

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Resultate für den Maschinenbau**

[Hauptband]

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1848**

Physikalische Thatsachen

[urn:nbn:de:bsz:31-282867](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282867)

## Achter Abschnitt.

### Die Wärme und deren Benutzung.

---

212.

#### *Reduction der Thermometergrade nach den verschiedenen Scalen.*

Nennt man die einer bestimmten Temperatur entsprechenden Grade nach der Scale von Reaumur R, nach jener von Celsius C, und nach der von Fahrenheit F, so hat man:

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R.$$

$$C = \frac{5}{9} (F - 32) = \frac{5}{4} R.$$

$$R = \frac{4}{9} (F - 32) = \frac{4}{5} C.$$

Die folgende Tabelle enthält die Werthe von C, R und F, welche verschiedenen Temperaturen entsprechen.

| C   | R    | F     | C  | R    | F     | C  | R    | F     | C  | R    | F    |
|-----|------|-------|----|------|-------|----|------|-------|----|------|------|
| 100 | 80   | 212   | 75 | 60   | 167   | 50 | 40   | 122   | 25 | 20   | 77   |
| 99  | 79·2 | 210·2 | 74 | 59·2 | 165·2 | 49 | 39·2 | 120·2 | 24 | 19·2 | 75·2 |
| 98  | 78·4 | 208·4 | 73 | 58·4 | 163·4 | 48 | 38·4 | 118·4 | 23 | 18·4 | 73·4 |
| 97  | 77·6 | 206·6 | 72 | 57·6 | 161·6 | 47 | 37·6 | 116·6 | 22 | 17·6 | 71·6 |
| 96  | 76·8 | 204·8 | 71 | 56·8 | 159·8 | 46 | 36·8 | 114·8 | 21 | 16·8 | 69·8 |
| 95  | 76   | 203   | 70 | 56   | 158   | 45 | 36   | 113   | 20 | 16   | 68   |
| 94  | 75·2 | 201·2 | 69 | 55·2 | 156·2 | 44 | 35·2 | 111·2 | 19 | 15·2 | 66·2 |
| 93  | 74·4 | 199·4 | 68 | 54·4 | 154·4 | 43 | 34·4 | 109·4 | 18 | 14·4 | 64·4 |
| 92  | 73·6 | 197·6 | 67 | 53·6 | 152·6 | 42 | 33·6 | 107·6 | 17 | 13·6 | 62·6 |
| 91  | 72·8 | 195·8 | 66 | 52·8 | 150·8 | 41 | 32·8 | 105·8 | 16 | 12·8 | 60·8 |
| 90  | 72   | 194   | 65 | 52   | 149   | 40 | 32   | 104   | 15 | 12   | 59   |
| 89  | 71·2 | 192·2 | 64 | 51·2 | 147·2 | 39 | 31·2 | 102·2 | 14 | 11·2 | 57·2 |
| 88  | 70·4 | 190·4 | 63 | 50·4 | 145·4 | 38 | 30·4 | 100·4 | 13 | 10·4 | 55·4 |
| 87  | 69·6 | 188·6 | 62 | 49·6 | 143·6 | 37 | 29·6 | 98·6  | 12 | 9·6  | 53·6 |
| 86  | 68·8 | 186·8 | 61 | 48·8 | 141·8 | 36 | 28·8 | 96·8  | 11 | 8·8  | 51·8 |
| 85  | 68   | 185   | 60 | 48   | 140   | 35 | 28   | 95    | 10 | 8    | 50   |
| 84  | 67·2 | 183·2 | 59 | 47·2 | 138·2 | 34 | 27·2 | 93·2  | 9  | 7·2  | 48·2 |
| 83  | 66·4 | 181·4 | 58 | 46·4 | 136·4 | 33 | 26·4 | 91·4  | 8  | 6·4  | 46·4 |
| 82  | 65·6 | 179·6 | 57 | 45·6 | 134·6 | 32 | 25·6 | 89·6  | 7  | 5·6  | 44·6 |
| 81  | 64·8 | 177·8 | 56 | 44·8 | 132·8 | 31 | 24·8 | 87·8  | 6  | 4·8  | 42·8 |
| 80  | 64   | 176   | 55 | 44   | 131   | 30 | 24   | 86    | 5  | 4    | 41   |
| 79  | 63·2 | 174·2 | 54 | 43·2 | 129·2 | 29 | 23·2 | 84·2  | 4  | 3·2  | 39·2 |
| 78  | 62·4 | 172·4 | 53 | 42·4 | 127·4 | 28 | 22·4 | 82·4  | 3  | 2·4  | 37·4 |
| 77  | 61·6 | 170·6 | 52 | 41·6 | 125·6 | 27 | 21·6 | 80·6  | 2  | 1·6  | 35·6 |
| 76  | 60·8 | 168·8 | 51 | 40·8 | 123·8 | 26 | 20·8 | 78·8  | 1  | 0·8  | 33·8 |

