

Ueber die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes mittels des elektromagnetischen Drehfeldes.

Von Professor Dr. Anton Lampa.

Bereits Joule hat unter den verschiedenen von ihm ausgeführten Bestimmungen des mechanischen Wärmeäquivalentes eine auf die Beobachtung der durch Induktionsströme produzierten Wärme basiert. Es ist naheliegend, als induzierendes Feld ein Drehfeld zu verwenden. Dieser Weg wurde von d'Arsonval, von L. Weber, endlich von Baille und Ferry eingeschlagen. Von der Methode L. Webers muß ich hier absehen, da mir seine Originalarbeit nicht zugänglich war und auch kein Referat über dieselbe existiert. d'Arsonval erzeugt das Feld durch Rotation eines Magneten, die beiden letztgenannten verwenden endlich ein mit zwei Wechselströmen mit einem Phasenunterschied von 90° hergestelltes Drehfeld. *) Die moderne Elektrotechnik gestattet nun eine sehr einfache Ausführung dieses Prinzips, indem man einen geeignet geformten Metallkörper in das Drehfeld eines Dreiphasenstrommotors hängt. Mißt man einerseits die durch die Induktionsströme in ihm während einer gewissen Zeit produzierte Wärmemenge, anderseits das Drehungsmoment, welches auf ihn ausgeübt wird, so hat man bei bekannter Frequenz des Drehstroms, welchen man zur Speisung der Drehfeldanordnung benützt, alle zur Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalentes notwendigen Daten. Ich führte einige vorläufige Versuche dieser Art aus. Das Drehfeld wurde durch einen Stator einer Drehstrommaschine geliefert, dessen Axe vertikal gestellt wurde. Als Metallkörper diente ein Messingzylinder von 5.82 cm Höhe und 2.75 cm Durchmesser; in den Messingzylinder ist ein Loch gebohrt, das das Thermometer aufnimmt. Der Messingzylinder samt Thermometer wird in eine Schutzhülse aus Glasrohr mit mit Boden und Deckel aus Vulkanfiber eingesetzt. Er ruht auf einer Beinspitze auf und wird mit 3 seitlichen Beinspitzen parallel zu der Glasröhre gestellt und fixiert, er steht also nur mit diesen 4 Spitzen in unmittelbarer Berührung. Das Ganze wird an einem Draht aufgehängt und in den Stator so tief eingesenkt, daß der Zylinder in der Mitte des Stators steht. Auf dem Deckel der Glasröhre ist ein Teilkreis aus Papier befestigt, der sich also mit der ganzen Vorrichtung mitbewegt. Seine Verdrehung wird mit einem Fernrohr abgelesen. Zum Schutz gegen Wärmeaustausch dient ein unversilbertes Dewargefäß, das etwa zu ein Drittel seiner Höhe mit Paraffinöl gefüllt und von unten

*) Die im folgenden beschriebene Anordnung nähert sich am meisten der Baille's und Ferry's, weicht aber von derselben auch in der Form der Messung des Drehungsmomentes ab.

über den unteren Teil der Vorrichtung geschoben wird. Das Paraffinöl dient zur Dämpfung.

Folgendes sind die Daten eines Versuches.

Nullage vor dem Einschalten des Drehstroms: $71^{\circ}0$.

» nach dem Ausschalten » » $71^{\circ}2$.

Einstellung während des Bestandes des Drehfeldes $89^{\circ}8$.
(Der Ausschlag schwankt zwischen $89^{\circ}6$ und $90^{\circ}0$). Verdrehung also $18^{\circ}6$.

Die Zeit wird vom Momente des Einschaltens an gezählt. Es wurden die folgenden Temperaturen*) abgelesen:

Nummer der Ablesung	Zeit	Temperatur
1	0' 0"	$21^{\circ}6$ C
2	0' 45"	$22^{\circ}0$
3	2' 05"	$23^{\circ}0$
4	3' 30"	$24^{\circ}0$
5	5' 05"	$25^{\circ}0$
6	6' 40"	$26^{\circ}0$
7	8' 20"	$27^{\circ}0$
8	10' 25"	$27^{\circ}6$

