clarens gewählt, deren Beobachtungsreihe im Jahre 1893 begonnen wurde (SCHUEPP 1961). Um auch den Vergleich mit anderen Stationen zu erleichtern, wurde eine Reduktion nach der Differenzenmethode für die Periode 1931 - 1960 vorgenommen, da diese auch für die Klimatographie der Schweiz gewählt wurde.

In der Tabelle 6 sind nun für diese drei Stationen und für die Gipfelstation Rochers de Naye die effektiv mögliche, die mittlere und die relative Sonnenscheindauer, reduziert auf die Periode 1931 - 1960, sowie die astronomisch mögliche aufgeführt. Eine bessere Uebersicht gibt die Abbildung 8. Die Abbildung 8a zeigt die grosse Verschiedenheit der effektiv möglichen Sonnenscheindauer an den vier Stationen und den Verlust, der durch den Horizont verursacht wird. Entsprechend seiner tief eingeschnittenen Lage hat Les Avants die kleinste mögliche Sonnenscheindauer. Der prozentuale Verlust ist wegen des an sich längeren Tagbogens der Sonne in Les Avants, Montreux-Clarens und Rochers de Naye in den Sommermonaten am ausgeprägtesten. Die effektiv mögliche Sonnenscheindauer von Sonzier als einer typischen Hangstation läuft nahezu parallel zur astronomisch möglichen, d. h. die Horizontabschirmung ist sehr gleichmässig. In der Abbildung 8b findet sich die tatsächlich gemessene, mittlere Sonnenscheindauer. Der Charakter der Kurven ist an allen Stationen ähnlich, die höchsten Werte werden im Juli, die tief-

sten im Winter erreicht. Dabei fällt auf, dass die Unterschiede im Sommer viel grösser sind als in den Frühlings-, Herbst- und Wintermonaten. Im Winter macht Rochers de Naye allerdings eine Ausnahme mit relativ hohen Werten der Sonnenscheindauer. Diese Feststellung ist insofern von Bedeutung, als die grössten Differenzen mit der Vegetationsperiode zusammenfallen. Auch die relative Sonnenscheindauer ist bei den drei Stationen Les Avants, Sonzier und Montreux-Clarens ähnlich (Abb. 8c). Die relativ grossen Differenzen in den Wintermonaten sind den verschiedenen Bewölkungsverhältnissen zuzuschreiben, wobei die Bildung von Nebel und Hochnebel eine besonders grosse Rolle spielt. Es überrascht daher nicht, dass die am höchsten gelegenen Stationen Rochers de Naye und Les Avants im Winter die grössten Werte der relativen Sonnenscheindauer aufweisen, gefolgt von Sonzier und Montreux-Clarens. Wir sehen aus der Abbildung 8c, dass der Jahresgang der relativen Sonnenscheindauer auf Rochers de Naye nicht nur sehr ausgeglichen ist, sondern auch absolut ganz andere Werte als die tiefer gelegenen Stationen zeigt. Es ist offensichtlich, dass die relative Sonnenscheindauer sich mit zunehmender Meereshöhe merklich ändert.

Bevor wir für das Gebiet der Baye de Montreux die Strahlungsverhältnisse behandeln, sei hier, nachdem wir Einblick in das Material bekommen haben, die für die ganze Untersuchung entscheidende Frage beantwortet, ob es in unserem Falle möglich ist, aufgrund der relativen Sonnenscheindauer an den Stationen Montreux-Clarens, Sonzier und Les Avants und der effektiv möglichen Sonnenscheindauer aller Messpunkte aufgrund von Horizontausmessungen die wirkliche Sonnenscheindauer mit genügend grosser Genauigkeit zu berechnen.

Folgende Tatsachen, die zwar bereits erwähnt wurden, hier aber noch einmal zusammengefasst seien, zeigen uns, dass dieses Verfahren im Gebiet der Baye de Montreux mit seinen orographisch komplizierten Verhältnissen anhand des vorliegenden Materials nicht möglich ist:

1. Es darf nicht angenommen werden, dass die Bewölkungsverhältnisse in diesem Gebiet, das sich von 550 m Meereshöhe bis zu 1941 m erstreckt, einheitlich sind, d. h., dass die Stationen Sonzier und Les Avants repräsentative Werte für das ganze Gebiet liefern.

2. Der Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer hängt nicht nur von der Jahreszeit ab, er ist auch von Ort zu Ort verschieden.

III. DIE STRAHLUNG VON SONNE + HIMMEL AUF EINE HORIZONTALE FLÄCHE

Diese klimatisch wichtige Grösse wurde an den drei Stationen Sonzier, Les Avants und Col de Jaman gemessen, und zwar mit dem bekannten Aktinographen nach Robitzsch. Man hatte damals dieses Instrument eingesetzt, weil es nicht nur einfach zu bedienen war, sondern auch genügend genaue Resultate versprach. Die Globalstrahlung wurde entweder auf einem Streifen mit Wochenumlauf oder einem solchen mit Viertageumlauf aufgezeichnet.

Die Prüfung der Aktinographen nach Robitzsch hat eine sehr lange Geschichte hinter sich. Von begeisterter Zustimmung ist man dabei zum Teil zur völligen Ablehnung gekommen. Schon am Anfang zeigte es sich bald, dass die von Robitzsch selber angegebenen Eichfaktoren unmöglich stimmen konnten und einen grundsätzlichen Fehler aufwiesen (MOERIKOFER und THAMS 1936). Nach der Korrektur dieses Fehlers glaubte man mit einem einzigen Eichfaktor auskommen zu können und viele Strahlungssummen sind auch so berechnet worden. Später hat sich dann gezeigt, dass der Eichfaktor einen typischen Jahresgang mit hohen Werten im Sommer und kleinen im Winter hat (THAMS 1945). Die Ursachen hierfür sind unter anderem auf Einflüsse der Umgebungstemperatur, der Sonnenhöhe und des Azimutes einerseits, und der verschiedenen Empfindlichkeit der Bimetallplatten für die diffuse Strahlung andererseits zurückzuführen. Wurde nun ein Instrument z. B. in den Sommermonaten geeicht, dann gelangte, wenn der Jahresgang des Eichfaktors nicht berücksichtigt wurde, in den Wintermonaten ein um 8 und mehr Prozent zu grosser Faktor zu Anwendung.

Wegen der ausserordentlich grossen Trägheit des Instrumentes können keine Momentan-

werte gewonnen werden, sinnvolle Ergebnisse stellen nur die Tagessummen dar. Die Auswertung geschieht im allgemeinen durch Planimetrierung der Fläche, die natürlich bei Aktinographen, die mit einem Streifen für Wochenumlauf ausgerüstet sind, ungenauer ist, als bei einem solchen mit Viertagesumlauf. Heute ist man der Ansicht, dass man mit den Bimetallaktinographen nach Robitzsch wirklich zuverlässige Werte nur dann erhält, wenn man das Instrument ständig kontrolliert und während des ganzen Jahres bei den verschiedensten meteorologischen Bedingungen Eichungen durchführt. Die beste Eichmethode ist heute die, dass man die vom Bimetallaktinographen aufgezeichnete Tagessumme mit jener eines gut geeichten, thermoelektrischen Solarimeters vergleicht. Da solche ständige Kontrollen in Untersuchungsgebieten wie dem der Baye de Montreux praktisch kaum durchgeführt werden können, darf man an die Genauigkeit des dort gewonnenen Materials nicht zu hohe Anforderungen stellen.

Die Geschichte der Bimetallaktinographen, die im Gebiet der Baye de Montreux eingesetzt worden sind, ist ein wenig eine Leidensgeschichte. Sie beginnt bereits im Mai 1933, als man über die Eigenschaften dieser Instrumente im Grunde nur sehr unvollkommen orientiert war. Zwar sind in grösseren Abständen Kontrolleichungen vorgenommen worden, doch sind diese nach unserer heutigen Ansicht nicht genügend. Zudem sind an den drei Stationen, in denen insgesamt vier Aktinographen zum Einsatz kamen, diese wiederholt ausgewechselt und die Bimetallamellen, die den Witterungseinflüssen nur zwei bis drei Jahre standhalten, mit neuen Ueberzügen versehen worden. In den letzten Jahren sind am Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti sehr viele Untersuchungen gemacht worden, um ein klares Bild über die in der Baye de Montreux verwendeten Bimetallaktinographen zu gewinnen. Es würde hier zu weit gehen, auf diese Untersuchungen im einzelnen einzugehen. Es ist auch viel Mühe darauf verwendet worden, die Werte der drei Stationen miteinander vergleichbar zu machen, doch konnten gewisse Differenzen grundsätzlich nicht beseitigt werden. Das gilt z. B. für den Vergleich der Registrierungen aus der Anfangszeit mit jenen der Schlussphase. So war es unmöglich, für den Aktinographen, bei dem nur ein Jahresfaktor zur Anwendung kam, nachträglich eine Korrektur im Sinne der mit den Jahreszeiten veränderlichen Eichfaktoren vorzunehmen, da sich nicht mehr eruieren liess, auf welchen Monat sich die Eichung bezog. Auch wäre es sehr problematisch gewesen, nachträglich den Jahresgang des Eichfaktors anzubringen, da dieser von Instrument zu Instrument verschieden ist. Ein grosses Hindernis für die Nacheichung stellte die Zerstörung namentlich der weissen Flächen der Bimetallstreifen dar, da man nicht mehr feststellen konnte, wann und in welchem Grade diese eingesetzt hatte. Ein einigermaßen gutes Kriterium gab immerhin der Vergleich der Tagessummen der eingestrahlten Energie an wolkenlosen Tagen in den verschiedenen Jahren (THAMS 1944).

Die weitaus umfassendste Periode der Registrierungen der Globalstrahlung liegen von der Station Les Avants vor, wurden doch dort die Messungen im Mai 1933 begonnen und bis zum November 1947 fortgeführt (Tab. 8). Das Material weist zwar einige Lücken auf, ist aber genügend vollständig, dass man daraus brauchbare Mittelwerte ableiten kann. In der Tabelle 8 fällt besonders auf, wie stark der monatliche Tagesmittelwert schwanken kann. In den Wintermonaten betrug der Unterschied zwischen der maximalen, mittleren monatlichen Tagessumme und der minimalen ungefähr die Hälfte des Mittelwertes über die ganze Messperiode, im Sommer etwa ein Drittel (Abb. 9).

Auch die Messungen in Sonzier, die mehr als zehn Jahre, vom Januar 1948 bis zum August 1958, umfassen, weisen Unterbrechungen auf, doch ist das Material noch gut verwendbar (Tab. 7). Auch hier sind die Differenzen zwischen grösster und kleinster mittlerer monatlicher Tagessumme beträchtlich (Abb. 9), die natürlich von den unterschiedlichen Witterungsverhältnissen abhängen.

Bei der Station Col de Jaman, bei der die Registrierungen im September 1950 begonnen und bis zum Dezember 1958 ausgewertet wurden, müssen wir leider auf die Angabe von Mittelwerten verzichten, da das Material zu viele und zu grosse Lücken aufweist. Immerhin war es möglich, den Jahresgang der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen mit genügend grosser Sicherheit abzuleiten.

Zunächst wurde der Jahresgang der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen ermittelt. Die

einzelnen Messwerte streuen wegen der sehr unterschiedlichen Dunstverhältnisse um einen gewissen Betrag, der von Station zu Station verschieden ist. Als Beispiel einer solchen Auswertung sei hier die Kurve für Les Avants wiedergegeben (Abb. 10). Die Kurve wurde, dem in der Klimatologie üblichen Verfahren entsprechend, ungefähr durch die Mittelwerte der Punkteschar gezogen und nicht, wie es für viele Zwecke der Praxis, z. B. der Bautechnik, die hier nicht zur Diskussion stehen, richtiger wäre, durch die maximal erreichten Werte. In der Abbildung 11 sind nun die nach dieser Methode gewonnenen Jahressgänge der Globalstrahlung bei wolkenlosem Himmel für alle drei, zur Verfügung stehenden Stationen Sonzier, Les Avants und Col de Jaman aufgezeichnet. Wenn auch alle drei Kurven den gleichen Grundcharakter haben, so zeigen sich doch sehr markante Unterschiede von Station zu Station. Man muss hierbei berücksichtigen, dass die Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen von folgenden Faktoren abhängen: rein geometrisch von der Horizontabschirmung, die ja bei allen drei Stationen verschieden ist, des weiteren von der hereinkommenden Intensität der Strahlung von Sonne und Himmel, die in erster Linie durch die Dunstverhältnisse bestimmt ist. Eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt schliesslich die Bodenbeschaffenheit, d. h. die Art der Vegetationsbestände und vor allem die Bedeckung des Bodens mit Schnee. Diese ist bei Stationen, die von Hängen umgeben sind, besonders zu berücksichtigen, doch darf auch im ebenen Gelände die sogenannte multiple Reflexion von der verschneiten Landschaft zur Atmosphäre und zurück nicht vernachlässigt werden. In den Tabellen 9, 10 und 11 sind für die drei Stationen die Strahlungssummen bei wolkenlosem Himmel für jeden Tag des Jahres angegeben.

Besonderes Interesse beansprucht auch die Strahlungssumme an bedeckten Tagen (Tab. 12 und 13), an denen der Sonnenscheinograph keine Brennsur aufweist. Es ist bemerkenswert, dass die eingestrahlte Energie an solchen Tagen in den Wintermonaten, in denen der Himmel relativ oft bedeckt ist, rund 50 % des Mittelwertes über alle Tage beträgt. Im Sommer liegen die Verhältnisse natürlich wesentlich anders, die diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel macht dann nur ungefähr ein Drittel des Mittelwertes aus. Da die diffuse Strahlung praktisch richtungsunabhängig ist, spielt die Neigung und Orientierung der Empfangsflächen nur eine untergeordnete Rolle.

Es stellt sich hier noch die Frage, ob man, ähnlich wie bei der Sonnenscheindauer, die Werte der Globalstrahlung der Stationen Sonzier und Les Avants auf eine gleiche Periode reduzieren könnte. Das ist nach dem gleichen Verfahren allerdings nicht möglich, da keine Bezugsstation mit Messungen der Globalstrahlung im Gebiet der Baye de Montreux vorhanden ist. Die Methode, die hier anwendbar wäre, würde auf der eingangs erwähnten Relation zwischen der relativen Sonnenscheindauer und der relativen Globalstrahlung beruhen.

Ueber die Beziehung der Globalstrahlung zur Sonnenscheindauer liegen zahlreiche Untersuchungen vor (HINZPETER 1959). Man kann hierbei von den einzelnen Tagessummen oder auch von den Monatssummen der Globalstrahlung ausgehen. Letztere Beziehung wird dann vorteilhaft sein, wenn es nur darum geht, monatliche Mittelwerte von einer kürzeren Messreihe auf eine längere zu reduzieren.

In der Abbildung 12 ist die Beziehung zwischen der relativen Sonnenscheindauer und der relativen Globalstrahlung ausgehend von den einzelnen Tageswerten für Sonzier und Les Avants aufgezeichnet. Diese Kurven stimmen im wesentlichen mit jenen überein, die schon für andere Stationen, z. B. für Zürich (THAMS 1943), gefunden wurden. Sie wurden von uns dazu verwendet, einzelne fehlende Tagessummen der Globalstrahlung zu ergänzen.

Während sich bei Verwendung der einzelnen Tageswerte eine nicht lineare Beziehung ergibt, erhält man, wenn man von Monatssummen ausgeht, eine Gerade, die allerdings nicht ohne weiteres auf die extremen Werte 0 % und 100 % relative Sonnenscheindauer extrapoliert werden darf. Der Zusammenhang zwischen der relativen Globalstrahlung, berechnet unter Anwendung von Monatssummen, und der relativen Sonnenscheindauer für die beiden Stationen Sonzier und Les Avants zeigt die Abbildung 13. Alle diese Beziehungen sind nur für durchschnittliche Bewölkungsverhältnisse gültig, da sich bei Vorwiegen von z. B. mittlerer oder hoher Bewölkung eine deutliche Verschiebung in Richtung der Ordinatenachse zeigen würde. Diese Geraden lassen sich formel-

mässig folgendermassen ausdrücken:

$$Q_R = Q_0 (a + bR),$$

wobei Q_R die effektiv gemessene Monatssumme der Globalstrahlung bei einer relativen Sonnenscheindauer R ist, Q_0 die Monatssumme der Globalstrahlung, wenn den ganzen Monat hindurch ständig wolkenloser Himmel wäre. Die Grössen a und b sind Konstante, wobei a dem Verhältnis der Monatssummen der Globalstrahlung bei vollkommen bedecktem und bei wolkenlosem Himmel entspricht. Die Gleichung lautet für Les Avants:

$$Q_R = Q_0 (0.29 + 0.70 R),$$

und für Sonzier:

$$Q_R = Q_0 (0.37 + 0.63 R).$$

Die mittlere quadratische Abweichung beträgt für Les Avants 6.0 %, für Sonzier 4.3 %, der Korrelationskoeffizient 0.99, bzw. 0.97. Bei gleicher Horizontabschirmung nimmt der Wert von a in der Regel mit zunehmender Meereshöhe zu (PROHASKA 1943). Da Les Avants einen viel engeren Horizont als Sonzier besitzt, ist dort der Wert von a kleiner. Allerdings liegt der Unterschied im Rahmen der Streuung, die teils instrumentell, teils durch die Art der Bewölkung bedingt ist.

Wir haben nun die für Sonzier, bzw. Les Avants gefundenen Beziehungen dazu benutzt, um mit Hilfe der langjährigen Werte der relativen Sonnenscheindauer (Tab. 6), die, wie bereits erwähnt, anhand der Werte von Montreux-Clarens reduziert wurden, und der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen (Tab. 9 und 10) die mittleren Tagessummen der Globalstrahlung für die Periode 1931 bis 1960 zu berechnen (Tab. 14). In der Abbildung 9 sind diese berechneten Werte als Kreise eingetragen. Es ist sehr erstaunlich, wie wenig diese Punkte von den Kurven, die den registrierten, mittleren Tagessummen der Globalstrahlung in den jeweiligen Messperioden der beiden Stationen entsprechen, abweichen. Offenbar genügt eine zehnjährige, bzw. fünfzehnjährige Messperiode, um repräsentative Mittelwerte für die Globalstrahlung zu erhalten.

Eine Ausdehnung dieser Berechnungen auf das ganze Gebiet der Baye de Montreux haben wir wegen der Unsicherheit der Bestimmung der effektiv aufgetretenen Sonnenscheindauer und wegen der Unkenntnis der Abhängigkeit der Relation zwischen der Globalstrahlung und der relativen Sonnenscheindauer von der Meereshöhe nicht vorgenommen.

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Welche Schlussfolgerungen müssen wir nun aus den bisherigen Ausführungen ziehen? Es hat sich klar gezeigt, dass das für das Gebiet der Baye de Montreux vorhandene Grundmaterial nicht ausreicht, um einen Gesamtüberblick über die Sonnenschein- und Strahlungsverhältnisse zu gewinnen. Die Gründe hierfür sind mannigfaltig; hier seien nur die wichtigsten noch einmal zusammengefasst:

1. Die Anzahl der Stationen zur Messung der Sonnenscheindauer und der Globalstrahlung im Einzugsgebiet war viel zu klein. Das hatte zur Folge, dass man die Abhängigkeit dieser beiden Grössen vor allem von der Meereshöhe und von der besonderen Lage der Station nicht erfassen

konnte.

2. Das Instrumentarium selber erwies sich als zu wenig exakt.

3. Die Wartung und die dauernde Kontrolle des Instrumentariums konnten nicht in dem Masse durchgeführt werden, wie es erforderlich gewesen wäre. Im Laufe der fast drei Jahrzehnte, über die sich die Registrierungen erstreckten, wurden zudem auf instrumentellem Gebiet neue Erkenntnisse gewonnen, von denen man am Anfang der Messperiode noch nichts wissen konnte.

4. Im ganzen betrachtet ist das Einzugsgebiet der Baye de Montreux für einen derartigen Versuch zu kompliziert. Das hat vor allem die Isohelienkarte dieses Gebietes gezeigt.

