Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 144 (1964)

Artikel: Weltweite Beziehungen zwischen Himmels- und Globalstrahlung

Autor: Flach, Emil

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90571

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

On peut écrire aussi des équations hydrodynamiques concernant le *corpuscule aléatoire R* dont la loi de diffusion selon Ox est représentée par (2); mais il suffit de voir ici que la diffusion turbulente d'une atmosphère avec $\overline{x} = \overline{u}t$ et $\overline{u}$ = constante telle que la décrit Sutton, apparaît comme un cas particulier de la mécanique attachée à R.

11. EMIL FLACH (Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos) – *Weltweite Beziehungen zwischen Himmels- und Globalstrahlung.*

Vor 25 Jahren schrieb *W. Mörikofer* (1) im Rahmen seiner Studie über meteorologische Strahlungsmessmethoden: «Im Gegensatz zur direkten Sonnenstrahlung (mit senkrecht zur Sonne gerichteter Empfängerfläche ermittelt) ist die gesamte von der oberen Hemisphäre einfallende kurzwellige Wärmestrahlung der Sonne und des Himmels von mindestens derselben Bedeutung, was vielfach heute noch nicht genügend erkannt wird.» Nunmehr ist mit Genugtuung festzustellen, dass sich in dieser Hinsicht die strahlungsklimatologische Verständnisbereitschaft – nicht ohne gewissen Einfluss von seiten der Biologie und Technik – wesentlich verstärkt hat. Denn auf der Erde sind heute etwa 700 Messstationen für die Bestimmung der «Globalstrahlung» bzw. «Totalstrahlung» (T) in Betrieb. Mit ihr wird jene Grösse bezeichnet, die Aufschluss über die Intensitäten der gleichzeitig von der Sonne (S) und dem gesamten Himmel (D) ausgehenden kurzwelligen Wärmestrahlung, bezogen auf die horizontale Empfängerfläche und gemessen in cal/cm^2, vermittelt. Alle drei Grössen (T, S, D) erfassen den Spektralbereich von 290–3000 mμ, also das gesamte sichtbare Spektrum, den sehr kleinen Anteil im UV und einen breiten Abschnitt des nahen Infrarot.

An rund einem Fünftel der genannten Beobachtungspunkte wird getrennt von der Totalstrahlung (T) die diffuse Wärmestrahlung des Himmels (D) registriert. Sie ist an wolkenlosen wie auch an wolkigen und bedeckten Tagen existent; dies erhöht ihre Bedeutung erheblich. Ihre Beträge schwanken zwischen 1 und 100% der Totalstrahlung. Dieses Wechselspiel ist nicht nur auf zeitliche und regionale Unterschiede der Himmelsbedeckung mit Wolken zurückzuführen, sondern zusätzlich auch in der Wolkenart begründet. In dieser Beziehung vermittelten neuere Studien von *J. Ch. Thams* (2) und *P. Bener* (3) wertvolle Aufschlüsse.

Die messtechnische Erfassung der Globalstrahlung (T) erfolgt mit Horizontalflächen-Pyranometern verschiedener Konstruktion. Wegen der grossen Varianten dieser Strahlungsgrösse und ihrer Substituenten (S, D) sind diese Geräte für fortlaufende Registrierung eingerichtet. Dies gilt auch für diejenigen Pyranometeraufstellungen, die die Himmelsstrahlung (D) allein erfassen. In diesen Fällen werden Abschattungseinrichtungen gegenüber der Sonne mit Ring- oder Scheibenanordnung verwendet.

Eine Regionalbetrachtung der mittleren jährlichen Verteilung der Globalstrahlung auf der Erde ergibt folgende Tatsachen (*H. E. Landsberg* [4]): Ihre niedrigsten Werte werden in den Polargebieten etwa nördlich des 60. Breitengrades beobachtet. Dies ist dort durch die niedrigen Sonnenstände und häufig hohen Bedeckungsgrade bedingt. Sie liegen bei rund 70 kcal/cm^2 · Jahr. Die Höchstwerte finden sich innerhalb der Wüstenzonen der Erde mit 200–220 kcal/cm^2, d.h. zwischen 15° und 25° Breite zu beiden Seiten des Äquators. Sie betragen damit rund das Dreifache der Polarwerte. Im Bereich des Äquators liegt die Globalstrahlung um 15–20% unter den Werten der wolkenarmen Wüstengebiete (140–160 kcal/cm^2), ein Umstand, der durch die dortigen hohen Bedeckungsgrade gegeben ist. Zwischen 20° und 60° stellt sich auf beiden Halbkugeln die stärkste Abnahme der Globalstrahlung ein. In Mitteleuropa liegen ihre Werte zwischen 45° und 50° N bei rund 100 kcal/cm^2 · Jahr; dies ist etwa die Hälfte derselben im Bereich der Trockenzonen.

