Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Ein einfacher Schalen-Windmesser

Berger-Landefeldt, Ulrich

1963

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-93076

Visual Library

Ein einfacher Schalen-Windmesser

von

Ulrich Berger-Landefeldt

(Institut für Angewandte Botanik der
Technischen Universität Berlin)

Geräte zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit sind bisher in großer Anzahl entwickelt worden. Von wenigen Ausnahmen abgesehen wurden dabei gewöhnlich folgende drei Meßprinzipien benutzt:

1. Die Wirkung des Winddruckes auf Manometer.
2. Die Wirkung des Winddruckes auf bewegliche Körper.
3. Die abkühlende Wirkung des Windes auf geheizte Körper.

Die Anwendung des ersten brachte die Einführung der Staurohrgeräte, des zweiten den Bau von Schalen- und Flügelrad-Anemometern, des dritten die Entwicklung von Hitzdraht-Windmessern. Von jedem dieser Instrumententypen bestehen entsprechend dem jeweiligen Anwendungszweck sehr verschiedene Formen (vgl. Grunow 1935).

Den Ökologen interessieren bei seiner Arbeit nun gewöhnlich nicht die Windgeschwindigkeiten der freien Atmosphäre, sondern die des bodennahen Luftraumes, die nach Art und Höhe der Vegetation mehr oder weniger stark gebremst sind.

Zur Messung vergleichsweise geringer Windgeschwindigkeiten bieten sich besonders Hitzdrahtgeräte an (vgl. Albrecht 1935). Bei ihnen wird gewöhnlich die Windgeschwindigkeit an der Abkühlung eines elektrisch geheizten Drahtes gemessen, indem dessen Widerstandsänderung bestimmt wird. Diese Geräte haben jedoch vornehmlich vier Mängel, die ihren Einsatz bei der ökologischen Feldarbeit einschränken:

1. sind sie abhängig von der Anströmrichtung,
2. sind sie wenig robust und sehr störanfällig,
3. bedürfen sie oft einer Kontrolle und Nacheichung,
4. haben sie keine lineare Anzeige.

Der letztgenannte Punkt erschwert die Auswertung besonders bei Anwendung von Schreibgeräten im Dauereinsatz.

Wegen der genannten Mängel ist die Verwendung von Hitzdrahtgeräten beschränkt. Deswegen wird man in vielen Fällen Schalenanemometern den Vorzug geben. Sie bestehen aus Halbkugelschalen, die senkrecht an drehbaren Armen angebracht sind. Der Wind, der auf die offenen Seiten der Halbkugelschalen einen größeren Druck ausübt als auf die gewölbten, bringt das System proportional der Windgeschwindigkeit in Drehung. Vorteilhaft bei diesem Gerät ist, daß es

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

1. unabhängig von der Windrichtung ist,
2. je nach der gewünschten Verwendung mehr oder weniger stabil herzustellen und wenig störanfällig ist sowie
3. eine lineare Anzeige hat.

Die meisten im Handel befindlichen Konstruktionen von Schalenanemometern sind für den Einsatz in der mehr oder weniger freien Atmosphäre vorgesehen und stehen, vom Boden abgehoben, auf hohen Masten. Um allen an ihrem Aufstellungsort auftretenden Windgeschwindigkeiten, die nicht selten eine beträchtliche Stärke erreichen können, gewachsen zu sein, sind sie meist ziemlich schwer, massereich und damit träge. Ihre Anlaufschwelle liegt gewöhnlich um 1 m sec^{-1}.

Diese Gerätekonstruktionen mit den genannten Eigenschaften sind für die Zwecke des Ökologen wenig geeignet. Er wünscht sich oft ein einfaches, leichtes, bequem zu handhabendes Gerät. Es sollte bei den verhältnismäßig geringen Windgeschwindigkeiten im bodennahen Luftraum eine geringere Anlaufschwelle haben als die angegebene und wegen der zahlreichen sonstigen Arbeiten, die den Ökologen am Standort belasten, über eine Registriermöglichkeit verfügen. Das Fehlen einer solchen schränkt beispielsweise die Anwendungsmöglichkeit der sonst ganz brauchbaren käuflichen Handanemometer nicht unbeträchtlich ein.

Im folgenden sei deshalb die Konstruktion eines einfachen Windmessers[1]) beschrieben, die den Anforderungen des Ökologen nachzukommen sucht. Das Fühlgerät läßt sich verhältnismäßig einfach herstellen, die übrigen Bauteile sind handelsüblich, als Registriergerät kann jedes entsprechend ausgelegte Registriergalvanometer verwendet werden.

