Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1939)

Artikel: Meteorologische Strahlungsmessmethoden für biologische und ökologische Untersuchungen

Autor: Mörikofer, W.

Kapitel: 6: Methoden zur Messung der Ultraviolettstrahlung von Sonne und Himmel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377470

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: 09.12.2025

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

sammensetzung der Strahlung die Relation der Ergebnisse beider Methoden unmöglich konstant sein. Die Erfahrung lehrt lediglich, daß die Schwankungen dieser Relation sich in solchen Grenzen halten, daß die Fehler der nach einem solchen Verfahren bestimmten Kalorienwerte ± 10 % nicht übersteigen.

Neben den sehr viel zuverlässigeren heute zur Verfügung stehenden Lichtmeßmethoden kann der von Wiesner vor der Jahrhundertwende angegebene Handinsolator, der seinerzeit in Biologenkreisen weite Verbreitung gefunden hat, kein Interesse mehr beanspruchen. Infolge der Schwierigkeit der Selbstherstellung gleichmäßiger lichtempfindlicher Papiere und der Schätzung einer Farbgleichheit innerhalb Bruchteilen einer Sekunde bei gleichzeitiger Belichtung können große Fehler nicht vermieden werden, und Rübel und Dorno vertreten auf Grund eigener Versuche die Ansicht, daß die Ablesungen verschiedener Personen an verschiedenen Papieren und in verschiedenen Klimaten leicht bis zu 100 % differieren können.

6. Methoden zur Messung der Ultraviolettstrahlung von Sonne und Himmel.

Bei den intensiven spezifischen Wirkungen, die das kurzwellige Ultraviolett des Bereiches um 300 mμ ausübt, besteht bei biologischen Strahlungsuntersuchungen ein starkes Bedürfnis, die Intensität in diesem Spektralbereich gesondert zu messen. Es sind deshalb auch eine ganze Reihe Methoden zur Messung dieser Strahlung entwickelt worden; doch können nur wenige davon dem Mediziner und dem Biologen empfohlen werden. Eine grundsätzliche Schwierigkeit besteht in diesem Spektralgebiet schon darin, daß es an der äußersten Grenze des Sonnen- und Himmelsultravioletts liegt, wo die Variationen der Intensität und der Erstreckung im Tagesverlauf eine große Rolle spielen; dadurch erfährt der Schwerpunkt des spektralen Wirkungsbereiches Verschiebungen, die die Vergleichbarkeit der verschiedenen Messungen in Frage stellen können; besonders empfindlich kann die Unsicherheit werden, wenn sich der Empfindlichkeitsbereich des Instrumentes nicht mit dem Spektralbereich der zu untersuchenden biologischen Wirkung deckt.

Das physikalisch einwandfreieste Verfahren zur Ultraviolettmessung besteht in einer Intensitätsmessung an spektral zerlegter

Strahlung; diese setzt allerdings gute physikalische Spezialkenntnisse voraus und erfordert viel Zeit und große Hilfsmittel. Daneben dürfte die photoelektrische Kadmiumzelle, speziell in der Ausführung der Firma Günther & Tegetmeyer in Braunschweig, die sicherste Methode zur Messung des kurzwelligen Ultravioletts sein; ihre Handhabung erfordert jedoch manche physikalische Vorsichtsmaßnahmen, die Deutung ihrer Ergebnisse viel Kritik. Wenngleich heute die Möglichkeit einer willkürlichen Fixierung des Empfindlichkeitsbereiches und damit auch die Erleichterung einer Standardisierung gegeben erscheint, so wird die Kadmiumzelle als Meßinstrument in der Hand des Biologen oder des Mediziners nur ausnahmsweise in Frage kommen. Bei den Registrier- und Integrationsinstrumenten „Mekapion" und „Lumitron" sind die Schwierigkeiten der Handhabung durch eine Verstärkeranordnung mit selbsttätiger Registrierung bzw. Summierung weitgehend behoben; dafür ist die Unsicherheit der Deutung durch Undefiniertheit der Montierung noch vermehrt.