Immerhin haben die langjährigen Messungen im Gebiet der Baye de Montreux einen guten Einblick in die Komplexität des meteorologischen Geschehens in alpinen Gebieten gegeben und uns erkennen lassen, wie vorsichtig man mit der Interpretation von Messungen an einzelnen Stationen für ganze Gebiete sein muss. Darüber hinaus haben die Messungen an einzelnen Punkten, auch wenn sie mit gewissen Fehlern behaftet sind, einen bedeutenden Wert und können unsere Kenntnis der Sonnenschein- und Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Alpen merklich bereichern. Es sei hier noch hervorgehoben, dass auch bei Verwendung des modernsten Instrumentariums das von uns gestellte Ziel wegen des viel zu grossen Arbeits- und Kostenaufwandes auch heute kaum erreicht werden könnte, würde doch die Grösse des Aufwandes in keinem Verhältnis zu den gewonnenen Resultaten stehen.

Adressen der Verfasser:

Dipl. Bau-Ing. Peter Kasser

Dr. Karin Schram

Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der
Versuchsanstalt für Wasser- und Erdbau an der
Eidg. Technischen Hochschule
Voltastrasse 24

CH-8044 Zürich

J.C. Thams

Osservatorio Ticinese della
Centrale Meteorologica Svizzera

CH-6605 Locarno-Monti

V. LITERATURVERZEICHNIS

- BIDER, M. , 1958 Ueber die Genauigkeit der Registrierungen des Sonnenscheinauto-
graphen Campbell-Stokes.
Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie B, Band 9.
- HELLMANN, G. , 1922 Die Sonnenscheindauer in Deutschland.
Sitzungsbericht der Preussischen Akademie der Wissenschaften,
XXIII.
- HINZPETER, H. , 1959 Vergleichende Prüfung von Formeln zur Berechnung von Global-
strahlungssummen.
Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie B, Band 9,
S. 60 - 72.
- HOECK, E. , 1952 Der Einfluss der Strahlung und der Temperatur auf den Schmelz-
prozess der Schneedecke.
Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Hydro-
logie, Lieferung 8.
- MOERIKOFER, W. , und
THAMS, J. C. , 1936 Zur Bestimmung des Eichfaktors beim Bimetallaktinographen
Fuess-Robitzsch.
Meteorologische Zeitschrift, Heft 11, S. 410 - 415.
- PROHASKA, F. , 1943 Die Globalstrahlung in Davos.
Gerlands Beiträge zur Geophysik 59, Heft 314.
- SCHUEPP, M. , 1962 Sonnenscheindauer. Klimatologie der Schweiz I.
Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralan-
stalt, Jg. 1961.
- THAMS, J. C. , 1943 Die Strahlung von Sonne + Himmel in Zürich.
Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Jg. 1942,
- THAMS, J. C. , 1944 Ueber die Konstanz des Eichfaktors beim Bimetallaktinographen
Fuess-Robitzsch.
Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Jg. 1943.
- THAMS, J. C. , 1945 Ein Beitrag zum Eichproblem des Bimetallaktinographen.
Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Jg. 1944.
- THAMS, J. C. , 1955 Zur Bestimmung der Sonnenscheindauer in einem stark kuperten
Gelände.
Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie B, Band 6,
S. 416 - 430.

VI. VERZEICHNIS DER TABELLEN

- Tab. 1. Effektiv mögliche Sonnenscheindauer an 150 Messpunkten im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Tab. 2. Uebersicht über die Sonnenscheinverhältnisse in Sonzier.
- Tab. 3. Uebersicht über die Sonnenscheinverhältnisse in Les Avants.
- Tab. 4. Monatssummen der Sonnenscheindauer in Sonzier in den Jahren 1948 bis 1958.
- Tab. 5. Monatssummen der Sonnenscheindauer in Les Avants in den Jahren 1932 bis 1947.
- Tab. 6. Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für die Periode 1931 - 1960 an den Stationen Montreux -Clarens, Sonzier, Les Avants und Rochers de Naye.
- Tab. 7. Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche in Sonzier von 1948 bis 1958.
- Tab. 8. Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche in Les Avants von 1933 bis 1947.
- Tab. 9. Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Sonzier.
- Tab. 10. Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Les Avants.
- Tab. 11. Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen auf Col de Jaman.
- Tab. 12. Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung bei bedecktem Himmel in Sonzier.
- Tab. 13. Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung bei bedecktem Himmel in Les Avants.
- Tab. 14. Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung in Sonzier und Les Avants, berechnet für die Periode 1931 - 1960.

LISTE DES TABLEAUX

- Tab. 1. Durée d'insolation maximum possible à 150 stations du bassin versant de la Baye de Montreux.
- Tab. 2. Durée d'insolation à Sonzier. - Récapitulation.
- Tab. 3. Durée d'insolation aux Avants. - Récapitulation.
- Tab. 4. Sommes mensuelles de l'insolation à Sonzier durant les années 1948 à 1958.
- Tab. 5. Sommes mensuelles de l'insolation aux Avants durant les années 1932 à 1947.
- Tab. 6. Sommes mensuelles ou annuelles de la durée d'insolation aux stations de Montreux-Clarens, Sonzier, Les Avants et Rochers de Naye durant la période 1931 à 1960.
- Tab. 7. Sommes journalières moyennes de la radiation globale à une surface horizontale à Sonzier.
- Tab. 8. Sommes journalières moyennes de la radiation globale à une surface horizontale aux Avants.
- Tab. 9. Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages à Sonzier.
- Tab. 10. Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages aux Avants.
- Tab. 11. Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages au Col de Jaman.
- Tab. 12. Sommes journalières moyennes de la radiation globale par ciel couvert à Sonzier.
- Tab. 13. Sommes journalières moyennes de la radiation globale par ciel couvert aux Avants.
- Tab. 14. Sommes journalières moyennes de la radiation globale à Sonzier et aux Avants durant la période 1931 à 1960.

VII. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

- Abb. 1. Lage der Messpunkte zur Bestimmung der Sonnenscheindauer und der Globalstrahlung im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Abb. 2. Isolinien der Jahressumme der effektiv möglichen Sonnenscheindauer im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Abb. 3. Isolinien der effektiv möglichen Sonnenscheindauer für den längsten Tag des Jahres im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Abb. 4. Isolinien der effektiv möglichen Sonnenscheindauer für den kürzesten Tag des Jahres im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Abb. 5. Isolinien der Monatssummen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer für jeden Monat des Jahres im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
- Abb. 6. Jahresgang der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Sonzier und Les Avants.
- Abb. 7. Mittlerer Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer im März, Juni und Dezember in Sonzier und Les Avants.
- Abb. 8. Jahresgang der astronomisch möglichen, der effektiv möglichen, der mittleren und der relativen Sonnenscheindauer in Montreux-Clarens, Sonzier, Les Avants und Rochers de Naye.
- Abb. 9. Jahresgang der mittleren, sowie der maximalen und minimalen Tagessummen der Globalstrahlung in Sonzier und Les Avants.
- Abb. 10. Jahresgang der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Les Avants.
- Abb. 11. Jahresgang der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Sonzier, Les Avants und auf Col de Jaman.
- Abb. 12. Zusammenhang zwischen der relativen Globalstrahlung und der relativen Sonnenscheindauer für Tagessummen in Sonzier und Les Avants.
- Abb. 13. Zusammenhang zwischen der relativen Globalstrahlung und der relativen Sonnenscheindauer für Monatssummen in Sonzier und Les Avants.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1. Bassin versant de la Baye de Montreux. Réseau des stations pour la mesure de la durée d'insolation et de la radiation.
- Fig. 2. Isolignes de l'insolation maximum possible (somme annuelle) dans le bassin versant de la Baye de Montreux.
- Fig. 3. Isolignes de l'insolation maximum possible du jour le plus long de l'année dans le bassin versant de la Baye de Montreux.
- Fig. 4. Isolignes de l'insolation maximum possible du jour le plus court de l'année dans le bassin versant de la Baye de Montreux.
- Fig. 5. Isolignes de l'insolation maximum possible (sommés mensuelles) pour chaque mois de l'année dans le bassin de la Baye de Montreux.
- Fig. 6. Evolution annuelle de l'insolation maximum possible à Sonzier et aux Avants.
- Fig. 7. Evolution diurne de l'insolation relative en mars, juin et décembre à Sonzier et aux Avants.
- Fig. 8. Evolution annuelle de l'insolation astronomique, maximum possible, moyenne et relative à Montreux-Clarens, à Sonzier, aux Avants et aux Rochers de Naye.

Fig. 9. Evolution annuelle des sommes journalières moyennes, maximales et minimales de la radiation globale à Sonzier et aux Avants.

Fig. 10. Evolution annuelle de la radiation globale pour des jours sans nuages aux Avants.

Fig. 11. Evolution annuelle de la radiation globale pour des jours sans nuages à Sonzier, aux Avants et au Col de Jaman.

Fig. 12. Relations entre la radiation globale relative et la durée d'insolation relative, établies sur la base de sommes journalières, valables pour Sonzier et Les Avants.

Fig. 13. Relations entre la radiation globale relative et la durée d'insolation relative, établies sur la base de sommes mensuelles, valables pour Sonzier et Les Avants.

Tab. 1 Effektiv mögliche Sonnenscheindauer an 150 Messpunkten im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.

Die Werte für die Punkte A bis Q sind mit Horizontausmessungen bestimmt, jene für die Punkte 1 bis 134 mit Tagbogenmessungen. Die Monats- und Jahressummen sind in Stunden angegeben, die Tagessummen in Stunden und Minuten. Y, X und H sind die Koordinaten der Messpunkte in Metern. Das Koordinatennetz für Y und X ist in der Abbildung 1 eingezeichnet. Am Tabellenende ist die für alle Messpunkte gültige, astronomisch mögliche Sonnenscheindauer angegeben.

Tab. 1 Durée d'insolation maximum possible à 150 stations du bassin versant de la Baye de Montreux.

Les valeurs pour les stations A à Q sont déterminées au moyen de la mensuration de l'horizon, ceux pour 1 à 134 au moyen de la mesure de l'angle diurne. Les sommes mensuelles et annuelles sont indiquées en heures, les sommes journalières en heures et en minutes. Y, X et H sont les coordonnées des stations de mensuration en mètres. Le réseau des coordonnées Y et X est dessiné dans figure 1. L'insolation astronomique qui est valable pour tous les points de mensuration est indiquée à la fin du tableau.

Messp. Nr.	Koordinaten			effektiv mögliche Sonnenscheindauer																
	Y	X	H	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	21. Dez.	21. März	21. Juni	21. Sept.
A	560 492	143 277	705	205	231	311	351	390	415	418	378	320	278	211	191	3699	5.59	10.23	13.33	10.30
B	560 622	144 242	1019	218	219	273	306	342	348	352	326	280	252	214	204	3343	6.22	9.06	11.59	9.14
C	561 367	144 630	1036	218	225	286	312	343	346	350	330	290	261	220	208	3389	6.28	9.37	12.03	9.42
D	561 937	145 381	1121	201	225	292	306	326	325	331	320	294	266	208	192	3287	5.47	9.51	11.48	9.59
E	562 722	145 719	1429	239	249	298	304	329	328	333	321	292	285	245	223	3446	7.09	10.11	12.35	10.07
F	563 705	146 755	1495	218	220	279	304	332	356	361	329	285	256	220	210	3390	6.23	9.15	11.57	9.22
G	561 967	144 883	979	193	203	274	291	322	325	331	307	283	249	194	186	3138	5.40	9.02	11.23	9.06
H	563 450	144 563	1126	170	199	267	317	368	368	375	346	276	243	180	154	3263	4.54	8.57	12.22	9.00
J	563 333	145 082	1173	192	220	301	321	334	331	338	326	300	272	202	179	3316	5.29	10.01	11.59	10.07
K	564 311	144 631	1485	191	242	333	376	424	422	431	402	348	290	216	152	3827	4.14	11.09	14.32	11.27
L	564 517	143 451	1745	179	218	337	364	405	420	422	387	342	277	186	167	3704	4.51	11.09	13.50	11.17
M	563 517	143 346	1464	196	215	287	337	373	374	381	360	302	257	202	189	3473	5.51	9.43	12.50	9.49
N	562 044	142 970	1095	202	226	299	348	408	416	423	379	310	269	209	186	3675	5.32	9.59	13.38	10.05
O	562 896	144 004	1202	156	206	301	340	409	429	429	372	314	260	169	142	3527	4.20	9.49	13.09	9.53
P	562 741	143 272	1177	166	218	291	333	377	378	384	361	302	258	202	178	3478	5.34	9.41	13.05	9.51
Q	561 319	143 439	726	125	202	290	326	364	366	371	347	301	251	150	96	3189	3.05	9.32	12.36	9.36
1	563 856	145 980	1355	190	191	242	269	313	321	321	304	248	224	189	184	2996	5.54	8.04	10.41	8.03
2	560 778	143 333	603	114	143	205	235	284	298	307	260	211	181	122	102	2462	3.09	6.49	10.04	6.47
3	561 139	143 636	660	130	164	233	239	263	292	288	257	229	203	143	118	2549	3.40	7.30	9.54	7.28
4	560 796	143 511	678	170	188	255	282	338	348	353	308	259	229	175	162	3067	5.12	8.24	11.39	8.26
5	560 612	143 198	678	191	207	272	314	362	378	376	342	283	247	197	181	3350	5.39	9.01	12.43	9.09
6	564 356	143 842	1878	267	286	368	405	459	465	470	437	374	331	272	254	4388	8.02	12.12	15.35	12.11
7	563 698	146 033	1383	148	166	223	259	293	296	301	279	232	196	151	150	2694	4.26	7.25	9.58	7.28
8	563 912	146 417	1460	210	220	275	301	343	349	352	323	279	250	211	204	3317	6.31	9.06	11.42	9.09
9	564 159	145 864	1480	188	217	277	308	347	353	358	330	284	247	202	186	3257	5.53	9.09	11.51	9.12
10	564 393	145 081	1487	166	198	253	275	310	324	325	299	262	226	174	148	2960	4.30	8.20	10.46	8.26

Tabelle 1 Fortsetzung

Messp. Nr.	Koordinaten					effektiv mögliche Sonnenscheindauer														
	Y	X	H	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	21. Dez.	21. März	21. Juni	21. Sept.
11	564 006	146 806	1517	213	219	266	284	316	321	325	302	270	249	213	204	3182	6.35	8.48	10.46	8.51
12	563 789	147 358	1577	209	218	279	325	365	369	372	347	290	245	209	192	3420	6.20	9.05	12.19	8.58
13	563 678	147 094	1500	190	209	249	272	296	303	306	289	252	235	193	184	2978	5.50	8.07	10.10	8.08
14	563 527	146 517	1382	174	203	256	279	311	310	321	289	258	231	179	166	2987	5.15	8.25	10.25	8.30
15	563 352	146 430	1377	191	199	245	264	296	294	300	282	246	224	192	187	2920	6.01	8.03	9.50	8.03
16	563 256	145 991	1355	101	161	215	270	314	332	329	297	228	190	209	63	2709	1.52	7.17	11.09	7.18
17	563 491	145 711	1274	64	109	160	200	228	226	231	215	176	132	75	70	1886	2.07	5.14	7.31	5.36
18	563 623	145 253	1267	197	242	284	294	311	306	312	309	282	269	214	178	3198	5.41	9.19	10.17	9.22
19	563 606	145 442	1285	138	167	212	247	299	301	305	276	228	192	153	114	2632	3.26	7.01	10.12	7.05
20	563 343	145 578	1361	129	164	211	241	282	291	293	263	218	190	138	117	2537	3.37	6.55	9.45	7.04
21	563 121	145 887	1568	245	260	301	327	364	369	371	348	306	286	251	231	3659	7.23	9.50	12.21	9.54
22	562 878	145 479	1375	182	211	264	301	343	350	352	324	275	240	189	172	3203	5.28	8.48	11.45	8.56
23	563 261	148 196	1752	265	291	352	397	456	464	421	356	322	272	251	0	4312	8.00	11.28	15.39	11.24
24	563 189	148 334	1630	0	0	158	300	385	413	407	348	228	50	0	0	2289	0.00	6.09	13.52	6.53
25	563 043	147 650	1618	215	220	261	281	316	316	321	300	264	242	211	204	3149	6.30	8.40	10.36	8.33
26	563 600	148 022	1629	208	236	286	328	381	392	395	361	282	268	215	197	3559	6.11	9.24	13.13	9.31
27	563 598	147 531	1686	216	250	326	355	402	406	408	376	334	288	229	208	3798	6.41	10.53	13.32	10.55
28	564 611	146 943	1868	271	285	364	403	459	470	473	432	374	332	277	255	4395	8.07	12.00	15.43	12.16
29	564 585	146 646	1822	201	216	265	291	330	334	338	313	270	243	205	191	3197	6.06	8.45	11.12	8.50
30	564 583	145 972	1717	189	211	263	299	337	339	344	321	271	240	193	180	3187	5.45	8.37	11.21	8.46
31	564 584	145 645	1680	180	201	259	286	349	346	354	317	264	230	185	170	3141	5.25	8.33	11.32	8.36
32	564 323	146 120	1587	200	238	283	310	352	349	358	334	288	258	207	188	3355	5.59	9.25	11.38	9.28
33	564 570	144 626	1515	191	239	343	395	449	449	458	427	361	292	214	163	3981	5.00	11.39	15.01	11.42
34	564 348	144 828	1518	229	250	321	351	390	383	393	375	328	296	235	218	3769	6.50	10.37	12.49	10.42
35	564 310	144 380	1560	154	241	335	397	454	460	459	422	349	298	177	118	3864	3.45	11.01	15.24	11.05
36	564 292	143 992	1680	69	95	238	393	447	462	460	420	339	130	78	56	3187	1.44	9.26	15.30	11.59
37	564 553	143 835	1760	254	242	296	323	372	398	396	350	298	280	238	208	3655	5.54	9.41	13.26	9.43
38	564 507	143 682	1747	216	278	356	394	436	427	439	416	361	326	239	193	4071	6.04	11.46	14.18	11.51
39	564 380	143 290	1746	139	219	326	398	440	452	458	428	358	266	178	82	3744	2.21	11.30	15.17	11.45
40	564 217	143 030	1856	215	250	333	398	460	465	472	435	353	298	227	192	4098	5.59	11.04	15.34	11.16
41	563 878	142 948	1630	188	208	281	329	369	375	373	346	297	246	192	177	3381	5.39	9.27	12.22	9.37
42	564 117	143 177	1674	0	0	167	279	356	401	408	317	224	83	0	0	2235	0.00	6.42	13.58	6.55
43	564 336	143 590	1652	155	190	260	300	352	361	363	328	271	228	171	124	3103	3.38	8.40	12.07	8.47
44	563 390	142 925	1465	171	203	283	328	380	389	394	356	297	246	181	154	3382	4.50	9.26	13.00	9.35
45	563 507	143 195	1441	148	207	283	319	366	396	372	352	296	258	189	159	3345	5.02	9.26	12.13	9.44

