Thermisches Gedankenexperiment

Es wurden Überlegungen angestellt, wie man einen Messraum für z.B. eine Präzisionswaage gestalten kann, sodass es keine Luftzirkulation gibt, wobei jedoch elektrische Verbraucher im Messraum sind, und somit Wärme erzeugen.

Artikel als PDF zum Downloaden

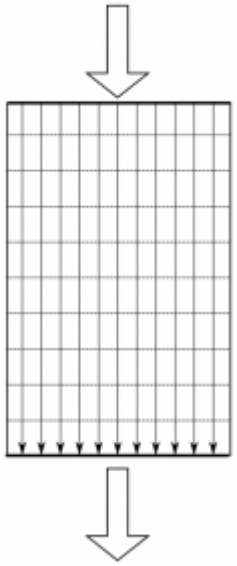
Wärmestrom durch einem Luftvolumen mit thermisch gut leitenden Bauteilen

Dieses Gedankenexperiment soll klären, ob eine Wärmestromleitung in einem abgeschlossenem Volumen, das einen Körper mit guter thermischer Leitfähigkeit beinhaltet, ohne Luftzirkulation möglich ist.

Vorbereitende Überlegungen

Wir stellen uns ein abgeschlossenes, würfelförmiges Volumen vor. Die Seitenwände sind perfekt thermisch isoliert. Die Ober- und Unterseite sind perfekte thermische Leiter. Vereinfachend betrachten wir das ganze als 2D-Problem.

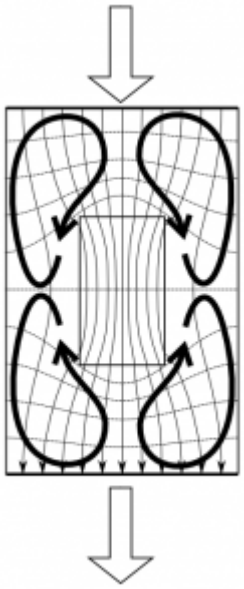
Das Volumen ist mit Luft gefüllt, und befindet sich **im Schwerefeld der Erde**. Nun stellen wir uns vor, dass ein Wärmestrom von oben nach unten durch das Volumen fließt. Dadurch stellt sich eine gleichmäßige Temperaturschichtung ein. D.h. oben ist es warm, und nach unten hin wird es immer kälter, wobei die Temperatur in einer Höhenschicht überall gleich ist. D.h. die Feldlinien der Wärmeflussdichte sind gleich verteilt, parallel und lotrecht. Es sind keine Konvektionsströme vorhanden.



Die Frage ist nun, ob sich ein stationäres Temperaturfeld, ohne Konvektionsströme einstellen kann, wenn in der Mitte des Volumens ein thermisch gut leitender Körper (z.B. Aluminium-Quader) platziert wird.

Vorerst nehmen wir an, die **Luftteilchen sind ortsfest**. Die Wärmeflussdichte-Feldlinien werden sich nun so einstellen, dass sie sich zum Aluminiumblock hin konzentrieren, und somit fast alle Feldlinien durch das Aluminium gehen, und nur wenige gehen daran vorbei, sind aber auch zum Aluminium hin

gekrümmt. Die Isothermen (Linien mit gleicher Temperatur) sind grundsätzlich ca. waagrecht, jedoch in der oberen Hälfte des Volumens nach oben ausgebeult, und in der unteren Hälfte nach unten ausgebeult. Die Form sieht ähnlich wie eine Gaußsche Glockenkurve aus.



Nun werden die **Luftteilchen wieder losgelassen**, und können sich somit frei im Raum bewegen. Dadurch haben zwei kleine Luftvolumina, die durch eine nicht-horizontale Isotherme getrennt sind das Bestreben, sich übereinander auszurichten. Beispiel: betrachten wir zwei Luftvolumina im links oberen Quadranten unseres Systemvolumens. Eine Isotherme in diesem Bereich, betrachtet von links nach rechts, beginnt erst waagrecht, dann steigt sie langsam an, dann steigt sie recht schnell an, und in der vertikalen Mittelachse des Systemvolumens ist die Isotherme aus Symmetriegründen wieder waagrecht. D.h. unsere benachbarten Luftvolumina sind so angeordnet, dass das wärmere links-oberhalb der Isotherme ist, und das kältere rechts-unterhalb der Isotherme. Denkt man sich die beiden Volumina miteinander verbunden, so entsteht im Schwerefeld ein Drehmoment im Uhrzeigersinn. Somit stellen sich also Konvektionsströmungen ein.

Je nach betrachtetem Quadranten des Luftvolumens, stellen sich entsprechende Wirbel ein. Nichts desto trotz, strömt die oben eingebrachte Wärmeleistung im „stationären“ Fall an der Unterseite wieder raus. D.h. es geht keine Leistung im Inneren verloren. Dieses Experiment stellt ein Quasi-Perpetuum-Mobile dar. Es verletzt nicht den 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Bemerkenswert ist auch, dass im Falle ohne Aluminium-Quader die Luft still steht, mit Aluminium-Quader sich jedoch Strömungen einstellen müssen.

Alle Überlegungen sind rein qualitativ, und basieren nicht auf einer FEM-Simulation.

waage, deutsch, artikel, physik, technik

From:
http://www.zeilhofer.co.at/wiki/ - **Verschiedenste Artikel von Karl Zeilhofer**

Permanent link:
http://www.zeilhofer.co.at/wiki/doku.php?id=thermisches_gedankenexperiment

Last update: **2017/04/04 06:39**