Alle Temperaturen werden in der Folge nach der Scale von Celsius angegeben.

## 213.

*Ausdehnung fester Körper durch die Wärme.*

Die Ausdehnung der Körper ist der Temperaturänderung proportional, so lange die Temperatur derjenigen nicht zu nahe kommt, bei welcher eine Aenderung des Aggregatzustandes eintritt.

Nennt man:

$L$ ,  $F$ ,  $K$  die Länge eines Stabes, den Flächeninhalt einer Platte und den Kubikinhalt eines Körpers bei  $0^\circ$  Temperatur;

$\alpha$  die Längenausdehnung, welche ein Stab von  $1^m$  Länge bei einer Temperaturänderung von  $1^\circ$  erleidet;

so ist die Länge des Stabes bei  $t^\circ$  Temperatur  $L(1 + \alpha t)$   
 der Flächeninhalt der Platte bei  $t^\circ$  „  $F(1 + 2\alpha t)$   
 der Kubikinhalt des Körpers bei  $t^\circ$  „  $K(1 + 3\alpha t)$

Die Ausdehnungskoeffizienten für verschiedene Substanzen sind in folgender Tabelle enthalten, und zwar für eine Erwärmung von  $0^\circ$  bis  $100^\circ$  Celsius.

| Benennung der Substanzen.    | Ausdehnung<br>bei einer Erwärmung<br>von $1^\circ$ bis $100^\circ$<br>Celsius. |                       |
|------------------------------|--|-----------------------|
| Blei . . . . .               | 0·00287  | $\frac{1}{348}$       |
| Bronze . . . . .             | 0·001816   | $\frac{1}{550}$       |
| Schmiedeeisen . . . . .      | 0·001115   | $\frac{1}{896}$       |
| Gusseisen . . . . .          | 0·001109   | $\frac{1}{901}$       |
| Eisendraht . . . . .         | 0·001140   | $\frac{1}{877}$       |
| Glasröhren . . . . .         | 0·000917   | $\frac{1}{1089}$      |
| Gold . . . . .               | 0·001475   | $\frac{1}{671}$       |
| Kupfer, geschlagen . . . . . | 0·001784   | $\frac{1}{561}$       |
| Messing, gegossen . . . . .  | 0·001866   | $\frac{1}{535}$       |
| Silber . . . . .             | 0·001988   | $\frac{1}{503}$       |
| Stahl, gehärtet . . . . .    | 0·001375   | $\frac{1}{727}$       |
| Stahl, ungehärtet . . . . .  | 0·001079   | $\frac{1}{926}$       |
| Zink, gegossen . . . . .     | 0·003051   | $\frac{1}{328}$       |
| Zinn, feines . . . . .       | 0·002233   | $\frac{1}{438}$       |
| Wasser . . . . .             | 0·04775  | $\frac{1}{20\cdot92}$ |

214.

