

Meteorologie–Praktikum – Versuch „Strahlungsmessung“

Gruppe 5

Christoph Moder, Michael Wack

Datum: 21.05.2003

zu 1.:

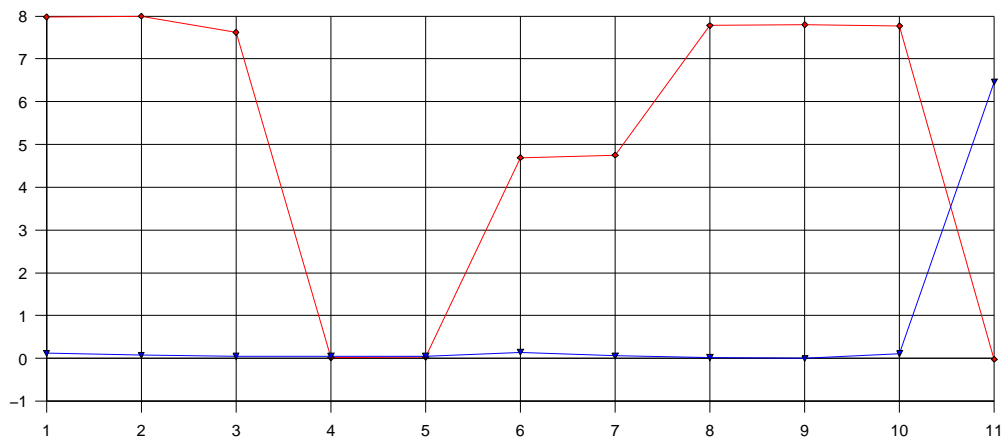
	U_o [mV]	U_u [mV]	U_u korrigiert	S [W/m ²]	R [W/m ²]	Albedo	Strahlungsbilanz
<i>a</i>	7,98	0,06	0,12	41496	624	0,02	40872
<i>b</i>	8	0,01	0,07	41600	364	0,01	41236
<i>c</i>	7,62	-0,01	0,05	39624	260	0,01	39364
<i>d</i>	0,02	-0,01	0,05	104	260	2,5	-156
<i>e</i>	0,03	-0,01	0,05	156	260	1,67	-104
<i>f</i>	4,69	0,08	0,14	24388	728	0,03	23660
<i>g</i>	4,75	0	0,06	24700	312	0,01	24388
<i>h</i>	7,78	-0,04	0,02	40456	104	0	40352
<i>i</i>	7,8	-0,06	0	40560	0	0	40560
<i>j</i>	7,77	0,05	0,11	40404	572	0,01	39832
<i>k</i>	-0,02	6,4	6,46	-104	33592	0	-33696

(Weil die Messwerte bei der Reflexstrahlung teilweise im negativen Bereich waren, was natürlich keinen Sinn ergibt, haben wir korrigierte Messwerte eingeführt, die um den Betrag des niedrigsten Werts nach oben verschoben wurden.)

Die Messwerte innerhalb einer Messung unterscheiden sich teilweise recht deutlich voneinander. Weil dieser Effekt bei niedrigen Messwerten im Verhältnis sehr viel stärker ausgeprägt ist (Schwankung um ca. 100%) als bei hohen Messwerten, ist die Genauigkeit des Multimeters wohl die Ursache – die gemessenen Spannungen auf der Unterseite sowie bei ausgeschalteten Lampen betragen nur wenige hundertstel Millivolt, was gleichzeitig die Empfindlichkeitsgrenze des Messgeräts ist (speziell, wenn dessen Batterien fast leer sind).

Die Schwankungen bei höheren Spannungen müssen dagegen andere Ursachen haben. Beispielsweise die langsame Erwärmung der Lampen und der Apparatur nach dem Einschalten.

zu 2.:



zu 4.:

Die Globalstrahlung ist bei den Versuchen a)–c) deutlich höher als bei f).

<i>Herkunft des Messwerts</i>	<i>Zenitwinkel [°]</i>	<i>Messwert [mV]</i>	<i>Kosinus</i>
Mittelwert aus a)–c)	25	7,87	0,91
f)	70	4,69	0,34

Wie man sieht, müsste laut dem Kosinus-Gesetz der Messwert bei 25° Zenitwinkel ungefähr dreimal so groß sein wie bei 70°, aber der Unterschied ist wesentlich geringer.

zu 5.:

Beide Messwerte fallen beim umgedrehten Albedometer (Messung k) etwas geringer aus. Als Ursachen kommen in Frage:

- unterschiedliche Erwärmung => Beeinflussung der Messung
- baubedingte Abweichungen zwischen den Geräten

zu 6.:

Bei d) ist der Albedo-Wert sehr viel größer als bei den anderen Messungen, nämlich 250%. Hier wird also offenbar nicht die Reflexion gemessen, sondern der Streulichtanteil überwiegt.