Ultraviolettes Licht übt auf manche organische Substanzen eine photochemische Wirkung aus, die sich teils in Verfärbung, teils in Ausbleichung der ursprünglichen Farbe zu erkennen gibt. Solche Prozesse sind vielfach zur Konstruktion photochemischer Photometer für Ultraviolett benutzt worden, leider meist ohne die notwendige Kritik. Diese Vorgänge werden neben der Strahlung vielfach noch von anderen Faktoren beeinflußt, deren wichtigster die Temperatur ist; so täuschen solche Methoden bei hoher Temperatur stets größere Ultraviolettintensitäten vor. Kritische Ausführungen über einige dieser photochemischen Methoden sind zu finden bei Mayerson [22]), Mörikofer [1]), und bei Hebekerl und Noethling [23]).

Von diesen photochemischen Verfahren zur Messung der Ultraviolettstrahlung von Sonne und Himmel hat einzig das UV-Dosimeter von Frankenburger und Weyde [24, 25, 26]) einen Entwicklungsstand erreicht, der seine Empfehlung rechtfertigt. Allerdings hat auch dieses Instrument im Anfangsstadium manche Mängel gezeigt (unrichtige Bestimmung der Temperaturabhängigkeit, ungeeignetes Material für die Teströhrchen usw.), die das Vertrauen in das Instrument erschüttert haben und mehrfache grundlegende Konstruktionsänderungen erforderlich machten. Das jetzige Modell des bioklimatischen und des medizinischen UV-Dosimeters von 1936 scheint jedoch nach den bisherigen Überprüfungen die Möglichkeit

zu geben, Momentanwerte der Ultraviolettstrahlung von Sonne und Himmel mit einer Genauigkeit von ± 10 bis 20 % zu messen. Angesichts der großen, 100 % gelegentlich übersteigenden Variationen der Ultraviolettstrahlung im Tages- und Jahresverlauf wird ein solcher Genauigkeitsgrad für biologische Strahlungsuntersuchungen und für bioklimatische Messungen wohl meist genügen.

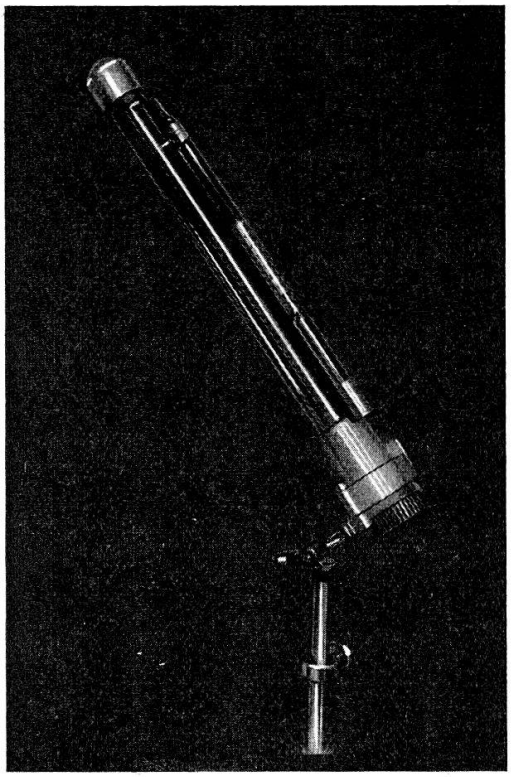

Abb. 19

Bioklimatisches UV-Dosimeter.

Beim jetzigen von der Firma F. und M. Lautenschläger in München vertriebenen Modell des UV-Dosimeters (Abb. 19) wird in einem Quarzröhrchen die Leukosulfitverbindung des Fuchsins als Testlösung exponiert; bei Ultraviolettbestrahlung tritt Rotfärbung dieser Lösung ein, deren Betrag man mit Hilfe verschieden dunkler Grünfilter kompensiert. Aus der Nummer des Kompensationsfilters und der Zeitdauer der Exposition läßt sich die Ultraviolettintensität in relativen Einheiten berechnen; dabei ist auch noch eine Korrektion für die Temperatur anzubringen, die an einem Thermometer in einem

zweiten Röhrchen des Instrumentes (Abb. 19) abgelesen werden kann. Die Rotfärbung bildet sich im Dunkeln wieder vollkommen zurück, so daß mit einer einmaligen Testlösung über 500 Messungen vorgenommen werden können; nachher tritt Gelbwerden der Lösung ein, was ein Ersetzen des Teströhrchens erforderlich macht.