Tabelle 1 Fortsetzung

Messp.	Koordinaten				effektiv mögliche Sonnenscheindauer																
	Y	X	H		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	21. Dez.	21. März	21. Juni	21. Sept.
46	563 308	143 293	1400		193	215	289	323	364	359	368	351	299	258	199	178	3396	5.36	9.43	11.59	9.45
47	563 510	143 455	1415		11	138	210	258	299	303	305	283	226	181	46	0	2260	0.00	6.51	10.10	6.55
48	563 993	143 660	1463		133	176	273	315	361	364	370	342	285	226	146	109	3100	3.18	9.06	12.10	9.14
49	564 017	143 958	1450		157	191	253	273	306	315	315	291	258	228	171	136	2894	4.18	8.20	10.33	8.28
50	564 138	144 280	1469		151	175	226	271	326	338	338	298	240	206	159	140	2868	4.24	7.16	11.20	7.27
51	564 152	144 560	1431		147	173	261	307	341	355	370	329	275	217	151	138	3064	4.23	8.52	12.13	8.58
52	563 792	145 702	1250		131	129	160	175	205	204	210	193	194	143	133	121	1998	3.43	5.14	6.56	5.10
53	563 770	145 500	1198		83	68	79	96	130	124	124	106	84	72	83	71	1120	2.13	2.38	4.15	2.41
54	563 768	145 292	1165		77	93	147	189	234	246	245	225	159	119	79	74	1887	2.24	5.00	8.31	5.20
55	563 845	144 892	1245		129	168	236	276	300	291	301	293	241	201	136	104	2676	3.17	7.48	9.44	7.43
56	564 012	145 230	1270		159	199	267	283	304	306	311	299	271	241	170	148	2958	4.43	8.48	10.18	8.56
57	563 964	145 500	1290		197	202	248	268	310	326	326	293	255	232	201	186	3044	5.55	8.11	10.57	8.15
58	562 918	144 950	1115		198	226	299	321	344	341	348	336	308	266	209	183	3379	5.49	10.04	11.25	10.09
59	563 596	144 898	1080		130	190	252	276	304	305	311	290	261	224	149	99	2791	3.00	8.33	10.12	8.35
60	563 680	145 038	1115		138	142	172	257	233	250	248	209	176	141	136	134	2236	4.16	5.35	8.21	5.36
61	563 858	144 607	1245		138	186	252	304	343	346	349	327	272	221	168	138	3044	4.20	8.33	11.33	8.48
62	563 740	144 232	1295		172	208	261	306	367	381	382	336	267	244	185	156	3265	4.54	8.31	12.44	8.37
63	563 590	143 804	1241		0	11	87	165	223	231	233	205	120	35	0	0	1310	0.00	3.17	7.57	3.21
64	563 497	144 090	1200		60	173	278	304	352	370	369	324	288	240	107	30	2895	0.41	9.19	12.26	9.29
65	563 100	143 798	1268		20	112	269	340	385	413	403	366	279	202	59	2	2850	0.00	9.24	13.59	9.35
66	562 872	143 560	1310		181	197	262	307	366	391	385	336	274	234	185	164	3282	5.12	8.46	13.08	8.52
67	562 583	143 630	1174		206	224	286	325	379	385	390	353	293	263	213	191	3508	6.05	9.26	12.55	9.30
68	563 150	144 157	1163		80	165	272	312	388	412	409	343	282	229	120	33	3065	0.31	9.09	13.52	9.17
69	562 953	144 320	1122		159	214	298	327	401	412	416	388	304	265	176	139	3499	4.18	9.58	13.48	10.02
70	562 010	144 115	1040		147	194	272	297	352	373	372	330	276	238	163	121	3135	3.43	9.06	12.30	9.06
71	562 240	144 049	960		161	204	284	324	372	385	399	352	297	250	173	144	3345	4.28	9.25	13.12	9.40
72	562 085	143 637	905		165	217	274	286	310	307	314	281	269	262	180	146	3011	4.34	8.43	10.14	8.51
73	562 432	143 280	935		0	0	68	169	283	307	312	219	110	13	0	0	1481	0.00	2.33	10.19	2.44
74	562 845	142 765	1290		195	226	300	336	393	399	404	368	306	271	205	168	3571	5.39	9.36	13.24	10.02
75	561 935	142 523	1144		199	234	313	349	409	424	423	379	322	280	214	192	3738	6.03	10.23	14.14	10.32
76	561 552	142 668	1054		202	229	308	352	415	426	430	391	324	276	211	181	3745	5.40	10.28	14.16	10.35
77	561 962	142 692	1112		180	213	309	346	400	405	409	376	319	272	192	151	3572	4.12	10.16	13.34	10.27
78	562 513	142 948	1162		0	0	86	318	397	415	413	337	134	3	0	0	2103	0.00	3.53	13.56	2.19
79	562 982	143 110	1207		82	138	225	287	357	367	370	323	245	178	87	49	2708	1.26	7.34	12.23	7.40
80	561 210	142 600	957		180	200	279	326	389	405	407	358	288	246	152	162	3422	5.08	9.07	13.39	9.11

Tabelle 1 Fortsetzung

Messp.	Koordinaten				effektiv mögliche Sonnenscheindauer																
	Y	X	H		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	21. Dez.	21. März	21. Juni	21. Sept.
81	561 374	142 980	889		119	167	251	302	365	360	370	335	259	213	133	74	2948	1.44	8.22	12.01	8.26
82	561 760	143 328	882		146	191	288	343	379	379	384	369	307	237	159	121	3303	3.31	9.56	12.44	10.03
83	562 042	143 388	882		0	85	283	332	358	354	362	351	311	181	0	0	2617	0.00	9.30	11.50	9.34
84	560 830	143 025	665		102	143	216	306	360	370	368	339	241	174	112	73	2804	1.59	7.21	12.27	7.27
85	560 940	143 280	655		121	168	249	303	357	365	337	334	267	214	135	94	2944	2.41	8.09	12.13	8.35
86	561 285	143 673	668		147	180	251	279	328	329	339	305	256	224	160	131	2929	4.07	8.21	11.25	8.25
87	560 874	144 103	682		214	223	277	309	348	347	353	334	282	257	218	203	3365	6.29	9.09	11.38	9.08
88	560 472	143 720	820		217	240	303	339	384	379	389	364	316	286	223	205	3647	6.32	9.47	12.39	10.10
89	560 690	143 693	775		212	233	304	325	375	375	383	352	299	273	218	198	3547	6.18	9.36	12.31	9.41
90	561 080	143 957	794		138	160	222	262	316	321	326	292	234	194	144	127	2736	4.00	7.27	10.45	7.35
91	560 350	144 170	1054		233	252	327	356	392	395	396	371	329	295	239	219	3804	7.00	10.56	13.14	10.56
92	560 417	144 500	1165		234	238	301	324	370	391	388	353	315	275	234	225	3648	7.08	9.52	13.19	9.49
93	560 680	144 913	1161		197	204	277	301	340	339	346	322	278	241	199	185	3229	5.53	8.55	11.18	9.08
94	560 650	144 588	1065		191	194	255	286	319	319	325	305	262	227	193	182	3058	5.49	8.23	10.40	8.20
95	560 872	144 720	1070		216	218	280	305	337	338	344	324	290	254	216	208	3330	6.38	9.08	11.17	9.35
96	561 164	144 590	1060		226	245	305	340	383	388	395	363	313	276	231	212	3677	6.45	9.56	12.55	9.58
97	561 358	143 852	712		183	203	262	284	341	357	355	312	265	239	191	166	3157	5.10	8.30	12.02	8.41
98	561 650	143 757	725		23	165	257	291	328	334	326	313	270	215	86	0	2609	0.00	8.49	11.14	8.54
99	560 682	143 072	560		11	54	132	166	209	224	221	185	133	87	20	0	1444	0.00	4.21	7.31	4.03
100	561 740	143 983	803		184	223	276	299	335	334	341	321	277	265	188	170	3214	5.19	8.54	11.08	9.05
101	561 870	144 090	795		164	170	210	233	263	265	269	252	218	195	170	148	2557	4.40	7.03	8.51	7.03
102	562 100	144 282	818		30	80	162	236	277	296	291	251	197	117	41	17	1996	0.27	5.41	9.55	5.48
103	561 872	143 970	750		0	0	48	139	214	215	218	173	97	11	0	0	1115	0.00	2.33	7.13	2.35
104	561 430	143 762	675		45	104	176	241	257	243	246	247	205	144	76	31	2014	0.47	5.42	8.04	6.47
105	561 020	143 515	612		0	24	148	197	236	236	241	219	168	69	0	0	1539	0.00	4.48	7.59	5.08
106	563 237	144 780	1010		0	63	170	274	329	334	385	307	221	90	9	0	2132	0.00	7.06	10.58	7.12
107	562 840	144 680	945		0	0	32	187	340	341	349	297	77	6	0	0	1627	0.00	1.20	11.25	1.08
108	562 565	144 308	967		0	0	121	258	309	325	324	287	191	47	0	0	1862	0.00	6.00	10.54	5.58
109	562 575	144 540	890		28	117	186	218	245	234	230	225	186	150	66	2	1887	0.00	6.52	7.55	5.19
110	562 397	144 500	880		142	185	192	263	323	327	331	306	261	228	157	117	2831	3.37	8.23	10.54	8.27
111	561 485	144 210	865		207	230	285	317	357	355	362	342	294	267	217	195	3427	6.13	9.21	11.52	9.39
112	561 740	144 338	924		207	223	288	326	366	363	371	353	299	263	216	194	3469	6.08	9.39	12.08	9.49
113	561 305	144 843	1180		219	232	299	334	366	359	371	354	313	267	231	218	3563	6.58	10.39	12.00	10.23
114	561 410	144 985	1174		140	207	322	370	423	428	434	398	341	269	145	123	3600	3.44	10.49	14.22	10.53
115	561 697	145 382	1160		201	229	330	354	400	405	411	379	334	289	207	193	3732	6.13	10.53	13.33	10.57

Tabelle 1 Fortsetzung

Messp.	Koordinaten				effektiv mögliche Sonnenscheindauer																													
	Y	N	H		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	21. Dez.	21. März	21. Juni	21. Sept.													
116	562 007	145 575	1256		232	252	311	332	368	370	374	355	315	291	243	212	3656	6.43	10.16	12.22	10.20													
117	561 700	145 107	1090		187	198	259	285	316	318	324	303	274	232	188	180	3064	5.43	8.49	10.47	9.00													
118	560 980	144 410	895		164	163	182	192	215	215	213	203	184	179	164	156	2229	4.56	5.48	7.47	5.58													
119	562 250	144 660	985		198	224	292	329	363	369	373	352	299	268	201	185	3453	5.55	9.28	12.22	9.29													
120	562 066	145 142	1059		207	214	250	279	316	317	319	300	263	247	210	200	3123	6.22	8.34	10.43	8.39													
121	562 447	145 675	1449		245	269	327	349	399	400	409	376	329	312	256	227	3899	7.10	10.41	13.20	10.42													
122	563 353	146 190	1320		90	98	144	191	217	234	222	204	164	123	96	85	1865	2.42	4.41	8.04	5.31													
123	563 490	146 407	1364		115	144	206	248	310	317	319	278	217	176	117	78	2524	2.20	6.41	10.33	7.07													
124	562 630	145 217	1310		220	241	319	338	381	375	386	359	323	286	225	204	3658	6.26	10.44	12.25	10.49													
125	563 395	146 733	1450		147	145	179	210	266	263	285	234	199	169	152	147	2427	4.41	5.56	10.04	6.30													
126	563 032	146 033	1445		162	191	260	277	284	298	303	285	258	241	185	156	2901	4.58	8.42	10.04	8.28													
127	563 060	146 585	1547		93	125	198	226	279	280	292	253	194	125	77	81	2222	2.40	6.43	9.18	6.29													
128	562 728	146 095	1556		238	267	342	376	429	431	439	404	350	313	248	212	4048	6.30	11.12	14.20	11.32													
129	563 375	147 330	1588		123	150	211	227	261	267	275	246	217	176	124	97	2375	3.02	7.09	9.03	7.01													
130	563 220	147 495	1648		248	258	329	355	416	422	426	381	329	302	248	222	3937	7.13	11.06	14.00	11.03													
131	563 735	148 070	1626		214	234	291	334	388	402	397	368	299	273	223	201	3624	6.23	9.29	13.44	9.43													
132	563 840	146 900	1572		227	234	297	328	379	403	398	355	312	273	230	219	3654	7.00	9.46	13.31	10.51													
133	564 220	147 030	1659		225	236	302	335	412	424	430	369	311	274	232	211	3760	6.44	10.06	14.13	10.17													
134	560 492	143 277	705		207	227	308	349	401	412	417	378	322	279	214	194	3718	6.09	10.16	13.43	10.30													
astronomisch mögl. Sonnenscheindauer																		275	285	364	402	459	466	472	434	372	334	278	264	4405	8.22	12.00	15.38	12.08

Tab. 2

Uebersicht über die Sonnenscheinverhältnisse in Sonzier.

Material: 1. Januar - 31. Mai, Juli, September, November 1948; 1. Januar 1949 - 30. September 1952; 1. November 1952 - 31. März 1955; 1. Mai 1955 - 31. Juli und Dezember 1958. *) Zahlen in () bedeuten Häufigkeit des Auftretens.

Durée d'insolation à Sonzier. - Récapitulation.

*) Les chiffres entre () indiquent la fréquence.

Stunde	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
5 - 6	--	--	--	--	0	2	1	--	--	--	--	--	3
6 - 7	--	--	--	0	15	28	25	3	--	--	--	--	71
7 - 8	--	--	0	18	32	33	37	29	4	--	--	--	153
8 - 9	--	0	23	28	35	35	38	34	29	7	--	--	229
9 - 10	4	17	35	30	37	37	40	36	33	30	10	3	312
10 - 11	20	24	37	31	37	37	41	36	34	34	25	23	379
11 - 12	22	27	39	33	38	38	41	37	34	32	25	25	391
12 - 13	22	28	39	33	37	36	40	37	36	31	22	22	383
13 - 14	21	29	39	33	36	36	40	38	37	33	21	20	383
14 - 15	19	28	37	33	34	36	40	37	36	33	20	18	371
15 - 16	16	26	34	31	32	34	38	36	36	30	17	15	345
16 - 17	5	19	29	29	31	32	36	34	32	25	7	1	280
17 - 18	--	3	14	24	27	30	33	30	22	6	--	--	189
18 - 19	--	--	0	13	21	26	31	21	3	--	--	--	115
19 - 20	--	--	--	0	8	14	13	3	--	--	--	--	38
mittlere Tagessumme in Stunden	2.2	3.4	5.4	5.6	7.0	7.5	8.2	6.9	5.6	4.4	2.4	2.1	5.1
in % der möglichen Dauer	33.1	41.7	56.2	48.2	53.1	54.4	60.8	56.0	55.0	50.7	34.7	34.1	50.3
grösster Monatsmittelwert einer Tages- stunde, in Minuten	32	54	55	42	51	50	53	49	46	43	39	42	
Stunde des Auftretens	13-14	13-14	11-12	11-12	11-12	9-10	15-16	10-11	11-12	14-15	10-11	11-12	
Jahr des Auftretens	1953	1949	1953	1952	1952	1949	1949	1949	1949	1957	1953	1956	
mittlere Monats-(Jahres) summe [h]	67.9	94.1	167.3	167.6	216.7	226.3	255.0	212.7	168.1	135.2	73.1	65.5	1849.5
grösste Monats -(Jahres) summe [h]	94.8	174.7	242.7	197.2	295.0	296.7	341.9	274.9	203.0	175.4	106.9	117.1	2153.7
kleinste Monats-(Jahres) summe [h]	31.9	64.5	105.5	122.7	138.7	171.9	184.2	146.8	121.4	90.6	44.5	33.7	1649.2
sonnenscheinlose Tage mittlere Zahl	11.1	7.0	4.2	5.4	2.8	2.4	1.0	1.3	3.1	4.9	7.6	9.4	59.9
grösste Zahl *)	17	11(2)	8(2)	9	7	8	3	3(2)	6	10	13	15	71
kleinste Zahl *)	4	2	0	3(2)	0	0(2)	0(3)	0(3)	0	1	3	3	38
mittlere Dauer von 10-12h [min]	42	51	76	64	75	75	82	73	68	66	50	48	770
mittlere Dauer von 12-14h [min]	43	57	78	66	73	72	80	75	73	64	43	42	766
mittlere Dauer von 10-14h [min]	85	108	154	130	148	147	162	148	141	130	93	90	1536
in % der Jahressumme	5.5	7.0	10.0	8.5	9.6	9.6	10.5	9.6	9.2	8.5	6.1	5.9	100.0

Tab. 3 Uebersicht über die Sonnenscheinverhältnisse von Les Avants.
 Material: 1. Mai 1932 bis 31. Oktober 1947. *) Zahlen in () bedeuten Häufigkeit des Auftretens.

Durée d'insolation aux Avants. - Récapitulation.
 *) Les chiffres entre () indiquent la fréquence.

Stunde	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Mittel der Jahres- und Monatsdauer für die einzelnen Tagesstunden, in Minuten	--	--	1	9	16	21	23	15	4	--	--	--	89
	--	1	18	30	31	33	36	37	28	6	--	--	220
	--	16	29	33	32	34	36	37	33	26	5	0	283
	21	25	30	35	32	34	37	38	34	29	26	20	361
	24	27	31	35	31	34	37	38	34	28	28	25	372
	24	27	31	35	32	34	37	38	34	28	25	25	370
	24	26	32	33	30	34	38	39	34	26	24	23	363
	22	26	30	32	29	34	37	37	32	26	22	21	349
	19	25	28	31	28	32	35	35	32	24	19	16	324
	2	15	24	28	27	30	33	33	29	18	4	0	243
	--	--	3	12	20	27	30	17	6	0	--	--	115
	--	--	--	--	1	3	2	--	--	--	--	--	6
mittlere Tagessumme in Stunden	2.3	3.1	4.3	5.2	5.2	5.8	6.4	6.1	5.0	3.5	2.5	2.2	4.3
in % der möglichen Dauer	37.0	42.2	48.5	53.5	49.1	53.8	59.3	60.7	54.4	43.9	38.7	36.8	49.7
grösster Monatsmittelwert einer Tagesstunde, in Minuten	35	45	54	53	42	49	50	51	50	44	36	39	
Stunde des Auftretens	12-13	15-16	13-14	8-9	9-10	10-11	13-14	13-14	13-14	11-12	11-12	12-13	
Jahr des Auftretens	1944	1934	1938	1938	1940	1945	1945	1947	1947	1945	1938	1941	
mittlere Monats-(Jahres) summe [h]	71.0	87.5	133.0	156.8	159.8	174.6	197.2	187.9	151.4	108.7	75.3	67.4	1570.6
grösste Monats - (Jahres)summe [h]	101.9	137.9	234.1	227.0	210.3	241.1	234.0	243.2	214.9	161.3	114.9	105.6	1708.2
Kleinste Monats- (Jahres)summe [h]	35.2	43.2	60.2	81.3	95.5	106.9	104.9	149.3	103.5	44.8	47.5	37.3	1307.3
sommerscheinlose Tage													
mittlere Zahl	10.9	7.5	6.0	3.6	3.6	2.4	1.6	2.4	3.4	6.4	8.3	9.6	65.7
grösste Zahl *)	17	13(2)	12	9	7(2)	6(2)	4	6	9	13	14(2)	15	79
kleinste Zahl *)	4	1	2(2)	1(2)	2(6)	0(3)	0(3)	0(3)	1(3)	1	4	5(3)	51
mittlere Dauer von 10-12 ^h [min]	45	52	61	70	63	68	74	76	68	57	54	45	733
mittlere Dauer von 12-14 ^h [min]	48	53	63	68	62	68	75	77	68	54	49	48	733
mittlere Dauer von 10-14 ^h [min]	93	105	124	138	125	136	149	153	136	111	103	93	1466
in % der Jahressumme	6.4	7.2	8.4	9.4	8.5	9.3	10.1	10.5	9.3	7.6	7.0	6.3	100.0

Tab. 4 Monatssummen der Sonnenscheindauer in Stunden in Sonzier in den Jahren 1948 bis 1958.
* keine Messung, — Monatsmaxima, --- Monatsminima.

Sommes mensuelles en heures de l'insolation à Sonzier durant les années 1948 à 1958.
* les mesures manquent, — valeurs maxima, --- valeurs minima.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1948	59	110	221	191	222	*	<u>184</u>	*	<u>203</u>	*	95	*
1949	83	<u>175</u>	167	<u>197</u>	<u>139</u>	<u>297</u>	<u>342</u>	267	198	162	59	69
1950	69	71	190	123	236	288	310	221	140	155	46	35
1951	60	79	106	174	174	181	282	190	155	<u>91</u>	80	79
1952	80	105	113	192	<u>295</u>	276	324	234	<u>121</u>	*	<u>44</u>	<u>34</u>
1953	<u>95</u>	122	<u>243</u>	187	258	<u>172</u>	244	<u>275</u>	163	98	95	54
1954	60	65	182	<u>150</u>	209	239	227	182	168	155	<u>107</u>	66
1955	<u>32</u>	65	154	*	239	209	229	240	172	138	96	72
1956	68	104	152	163	234	204	238	<u>147</u>	197	125	61	<u>117</u>
1957	81	79	192	167	168	203	220	207	166	<u>175</u>	59	90
1958	63	<u>64</u>	<u>135</u>	156	209	205	229	*	*	*	*	41

Tab. 5 Monatssummen der Sonnenscheindauer in Stunden in Les Avants in den Jahren 1932 bis 1947.
* keine Messung, — Monatsmaxima, --- Monatsminima.