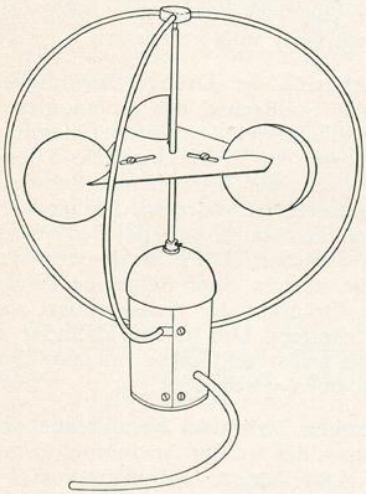


Abb. 1. Schalen-Windmesser, Fühlgerät.

Das im Gelände aufgestellte Fühlgerät (Abb. 1) besteht aus einer senkrechten stählernen Achse (Länge etwa 170 mm, Durchmesser 3,5 mm), die in zwei Steinlagern rotiert. Hier treten übrigens die einzigen Reibungskräfte der bewegten Teile des ganzen Gerätes auf. Beide Lager sind durch drei Stahlbügel fest miteinander verbunden. Auf der Achse sitzt eine mit einer Halteschraube befestigte Nabe, die eine horizontale Aluminiumplatte (Dicke 1 mm) in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks (ganze Seitenlänge 110 mm) trägt, dessen Ecken jedoch (um 22 mm) abgeschnitten sind (Abb. 2). In die Platte sind von der Nabe in Richtung nach außen drei schmale Rillen eingeschnitten. Diese dienen als Führung für je eine Schraube, die mit einer Gegenmutter in ihrer Stellung festgehalten wird. Durch Lösen der Gegenmutter kann jede der drei Schrauben in ihrer Führung in Richtung zur Nabe oder entgegengesetzt verschoben und damit die Aluminiumplatte leicht ausgewuchtet werden. In jeder Ecke trägt die

[1]) Wir danken dem Direktor des Hermann-Föttinger-Institutes für Strömungstechnik der Technischen Universität Berlin, Herrn Prof. Dr.-Ing. R. WILLE, und seinen Mitarbeitern wiederum herzlich für die schon oft gewährte Hilfe.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Platte überdies einen schmalen halbkreisförmigen Einschnitt, in den die Hälfte eines Tischtennisballes (Durchmesser 40 mm) als Halbkugelschale genau eingepaßt und eingeklebt ist. Die Aluminiumplatte und die Hälften der Tischtennisbälle haben einerseits eine recht geringe Masse, sind aber andererseits genügend starr, um auch bei starkem Winddruck nicht nennenswert deformiert zu werden. Verspätet stellten wir übrigens fest, daß halbe Tischtennisbälle auch von KASSANDER und STEWART (1955, 1957) als Halbkugelschalen für Anemometer benutzt worden sind.

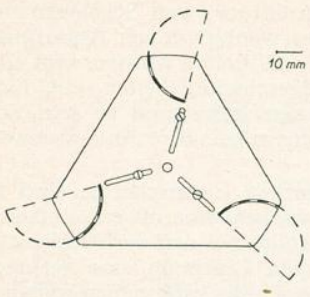


Abb. 2. Schalen-Windmesser, Aluminiumplatte des Schalensystems. Schalen aus halben Tischtennisbällen gestrichelt.

Die Trägheit der käuflichen Schalen-Windmesser liegt vor allem an der Größe

1. der zu bewegenden Masse der Halbkugelschalen mit ihren Armen und
2. der Reibung insbesondere in den angeschlossenen Drehgeschwindigkeitsmeßwerken.

Für den Abgriff der Drehgeschwindigkeit unseres Schalensystems wurde deswegen ein lichtelektrisches Verfahren gewählt, das nicht nur einfach in seiner Art war, sondern auch noch den Vorteil bot, absolut reibungslos zu arbeiten. Es ähnelte in seiner Art dem, das bereits bei dem Gerät zur Registrierung einer Luftströmungs-Komponente (BERGER-LANDEFELDT 1962) verwendet worden war, es wurde jedoch vereinfacht und verbessert.

Zur Aufnahme des lichtelektrischen Abgriffs der Drehgeschwindigkeit des Schalensystems ist das untere Lager der Stahlachse des Anemometers von einem kleinen innen geschwärzten, außen weiß lackierten Messingzylinder (Höhe 53 mm, äußerer Durchmesser 34 mm) umgeben. Dieser wird unten von einem massiven Boden verschlossen, in dem ein Schraubgewinde für die Halterung des Gerätes eingelassen ist. Oben wird er glockenförmig überdacht von einem weiteren halben Tischtennisball, der den oberen Rand des Zylinders übergreift. Die Tischtennisball-Hälfte ist in der Mitte durchbohrt und an eine Nabe geklebt, die mittels einer Schraube an der Achse des Windmessers befestigt ist. Bei Drehung der Achse rotiert also auch dieses halbkugelförmige Dach des Zylinders. Um in den Zylinder zu gelangen, wird die Schraube an der Nabe gelöst und diese mitsamt dem halben Tischtennisball an der Achse nach oben geschoben.