Die Exposition des Teströhrchens hat während einer genau fixierten Dauer zu erfolgen. Dies kann je nach der Ultraviolettintensität 30 Sekunden, 60 Sekunden, 3 Minuten oder 5 Minuten betragen. Die kolorimetrische Ablesung hat möglichst genau 20 Sekunden nach Ende der Belichtung stattzufinden. Da im Dunkeln sofort ein Rückgang der Färbung einsetzt, das Auge sich jedoch andrerseits an das Dunkel des Gesichtsfeldes gewöhnen muß, ist genaue Einhaltung dieser 20 Sekunden notwendig. Die vollkommene Entfärbung der Testlösung beansprucht praktisch höchstens 20 Minuten. Die Ablesung erfolgt auf ganze und womöglich fünftel Skalenteile; um die Schätzung zu erleichtern, ist in der Mitte des Gesichtsfeldes ein mit Null bezeichnetes Vergleichsgrau angebracht. Die Farbbestimmung soll gegen diffuses Tageslicht erfolgen, da künstliche Lichtquellen falsche Rötungsgrade vortäuschen. Ferner sind die Augen vor der Ablesung vor jeder Blendung zu schützen, da man sonst viel zu hohe Werte abliest.

Zur Berechnung der Ultraviolettintensität in relativem Maß dienen spezielle Berechnungstabellen, die mit dem Instrument bezogen werden. In diesen kann man je nach der Expositionsdauer aus dem abgelesenen Rötungsgrad und unter Berücksichtigung der Temperatur der Testlösung die Ultraviolettintensität in relativen Einheiten ablesen.

Bei der Exposition ist darauf zu achten, daß die Orientierung des Instrumentes stets eindeutig und gleichmäßig erfolgt, damit die Resultate vergleichbar sind. Entsprechend dem klimatologischen Verwendungszweck des bioklimatischen UV-Dosimeters wird man im allgemeinen die von Sonne und Himmel einfallende ultraviolette Globalstrahlung zusammen messen; gelegentlich kann dazu auch noch die Reflexstrahlung kommen. In diesem Falle empfiehlt es sich, das Instrument horizontal zu lagern, daß es von der Strahlung der Sonne senkrecht getroffen wird, seine Längsrichtung somit senkrecht zum Sonnenazimut steht. Will man nur die Sonnen- und die Himmels-

strahlung messen, so legt man das Instrument am besten auf ein dunkles Tuch. Soll jedoch auch die Reflexstrahlung einbezogen werden, so kann man das UV-Dosimeter entweder mit ausgestrecktem Arm horizontal möglichst weit vom Körper weghalten oder in einem Stativ befestigen.

Der spektrale Empfindlichkeitsbereich des UV-Dosimeters ist der Erythemkurve der menschlichen Haut weitgehend angeglichen; zu Messungen des Ultravioletts künstlicher Strahlungsquellen muß allerdings ein Überfangrohr aus Uviolglas über das Instrument geschoben werden. Für vergleichende Ultraviolettmessungen mit UV-Dosimetern ist wegen der etwas ungleichen Empfindlichkeit eine vorherige Standardisierung der einzelnen Instrumente vorzunehmen. Während gegenüber den älteren Modellen des UV-Dosimeters und den damit gewonnenen Resultaten wegen der früheren instrumentellen Mängel (vgl. hierüber Mörikofer [1]) Vorsicht geboten ist, scheint das handliche und nicht kostspielige Instrument sich jetzt zu einem wertvollen Hilfsmittel der biologischen Strahlungsforschung entwickelt zu haben.

Zusammenfassung.