Sommes mensuelles en heures de l'insolation aux Avants durant les années 1932 à 1947.
* les mesures manquent, — valeurs maxima, --- valeurs minima.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1932	*	*	*	*	133	156	<u>105</u>	224	146	63	85	71
1933	80	88	155	169	129	<u>107</u>	218	228	151	110	<u>48</u>	68
1934	79	<u>138</u>	93	157	<u>210</u>	177	225	151	186	140	84	53
1935	69	64	146	<u>81</u>	157	210	233	166	166	<u>45</u>	72	<u>37</u>
1936	46	103	148	105	153	136	146	185	121	126	59	101
1937	92	<u>43</u>	66	119	187	170	215	176	119	122	90	65
1938	57	116	<u>234</u>	<u>227</u>	132	191	191	154	132	100	<u>115</u>	50
1939	70	110	104	139	<u>96</u>	150	188	165	107	47	67	64
1940	62	80	131	145	176	150	164	188	153	108	75	69
1941	<u>35</u>	71	141	156	128	190	210	<u>149</u>	168	105	75	<u>106</u>
1942	44	59	127	152	157	214	200	187	179	148	74	84
1943	81	123	163	176	174	173	210	213	122	143	60	71
1944	<u>102</u>	80	127	166	203	161	184	216	<u>104</u>	77	53	73
1945	85	115	159	199	207	<u>241</u>	<u>234</u>	163	179	<u>161</u>	94	53
1946	85	59	139	167	153	158	210	194	177	113	79	45
1947	76	64	<u>60</u>	201	161	212	220	<u>243</u>	<u>215</u>	131	*	*

Tab. 6 Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer für die Periode 1931 - 1960 an den Stationen Montreux-Clarens 408 m/M, Sonzier 675 m/M (reduziert), Les Avants 988 m/M (reduziert) und Rochers de Naye 1982 m/M.

Sommes mensuelles ou annuelles en heures de la durée d'insolation aux stations de Montreux-Clarens (408 m d'altitude), Sonzier (675 m) [valeurs réduits], Les Avants (988 m) [valeurs réduits] et Les Rochers de Naye (1982 m) durant la période 1931 à 1960.

Station	Sonnenscheindauer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Montreux - Clarens	effektiv mögliche [h]	215	234	301	338	374	367	377	366	311	278	224	205	3590
	mittlere [h]	61	91	140	166	187	197	222	205	159	119	68	57	1672
	relative [%]	28	39	47	49	50	54	59	56	51	43	30	28	47
Sonzier	effektiv mögliche [h]	207	227	295	343	407	416	420	376	303	266	212	193	3665
	mittlere [h]	66	96	154	180	214	227	255	226	170	124	76	66	1854
	relative [%]	32	42	52	53	53	55	61	60	56	46	36	34	51
Les Avants	effektiv mögliche [h]	192	207	274	293	325	324	332	310	278	248	195	183	3161
	mittlere [h]	73	93	137	153	168	174	196	176	147	113	71	68	1569
	relative [%]	38	45	50	52	52	54	59	57	53	46	36	37	50
Rochers de Naye	effektiv mögliche [h]	266	272	332	347	378	378	387	366	330	313	268	248	3885
	mittlere [h]	99	107	143	132	145	140	166	163	144	140	112	104	1595
	relative [%]	37	39	43	38	38	37	43	45	44	45	42	42	41
astronomisch mögliche [h]		275	285	364	402	459	466	472	434	372	334	278	264	4405

Tab. 7 Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche in Sonzier von 1948 bis 1958, in cal/cm² Tag.

* keine Messung, — Maximalwerte, ... Minimalwerte.

Sommes journalières moyennes de la radiation globale à une surface horizontale à Sonzier, en cal/cm² jour.

* les mesures manquent, — valeurs maxima, ... valeurs minima.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1948	98	196	377	434	547	*	<u>460</u>	*	346	*	*	*
1949	120	<u>253</u>	335	432	<u>413</u>	<u>645</u>	<u>657</u>	<u>490</u>	<u>356</u>	217	*	*
1950	*	*	*	*	*	<u>643</u>	613	442	302	226	109	79
1951	106	172	270	448	469	498	576	404	302	173	103	<u>95</u>
1952	113	206	<u>249</u>	454	<u>618</u>	596	630	463	<u>274</u>	<u>158</u>	<u>92</u>	<u>68</u>
1953	<u>144</u>	233	<u>389</u>	437	556	<u>484</u>	544	479	303	188	130	78
1954	95	156	345	<u>376</u>	502	559	518	399	314	236	<u>133</u>	79
1955	<u>83</u>	166	304	<u>550</u>	562	539	529	477	316	210	122	89
1956	100	193	312	425	544	529	541	<u>337</u>	347	200	98	*
1957	*	*	*	*	462	524	522	426	309	<u>248</u>	100	91
1958	104	<u>148</u>	299	415	498	523	528	*	*	*	*	*
Summe	963	1723	2880	3971	5171	5540	6118	3917	3169	1856	887	579
Mittel	107	191	320	441	517	554	556	435	317	206	111	83

Tab. 8 Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche in Les Avants von 1933 bis 1947, in cal/cm² Tag.

* keine Messung, — Maximalwerte, ... Minimalwerte.

Sommes journalières moyennes de la radiation globale à une surface horizontale aux Avants, en cal/cm² jour.

* les mesures manquent, — valeurs maxima, ... valeurs minima.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1933	*	*	*	*	*	<u>361</u>	484	454	320	*	*	*
1934	*	*	*	*	<u>471</u>	*	*	*	*	241	<u>149</u>	92
1935	114	162	312	<u>261</u>	<u>437</u>	<u>507</u>	*	392	327	142	<u>137</u>	84
1936	<u>88</u>	202	296	324	386	392	<u>373</u>	397	269	218	118	115
1937	127	<u>131</u>	224	312	430	431	*	*	268	220	135	96
1938	115	220	<u>388</u>	<u>459</u>	362	*	436	*	*	*	*	76
1939	113	<u>228</u>	250	339	<u>289</u>	406	431	381	273	<u>141</u>	125	93
1940	127	185	260	343	378	386	402	398	308	190	115	102
1941	95	169	294	362	366	452	452	353	350	200	130	<u>136</u>
1942	100	163	297	359	379	475	435	399	335	246	118	106
1943	124	224	293	373	*	425	441	418	256	235	109	101
1944	<u>142</u>	185	289	370	425	392	414	410	<u>247</u>	162	<u>83</u>	90
1945	119	197	297	383	415	500	464	<u>334</u>	332	<u>260</u>	148	84
1946	128	139	288	371	362	*	421	*	323	186	106	<u>59</u>
1947	119	155	<u>197</u>	423	*	485	<u>485</u>	<u>487</u>	<u>367</u>	248	*	*
Summe	1511	2360	3685	4679	4700	5212	5238	4423	3975	2689	1473	1234
Mittel	116	182	283	360	392	434	436	402	306	207	123	95

Tab. 9 Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Sonzier, in cal/cm² Tag.

Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages à Sonzier, en cal/cm² jour.

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	140	243	370	547	710	778	774	675	523	375	240	145
2.	143	247	376	555	713	779	773	670	518	370	236	144
3.	146	250	381	560	716	780	771	665	513	365	232	143
4.	148	255	387	565	720	781	769	660	509	360	229	141
5.	151	260	393	571	724	781	767	655	505	355	225	139
6.	154	264	398	577	727	782	765	650	500	351	221	138
7.	156	267	403	584	730	782	763	645	495	347	218	136
8.	159	271	409	590	733	783	761	641	490	342	215	135
9.	162	275	415	595	736	784	758	636	485	338	211	135
10.	164	280	420	601	740	784	755	631	480	334	207	133
11.	167	285	425	607	743	784	753	627	475	329	203	132
12.	170	290	430	613	745	784	750	622	470	325	200	131
13.	174	294	436	619	748	785	748	617	465	320	197	131
14.	177	299	442	625	751	785	745	612	460	315	194	130
15.	180	303	447	630	753	785	742	607	455	312	190	130
16.	183	307	453	635	755	785	738	603	450	307	186	130
17.	186	312	459	641	757	785	735	598	445	302	183	130
18.	190	316	465	647	760	785	732	592	440	298	180	130
19.	194	321	470	653	762	785	728	587	435	294	176	130
20.	197	325	476	658	764	785	725	582	430	290	173	130
21.	200	330	482	663	765	784	722	578	425	285	170	130
22.	203	335	488	668	766	784	718	573	420	280	167	130
23.	206	340	495	673	768	783	715	568	415	276	165	130
24.	210	345	501	678	770	782	711	563	410	273	162	131
25.	215	350	507	683	771	781	707	558	405	268	160	132
26.	219	355	513	688	772	780	703	553	400	265	157	134
27.	223	360	520	692	773	779	698	548	395	260	155	134
28.	226	365	525	696	774	778	695	543	390	255	152	135
29.	230		530	701	775	776	690	538	385	251	150	136
30.	234		535	705	776	775	685	533	380	247	148	137
31.	239		542		777		680	528		244		139
Summe	5746	8444	14093	18920	23274	23464	22776	18658	13568	9533	5702	4161
Mittel	185	302	455	631	751	782	735	602	452	308	190	134

Tab. 10 Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen in Les Avants, in cal/cm² Tag.

Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages aux Avants, en cal/cm² jour.

Tag \ Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	175	250	374	507	598	638	638	599	515	402	280	180
2.	176	255	377	512	600	639	637	597	510	398	277	178
3.	177	258	383	515	603	639	636	595	508	395	273	177
4.	179	262	387	520	605	640	636	593	505	390	270	175
5.	180	265	392	523	606	640	635	590	500	385	265	173
6.	182	270	396	527	608	640	634	588	498	382	262	172
7.	184	274	400	530	610	641	633	586	495	378	258	170
8.	185	277	406	534	612	641	632	584	490	375	254	168
9.	187	280	410	537	613	641	632	582	487	370	248	167
10.	190	285	415	540	615	642	630	580	485	366	245	167
11.	192	290	420	544	616	642	630	576	480	363	242	166
12.	194	295	425	547	618	642	629	574	475	360	240	165
13.	196	298	430	550	620	642	628	572	472	355	235	165
14.	198	303	435	555	622	642	627	570	468	350	230	164
15.	200	308	440	557	623	642	626	567	465	347	228	163
16.	203	312	444	560	624	642	625	564	460	344	225	163
17.	205	317	447	564	625	642	623	560	456	340	220	163
18.	207	320	452	566	627	642	622	557	452	335	217	163
19.	210	325	456	570	628	642	620	555	448	330	213	163
20.	213	330	460	572	629	641	619	552	445	328	210	163
21.	216	335	464	575	630	641	618	550	440	325	207	163
22.	218	340	467	577	631	641	616	546	437	320	204	163
23.	221	345	472	580	632	640	615	543	433	315	200	163
24.	225	350	475	582	633	640	613	540	430	312	197	164
25.	227	355	480	585	634	640	612	537	425	308	195	165
26.	230	360	485	587	635	640	610	534	421	305	192	165
27.	233	365	490	590	635	640	608	530	418	300	190	166
28.	237	370	493	592	636	639	606	528	414	296	187	167
29.	240		497	595	636	639	604	525	410	293	185	168
30.	244		500	597	637	638	603	520	406	290	183	170
31.	247		505		637		600	518		285		173
Summe	6371	8594	13172	16098	19278	19218	19297	17412	13848	10642	6842	5192
Mittel	206	307	425	537	622	641	622	562	462	343	228	168

Tab. 11 Tagessummen der Globalstrahlung an wolkenlosen Tagen auf Col de Jaman, in cal/cm² Tag.

Sommes journalières de la radiation globale pour des jours sans nuages au Col de Jaman, en cal/cm² jour.

Tag \ Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	142	236	368	532	685	774	773	689	553	403	260	150
2.	144	240	373	538	690	775	772	685	548	398	255	147
3.	145	244	378	543	694	776	770	680	543	393	251	145
4.	147	248	384	548	698	777	768	676	538	388	247	143
5.	149	252	389	553	703	778	766	672	533	383	243	141
6.	151	256	394	558	707	779	765	668	528	378	239	139
7.	154	260	400	564	711	780	763	664	523	373	234	138
8.	156	265	405	569	715	780	761	660	518	368	230	136
9.	159	269	410	574	718	781	759	655	513	363	226	135
10.	162	274	415	579	722	782	757	651	508	358	221	133
11.	165	278	420	585	726	782	755	647	503	354	218	131
12.	167	283	425	590	729	782	752	643	498	349	214	130
13.	170	287	431	595	733	783	750	638	493	345	210	130
14.	173	292	436	600	736	783	748	634	488	340	206	129
15.	176	297	441	605	738	784	745	630	483	335	202	129
16.	179	302	447	611	742	784	743	625	477	330	198	128
17.	182	306	452	616	745	784	740	620	472	326	194	128
18.	185	311	457	621	748	783	737	616	467	322	190	128
19.	188	316	463	626	750	783	734	612	462	318	186	128
20.	192	321	468	631	753	783	731	608	457	313	183	128
21.	195	326	473	636	755	782	728	604	452	308	179	128
22.	198	331	478	641	757	782	725	598	447	304	175	129
23.	202	337	484	646	760	781	722	594	442	300	172	129
24.	205	342	489	651	762	780	718	590	437	295	169	130
25.	209	347	494	656	764	780	715	585	432	290	166	130
26.	212	352	500	661	765	779	711	580	427	286	163	131
27.	216	358	505	666	767	778	708	576	423	282	160	133
28.	220	363	510	671	769	776	705	572	418	278	157	134
29.	224		515	676	770	775	701	567	413	274	155	135
30.	228		521	680	772	774	697	563	408	270	152	136
31.	232		527		773		693	558		265		138
Summe	5627	8293	13852	18222	22857	23400	22912	19360	14404	10289	6055	4149
Mittel	182	297	447	607	737	780	739	625	480	332	202	134

Tab. 12 Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung bei bedecktem Himmel in Sonzier, in cal/cm² Tag.
* keine Messung.

Sommes journalières moyennes de la radiation globale par ciel couvert à Sonzier, en cal/cm² jour.
* les mesures manquent.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1948	53	58	108	112	267	*	161	*	84	*	73	*
1949	66	94	96	140	144	336	*	*	*	60	*	*
1950	*	*	*	*	*	*	*	164	72	54	37	45
1951	52	66	110	176	129	112	140	156	89	58	38	49
1952	62	84	95	184	*	*	72	85	94	*	49	40
1953	45	42	140	140	116	147	*	*	101	83	57	36
1954	57	66	72	156	110	193	42	80	49	86	40	28
1955	44	65	121	224	110	173	196	*	99	101	47	24
1956	44	83	125	152	109	94	74	63	90	55	34	49
1957	*	*	*	71	141	105	113	115	98	63	43	35
1958	52	53	93	139	140	150	294	*	*	*	*	*
Mittel	52.8	67.9	106.7	149.4	140.7	163.8	136.5	110.5	86.2	70.0	46.4	38.2

Tab. 13 Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung bei bedecktem Himmel in Les Avants, in cal/cm² Tag.
* keine Messung.

Sommes journalières de la radiation globale par ciel couvert aux Avants, en cal/cm² jour. * les mesures manquent.

Monat Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1933	*	*	*	*	*	168	219	*	91	75	63	45
1934	66	128	102		91	*	*	128	60	58	60	41
1935	59	59	76	87	189	*	*	120	128	62	63	41
1936	36	74	88	117	136	121	121	90	71	64	64	41
1937	35	71	106	112	76	142	*	*	83	63	48	38
1938	71	75	83	211	146	88	204	120	*	*	26	41
1939	49	30	55	124	119	60	*	120	60	71	57	38
1940	73	59	81	110	100	107	166	63	50	32	24	26
1941	54	44	80	67	110	92	*	*	125	55	51	34
1942	63	78	143	103	64	*	60	114	45	79	40	31
1943	36	31	134	79	75	146	170	92	69	75	37	52
1944	51	58	70	165	93	81	102	*	100	79	19	39
1945	42	41	96	62	87	76	104	72	61	15	44	37
1946	46	46	71	88	111	*	123	*	195	87	38	33
1947	65	77	86	176	184	*	201	135	108	78	83	*
Mittel	53.3	62.2	90.8	115.5	112.9	108.1	147.0	105.4	89.0	63.8	47.8	38.4

Tab. 14 Mittlere Tagessummen der Globalstrahlung in Sonzier und Les Avants in cal/cm^2 Tag, berechnet für die Periode 1931 - 1960.

Sommes journalières moyennes de la radiation globale à Sonzier et aux Avants durant la période 1931 à 1960, en cal/cm^2 jour.

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sonzier	105	190	314	442	526	555	551	448	325	202	112	78
Les Avants	115	187	274	354	411	433	442	390	309	211	124	97

Abb. 1 Lage der Messpunkte zur Bestimmung der Sonnenscheindauer und der Globalstrahlung im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.
 Masstab 1:25000.

Legende:

- Stationen, an denen die effektiv mögliche Sonnenscheindauer bestimmt wurde, A bis Q mittels Horizontausmessung 1 bis 134 mittels Tagbogenmesser
- ⊙ Stationen mit Aktinograph Robitzsch
- ⊗ Stationen mit Aktinograph Robitzsch und Sonnenscheinograph Campbell-Stokes.

Fig. 1 Bassin versant de la Baye de Montreux.
 Réseau des stations pour la mesure de la durée d'insolation et de la radiation.
 Echelle 1:25000

Légende:

- stations, où on a mesuré l'insolation maximum possible, A à Q au moyen de la mesure de l'horizon 1 à 134 au moyen de la mesure de l'angle diurne
- ⊙ stations Robitzsch
- ⊗ stations Robitzsch et Campbell-Stokes.



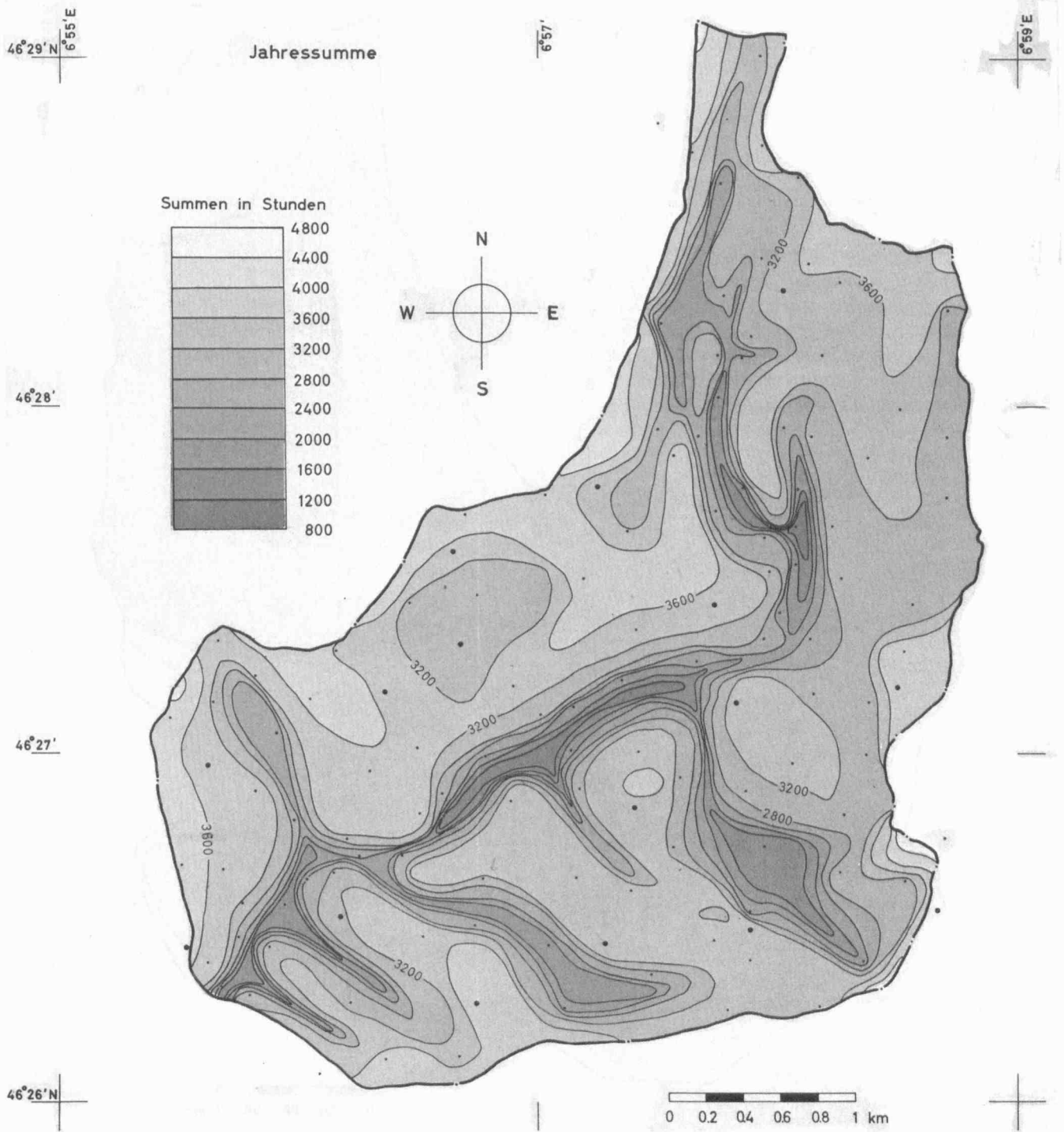


Abb. 2. Isolinien der Jahressumme der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Stunden im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.

