



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

§ 13. Vorbemerkungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

Drittes Kapitel.

Transmission der Wärme durch feste Wände.

§ 13.

Vorbemerkungen.

Wenn zwei elastische oder tropfbare Flüssigkeiten von verschiedener Temperatur durch eine feste Wand von gleicher Dicke getrennt sind, so geht in einer bemessenen Zeit eine bestimmte Wärmemenge von der wärmeren zur kälteren Flüssigkeit über. Die Größe des Wärmeüberganges ist einerseits abhängig von dem Material, der Form und Lage und den Abmessungen der Wand, andererseits von der Art der sie berührenden Flüssigkeiten, deren Temperaturen und den Bewegungen, welche dieselben längs der Wand hin haben können.

Mit Bezug auf letzteren Umstand können wir als häufig vorkommend unterscheiden:

a) Den Wärmeübergang ohne Strom, wenn beide Flüssigkeiten stagnieren, d. h. keine Bewegung längs der Wand haben, als etwa die durch Ungleichheit der Temperatur hervorgerufene. Dieser Fall liegt vor bei jedem geschlossenen Raume, in dem die Luft wärmer ist als außen; ein Teil der Wärme geht fortwährend durch die umschließenden Wände verloren.

b) Der Wärmeübergang mit einseitigem Strom kommt bei Dampfkesseln vor, wo eine Seite der Kesselwandung durch das Wasser berührt wird, während die heißen Feuergase die äußere Seite der Kesselwand bestreichen.

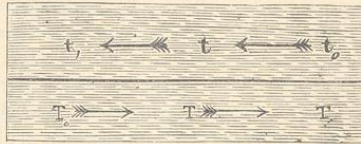
c) Wärmeübergang mit Parallelstrom ist u. a. vorhanden, wenn ein Ventilationskamin durch einen darin central aufgestellten und von Heizgasen durchströmten eisernen Schornstein erwärmt wird; dadurch soll eine aufwärts und parallel gerichtete Bewegung der Ventilationsluft hervorgerufen werden.

d) Der Wärmeübergang mit Gegenstrom wird dargestellt durch Fig. 29.

Um zu einem analytischen Ausdruck zu gelangen für den Zustand einer ruhig stehenden Flüssigkeit in Berührung mit einer Wand, wird man die Temperatur an allen Punkten derselben als gleich ansehen dürfen. Außerdem läßt sich annehmen, daß der stagnierenden Flüssigkeit durch eine geeignete Wärmequelle unaufhörlich so viel Wärme zugeführt wird, als sie selbst an die Wand abgibt, und daß daher die betreffende Flüssigkeit nicht nur in allen Teilen

gleich, sondern auch in Bezug auf die Zeitdauer konstant sei.

Fig. 29.



Beharrungszustand. Betrachten wir nun eine homogene Wand von gleicher Dicke, welche einen geschlossenen Wohnraum von der äußeren atmosphärischen Luft trennt, und soll dieser Raum auf einer gegebenen konstanten Temperatur T erhalten werden; ist auch die Temperatur t der Außenluft überall gleich und konstant und $T > t$, so wird die innere Fläche F_1 der Wand (die wir als eben voraussetzen) mit der Luft von der Temperatur T in Berührung kommen. Hierdurch werden deren Moleküle erwärmt, und sobald ihre Temperatur steigt, teilen sie den unmittelbar dahinter gelegenen Molekülen die Wärme mit. Dieser Vorgang wiederholt sich und setzt sich fort bis zur äußeren Wandfläche F_2 , die mit der Luft von der Temperatur t in Berührung ist; auch werden die Erscheinungen sich in jedem beliebigen Stück der homogenen Wand zwischen den beiden Begrenzungsflächen wiederholen und es wird endlich ein Zeitpunkt eintreten, wo nicht nur die Begrenzungsflächen F_1 und F_2 , sondern auch alle damit parallelen Durchschnittsebenen F_x in Innern der Wand isothermische Flächen bilden.

Denkt man die Wand durch eine Reihe solcher Flächen, die gleich weit voneinander abstehen, in eine große Anzahl dünner Schichten oder Elementarplatten geteilt, so werden offenbar die Temperaturen dieser Schichten anfänglich von F_1 nach F_2 hin progressiv abnehmen. Auch die Temperaturdifferenzen zweier benachbarten isothermischen Flächen werden allmählich von F_1 nach F_2 hin abnehmen, weil die zwischenliegenden Schichten von der einen Seite mehr Wärme aufnehmen, als sie an die benachbarte Schicht abgeben, einen Teil also festhalten und dadurch ihre Temperatur erhöhen. Mit dem Anwachsen der Temperatur nehmen aber die vorgenannten Differenzen mehr und mehr ab und mit ihnen auch die Differenzen der Wärmemengen,

welche von den einzelnen Schichten aufgenommen und abgegeben wurden. So tritt schließlich ein Zustand ein, wo jede Schicht von der vorhergehenden gerade so viel Wärme empfängt, als sie in derselben Zeit an die folgende abgibt, d. h. die Wärmemenge, welche innerhalb gegebener Zeit durch irgend eine isothermische Fläche hindurchgeht, ist konstant. Solange also die Temperaturen T und t sich nicht ändern, bleiben die Temperaturen der isothermischen Flächen stationär. Diese Grenze ist der Beharrungszustand.