Der lichtelektrische Abgriff im Innern des Zylinders besteht aus drei Teilen, einem Zahnrad (Durchmesser 27 mm), das auf der Anemometerachse fest aufgesetzt ist und mit dieser rotiert, einer kleinen Glühbirne von 9 V oberhalb und einem Silicium-Photoelement der Firma Siemens (Type BPY 11) unterhalb des Zahnrades. Das Zahnrad hat jedoch keinerlei mechanische Aufgaben. Bei Drehung der Anemometerachse bzw. des Zahnrades wirken die 36 tief eingeschnittenen Zähne nur als Blenden und öffnen bzw. unterbrechen den Lichtweg zwischen der Glühbirne und dem Photoelement, so daß dieses eine der Zahnzahl entsprechende Anzahl von Spannungsstößen je Umdrehung der Achse abgibt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Das Fühlgerät kann im Gelände an einem Mast in beliebiger Höhe angebracht werden. Die übrigen Teile der Meßeinrichtung sind davon abgesetzt und mit dem Fühlgerät selbst nur durch ein dreiadriges, abgeschirmtes Kabel verbunden. Dieses Kabel dient der Stromzufuhr für die Glühlampe und der Übertragung der Impulse des Photoelementes und endet in unserem Falle in dem Pflanzenklima-Meßwagen (BERGER-LANDEFELDT 1955), der auch die übrigen Einrichtungen der Meßapparatur aufnimmt, in einem Steckerkopf aus Hartgummi. Dieser besitzt zunächst die nötigen Anschlüsse für die 6-V-Akkumulatorenbatterie zum Betrieb der Glühlampe. Er enthält weiter einen einstufigen transistorisierten Wechselspannungsverstärker (Transistor Type TF 65 mit violettem Punkt der Firma Siemens) mit einer unteren Grenzfrequenz unterhalb 1 Hz. Seine Aufgabe besteht darin, eine ausreichende Amplitude für den angeschlossenen handelsüblichen Frequenzzeiger (Type FTK BN 4700) der Firma Rohde und Schwarz, München, zu liefern. Dieser Steckerkopf kann dem Frequenzzeiger unmittelbar aufgesetzt werden.

Der Frequenzzeiger wandelt die Spannungsstöße des Photoelementes in einen pulsierenden Gleichstrom um, dessen Effektivwert proportional der Drehgeschwindigkeit des Anemometers ist. Das Gerät enthält zwar ein Anzeigeinstrument, doch ist auch eine Registrierung ohne weiteres möglich. Um ein Schreibgalvanometer anschließen zu können, ist bereits in der Gehäusewand des Frequenzzeigers eine Öffnung zur Durchführung der nötigen Leitungen vorgesehen. Wir verwenden einen entsprechend ausgelegten handelsüblichen Linienschreiber mit Drehspulmeßwerk (Askania-Werke, Berlin-Mariendorf). Der Registrierstreifen hat eine Breite von 100 mm und einen mittels Synchronmotor angetriebenen stufenweisen Vorschub von 20 mm h^{-1} bis 960 mm h^{-1}. Zum Betrieb des Frequenzzeigers und des Vorschubs des Registrierstreifens ist eine Netzspannung von 220 V Wechselstrom erforderlich.

Die Eichung der Anemometer erfolgt in einer Luftstrahlanlage in m sec^{-1}. Sehr vorteilhaft ist, daß der Frequenzzeiger mehrere Meßbereiche besitzt. Die Windgeschwindigkeit von 1 m sec^{-1} z. B. kann man daher wahlweise, wenn hohe Geschwindigkeiten vorherrschen, mit einem kleinen, im entgegengesetzten Falle mit einem großen Zeigerausschlag abbilden und so das Gerät den Gegebenheiten des Einsatzortes und der Witterungsverhältnisse anpassen.

Mehrere Geräte der geschilderten Bauart wurden in einer Luftstrahlanlage bei stationärer Anströmung innerhalb des Bereiches von 1 bis 10 m sec^{-1} geprüft. Entsprechend den drei Stellungen 0,1, 0,3 und 1,0 des Frequenzzeigers wurde 1 m sec^{-1} auf den Registriergeräten mit einem Ausschlag der Schreibfeder von 30 bis 35 bzw. 9 bis 10,5 bzw. 3 bis 3,5 mm abgebildet.