Fig. 2. Isolignes de l'insolation maximum possible (somme annuelle en heures) dans le bassin versant de la Baye de Montreux.

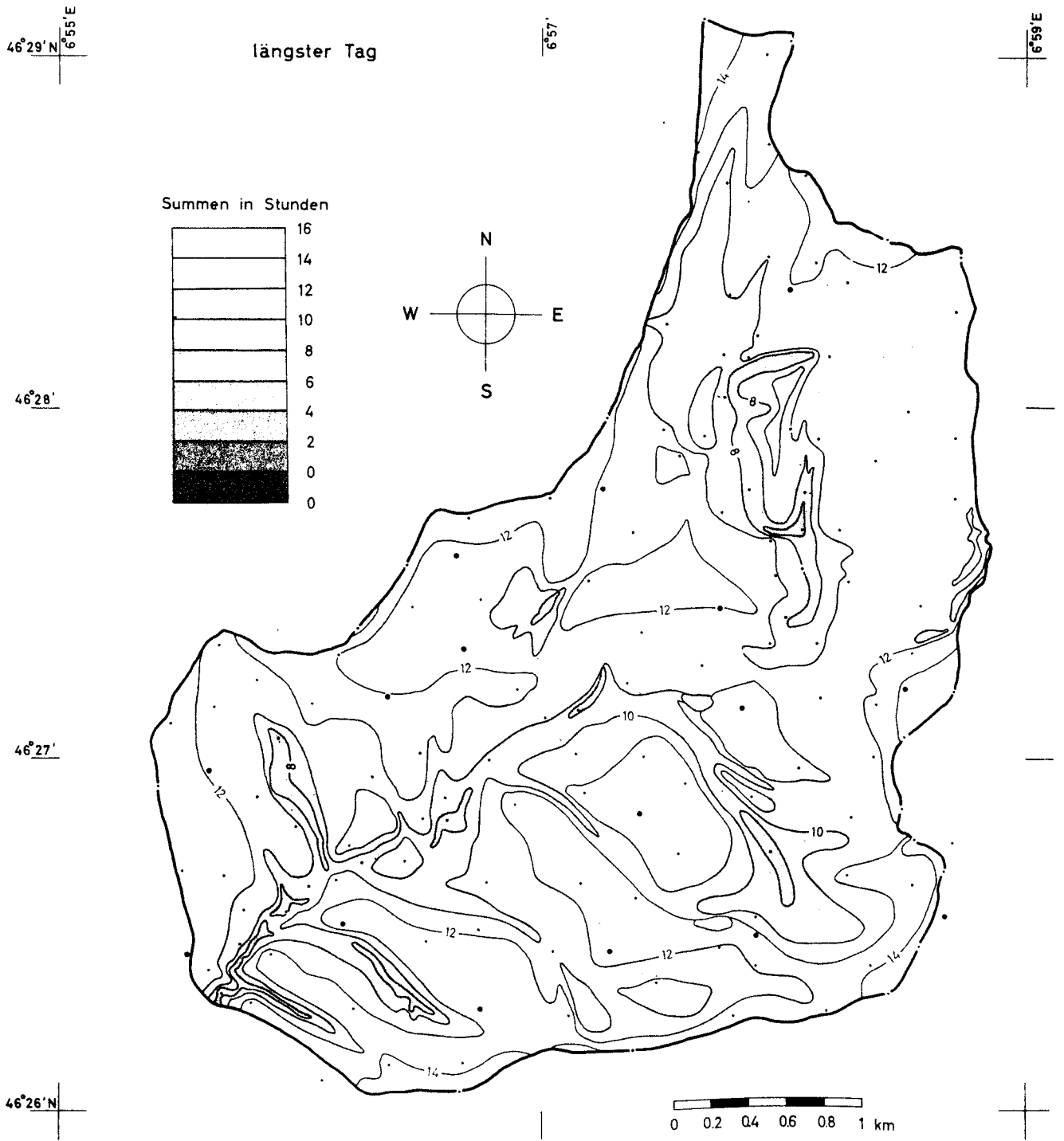


Abb. 3. Isolinen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Stunden für den längsten Tag des Jahres im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.

Fig. 3. Isolignes de l'insolation maximum possible du jour le plus long de l'année dans le bassin versant de la Baye de Montreux.

