



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rechenbuch für technische Fachschulen und zum Selbstunterricht

Böhnig, D.

Holzminden, 1894

§ 4. Berechnungen über Lüftung und Heizung.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77782](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77782)

2. Wie viel W.-E. sind gleichbedeutend 1 PS-Min.? Ansatz: $\frac{60 \cdot 75}{424}$

$$\text{Schlußansatz zur Berechnung der Proz.: } \frac{60 \cdot 75}{424} \cdot \frac{62061 \cdot 623}{654 \cdot 953} \cdot 100$$

$$= \frac{60 \cdot 75 \cdot 654 \cdot 953 \cdot 100}{424 \cdot 62061 \cdot 623} = ?$$

c. Wie viel Prozent beträgt die von der Maschine in Arbeit umgesetzte Wärme von der absoluten Heizkraft der verbrannten Kohle?

Bemerk. Die dem Speisewasser übertragene Wärme wird „disponibele Arbeit“ genannt, das Verhältnis der von der Maschine thatsächlich geleisteten Arbeit zu der disponibelen Arbeit wird der „wahre Wirkungsgrad“ genannt. Die Fragen unter a. und b. hätten also demnach kurz lauten können: Wie viel Proz. betrug a. die disponibele Arbeit? b. der wahre Wirkungsgrad?

63) Der Wärmewert von 1 kg guter Gaskohle werde zu 7700 W.-E. angenommen. Aus 100 kg Gaskohle werden in Gasretorten durchschnittlich gewonnen: 30 cbm Gas à 5400 W.-E., 67 kg Koks à 6500 W.-E. und 5 kg Teer à 8450 W.-E. Es soll davon abgesehen werden, daß außerdem noch 8 kg Ammoniakwasser gewonnen werden. Die Unterfeuerung der Gasretorten erfordert für 100 kg zu destillierender Kohle 12 kg Koks, diese sollen von der vorhin angegebenen Koks-gewinnung abgeseht werden. Wie viel Proz. beträgt demnach der rein wärmetechnische Wirkungsgrad der Vergasung in Retorten? (Gang der Ausrechnung: a. Wie viel W.-E. enthalten 100 kg Gaskohle? b. Wie viel W.-E. sind noch vorhanden? c. Wie viel Proz. betragen diese von jenen?)

64) Wie viel kg Kohle werden nach voriger Aufgabe für 1 cbm Gas nur verwandt, wenn die Nebenprodukte an Koks und Teer in Kohle à 7700 W.-E. wieder umgerechnet und in Abzug gebracht werden, und wie viel W.-E. müßte demnach 1 cbm Gas enthalten, wenn kein Verlust an Wärme eingetreten wäre?

65) 1 cbm Gas entwickelt bei guter Verbrennung in Öfen 5400 W.-E. Wie viel Proz. beträgt also der wärmetechnische Wirkungsgrad unter Berücksichtigung der vorigen Aufg.?

66) Bei 1 kg guter Kohle werden bei guter Verbrennung in Öfen 3000 W.-E. nutzbar gemacht. Wie viel Proz. beträgt hier der wärmetechnische Wirkungsgrad, wenn 1 kg Kohle zu 7000 W.-E. angenommen wird?

67) Wie würden sich nach Aufg. 116, Abschn. V, die Resultate für die Gasmotoren stellen, wenn für das Gas die Resultate der Aufg. 64 in Rechnung gezogen würden?

§ 4. Berechnungen über Lüftung und Heizung.

68) In einem Zimmer von 5,40 m Länge, 4,80 m Breite und 3,20 m Höhe befinden sich 6 Personen. Wie viel Raum entfällt auf 1 Person? (Dieser Raum wird Luftkubus genannt.)

69) Man sagt, es ist eine Lüfterneuerung eingetreten, wenn einem Raume so viel cbm frische Luft zugeführt wird, als er cbm enthält. Eine wie vielfache Lüfterneuerung muß bei einem Krankensaale von 10 m Länge, 6,4 m Tiefe und 4,5 m Höhe stündlich eintreten, wenn in demselben 15

Kranke sind und bei gewöhnlichen Kranken 70 cbm, für Verwundete 100 cbm und bei Epidemien 150 cbm für den Kopf stündlich gerechnet werden?