Die untere Anzeigegrenze des Gerätes liegt bei 0,6 m sec^{-1}. Sie läßt sich, wenn es erwünscht ist, durch zwei Maßnahmen noch herabdrücken. Erstens kann man die Lagerung der Achse des Schalensystems verbessern und damit die Reibung weiter vermindern. Zweitens kann man bei einer Vergrößerung des Zahnrades die Anzahl der Zähne vermehren und damit die Zahl der Spannungsstöße des Photoelementes je Umdrehung des Schalensystems vergrößern. Dies ist nötig, weil der Frequenzzeiger erst bei Frequenzen über 30 Hz arbeitet.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Die Meßfehler des beschriebenen Anemometers lassen sich verhältnismäßig leicht überschauen, soweit die Anströmung stationär erfolgt. Sie setzen sich zusammen aus den Fehlern des Fühlgerätes, des Frequenzzeigers, des Anzeige- bzw. Schreibgalvanometers und der Ablesung, halten sich aber innerhalb des Meßbereiches in engen Grenzen (vgl. BERGER-LANDEFELDT 1962, S. 477).

Im natürlichen Windfeld ist die Anströmung des Gerätes jedoch instationär. Dadurch treten zusätzlich Meßfehler auf, die auf die Trägheit des benutzten Galvanometers und die Anwendung des Schalen-Systems als Fühlgerät zurückzuführen sind. Die Windstruktur wird deswegen nur annähernd getreu wiedergegeben. Die Gründe dafür sind leicht einzusehen.

Bringt man in eine strömende Masse eine Halbkugelschale, so ist deren Widerstand, wenn man die Konkavseite der Strömung entgegenstellt, viel größer als im umgekehrten Falle. Daher ist, wie schon erwähnt, der Druck, den eine Luftströmung auf die Konkavseite der Halbkugelschale ausübt, stärker als auf die Konvexseite, und wird ein an einer Achse drehbar angeordnetes System solcher Halbkugelschalen durch den Wind in Rotation versetzt. Infolge des unterschiedlichen Widerstandes der beiden Schalenseiten wird aber, wie bereits GRUNOW (1935, S. 362) ausführte, bei Zunahme des Windes die zur Erhöhung der Drehgeschwindigkeit notwendige Energieaufnahme durch das System schneller erfolgen als die Aufzehrung der einmal aufgenommenen Energie bei Abnahme des Windes. Daher ist der Anlauf kürzer als der Auslauf des Schalensystems. Dies ist bei stationärer Anströmung des Schalensystems z. B. bei der Eichung in einer Luftströmungsanlage ohne Bedeutung. Im natürlichen Windfeld bei instationärer Anströmung ergeben sich jedoch Verzerrungen der Anzeige bzw. des Schriebes und bei Integration über die Zeit zu hohe Werte. Der Fehler wächst mit dem Trägheitsmoment des Schalensystems und mit der Frequenz und Amplitude der Windböen. Die Böigkeit des Windes hängt vom Meßplatz und von der Wetterlage ab, und der dadurch bedingte Fehler läßt sich daher nicht beseitigen.

Zusammenfassung

Es wird ein einfacher, leichter und bequem zu handhabender Windmesser mit Schalen aus halben Tischtennisbällen beschrieben, der sich besonders für den ökologischen Einsatz eignet. Das Gerät besitzt einen lichtelektrischen Abgriff der Drehgeschwindigkeit des Schalensystems und gestattet die Registrierung der Windgeschwindigkeit. Das Schalensystem ist verhältnismäßig leicht herzustellen, im übrigen ist das Gerät aus handelsüblichen Bauteilen zusammengesetzt.

Literatur

Albrecht, F.: Die elektrischen Windmeßgeräte. In: E. Kleinschmidt. Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung. — Berlin 1935. S. 390—397.

Berger-Landefeldt, U.: Der Pflanzenklima-Meßwagen. — Geofis. pura e applicata **30:** 195—204. 1955.

— — Ein Gerät zur langfristigen Registrierung einer Luftströmungs-Komponente. — Arch. Met., Geophys., Bioklimat., Ser. B **11:** 468—480. 1962.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Grunow, J.: Die Windmessung am Boden. In: E. Kleinschmidt. Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung. — Berlin 1935. S. 331—390.

Kassander, A. R. and Stewart jr., R. M.: A simple low-inertia anemometer of the three cup type. — Bull. amer. Met. Soc. **36:** 384—389. 1955.

— — a. — — Ping-pong ball anemometers. In: Exploring the atmosphere's first mile. — Proc. Great Plains Turbulence Field Program 1. 8. — 8. 9. 1953. O'Neill, Nebraska. Hrsg. v. H. H. Lettau und B. Davidson. Bd. I. London - New York - Paris 1957. S. 140—144.

Manuskript eingeg. am 24. 5. 1963.

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. Ulrich Berger-Landefeldt, Institut für Angewandte Botanik der Technischen Universität Berlin, 1 Berlin 41 (Steglitz), Rothenburgstraße 12.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: NF_10

Autor(en)/Author(s): Berger-Landefeldt Ulrich

Artikel/Article: Ein einfacher Schalen-Windmesser 250-255