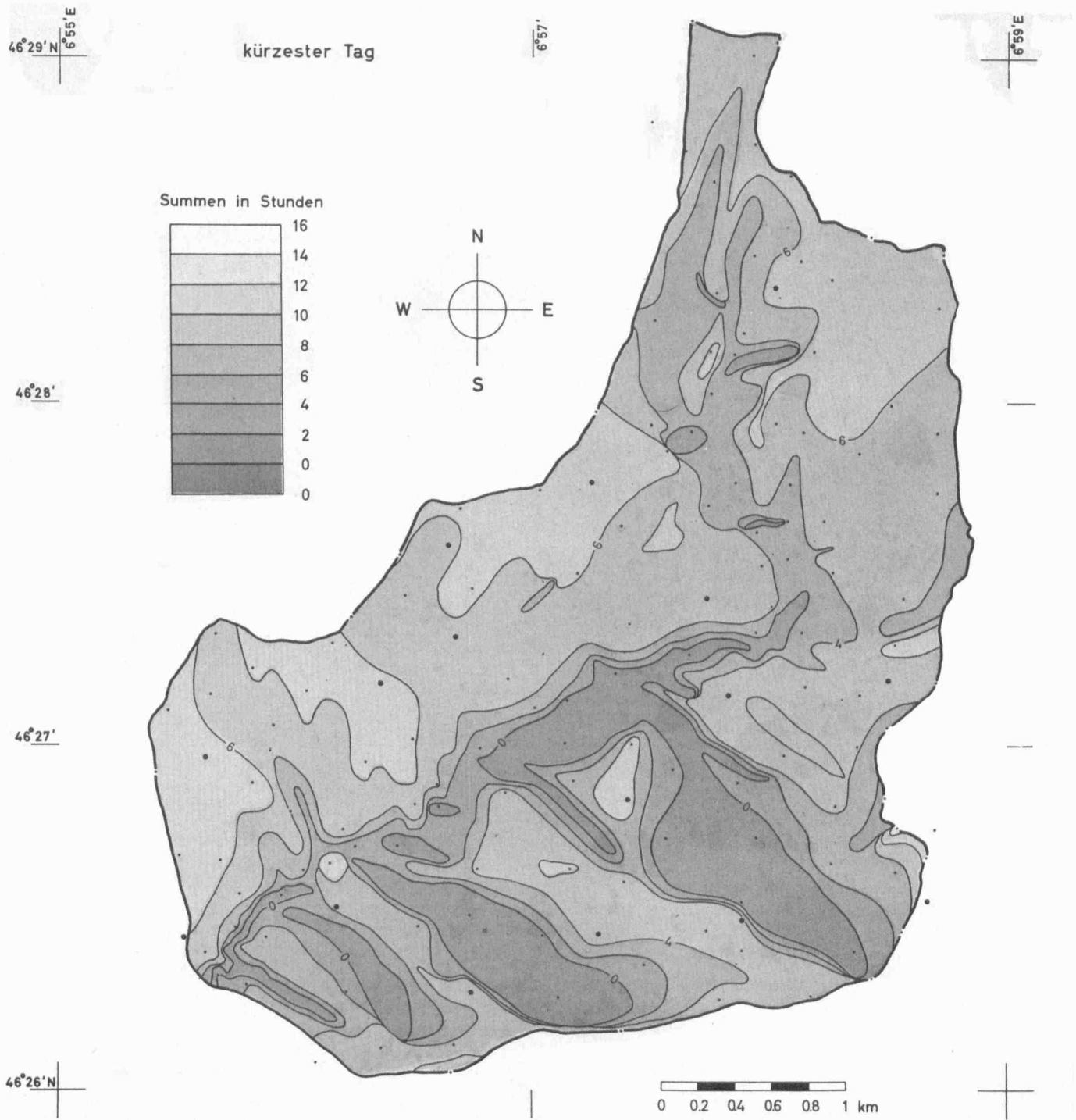


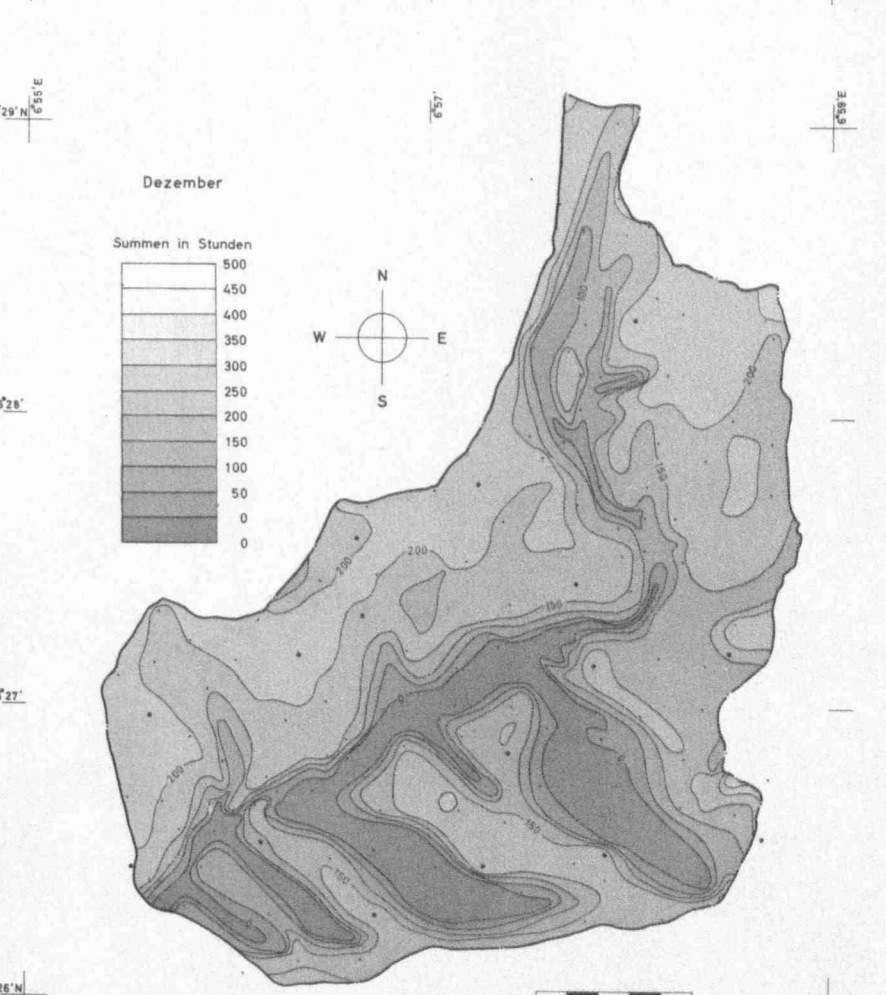
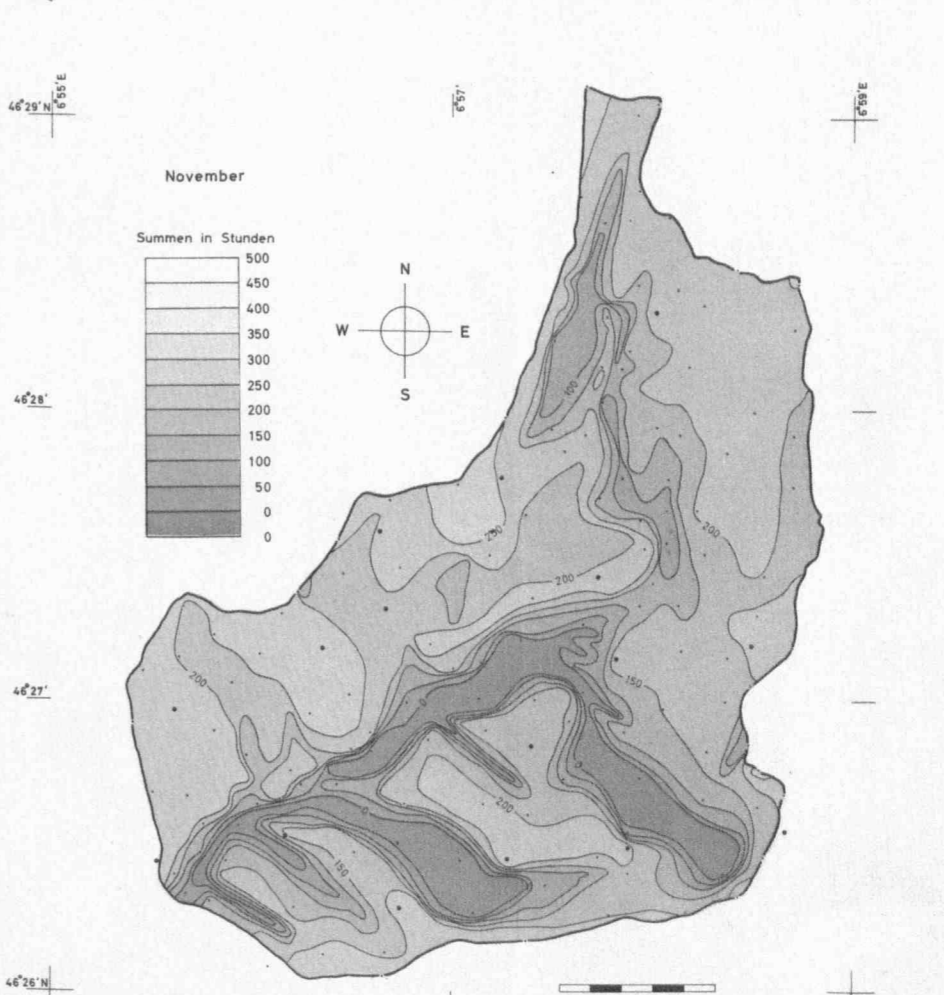
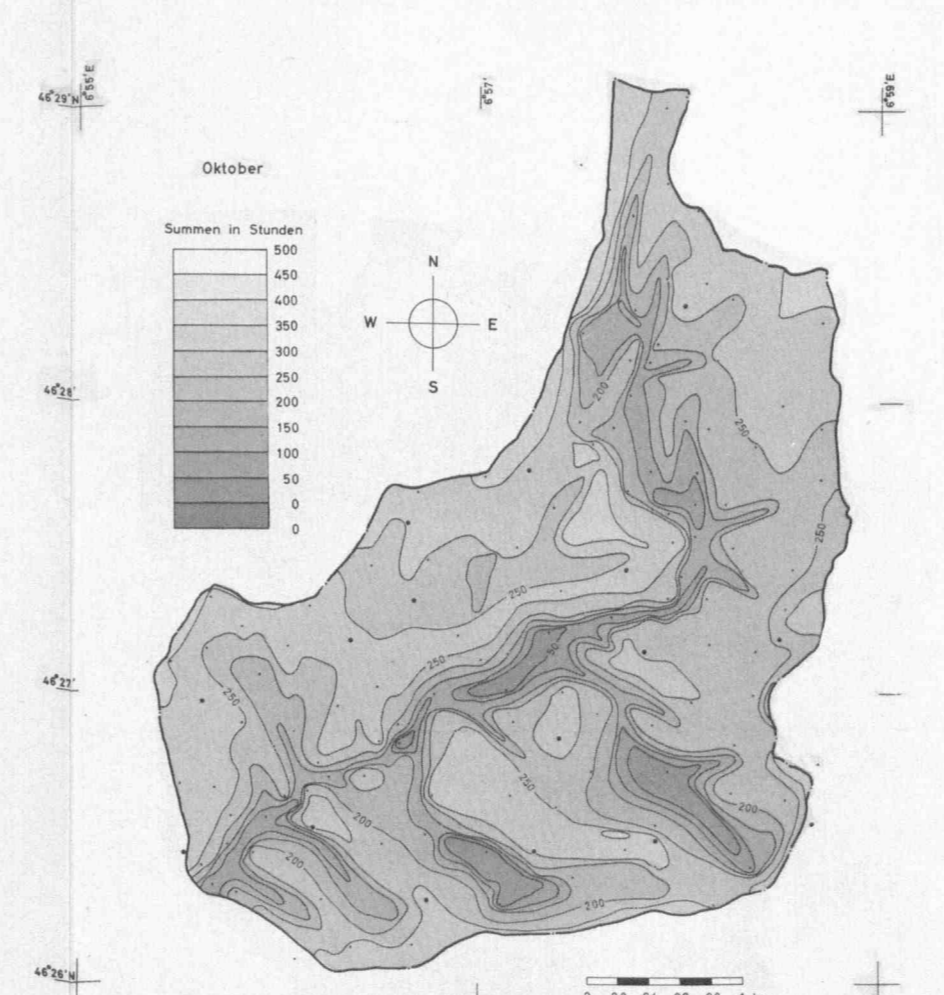
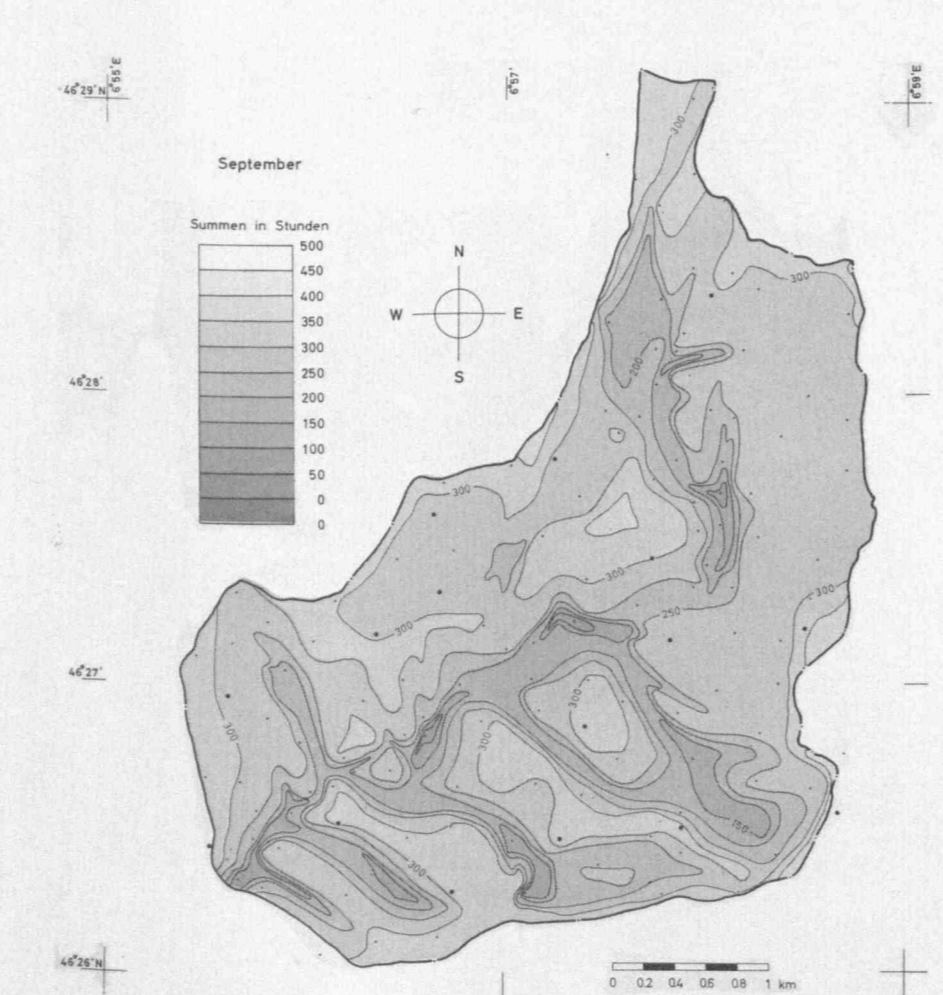
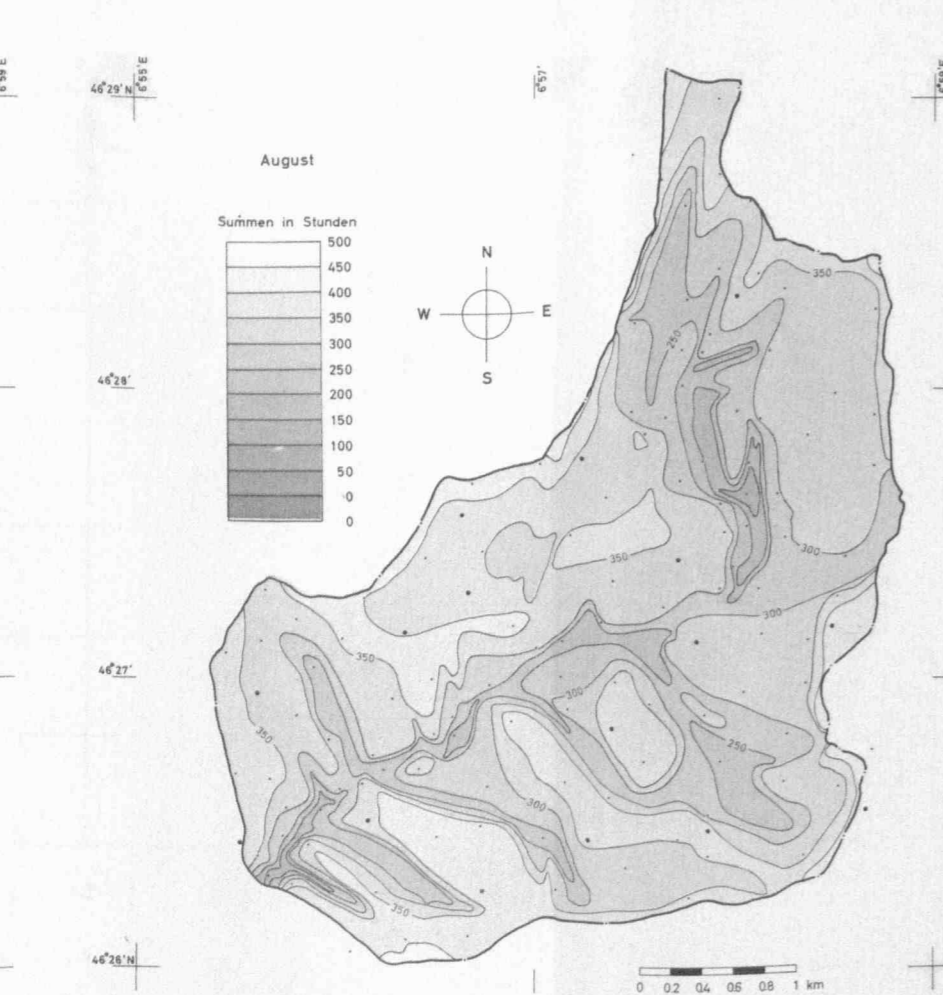
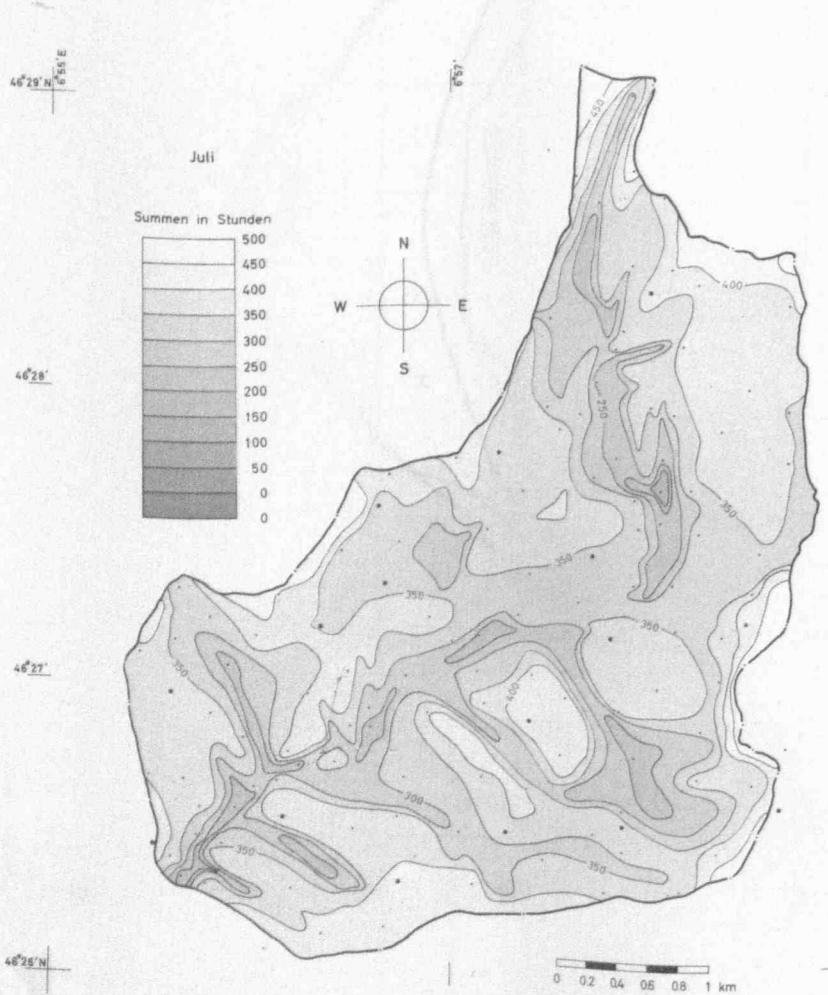
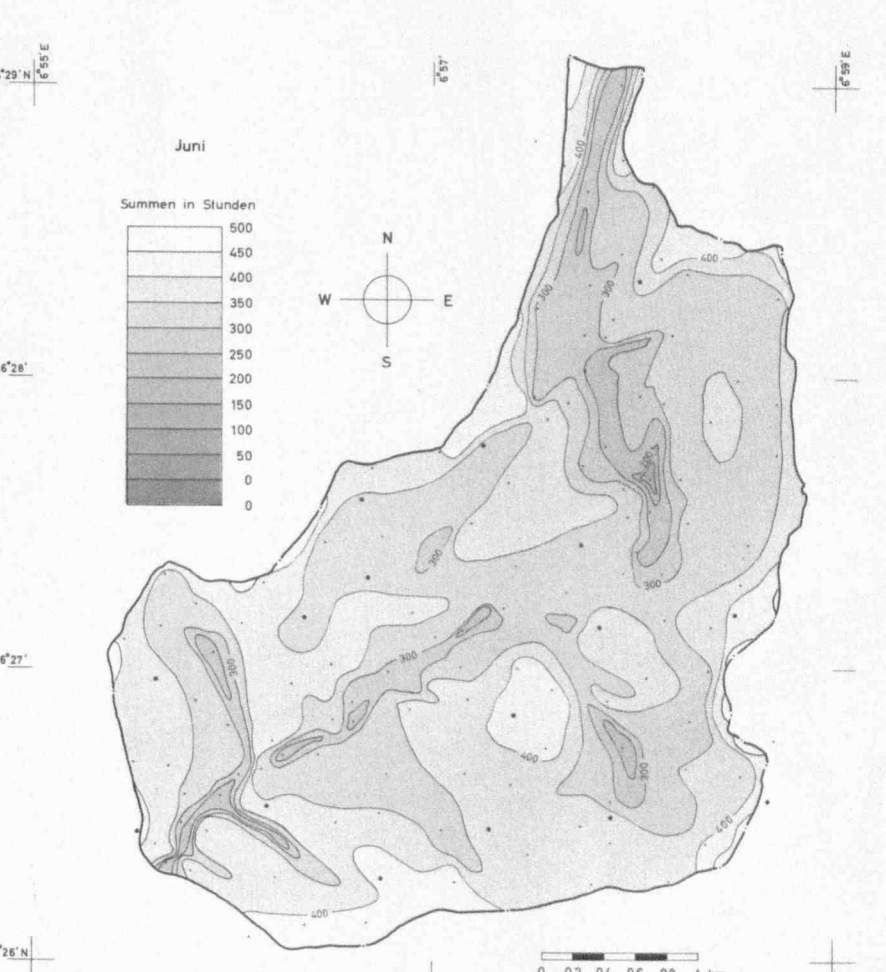
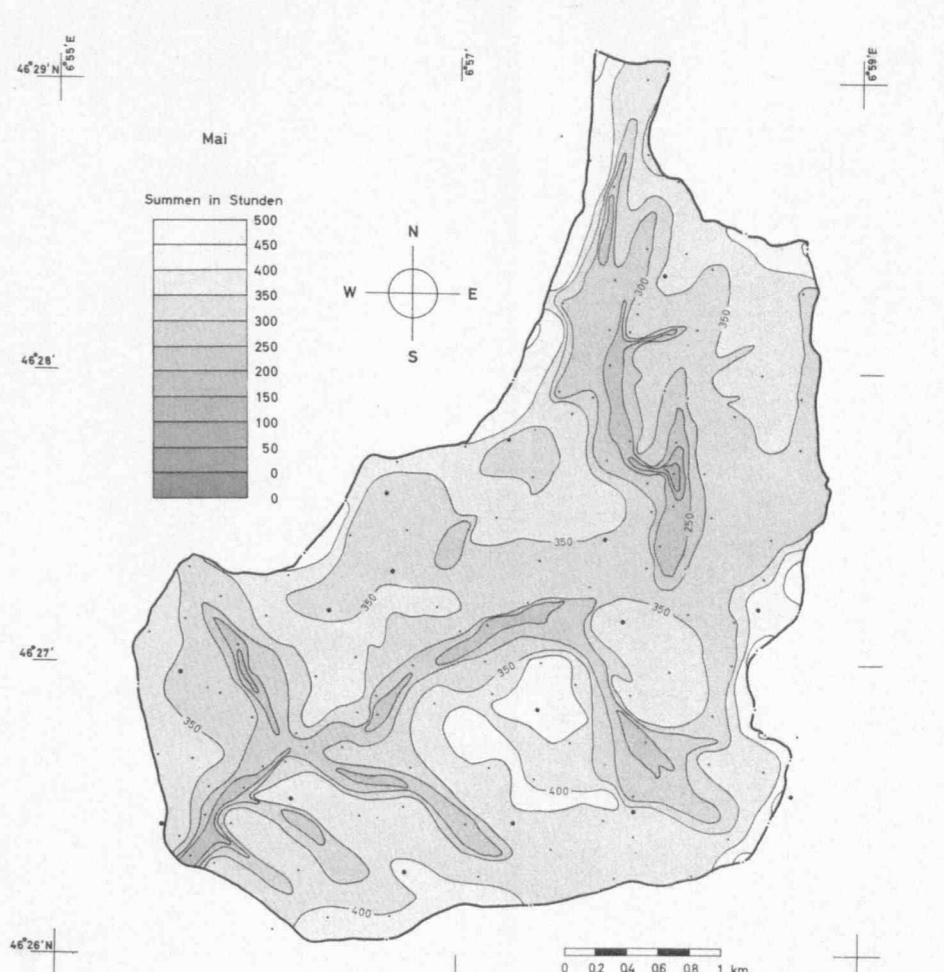
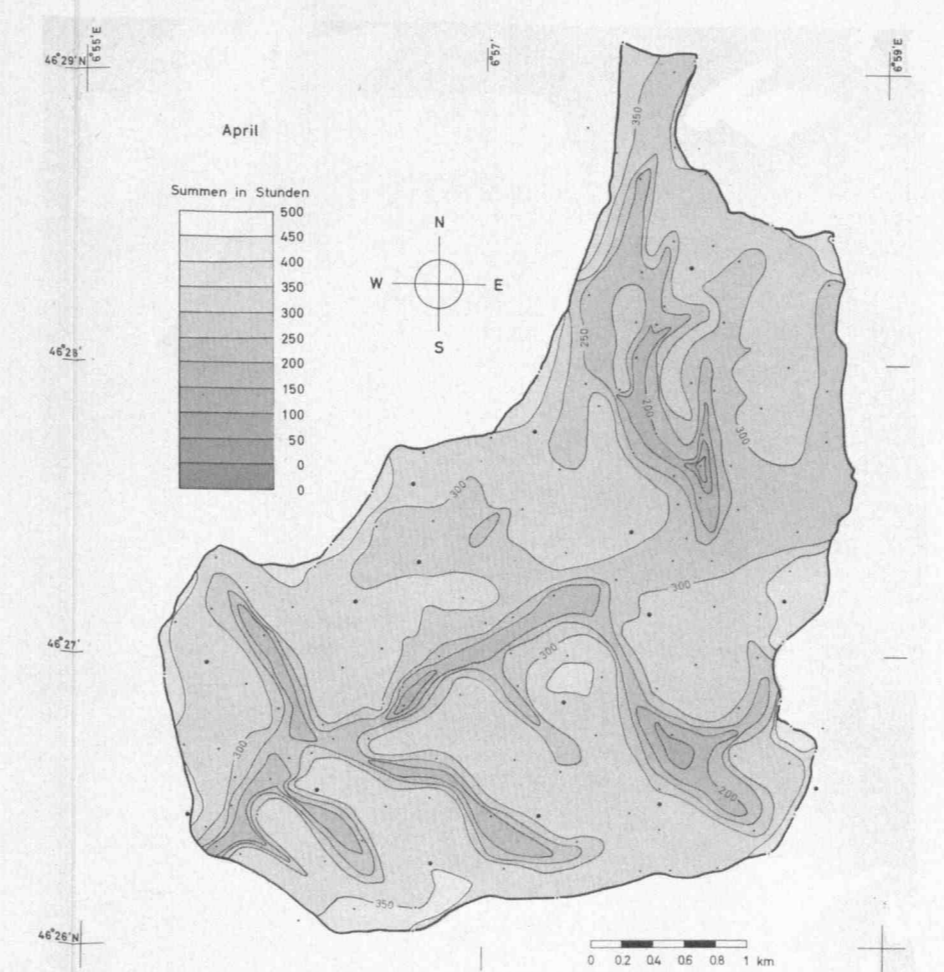
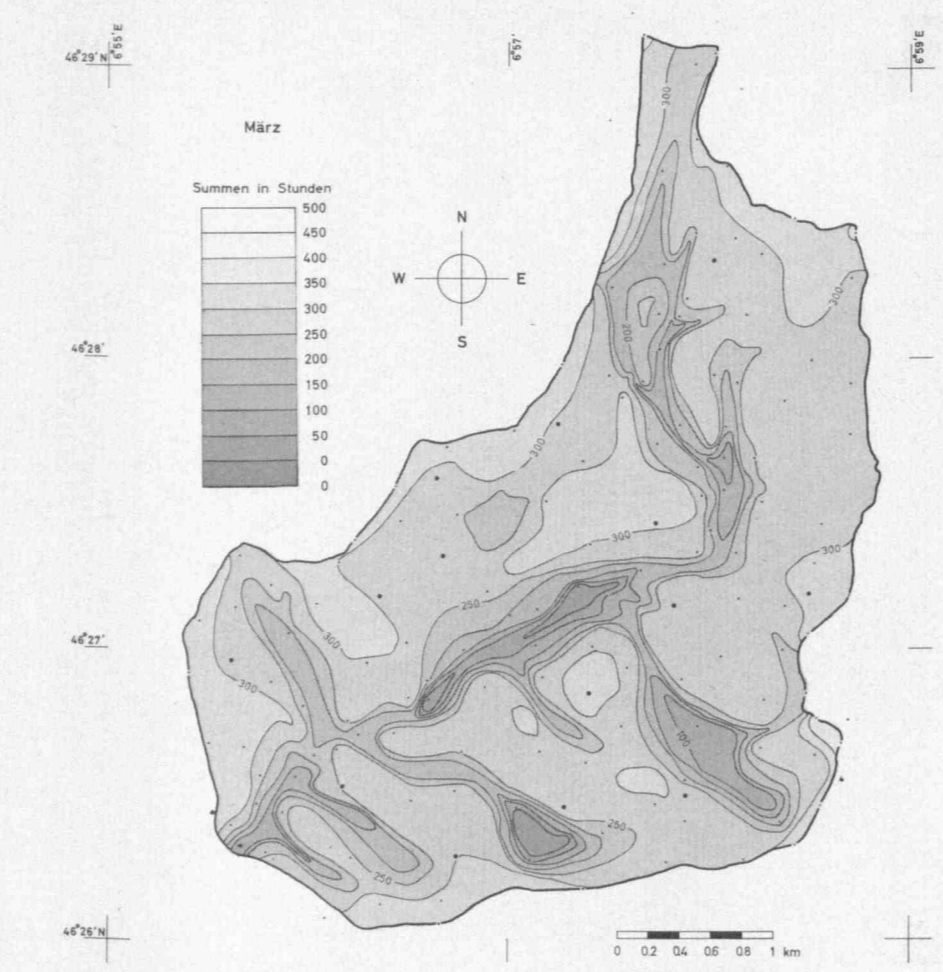
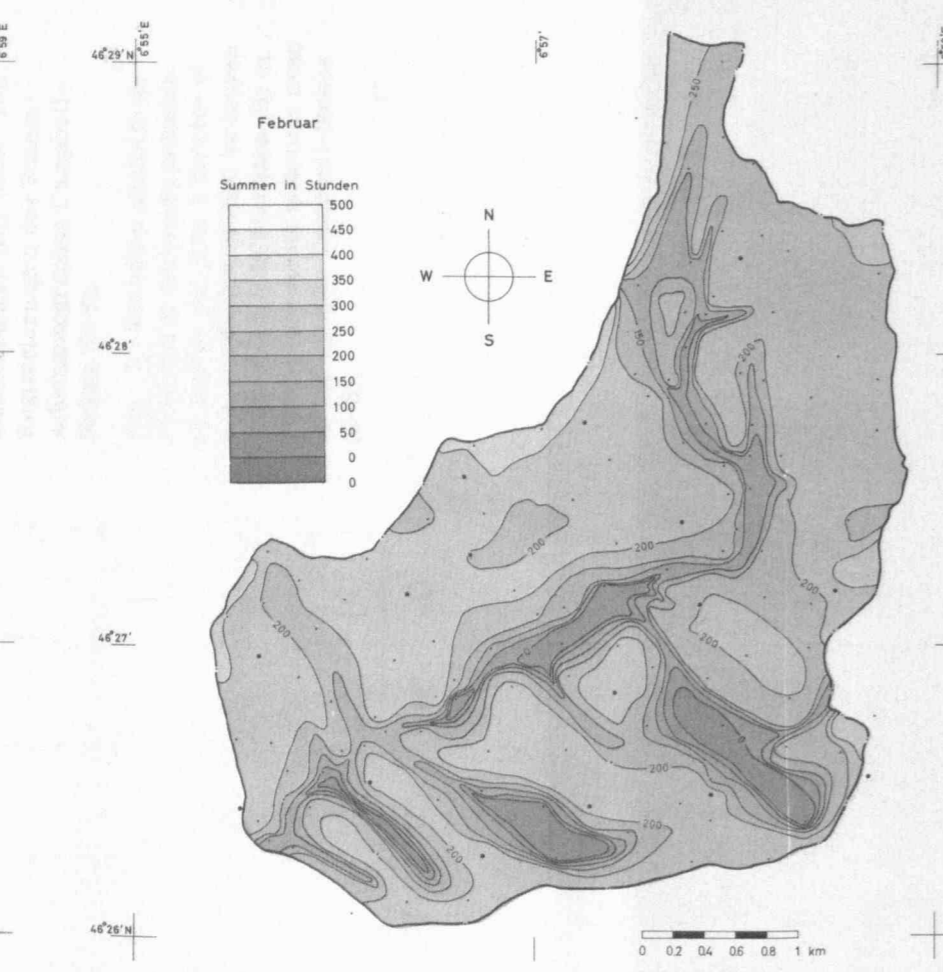
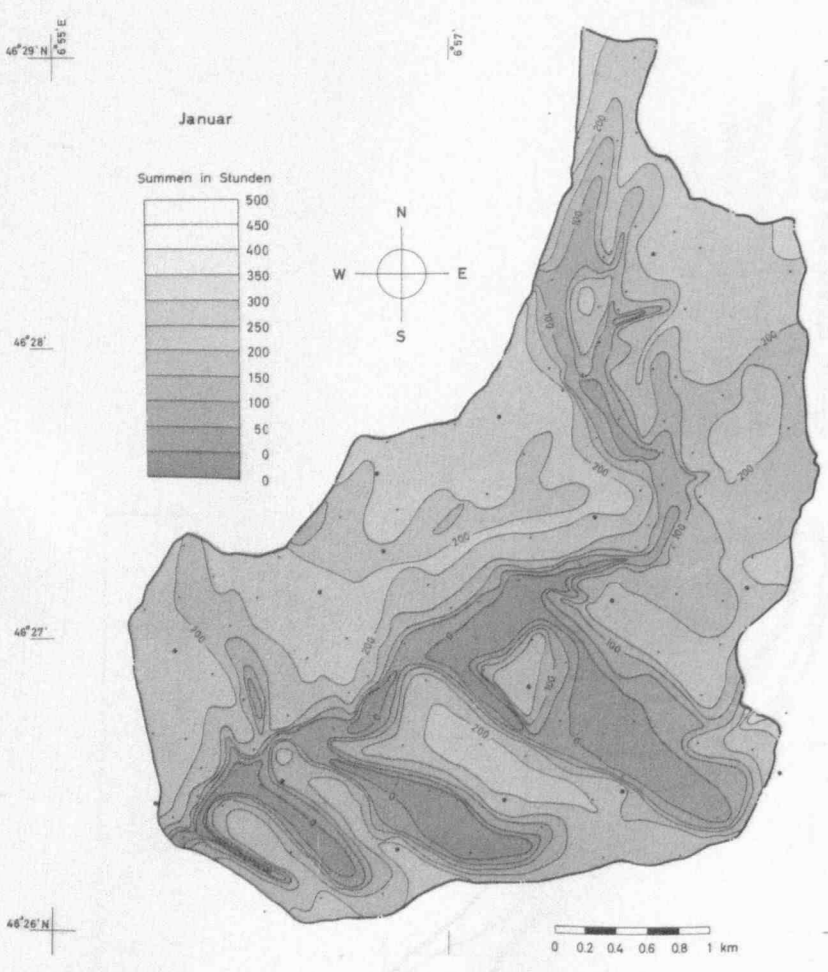
Abb. 4. Isolinien der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Stunden für den kürzesten Tag des Jahres im Gebiet der Baye de Montreux.