70) Bei $+1^{\circ}\text{C}$ im Freien und $+18^{\circ}\text{C}$ im Zimmer wird die Luft eines Zimmers durch die natürliche Ventilation einmal erneuert, bei einem Temperaturunterschiede von 20°C $1\frac{1}{4}$ mal, bei 4°C desgl. $\frac{2}{7}$ mal. Wie viel cbm Luft mußten also in jedem dieser drei Fälle dem Krankensaale nach voriger Aufg. durch künstliche Ventilation zugeführt werden?

Bemerk. Die natürliche Ventilation ist von verschiedenen Umständen außer dem Temperaturunterschiede abhängig, z. B. von der Dicke der Umfassungswände, von dem Baumaterial usw.

71) Reine Luft enthält $0,04\%$ oder $0,4\%$ Kohlenäure. Da diese ein giftiges Gas ist, so muß Sorge getragen werden, daß dieser Gehalt an Kohlenäure nicht viel überschritten wird. Ein Mensch atmet in der Std. 44 g Kohlenäure aus, 1 kg Kohlenäure nimmt (bei $+20^{\circ}\text{C}$) 0,62 cbm Raum ein. Welches würde der Kohlenäuregehalt der Luft eines Zimmers ohne Ventilation von 120 cbm Rauminhalt sein, wenn sich in demselben 4 Std. 10 Personen aufhalten? (Von der natürlichen Ventilation durch die Umfangswände soll abgesehen werden.)

72) Eine Gasflamme von 16 N.-K. erzeugt stündlich 144 g und eine Petroleumflamme von derselben Lichtstärke 272 g Kohlenäure. Wie würde sich das Resultat nach vorhergehender Aufg. stellen, wenn jenes Zimmer während der Zeit durch zwei Flammen der einen oder andern Art erleuchtet würde?

73) Bei gut ventilirten Räumen gestattet man nur $0,7\%$ Kohlenäure. Wie viel cbm Luft müßte also nach den beiden vorigen Aufg. hinzugeführt werden, wenn diese zulässige Grenze nicht überschritten werden soll? (Gang der Ausrechnung: Wie viel $\%$ Kohlenäure enthält die Luft zu viel, 1 cbm reine Luft enthält $0,4\%$ Kohlenäure, kann also noch $0,3\%$ aufnehmen usw.)

74) Ein wie vielfacher Luftwechsel müßte also bei jenem Zimmer stündlich eintreten, wenn der Kohlenäuregehalt $0,7\%$ nicht übersteigen soll?

75) Wenn 1 kg Kohle verbrannt wird, so werden dadurch 1,95 kg Kohlenäure und 0,65 kg Kohlenoxydgas gebildet, zugleich der Luft aber 1,8 kg Sauerstoff entzogen. Bei einer Temperatur von $+20^{\circ}\text{C}$. nimmt 1 kg Kohlenoxydgas rd. 1 cbm und 1 kg Sauerstoff 0,86 cbm Raum ein. Angenommen in einem Zimmer ohne Ventilation von 6 m Länge, 5 m Tiefe und 3,5 m Höhe würden 3 kg Kohlen auf offenem Kohlenbecken verbrannt. Welchen Gehalt, in Proz. ausgedrückt, an Kohlenäure, Kohlenoxydgas und Sauerstoff würde dann die Zimmerluft bei einer Temperatur von $+20^{\circ}\text{C}$ haben, wenn von der natürlichen Ventilation abgesehen wird? Der Sauerstoffgehalt guter Luft beträgt $20,96\%$.

Bemerk.: Beurteile nach den gefundenen Resultaten den Wert der Luft. Eine Kerze verlöscht, wenn der Sauerstoffgehalt der Luft unter $18,5\%$ sinkt, Luft mit 2% Kohlenäure ist noch atembar, mit $0,125\%$ Kohlenoxydgas schon schädlich. — Es ist sehr gefährlich, wenn Feuerungsanlagen rauchen, besonders in geschlossenen Räumen.