Sobald man aufhört, die Temperatur der Zimmerluft mittels der Wärmequelle auf T zu erhalten, nehmen die Temperaturen der Wandmoleküle wieder ab. Man nennt diese Phase wohl auch den Endzustand. Die, dem Beharrungszustand vorhergehende Phase des Wärmeüberganges, während welcher die Temperaturen der Wandmoleküle allmählich und bis zur Grenze steigen, wird als Anfangszustand unterschieden.

§ 14.

Wärmeverluste bei konstanten Temperaturen.

Zur Bestimmung der Wärmemenge, welche durch eine ebene Wand von gleicher Dicke hindurchgeht, wenn die berührenden Medien auf konstanter Temperatur gehalten werden, hatte Péclet, unter Zugrundelegung des bekannten Gesetzes von Dulong und Pétit, eine Reihe von Versuchen über die Abkühlung dünnwandiger Gefäße aus Metall angestellt und 1854 veröffentlicht. Er kam dabei zu folgenden Resultaten¹⁾:

- 1) Die Abkühlung eines Körpers ist abhängig von seiner Strahlung gegen die umgebende Luft und von dem Kontakt desselben mit der Luft, d. h. von der Leitung.
- 2) Die durch Strahlung emittierte Wärmemenge R ist gegeben durch die Formel:
 $R = K \theta (1 + 0,0056 \theta).$
- 3) Die durch Leitung verlorene Wärmemenge A drückt sich aus durch:
 $A = K^1 \theta (1 + 0,0075 \theta).$

In diesen Formeln bezeichnet:

- θ die Temperaturdifferenz zwischen dem erkaltenden Körper und seiner Umgebung, und
- K einen Koeffizienten, welcher abhängig ist von der Natur der Oberfläche, während
- K^1 einen von der Form und den Dimensionen des Körpers abhängigen Koeffizienten bezeichnet.

Wenn man statt der beiden Koeffizienten 0,0056 und 0,0075 das arithmetische Mittel aus beiden setzt, so erhält

1) Péclet. Traité de la chaleur. Tome III, Note X.

man mit hinreichender Genauigkeit für den totalen Wärmeverlust W die Gleichung:

$$W = R + A = (K + K^1) \cdot \theta \cdot (1 + 0,0065 \theta).$$

Für schwache Temperaturdifferenzen ($\theta < 20^\circ$) kann man die Glieder zweiten Grades vernachlässigen und hat dann:

$$W = R + A = (K + K^1) \theta \dots (1)$$

Der Ausdruck 1) heißt das Gesetz von Newton; es gilt nur innerhalb der Grenzen $\theta > 25$ und $< 65^\circ$ und für eine Lufttemperatur $T = 12^\circ$. Für höhere Temperaturdifferenzen muß man die Formeln von Dulong und Pétit benutzen.

Um den Ausdrücken für R und A eine allgemeine Form zu geben und die Koeffizienten K und K^1 feststellen zu können, betrachten wir nunmehr:

1. Die Emission der Wärme.

Auf Grund seiner Versuche kam Péclet zu folgenden Resultaten:

- a) Die Quantität der durch die Flächeneinheit gestrahlten Wärme ist unabhängig von der Form und Größe des Körpers, dagegen abhängig von der Natur der Oberfläche, von der absoluten Temperatur derselben und von der Temperaturdifferenz zwischen dem Wärme abgebenden Körper und der ihn umgebenden Luft.

Die Quantität der pro Quadratmeter und Stunde gestrahlten Wärme ist gegeben durch die Formel:

$$R = 124,72 K a^t (\theta - 1) \dots (2)$$

worin:

- θ die Temperaturdifferenz zwischen der Wärme abgebenden Fläche und der umgebenden Luft bezeichnet,
- t die Temperatur der äußeren Luft,
- a die konstante Zahl 1,007 und
- K das Strahlungsvermögen, d. h. eine von der Natur der Oberfläche abhängige Zahl.

Tabelle IV enthält die Werte von K für die in der Praxis vorkommenden wichtigeren Substanzen.

Tabelle IV. Werte K des Strahlungsvermögens für verschiedene Substanzen.

Kupfer	0,16	Sand, feinkörnig	3,62
Messing	0,26	Bausteine	3,60
Zinn	0,21	Glas	2,91
Zink	0,24	Holz	3,60
Blech, poliert	0,45	Wolle	3,68
Weißblech	0,65	Seide	3,71
Blech, oxydiert	3,36	Ölfarbenanstrich	3,71
Guß Eisen, neu	3,17	Papier	3,77
„ oxydiert	3,36	Wasser	5,31