Fig. 4. Isolignes de l'insolation maximum possible du jour le plus court de l'année dans le bassin versant de la Baye de Montreux.



Abb. 5. Isolinien der Monatssummen der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Stunden für jeden Monat des Jahres im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.

Fig. 5. Isolignes de l'insolation maximum possible (sommés mensuelles en heures) de chacun des mois de l'année dans le bassin versant de la Baye de Montreux.



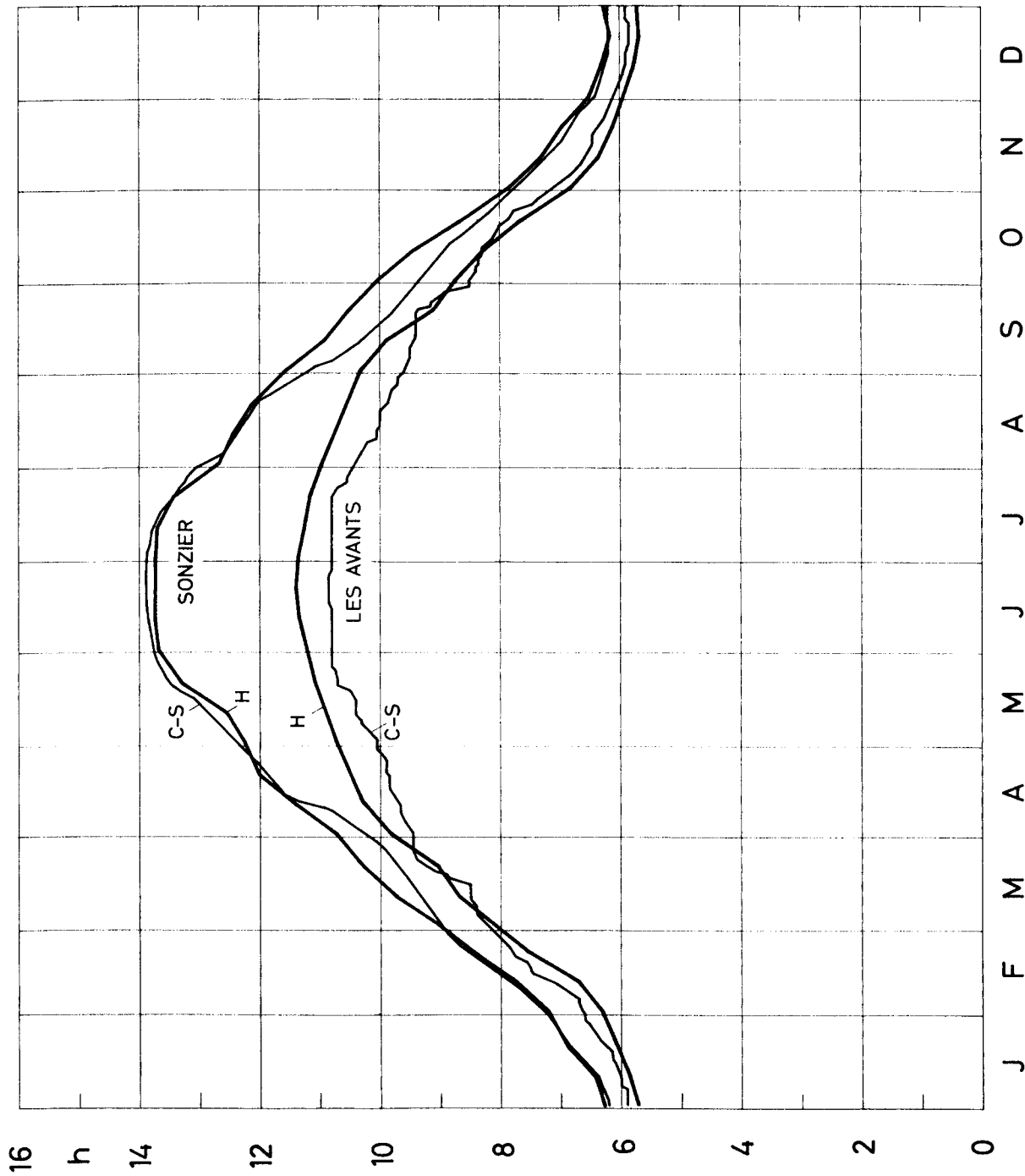


Abb. 6. Jahresgang der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in Stunden/Tag in Sonzier und Les Avants, bestimmt anhand von Horizontausmessungen (H), bzw. von Registrierungen des Sonnenscheinautographen Campbell-Stokes (C-S).

Fig. 6. Evolution annuelle de l'insolation maximum possible en heures par jour à Sonzier et aux Avants déterminée au moyen de la mesure de l'horizon (H) et d'enregistrements effectués avec un héliographe Campbell-Stokes (C-S).

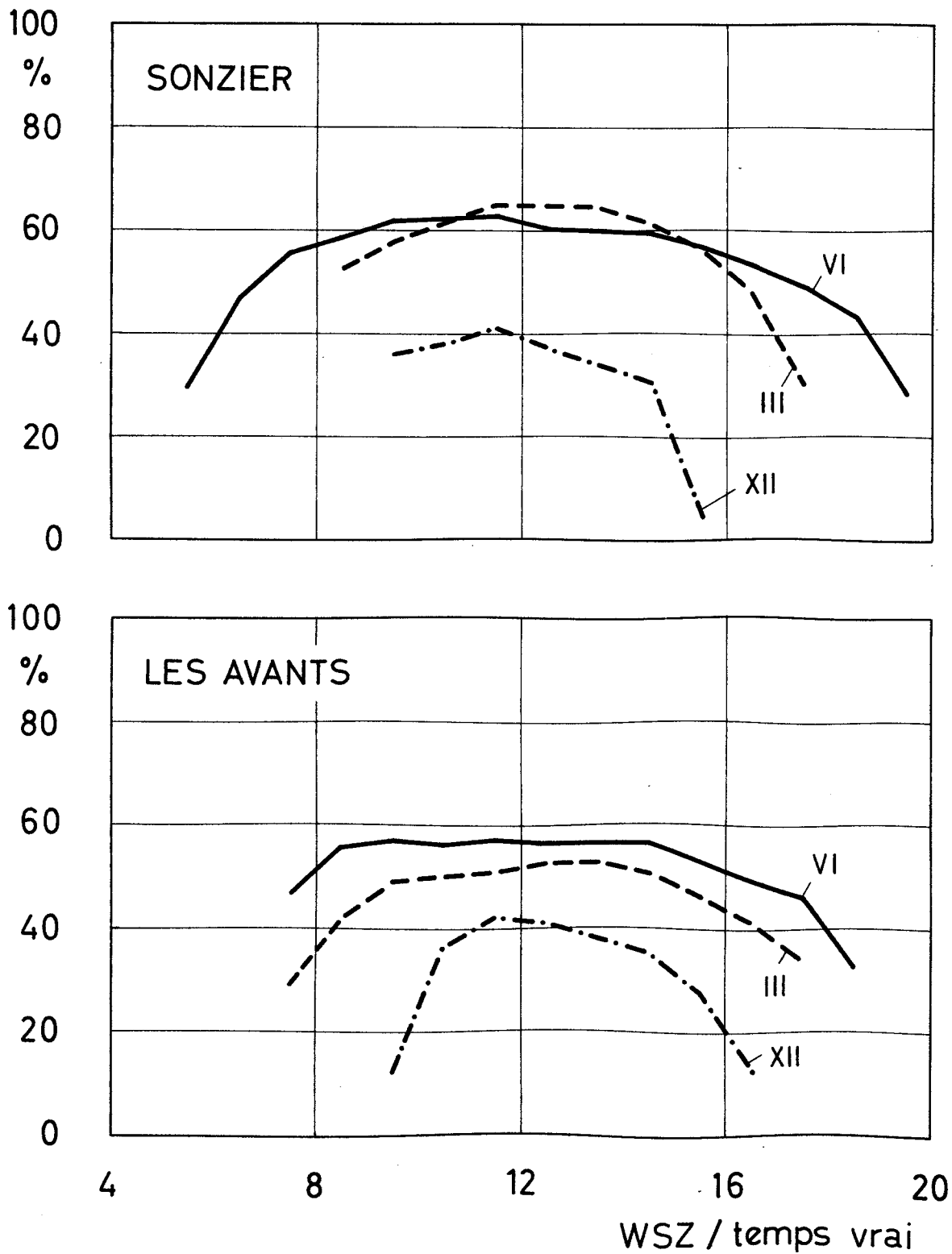


Abb. 7. Mittlerer Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer in % im März, Juni und Dezember in Sonzier und Les Avants.

Fig. 7. Evolution diurne de l'insolation relative en % en mars, juin et décembre à Sonzier et aux Avants.

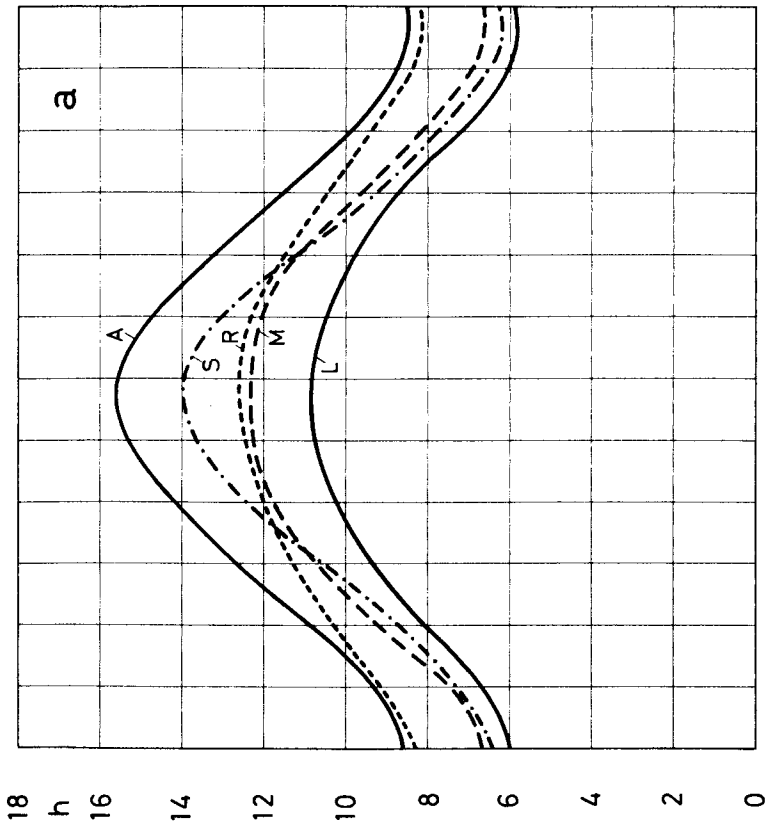


Abb. 8. Jahresgang der Sommerscheindauer in Montreux-Clarens (M), Sonzier (S), Les Avants (L) und Rochers de Naye (R).

- a) astronomisch mögliche (A) und effektiv mögliche
- b) mittlere
- c) relative

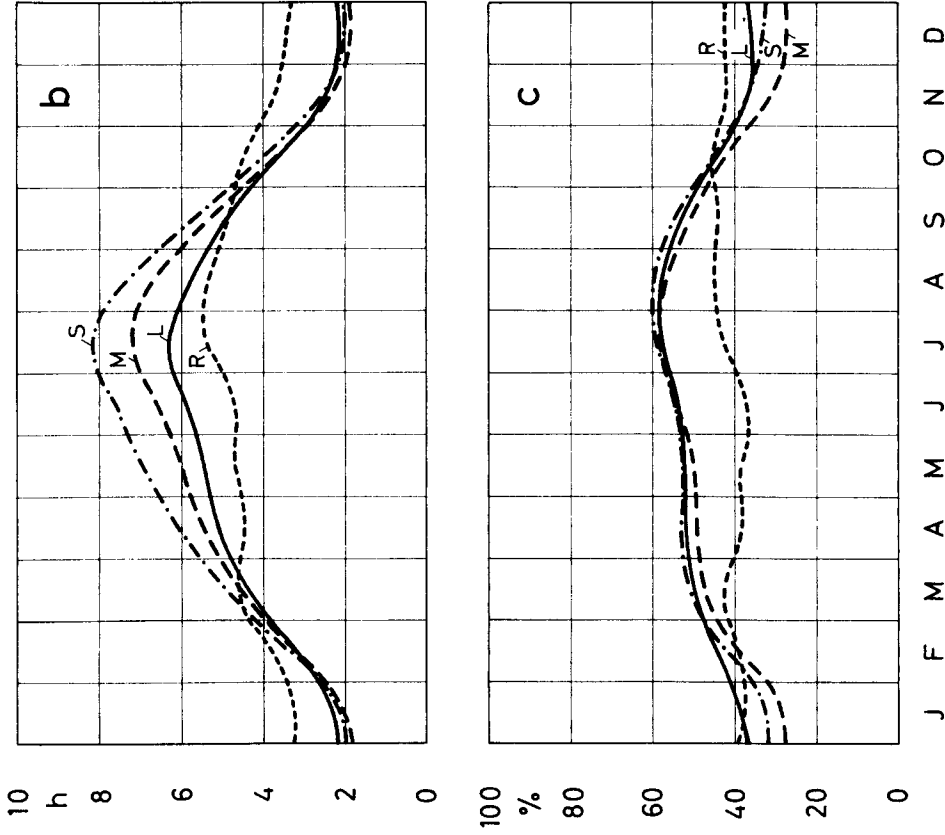


Fig. 8. Evolution annuelle de l'insolation à Montreux-Clarens (M), à Sonzier (S), aux Avants (L) et aux Rochers de Naye (R).

- a) astronomique (A) et maximum possible
- b) moyenne
- c) relative

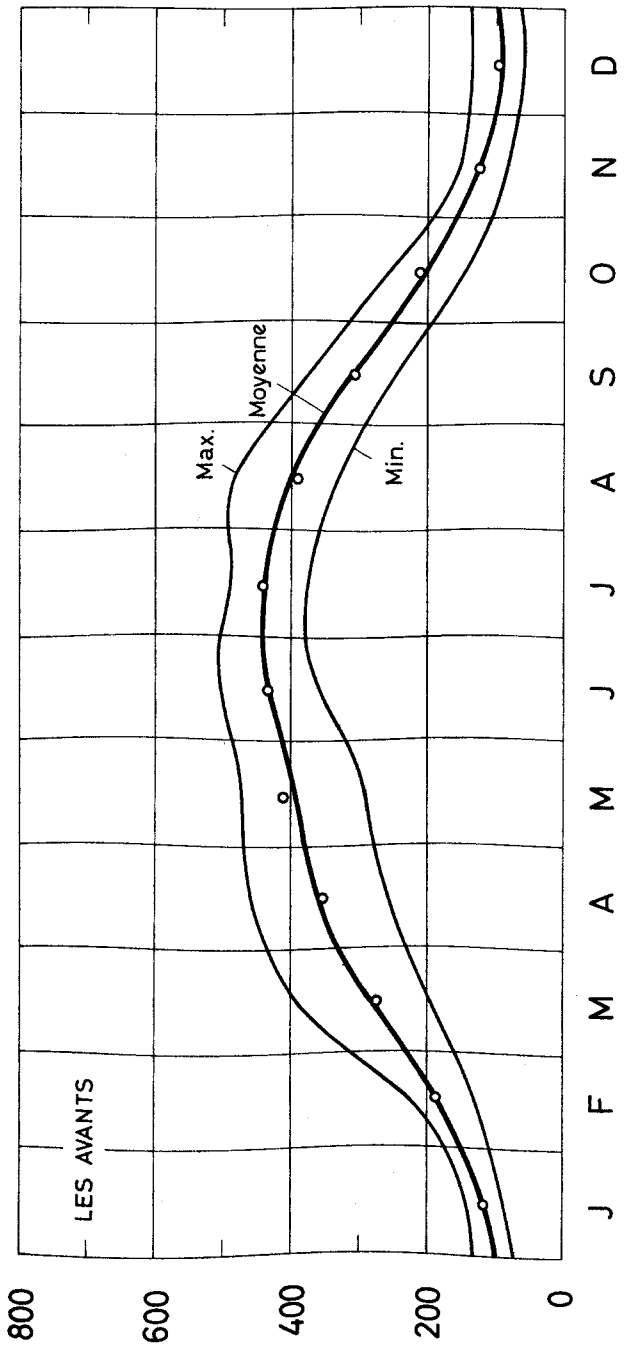
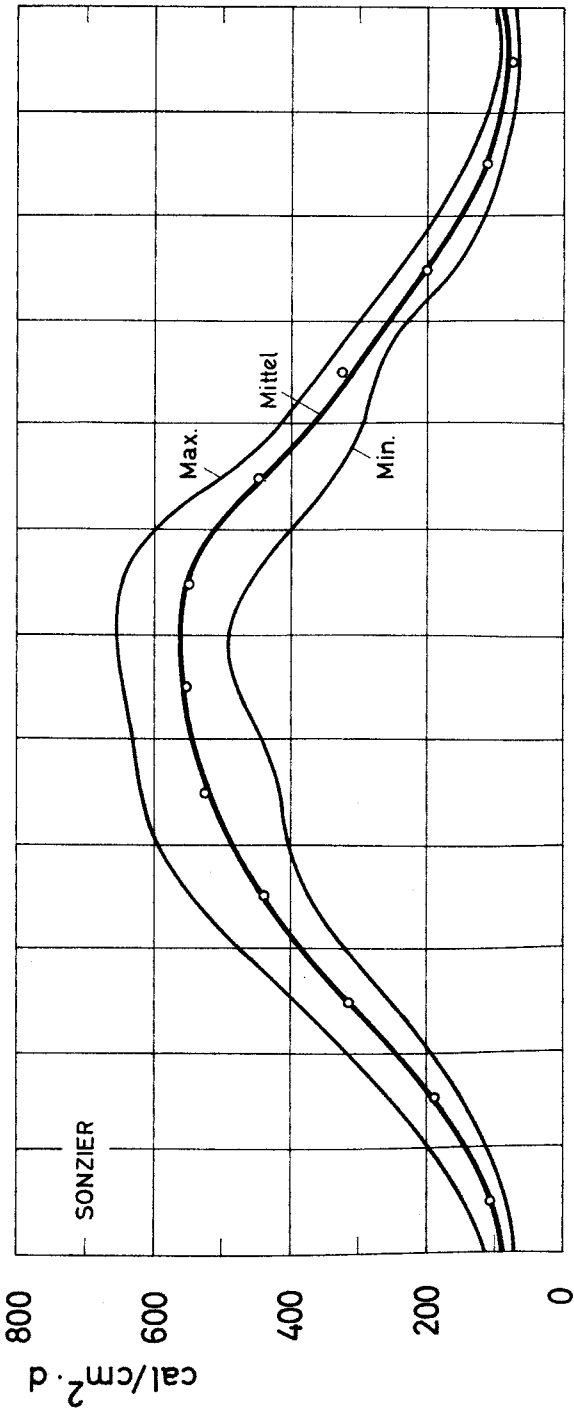


Abb. 9. Jahresgang der mittleren, sowie der maximalen und minimalen Tagessummen der Globalstrahlung in cal/cm² Tag in Sonzier und Les Avants. Die Kreise entsprechen den berechneten Mittelwerten der Globalstrahlung für die Periode 1931 bis 1960.