76) Nach gründlichen Untersuchungen und statistischen Zusammenstellungen enthält die Luft während der Nachtzeit in Wohnungen mit 1, 2 und 3 Zimmern bezw. 1,12, 0,99 und $0,77\%$ Kohlenäure. a. Wie viel pro mille Kohlenäure enthält die Luft in jedem der drei Fälle über die zulässige Grenze von $0,7\%$? b. Wie viel Proz. beträgt dies auf die zulässige Grenze von $0,7\%$ bezogen? Ansatz: $\frac{0,42 \cdot 100}{0,7}$

77) Gleichzeitig sind statistische Erhebungen über die Sterblichkeitsverhältnisse gemacht. Bei einer Gesamtsterblichkeit von 20,7 auf 1000 Personen, verteilt sich die Zahl der Todesfälle auf Bewohner von Wohnungen mit 1 Zimmer auf 23,3, mit 2 Zimmer auf 18,8, mit 3 Zimmer auf 17,2 und mit 4 und mehr Zimmer auf 12,3 pro mille. Wie viel Prozent ist in jedem der vier Fälle die Sterblichkeit höher oder geringer als die Durchschnittsterblichkeit?

78) Bei den statistischen Erhebungen nach voriger Aufgabe ist auch festgestellt, welche Krankheiten besonders durch unreine Wohnungsluft hervorgerufen sind, und da hat sich herausgestellt, daß die größte Sterblichkeit durch Luftröhrenkatarrh und Lungenentzündungen hervorgerufen ist. Während nämlich in den größeren Wohnungen durch diese Krankheiten im allgemeinen nur 7,8 Todesfälle auf 10000 Lebende kommen, gehen in den kleinen Wohnungen 26,7 auf 10000 Lebende an derselben zugrunde. a. Wie viel Proz. beträgt dies, wenn diese Todesfälle auf die Gesamtsterblichkeitsziffer nach voriger Aufg. bezogen werden? b. Beziehe die erste Angabe auf die Sterblichkeitsziffer 12,3 und die letzte auf die Sterblichkeitsziffer 23,3 der vorigen Aufg.

Bemerk. Bei vorstehenden statistischen Erhebungen ist auch auf das Lebensalter Rücksicht genommen. Es zeigt sich der Sterblichkeitsunterschied am deutlichsten bei Kindern unter 5 Jahren und zwar in dem Maße, daß die Sterblichkeit in den Wohnungen mit 1 Zimmer gerade 4 mal so groß ist, als in denjenigen mit 4 Zimmern. Erkenne aus Vorstehendem die Bedeutung der Ventilation!

79) Am wohlsten fühlt sich der Mensch in einer Atnungsluft, welche 60% relative Feuchtigkeit besitzt, d. i. 60% von der Feuchtigkeit, welche die Luft bei gleicher Temperatur überhaupt aufzunehmen vermag. 1 cbm Luft von $+20^{\circ}\text{C}$ kann in maximo 17,23 g Wasserdampf aufnehmen. Wie viel g Wasserdampf muß also gute Atnungsluft von $+20^{\circ}\text{C}$ haben?

80) Die Ventilationsluft, die aus dem Freien entnommen ist, hat eine Temperatur von -20°C und in maximo 1,06 g Wasserdampf pro cbm. Wie viel Proz. relativer Feuchtigkeit hat die Zimmerluft, wenn angenommen wird, daß die Zimmerluft durch diese Ventilationsluft erneuert und die Temperatur auf $+20^{\circ}\text{C}$ erhöht ist, wenn ferner von der Volumenvergrößerung durch die Erwärmung abgesehen wird?

81) Angenommen ein Zimmer hätte 120 cbm Rauminhalt, es würde von zwei Personen bewohnt und es sollte die Luft unter den Verhältnissen der vorigen Aufg. stündlich erneuert werden. a. Wie viel Proz. relativer Feuchtigkeit würde dann die Luft haben, wenn ein Mensch durch die Haut durchschnittlich stündlich ca. 30 g und durch die Lunge desgl. 20 g Wasserdampf der Luft zuführt? b. Wie viel Wasserdampf müßte, etwa durch einen Wasserverdampfungsapparat, der Zimmerluft noch zugeführt werden, damit die relative Feuchtigkeit 60% beträgt?