Es wird ein Überblick über einige, vor allem neuere Methoden zur Messung der Strahlung von Sonne und Himmel gegeben, die sich auf Grund ihrer Einfachheit und nicht zu großer Kosten als Hilfsmittel bei biologischen Strahlungsuntersuchungen eignen. Als Fehlergrenze, die bei solchen Untersuchungen noch zugelassen sein soll, wird $\pm$ 10 % angenommen. Es wird auf die Wichtigkeit von Instrumenten mit selbsttätiger Summation von Strahlungssummen für längere Bestrahlungsuntersuchungen hingewiesen, sowie auf die Notwendigkeit, neben der direkten Sonnenstrahlung auch der diffusen Himmelsstrahlung Rechnung zu tragen. Zur Bestimmung von Momentanwerten der Einstrahlung von Sonne und Himmel werden das Sperrschichtelement, das Doppelthermometer in gemeinsamer Glasumhüllung, thermoelektrische Pyranometer und Solarimeter, für Ultraviolettstrahlung das UV-Dosimeter empfohlen; zur Messung von Tagessummen der Strahlung eignen sich der Bimetallaktinograph, das Destillationsluzimeter, das Graukeilphotometer, sowie das Solarimeter in Kombination mit einem Milliamperestundenzähler.

Literatur.

1. W. Mörikofer: Meteorologische Strahlungsmeßmethoden. Abderhaldens Handb. biolog. Arbeitsmeth. Abt. II, Teil 3, S. 4005–4245 (1939).
2. L. Gorczynski: Meteorol. Zeitschr. **44,** 5 (1927); Ann. Off. Météorol. Nice **2** (1934); Meteorol. Magaz. **71,** 1 (1936).
3. L. Gorczynski: Month. Weath. Rev. **52,** 299 (1924); Rev. Opt. **3,** 473 (1924).
4. W. Mörikofer und Chr. Thams: Meteorol. Zeitschr. **53,** 22 (1936).
5. F. Albrecht: Tätigkeitsber. preuss. met. Inst. **1927,** 127.
6. W. Mörikofer: Sitzungsprot. Int. Komm. f. Landwirtsch. Meteorol. Salzburg **1937,** 90; Verh. Schweiz. Naturforsch. Ges. Chur **1938,** 133.
7. A. Henry: La Météorol. **1926,** 497.
8. M. Robitzsch: Gerl. Beitr. Geophys. **35,** 387 (1932).
9. W. Mörikofer und Chr. Thams: Meteorol. Zeitschr. **53,** 409 (1936).
10. W. Mörikofer und Chr. Thams: Meteorol. Zeitschr. **54,** 360 (1937).
11. F. Linke: Bioklimat. Beibl. Meteorol. Zeitschr. **1,** 171 (1934).
12. B. Lange: Die Photoelemente und ihre Anwendung. 2 Teile. Leipzig (1936).
13. A. Dresler: Das Licht, **3,** 41 (1933).
14. A. Seybold: Ber. Deutsche Botan. Ges. **52,** 493 (1934).
15. A. Zeller: Ber. Deutsche Botan. Ges. **52,** 581 (1934).
16. F. Sauberer: Meteorol. Zeitschr. **55,** 250 (1938).
17. F. Sauberer und O. Eckel: Internat. Rev. Hydrobiol. und Hydrogr. **37,** 257 (1938).
18. W. Hecht: Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Abt. IIa, **127,** 2283 (1918).
19. C. Dorno: Meteorol. Zeitschr. **42,** 81 (1925); **44,** 369 (1927).
20. W. Hecht und W. Mörikofer: Meteorol. Zeitschr. **56,** 142, 186 (1939).
21. W. Hecht und W. Mörikofer: Photogr. Korresp. **73,** Nr. 11–12 (1937).
22. H. S. Mayerson: Amer. Journ. Hyg. **22,** 106 (1935).
23. W. Hebekerl und W. Noethling: Radiologica **1,** 73 (1937).
24. E. Weyde: Strahlentherapie **38,** 378 (1930).
25. W. Frankenburger: II. Congrès Internat. Lumière Copenhague **1932,** 513.
26. W. Frankenburger und H. Hammerschmid: Gerl. Beitr. Geophys. **53,** 88 (1938).
27. F. Prohaska: Bioklimat. Beibl. Meteorol. Zeitschr. **7** (1940). (Im Druck).