Fig. 9. Evolution annuelle des sommes journalières moyennes, maximales et minimales de la radiation globale, en cal/cm² jour, à Sonzier et aux Avants. Les cercles correspondent aux valeurs moyennes de la radiation globale calculées pour la période 1931 - 1960.

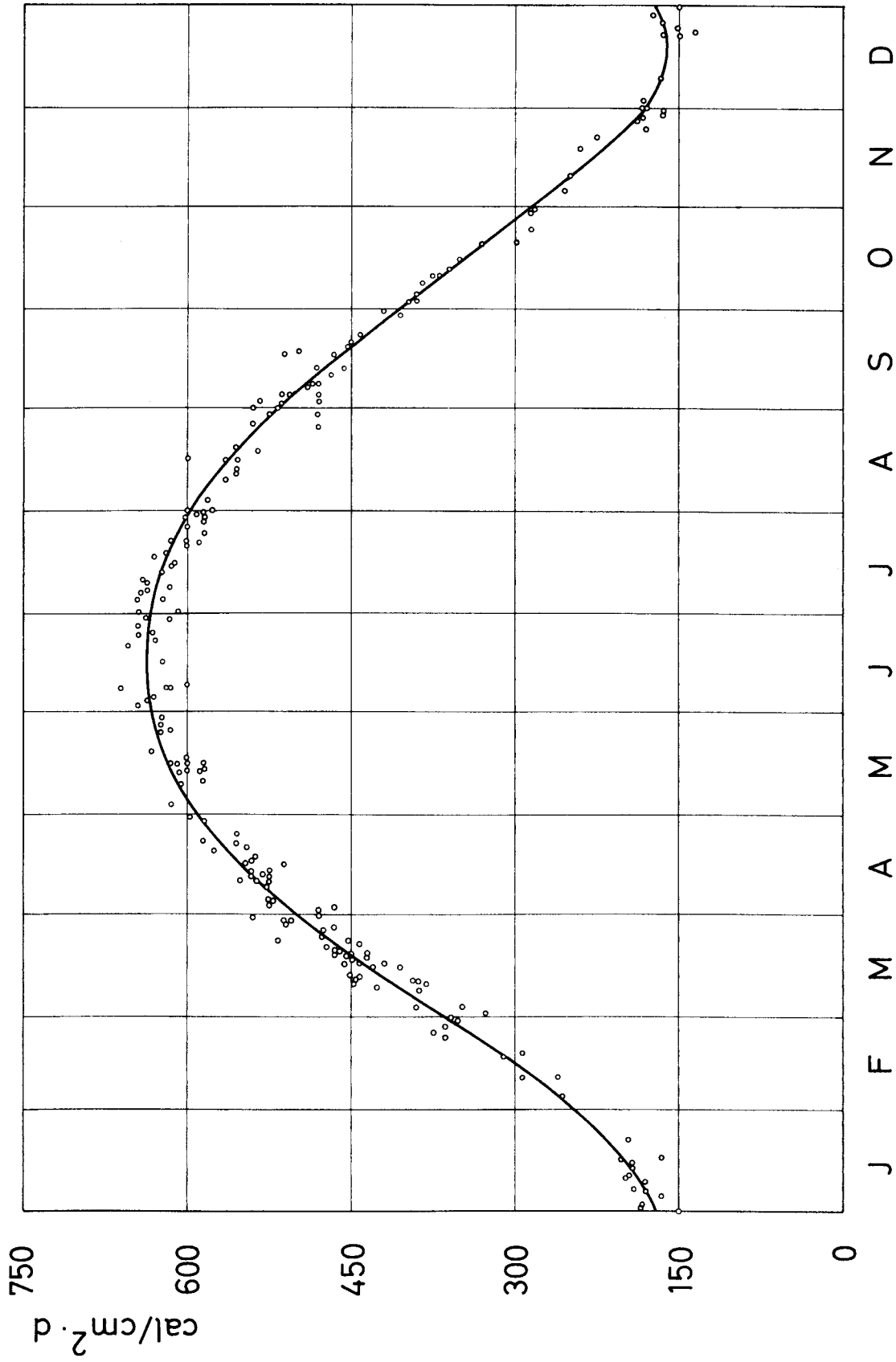


Abb. 10. Jahresgang der Globalstrahlung in cal/cm² Tag an wolkenlosen Tagen in Les Avants.

Fig. 10. Evolution annuelle de la radiation globale en cal/cm² jour pour des jours sans nuages aux Avants.

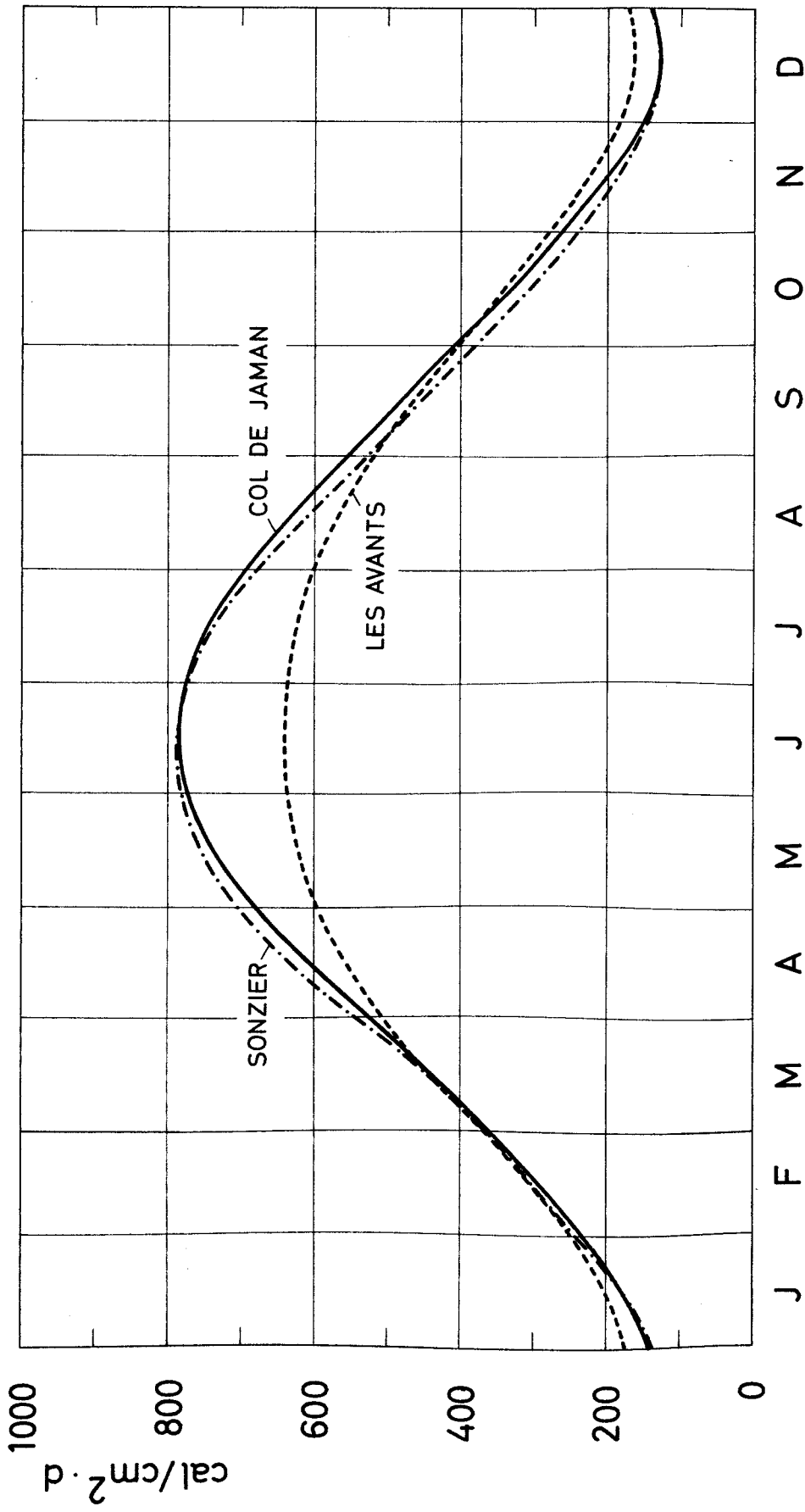


Abb. 11. Jahresgang der Globalstrahlung in cal/cm^2 Tag an wolkenlosen Tagen in Sonzier, Les Avants und Col de Jaman.

Fig. 11. Evolution annuelle de la radiation globale en cal/cm^2 jour pour des jours sans nuages à Sonzier, aux Avants et au Col de Jaman.

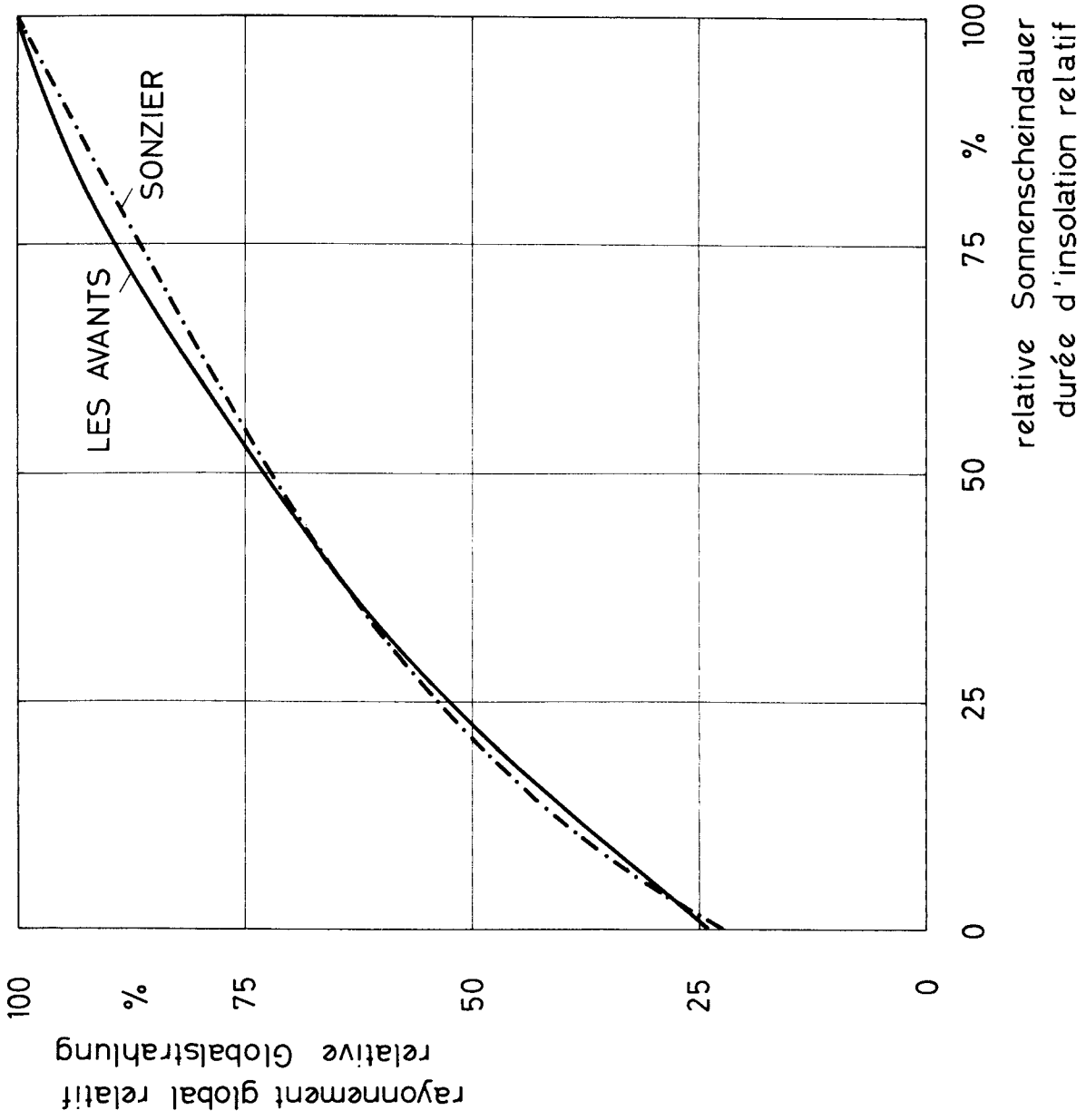


Abb. 12. Zusammenhang zwischen der relativen Globalstrahlung und der relativen Sonnenscheindauer für Tagessummen in Sonzier und Les Avants.

Fig. 12. Relations entre la radiation globale relative et la durée d'insolation relative, établies sur la base de sommes journalières, valables pour Sonzier et Les Avants.

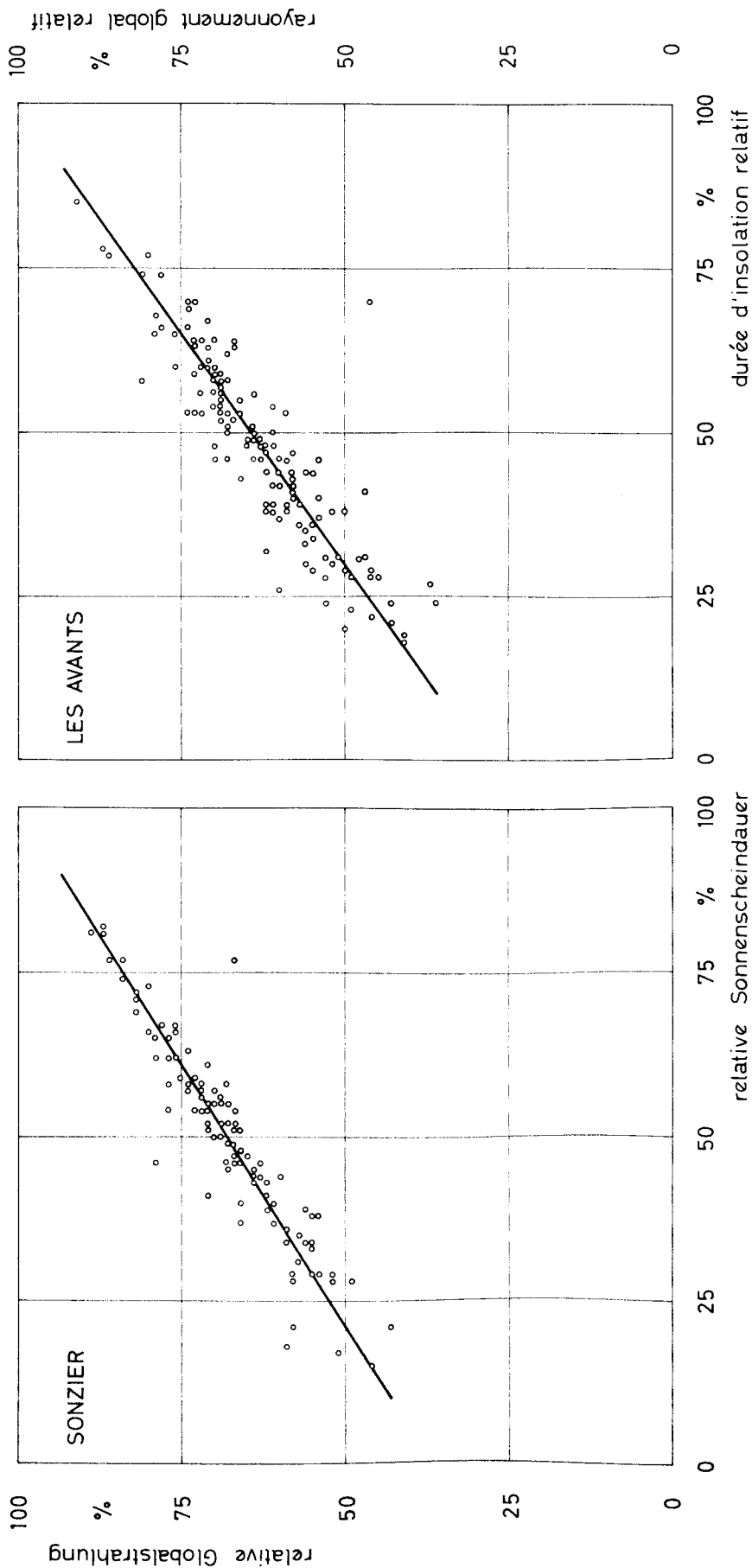


Abb. 13. Zusammenhang zwischen der relativen Globalstrahlung und der relativen Sonnenscheindauer für Monatssummen in Sonzier und Les Avants.

Fig. 13. Relations entre la radiation globale relative et la durée d'insolation relative, établies sur la base de sommes mensuelles, valables pour Sonzier et les Avants.

- Nr. 14 Joss J., Schram K., Thams J.C., Waldvogel A., Untersuchungen zur quantitativen Bestimmung von Niederschlagsmengen mittels Radar. 37 Seiten, 1969.
- Nr. 15 Courvoisier H.W., Die quantitative Niederschlagsprognose winterlicher zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite der Schweiz. 15 Seiten, 1970.
- Nr. 16 Schram Karin und Thams J.C., Die kurzweilige Globalstrahlung und die diffuse Himmelsstrahlung auf dem Flugplatz Zürich-Kloten. 18 Seiten, 1970.
- Nr. 17 Kasser P., Schram Karin und Thams J.C., Die Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Baye de Montreux. 46 Seiten, 1970.

Diese Arbeit erscheint gleichzeitig in der Serie: Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie, Nr. 19.