Von besonderem Interesse ist die gesonderte Einbeziehung der diffusen Himmelsstrahlung (D) in die klimatologische Betrachtung. Da diese stark mit der Art und Menge der Bewölkung variiert und an heiteren Tagen auch beträchtlichen Unterschieden durch die vertikale Trübungsschichtung unterworfen ist, vermittelt ihr jahreszeitlicher und regionaler Verfolg interessante geophysikalische Perspektiven. In den Trockenzonen der Erde überragt der Anteil der Sonnenstrahlung (S) den der Himmelsstrahlung (D) in starkem Mass, da der dieselbe heraufsetzende Einfluss der Bewölkung dort in der Regel entfällt. In den häufig bewölkten Äquatorialgebieten hingegen ist bei geringen Jahresschwankungen von T und D die Intensität der letzteren um rund 100% grösser als in den heiteren Wüstengebieten. In den gemässigten Breiten findet man die Jahreshöchstwerte von T und D im Sommerhalbjahr, die niedrigsten im Winter. Zu dieser vorwiegend trüben Zeit ist dann der Anteil von D an der Globalstrahlung wesentlich höher als im sonnenscheinreichen Halbjahr.

Die Breitenabhängigkeit der Himmelsstrahlung (D) zeigt gegenüber der Globalstrahlung (T) ein mehr eigenwilliges Verhalten. Während letztere von den Polen zum Äquator hin rasch und beträchtlich zunimmt, weist erstere eine im Mittel geringe Veränderlichkeit auf. Die Maximalwerte von D (200 cal/cm^2 · d) werden im Äquatorbereich beobachtet. Hingegen ist die Himmelsstrahlung in den Polargebieten nur um rund 10% niedriger als am Äquator. Die subtropischen Trockenzonen weisen gegenüber dem Äquatorialbereich um 100% gesenkte Werte auf. Zunächst überraschend wirkt die Tatsache, dass in den subpolaren Gebieten zwischen etwa 60° und 70° die Himmelsstrahlung (D) die absolut tiefsten Werte auf der Erde zeigt (rund 100 cal/cm^2 · d). Der Grund hierfür ist in der häufigen Absinkbewegung innerhalb polarer Luftmassen zu erblicken, darüber hinaus in ihrer idiotypischen grossen Abtrocknungsfähigkeit. Die daraus resultierende hohe Transparenz der Luft bedingt besonders bei heiteren Wettersituationen niedrige Werte der Himmelsstrahlung.

Einen instruktiven Überblick in diesem Zusammenhang bietet die Betrachtung des Verhältnisses D/T (%). Es erweist sich als am grössten in den nördlichen Polarbereichen (75%), am kleinsten in den subtropischen Trockenzonen der Erde (bei 15%). Am Äquator beträgt das Verhältnis D/T hingegen 50%.

Die Höhenabhängigkeit von D/T zeigt in den gemässigten nördlichen Breiten im Jahresmittel eine stetige Abnahme von etwa 55% in Meereshöhe auf 25% in 3000 m Seehöhe. Diese Tatsache gründet sich auf die mit zunehmender Höhe wachsende Transparenz der Luft wie auch auf die im Durchschnitt zunehmende relative Sonnenscheindauer. In den subtropischen und äquatorialen Breiten ist in den untersten Schichten eine geringfügige Abnahme von D/T mit der Höhe feststellbar, oberhalb 1000 m eine schwache Zunahme. Eine Interpretation dieser Gegebenheiten hat die Inhomogenität der Trübungs- und Bewölkungsverhältnisse in diesen an intensiven vertikalen dynamischen Vorgängen reichen Luftschichten der Troposphäre zu berücksichtigen.

Ein besonders strahlungsklimatologisches Interesse verdient die Verteilung des Verhältnisses D/T auf die Stufen der täglichen Sonnenscheindauer. Aus dem Vorangegangenen erhellt, dass seine Werte bei kleinen Sonnenschein-Tagessummen hoch liegen und umgekehrt. Ferner gilt, dass im Hochgebirge (Davos in 1600 m) das Verhältnis D/T beim Übergang von kleinen zu grossen Tagessummen der Sonnenscheindauer sehr viel rascher abnimmt als in den mitteleuropäischen Niederungen (Wien in 208 m) und desgleichen in der Äquatorialzone (Yangambi). In den subtropischen Trockengebieten (Alexander Bay) ist diese Abhängigkeit von D/T bei den kleinen Tagessummen der Sonnenscheindauer mehr den Äquatorialverhältnissen angeglichen, an den häufig dort vorkommenden heiteren Tagen jedoch mehr den mitteleuropäischen Hochgebirgsbedingungen.

Die klimatologische Kenntnis von den zeitlichen und regionalen Abstufungen der Globalstrahlung (T) und der diffusen Himmelsstrahlung (D) sowie von ihren gegenseitigen Unterschieden hat nicht nur rein geophysikalische Bedeutung, wie etwa für das Studium des Strahlungs- und Wärmehaushalts der Erde. Sie dient darüber hinaus auch der Beantwortung vieler biologischer und technischer Fragestellungen (Medizin, Agrarwissenschaften, Technik der Ausnützung der Sonnenenergie).

LITERATUR

1. *Mörikofer W.:* Meteorologische Strahlungsmessmethoden. In E. Abderhalden «Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden». Abt. II, 3 (1939). 240 Seiten.
2. *Thams J.C.:* Der Einfluss der Bewölkungsmenge und -art auf die Grösse der diffusen Himmelsstrahlung. Geof. pura e appl. *48*, 181 (1961).
3. *Bener P.:* Der Einfluss der Bewölkung auf die Himmelsstrahlung. Arch. Geoph. Met. Biokl. B *12*, 442 (1963).
4. *Landsberg H.E.:* Solar Radiation at the Earth's Surface. Solar Energy *5*, 95 (1961).