*Schwindmaass,*

d. h. die lineare Zusammenziehung der Metalle bei dem Uebergange aus dem flüssigen Zustande in den festen.

|   |                 |                     |                          |
|---|-----------------|---------------------|--------------------------|
| Gusseisen . . . . .   | $\frac{1}{98}$  | bis $\frac{1}{95}$  | im Mittel $\frac{1}{96}$ |
| Messing . . . . .   | $\frac{1}{79}$  | ” $\frac{1}{49}$ ”  | ” $\frac{1}{65}$         |
| Glockenmetall (100 Kupfer, 18 Zinn) . . . . .               | $\frac{1}{79}$  | ” $\frac{1}{49}$ ”  | ” $\frac{1}{65}$         |
| Kanonenmetall (100 Kupfer, 12 $\frac{1}{2}$ Zinn) . . . . . | $\frac{1}{139}$ | ” $\frac{1}{130}$ ” | ” $\frac{1}{134}$        |
| Zink . . . . .  | $\frac{1}{65}$  | ” $\frac{1}{57}$ ”  | ” $\frac{1}{62}$         |
| Blei . . . . .  | $\frac{1}{104}$ | ” $\frac{1}{86}$ ”  | ” $\frac{1}{92}$         |
| Zinn, ohne Bleizusatz . . . . .                             | $\frac{1}{137}$ | ” $\frac{1}{120}$ ” | ” $\frac{1}{128}$        |

215.

*Schmelzpunkt verschiedener Substanzen.*

| Substanz.                                     | Grad Celsius. | Substanz.                | Grad Celsius. |
|---|---------------|--------------------------|---------------|
| Gehämmertes engl. Eisen                       | 1600          | Legirung                 |               |
| Weiches französ. Eisen                        | 1500          | 3 Th. Zinn 1 Th. Wismuth | 200           |
| Der strengflüssigste Stahl                    | 1400          | 2 ” ” 1 ” ”              | 167·7         |
| Der leichtflüssigste Stahl                    | 1300          | 3 ” ” 1 ” ”              | 167·7         |
| Graues Gusseisen, zweite Schmelzung . . . . . | 1200          | 1 ” ” 1 ” ”              | 141·2         |
| Leichtflüssiges weisses Gusseisen . . . . .   | 1050          | 1 Blei 4 Zinn 5 Wismuth  | 118·9         |
| Gold . . . . .                                | 1250          | 2 ” 3 ” 5 ”              | 100           |
| Silber . . . . .                              | 1000          | 5 ” 3 ” 4 ”              | 94            |
| Bronze . . . . .                              | 900           | Natrium . . . . .        | 90            |
| Antimonium . . . . .                          | 432           | Kalium . . . . .         | 58            |
| Zink . . . . .                                | 360           | Phosphor . . . . .       | 43            |
| Blei . . . . .                                | 334           | Stearinsäure . . . . .   | 70            |
| Wismuth . . . . .                             | 250           | Weisses Wachs . . . . .  | 68            |
| Zinn . . . . .                                | 230           | Gelbes Wachs . . . . .   | 61            |
| Legirung 5Th. Zinn 1Th. Blei                  | 194           | Stearin . . . . .        | 43—49         |
| ” 4 ” ” 1 ” ”                                 | 189           | Wallrath . . . . .       | 49            |
| ” 3 ” ” 1 ” ”                                 | 186           | Essigsäure . . . . .     | 45            |
| ” 2 ” ” 1 ” ”                                 | 196           | Seife . . . . .          | 33·33         |
| ” 1 ” ” 1 ” ”                                 | 241           | Eis . . . . .            | 0·0           |
| ” 1 ” ” 3 ” ”                                 | 289           | Terpentinöl . . . . .    | —10           |
|   |               | Quecksilber . . . . .    | —39           |

216.

*Wärmeeinheit.*

Zur Messung der manchfaltigen Wirkungen, welche die Wärme hervorbringt, ist man übereingekommen, diejenige Thätigkeit als Einheit anzunehmen, welche erforderlich ist, um die Temperatur von einem Kilg. Wasser um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen.

217.

*Specifische Wärme der Substanzen.*

Man nennt specifische Wärme einer Substanz die Wärmemenge (Anzahl der Wärmeeinheiten), welche nothwendig ist, um die Temperatur der Substanz um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen.