Beachtet man den Wärmeaustausch mit der Umgebung nicht, so ergibt sich unter Zugrundelegung der akustisch bestimmten Frequenz von 49.1 in der Sekunde und dem experimentell bestimmten Drehungsmoment der Wert $4.535.10^7$ Erg., wenn man die Beobachtungsdauer von $10' 25''$ für die Berechnung benützt. Der Wärmeaustausch ist nun hier recht kompliziert. Denn es ändert sich ja infolge der Temperaturerhöhung des stromdurchflossenen Stators auch die Temperatur der Umgebung. Die Betrachtung der oben mitgeteilten Beobachtungsergebnisse zeigt aber einen Weg, auf welchen man wenigstens in erster Näherung von dem Wärmeaustausch unabhängig wird. Es dauert nämlich die Temperatursteigerung um 1° C:

von Ablesung 2 bis Ablesung 3	$1' 20''$
» » 3 » » 4	$1' 25''$
» » 4 » » 5	$1' 35''$
» » 5 » » 6	$1' 35''$
» » 6 » » 7	$1' 40''$
» » 7 » » 8	$2' 05''$

D. h. im Anfang steigt die Temperatur rascher als am Schluß, oder mit anderen Worten, am Anfang überwiegt der Wärmezufuß zum Versuchskörper, am Schluß der Wärmeabfluß von ihm. Zwischen Ablesung 4 und 5, sowie zwischen Ablesung 5 und 6 dauert die Temperatursteigerung von 1° C die gleiche

* Das Thermometer war in Fünftelgrade geteilt; es wurde mit einem Normalthermometer verglichen und innerhalb des benutzten Intervalls mit ihm gleich befunden.

Zeit von $1' 35''$. Man kann also annehmen, daß während dieser Zeit Wärmezufuß und -Abfuß im Gleichgewicht stehen. Benützt man die Beobachtungsergebnisse für diese Intervalle, so ergibt sich folgende Rechnung:

Gewicht des Messingzylinders 273.57 g , Wasserwert desselben 25.442 . $0.8\text{ g H}_2\text{O}$ in der Höhlung zur Herstellung rascheren Wärmeaustausches zwischen Messingkörper und Thermometer: Wasserwert 0.8 .

Wasserwert des Thermometers: 0.29 .

Gesamter Wasserwert: 26.532 . Dem Temperaturanstieg um 1°C entspricht also die Erzeugung von 26.532 g-Kal .

Das Drehungsmoment des Drehfeldes, welches eine Verdrehung der Vorrichtung um 18.6° herbeiführte, wurde durch das Experiment als gleich festgestellt mit dem Drehungsmoment zweier antiparalleler tangential an dem Umfang des Deckels der Vorrichtung wirkender Kräfte von je $6.97\text{ g-Gewicht} = 6837.57\text{ Dynen}$. Der Durchmesser dieses Deckels beträgt 5.47 cm , sein Umfang 17.1845 cm . Während $1' 35'' = 95''$ durchlaufen die Angriffspunkte dieser Kräfte den Umfang $95 \times 49.1 = 4664.5$ mal, jeder derselben legt also den Weg $17.1846 \times 4664.5 = 86157\text{ cm}$ zurück und es leistet hiebei jede Kraft die Arbeit $6837.57 \times 86157 = 548079118.5\text{ Erg}$. Die gesamte Arbeit ist daher zweimal so groß, d. i. 1096158237 Erg . Durch dieselbe wurden 26.532 g-Kal . erzeugt, also ist

$$1\text{ g-Kal.} = 4131.10^7\text{ Erg.}$$

Der zurzeit wahrscheinlichste Wert der 15°g-Kal . ist 4188.10^7 Erg . Von diesem weicht unser auf sehr rohem Wege gefundenes Resultat nur um 1.4% ab. Daraus folgt, dass die hier geschilderte Methode für Präzisionsmessungen wolgeeignet ist, denn diese Abweichung liegt innerhalb der Fehlergrenzen der mitgeteilten Messungen.

Physikalisches Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.
10. März 1913.

Naturwissenschaftliche Literatur über Böhmen, III.

Zusammengestellt von Priv.-Doz. Dr. L. Freund.

- Baudyš, E., Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen im Jahre 1911, aufgetreten in Mittel- und Nordostböhmen. Zemědělský Arch. 1912, 3. S.
- Becke, F., Fossiles Holz aus der Putzenwache von Joachimsthal. Tschermaks min. petr. Mitt. Wien 1912, 31, S. 81—86.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [61](#)

Autor(en)/Author(s): Lampa Anton

Artikel/Article: [Ueber die Bestimmung des mechanischen Wärmeaequivalentes mittels des elektromagnetischen Drehfeldes 95-97](#)