Bei a) und f) sind die Werte ähnlich (2% bzw. 3%), wobei der bei schrägem Lichteinfall höher ist – vermutlich, weil dort das Albedometer nicht so sehr seinen eigenen Schatten misst, da dieser seitlich verschoben ist.

Zu h)–j) ist nur zu sagen, dass die Albedo bei weißem Untergrund erwartungsgemäß höher als bei schwarzem Untergrund ist. Der gestreifte Untergrund tanzt aus der Reihe, weil die gemessene Reflexstrahlung dort derart gering war.

Insgesamt würde man aber höhere Albedo-Werte erwarten, nicht im Bereich weniger Prozent, sondern ungefähr um das Zehnfache höher.

zu 7.:

	<i>Beleuchtungsstärke [lux]</i>
<i>a</i>	4149600
<i>d</i>	10400
<i>f</i>	2438800

zu 8.:

Die berechnete Globalstrahlung müsste bei allen drei Messungen gleich sein. In unserem Fall macht aber eine Rechnung keinen Sinn, weil die Messwerte für die Reflexstrahlung an der unteren Empfindlichkeitsgrenze des Voltmeters lagen und daher ziemlich fragwürdig sind – ein Indiz sind dafür unsere Albedo-Werte, die bei weitem nicht 90%/50%/10% sind, sondern um mehr als eine Größenordnung darunter liegen.

zu 9.:

Stefan-Boltzmann-Gesetz:

$$E = \sigma \cdot T^4$$

Mit $T = 297 \text{ K}$, $t = 12 \text{ h}$, $A = 1,5 \text{ m}^2$ ergibt sich für die abgestrahlte Energie:

$$W = E \cdot t \cdot A = 7,94 \text{ kWh} = 28,6 \text{ MJ}$$

Ein Mensch nimmt pro Tag ungefähr 10 MJ über die Nahrung auf (aber über 24 Stunden), d.h. das würde nur ein Sechstel der abgestrahlten Energie decken. Der Rest muss thermische Energie aus der Luft sein, die durch Wärmeleitung und Strahlungsabsorption aufgenommen wird.

zu 10.:

In diesem Fall herrscht ein Gleichgewicht, die eingestrahelte Leistung ist gleich der ausgestrahlten Leistung. Bestrahlt wird nur eine Hälfte der Kugel (genauer: die Projektion der Kugel, also die Querschnittsfläche), aber abgestrahlt wird von der gesamten Kugeloberfläche.

$$1367 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot r^2 \pi = (\sigma T^4) \cdot 4r^2 \pi$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{1367}{4 \cdot \sigma}} = 278,6 \text{ K}$$

Wie man sieht, kürzt sich der Radius aus der Formel heraus, d.h. die Temperatur hängt nicht davon ab.

zu 11.:

angenommene Lufttemperatur: 22 °C

$$E = 0,95 \cdot \sigma \cdot (295 \text{ K})^4 = 408 \text{ W m}^{-2}$$

Da die Hörsaaldecke im thermischen Gleichgewicht mit der Luft/Umgebung steht, nimmt sie diese Strahlungsleistung auf der Luft (Wärmeleitung, Konvektion) auf.

zu 12.:

	<i>Anfang (13:48)</i>	<i>Ende (15:40)</i>
<i>Lufttemperatur [°C]</i>	13,5	12,5
<i>UV-Index</i>	6,9	3,1
<i>Globalstrahlung [W/m²]</i>	999,9	496,0

Die Messwerte sind offenbar mit Vorsicht zu genießen, weil der UV-Index ziemlich großen Schwankungen unterlag (pendelte zwischen ca. 0,1 und 7,0, d.h. um fast zwei Größenordnungen). Außerdem stieg laut der Aufzeichnungen im Internet die Globalstrahlung nicht über 1000 W/m², erreichte diesen Wert aber sehr häufig, was so aussieht, als sei dies der Ende des Messbereichs.

Die Änderung des UV-Index ist etwas größer als die der Globalstrahlung. Eine Ursache könnten dünne Wolken sein, die UV-absorbierend wirken.

13.:

Messungen fanden nur drinnen statt.

14.:

Die Ventilation bewirkte eine Abnahme bei sowohl der Globalstrahlung als auch bei der reflektierten Strahlung. Weil das Messgerät nur im optischen Bereich misst, sollte sich eine Temperaturänderung (durch Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten) nicht in den Messwerten bemerkbar machen. Daher kann die Ursache nur im Messgerät liegen; offenbar ist es temperatur-empfindlich.