Die folgende Tabelle gibt die specifische Wärme verschiedener Substanzen.

*Specifische Wärme einiger Substanzen.*

| Benennung der Substanz. | Specifische Wärme. | Benennung der Gasart.   | Specifische Wärme. |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Antimonium . . . . .    | 0·047              | Atmosphärische Luft . . | 0·2669             |
| Blei . . . . .          | 0·029              | Wasserstoffgas . . . .  | 3·2936             |
| Eisen . . . . .         | 0·110              | Kohlensaures Gas . . .  | 0·2210             |
| Gold . . . . .          | 0·029              | Sauerstoffgas . . . .   | 0·2361             |
| Holz, Eichen . . . . .  | 0·570              | Stickstoffgas . . . . . | 0·2754             |
| Kupfer . . . . .        | 0·095              | Stickstoffoxydgas . . . | 0·2369             |
| Quecksilber . . . . .   | 0·033              | Oelbildendes Gas . . .  | 0·4207             |
| Stahl . . . . .         | 0·107              | Kohlenoxydgas . . . .   | 0·2884             |
| Silber . . . . .        | 0·056              | Wasserdampf . . . . .   | 0·8470             |
| Wissmuth . . . . .      | 0·029              |                         |                    |
| Wasser . . . . .        | 1·000              |                         |                    |
| Zinn . . . . .          | 0·051              |                         |                    |
| Zink . . . . .          | 0·093              |                         |                    |

218.

*Wärmeausstrahlungs-, Absorptions-, Zurückwerfungsvermögen  
verschiedener Körper.*

| <i>Wärmestrahlungsvermögen.</i> | <i>Wärmezurückwerfungsvermögen.</i> |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Lampenruss . . . . . 100        | Messing und Bronze . . . 100        |
| Wasser . . . . . 100            | Silber . . . . . 90                 |
| Bleiweiss . . . . . 100         | Stahl . . . . . 70                  |
| Schreibpapier . . . . . 98      | Blei . . . . . 60                   |
| Glas . . . . . 90               | Glas . . . . . 10                   |
| Chinesischer Tusch . . . . 85   | Geöltes Papier . . . . . 5          |
| Quecksilber . . . . . 20        | <i>Wärmeabsorptionsvermögen.</i>    |
| Glänzendes Blei . . . . . 19    | Lampenruss . . . . . 100            |
| Polirtes Eisen . . . . . 15     | Tusch . . . . . 96                  |
| Zinn, Silber, Kupfer, Gold. 12  | Kupferfläche . . . . . 14           |

219.

*Wärmeleitungsvermögen starrer Körper.*

|                             |
|-----------------------------|
| Gold . . . . . 1000         |
| Platin . . . . . 981        |
| Silber . . . . . 973        |
| Kupfer . . . . . 898        |
| Eisen . . . . . 374         |
| Zink . . . . . 363          |
| Zinn . . . . . 304          |
| Blei . . . . . 179          |
| Marmor . . . . . 23·6       |
| Porzellan . . . . . 12·2    |
| Ziegelsteine . . . . . 11·4 |

220.

*Heizkraft der Brennstoffe.*

Die Heizkraft eines Brennstoffes ist die Wärmemenge, welche beim vollkommenen Verbrennen von einem Kilogramm des Stoffes in atmosphärischer Luft entwickelt wird.

