



Doctoral Thesis

## Studien über die spezifische Wärme von Koks und einigen Kohlenstoffmodifikationen

**Author(s):**

Debrunner, Paul

**Publication Date:**

1923

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000090745> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

# Studien über die spezifische Wärme von Koks und einigen Kohlenstoffmodifikationen

Von der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich  
zur Erlangung der Würde eines Doktors  
der technischen Wissenschaften  
genehmigte  
Promotionsarbeit

Vorgelegt von  
**Paul Debrunner**, Dipl. Ing.-Chemiker  
aus Brugg (Aargau)

No. 340

*Referent:* Herr Prof. Dr. E. Baur.  
*Korreferent:* Herr Prof. Dr. P. Scherrer.

1923  
Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich.

Schaller zuerst angeführten einfachen Formel mit genügender Annäherung berechnen. In der nachstehenden Tabelle XIX sind die errechneten Wärmeinhalte für Kokse mit 5–25% Asche unter Zugrundelegung der von mir gefundenen Wärmeinhalte für graphitischen Kohlenstoff und gegossenen Quarz für Temperaturen von 100 bis 1200 °C zusammengestellt.

Der Wärmeinhalt bei einer bestimmten Temperatur wird bei verschiedenen Koksen durch den wechselnden Aschengehalt aber nicht stärker beeinflusst als durch den Entgasungsgrad, wie die Kurven in Fig. 15 zeigen. Die Zunahme der spez. Wärme durch den Gasgehalt wächst ungefähr proportional dem letztern und ist hauptsächlich durch die entsprechende Zunahme des Wasserstoffgehaltes bedingt. Demzufolge lässt sich die mittlere spez. Wärme eines gashaltigen Koks berechnen, sobald man den Anteil seiner flüchtigen Bestandteile kennt, bezogen auf wasserfreies Material. Man ermittelt daher den Gasgehalt (flüchtige Bestandteile) des Koks (siehe Tabelle I), addiert dazu den Gehalt an Asche, und aus der Differenz von 100 erhält man so den ungefähren Gehalt an Kohlenstoff (fixer Kohlenstoff). Zur Berechnung der mittleren spez. Wärme eines gashaltigen Koks lässt sich somit folgende Formel aufstellen:

$$\frac{x}{100} \cdot c_a^t + \frac{y}{100} c_k^t + \frac{z}{100 \cdot s} \cdot c_G^t = c_m$$

Die Bedeutung der beiden ersten Glieder der Summe wurde schon früher, Seite 27, erläutert; z ist der Prozentgehalt an flüchtigen Bestandteilen, s das spez. Gewicht der im Koks enthaltenen Gase und  $c_G^t$  die mittlere spez. Wärme der Gase pro Volumeinheit. Da das Koksgas fast nur aus Wasserstoff, Kohlenoxyd, Stickstoff und Sauerstoff besteht und diese Gase dieselbe mittlere spez. Wärme pro Volumeinheit<sup>38)</sup> haben, ist obige Formel mit hinreichender Genauigkeit definiert.

Für technische Berechnungen lässt sich für s allgemein 0,45 einsetzen. Eine Berechnung nach dieser Formel für die mittlere spez. Wärme des unentgasteten Durham-Koks z. B. ergab folgende Zahlenwerte:

Temperatur:	$c_m$ gefunden:	$c_m$ errechnet:
20–300 °C	0,276	0,277
20–400 °C	0,300	0,299
20–500 °C	0,317	0,316
20–600 °C	0,331	0,331
20–700 °C	—	0,343
20–1000 °C	—	0,370

Diese Werte stimmen vorzüglich mit den experimentell gefundenen überein. (Vergl. auch Kurve 1 Fig. 15.)

<sup>38)</sup> B. Ludwig, „Die spezifische Wärme der Gase, dampfförmigen, flüssigen und festen Körper“. Bayrische Landeskohlenstelle, München 1922.

### C. Zusammenfassung.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Ein adiabatisches Mischkalorimeter, Wärmeöfen und Temperaturmessvorrichtungen für die Bestimmung der spez. Wärmen verschiedener Substanzen zwischen 20 und 1200 °C wurden dem besondern Untersuchungszwecke angepasst und beschrieben.
2. Mit dieser Versuchseinrichtung wurden die spez. Wärmen verschiedener Substanzen ermittelt und mit den von andern Forschern gefundenen Daten verglichen. Die Versuchsreihen erstrecken sich auf:

- a) Die Bestimmung der spez. Wärme des Goldes zwischen 20 und ca. 850 °C.
- b) Die Bestimmung der spez. Wärme des gegossenen Quarzes zwischen 20 und 1200 °C. — Die gefundenen Werte stimmten am genauesten mit den von Hengstenberg mitgeteilten Daten überein.
- c) Die Bestimmung der spez. Wärme verschiedener graphitischer Kohlenstoffmodifikationen, nämlich Ceylon-Graphit, reinem Retortengraphit und gereinigter und entgaster Buchenholzkohle, zwischen 20 und 1200 °C. — Die zuerst von Weber gefundene Tatsache, dass sich die spez. Wärmen der amorphen Kohlenstoffmodifikationen nicht voneinander unterscheiden, wurde durch lückenlose Versuchsreihen bestätigt. Es konnte u. a. gezeigt werden,

dass z. B. gut entgaste gereinigte Holzkohle sich auch bei Temperaturen unter 600 °C gleich verhält wie Graphit.

Die gefundenen Werte stimmen sehr gut mit den umgerechneten Weberschen Zahlen und den Neubestimmungen von Magnus überein.

- d) Die Bestimmung der spez. Wärmen fünf verschiedener Kokse zwischen 20 und 1200 °C.

Es wurde gefunden, dass sich der Koks-kohlenstoff hinsichtlich seiner spez. Wärme gleich verhält wie die übrigen graphitischen Kohlenstoffmodifikationen.

Die spez. Wärme der Kokse ist hauptsächlich vom Kohlenstoffgehalt abhängig; daneben wird sie noch durch den Gasgehalt und den Gehalt an Asche beeinflusst. Bei gut entgasten Koksen gilt die von Terres und Schaller aufgestellte Beziehung:

$$c_m = \frac{x}{100} \cdot c_a^t + \frac{y}{100} \cdot c_k^t$$

zur angenäherten Berechnung ihrer spez. Wärmen. — Bei unvollständig entgasten Koksen nimmt ihre spez. Wärme mit steigendem Gasgehalt zu und errechnet sich nach folgender Formel:

$$c_m = \frac{x}{100} c_a^t + \frac{y}{100} \cdot c_k^t + \frac{z}{100 \cdot s} \cdot c_G^t$$

e) Die Ermittlung der spez. Wärme zweier verschieden zusammengesetzter Koksaschen zwischen 20 und 1100 °C.

Die Koksaschen besitzen ähnliche spez. Wärmen wie Quarz.

3. Die zur Untersuchung herangezogenen verschiedenen graphitischen Kohlenstoffmodifi-

kationen und Kokse wurden eingehend chemisch und kalorimetrisch charakterisiert und auf ihr Verhalten bei hoher Temperatur untersucht. Es wurde bestätigt, dass die Kokse beim Erhitzen auf hohe Temperatur bedeutende Gasmengen abspalten können.

Verschiedene Gasproben wurden quantitativ untersucht.