82) Ein Zimmer von 120 cbm Rauminhalt soll geheizt werden, die Temperatur soll von -8° auf $+20^{\circ}\text{C}$ gebracht werden. Wie viel kg Kohlen müssen verbrannt werden, wenn auf 1 kg Kohlen 7000 W.-E. gerechnet werden, der Ofen aber nur 37,5% der in der Kohle enthaltenen Wärme nutzbar macht? Um 1 cbm Luft um 1°C zu erwärmen, sind 0,31 W.-E. erforderlich.

Bemerk. Das Resultat wird sich in Wirklichkeit höher stellen, weil während des Heizens durch die Wände die kältere Außenluft hinzuströmt und durch die Wände Wärme abgeführt wird.

83) Einem Zimmer sollen stündlich 100 cbm frische Luft zugeführt werden. Die Luft soll, bevor sie mit dem Körper der im Zimmer Anwesenden in Berührung kommt, von -12° auf $+20^{\circ}$ C vorgewärmt werden. Die Luft wird darum durch einen Kanal, der hinter einem mit einem weiten Mantel umgebenen Ofen mit einer aufwärts gerichteten Mündung endet, zugeführt. Wie viel kg Kohle erfordert nach voriger Aufg. die Vorwärmung der Luft stündlich?

84) Zur Heizung einer Kirche von 12150 cbm Rauminhalt sind stündlich 240 kg Kohle verwandt. Zur Verbrennung von 1 kg Kohle sind 22 kg Luft erforderlich, die in Form von Rauchgasen durch den Kamin abgeführt werden. In welcher Zeit wird die durch die Heizung bewirkte Ventilation eine Lüfterneuerung herbeiführen. Spez. Gew. der Luft 0,0013.

85) Um den Zuschauerraum eines Theaters mit 1000 Plätzen zu heizen und mit genügend reiner Luft zu versehen, soll eine Dampfheizung eingerichtet werden. Es soll pro Kopf und Stunde 40 cbm Lüftungsluft zugeführt werden. Damit die Anlage jederzeit gesichert ist, nimmt man an, daß die Temperatur der aus dem Freien entnommenen frischen Luft -15° C beträgt und die dem Zuschauerraum zugeführte Luft $+18^{\circ}$ C betragen soll. a. Wie viel W.-E. sind zur Erwärmung der zugeführten Luft bei diesem Temperaturunterschiede erforderlich? b. Durch die Leitung der Luft aus der Heizungsanlage in den Zuschauerraum gehen 40% von der Wärme verloren. Auf welche Temperatur muß darum die Zuführungsluft gebracht werden und wie viel W.-E. sind demnach erforderlich? c. Die Heizungsanlage macht nur 70% der in der Kohle enthaltenen Wärme nutzbar. Wie viel kg Kohle sind demnach für die Heizung und Lüftung des Zuschauerraumes stündlich erforderlich, wenn die zur Verwendung kommende Kohle 7200 W.-E. enthält?

86) In einer Tapetenfabrik sollen in einem Trockensaale stündlich 50 kg Wasser, das in den Tapeten enthalten ist, verdampft werden. Berechne nach folgenden Angaben wie viel cbm Luft in der Stunde zuzuführen sind. Die Raumtemperatur soll bei 0° Außentemperatur auf $+30^{\circ}$ C gebracht werden. 1 cbm Luft von 0° enthält im gesättigten Zustande 4,89 g Wasser, 1 cbm Luft von $+30^{\circ}$ C im gesättigten Zustande 30,23 g Wasser. Die Sättigung soll in beiden Fällen nur zu 60% angenommen werden.

87) Welches Resultat würde sich nach vorstehender Aufg. ergeben, wenn die Außentemperatur $+20^{\circ}$ C betrüge und 1 cbm Luft von dieser Temperatur im gesättigten Zustande 17,23 g enthält?

88) Wie viel W.-E. wären zur Verdampfung der 50 kg Wasser nach den beiden vorstehenden Aufgaben erforderlich, wenn zur Steigerung der Temperatur um 1° C für 1 cbm Luft 0,31 W.-E. nötig sind? (Von dem Wärmeverluste, der infolge der abkühlenden Wandflächen entsteht, soll abgesehen werden.)