Nennt man:  $\mathfrak{S}$  die Mengen in Kilg. von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche in einem Kilg. eines Brennstoffes enthalten sind, und  $W$  die Heizkraft dieses Brennstoffs;

so ist allgemein:

$$W = 7050 \text{ K} + 22125 \text{ S} - 2266 \text{ D.}$$

Die folgende Tabelle gibt die Heizkraft verschiedener Brennstoffe.

| <i>Benennung des Brennstoffs.</i>     | <i>Heizkraft.</i> | <i>Bemerkungen.</i>    |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Trockene Holzkohle . . . . .          | 7050              | für jede Holzart.      |
| Gewöhnliche Holzkohle . . . . .       | 6000              | 0.2 Wasser enthaltend  |
| Reine Coaks . . . . .                 | 7050              |                        |
| Steinkohlen erster Qualität . . . . . | 7050              | 0.02 Asche enthaltend. |
| „ zweiter „ . . . . .                 | 6345              | 0.10 „ „               |
| „ dritter „ . . . . .                 | 5932              | 0.20 „ „               |
| Vollkommen trockenes Holz . . . . .   | 3666              | für jede Holzart.      |
| Lufttrockenes Holz . . . . .          | 2945              | 0.2 Wasser enthaltend. |
| Torf erster Qualität . . . . .        | 3000              |                        |
| Torf, ordinärer . . . . .             | 1500              |                        |

## 221.

*Luftmenge, welche zum vollkommenen Verbrennen von 1 Kilg. Brennstoff nothwendig ist.*

Nennt man wiederum:  $\text{K}$   $\text{S}$   $\text{D}$  die Mengen in Kilg. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche in einem Kilg. Brennstoff enthalten sind, und  $\text{L}$  die Luftmenge in Kilg., welche zum vollkommenen Verbrennen von 1 Kilg. des Brennstoffes erforderlich ist; so hat man:

$$L = 12.645 \text{ K} + 38.24 \text{ S} - 4.775 \text{ D.}$$

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Für vollkommen trockenes Holz ist  | $L = 6.5$ Kilg. |
| „ lufttrockenes Holz ist . . . . . | $L = 5.4$ „     |
| „ Holzkohlen ist . . . . .         | $L = 12.6$ „    |
| „ Steinkohlen „ . . . . .          | $L = 11.1$ „    |
| „ Coaks „ . . . . .                | $L = 12.6$ „    |

## 222.

*Luftmenge, welche bei gewöhnlichen Kesselfeuerungen zum Verbrennen von 1 Kilg. Brennstoff consumirt wird.*

Bei den gewöhnlichen Kesselfeuerungen ist der Erfahrung zufolge die Luftmenge, welche das Verbrennen unterhält, zweimal so gross

als die obigen kleinsten Quantitäten, welche das vollkommene Verbrennen zu bewirken vermögen. Für gewöhnliche Kesselfeuernngen ist daher zu nehmen:

|   |                |
|---|----------------|
| Für 1 Kilg. vollkommen trockenes Holz . . . . . | L = 13.0 Kilg. |
| „ 1 „ lufttrockenes Holz . . . . .              | L = 10.8 „     |
| „ 1 „ Holzkohlen und Coaks . . . . .            | L = 25.3 „     |
| „ 1 „ Steinkohlen . . . . .                     | L = 22.3 „     |

Der Wasserdampf.

223.

*Zusammenhang zwischen Temperatur, Spannkraft und Dichte bei Dämpfen, welche nur so viel Wärme enthalten, als zu ihrem Bestehen erforderlich ist.*

Nennt man für solchen Dampf:

p die Spannkraft, d. h. den Druck in Kilg. auf einen Quadratmetre;

t die Temperatur;

A die Dichte, d. h. das Gewicht von einem Kubikmetre Dampf;

|                                    | Für Dämpfe von 1 bis 2<br>Atm. Spannkraft. | Für Dämpfe von 2 bis 5<br>Atm. Spannkraft. |
|------------------------------------|--|--|
| $\alpha =$ . . . . .               | 0.06295                                    | 0.1427;                                    |
| $\beta =$ . . . . .                | 0.000051                                   | 0.0000473;                                 |
| $\frac{\alpha}{\beta} =$ . . . . . | 1234                                       | 3017;                                      |

so lassen sich die Beziehungen zwischen p, t, A annähernd auf folgende Weise ausdrücken:

$$p = 10330 (0.2847 + 0.0071531 t)^5$$

$$A = \alpha + \beta p$$

Die folgende Tabelle enthält die zusammengehörigen Werthe von t, p und A.