89) Nach gründlichen Untersuchungen beträgt der Verlust des Brennwertes, der in den Schornstein wandert, bei Kesselfeuerungen 30–60%, bei Stubenöfen sogar häufig 80%. Dieser Verlust soll sich durch Verbesserung der Heizungsanlagen auf 10–15% ermäßigen lassen. In Deutschland werden jährlich, wenn alle Brennmaterialien, wie Holz, Torf usw., ihrem Brennwert nach in Steinkohle umgerechnet werden, über 70 Mill. t Kohlen verbrannt. Welche Summe würde demnach an

unserm Nationalvermögen bei einem Kohlenpreise von 1,80 \mathcal{M} für 100 kg jährlich gespart, wenn durch Verbesserung der Heizungsanlagen nur 5% des Brennwertes gespart würden?

90) Wenn die abziehenden Rauchgase mit 120°C in den Schornstein entweichen, so beträgt der Wärmeverlust 970 W.-E., wenn sie aber mit 320°C entweichen, so erhöht sich der Verlust auf 2930 W.-E. Wie viel Proz. beträgt in beiden Fällen der Verlust, wenn der Brennwert der Kohle zu 7000 W.-E. angenommen ist?

91) Ein kg Steinkohle mittlerer Qualität erfordert zu seiner vollkommenen Verbrennung ca. 8 cbm atmosphärischer Luft. Eine Untersuchung ergab, daß bei einem Dampfkessel pro kg Kohle 40,4 cbm Luft zuströmte. a. Wie viel W.-E. gehen im ersten Falle, b. im zweiten Falle durch die Erwärmung der Luft verloren, wenn das Verbrennungsluft dem Kofte mit 20°C zuströmt und die Rauchgase den Kessel im ersten Falle mit 120° und im zweiten Falle mit 270°C verlassen? (0,31 W.-E. pro Grad und cbm.) c. Wie viel Proz. beträgt in jedem Falle der Wärme- oder Kohlenverlust, wenn der Heizwert der Kohle zu 7000 W.-E. angenommen wird? d. Wie groß ist der stündliche Geldverlust in beiden Fällen, wenn auf dem Kofte eines Dampfkessels durchschnittlich pro Std. 200 kg verbrannt werden und 100 kg Kohlen 1,80 \mathcal{M} kosten?

92) Da der Schwerpunkt jeder Heizanlage in dem Heizeffekt liegt, so können verschiedene Ofensysteme nach dieser Richtung hin mit einander erst verglichen werden, wenn vergleichende Heizversuche vorgenommen werden. Von einem Fachmanne wurden mit zwei Ofen nacheinander 24 Stunden lange Heizversuche vorgenommen und folgende Ergebnisse festgestellt. In dem einen Ofen wurden 9,7 kg Steinkohlen verbrannt und 50789 W.-E. nutzbar gemacht, in dem andern Ofen wurden 12,5 kg Steinkohlen verbrannt und 45903 W.-E. nutzbar gemacht. a. Wie viel Proz. betragen in jedem Falle die Ausnutzung des Brennmaterials, wenn für 1 kg Kohle 7000 W.-E. gerechnet werden? b. Wie hoch würde das Heizmaterial für den zweiten Ofen bei gleicher Wärmeentwicklung kommen, wenn dasselbe bei dem ersten Ofen für 1 Jahr auf 19,40 \mathcal{M} geschätzt wird?

93) Das Güteverhältnis einer Kesselanlage richtet sich ebenfalls hauptsächlich nach der Nutzarmachung des Brennmaterials. Ein Kessel wurde mit einer geringen Kohle, deren theoretischer Heizwert 5397 W.-E. betrug, geheizt. Vom Brennwert der Kohle wurden von dem Kessel 73,5% nutzbar gemacht, 2% gingen durch Herdrückstände, 19% durch den Schornstein und 5,5% durch Ausstrahlung verloren. Wie viel W.-E. betrug die Nutzwirkung und jeder Verlust?

94) Nach genauen Beobachtungen wurden bei einer Heizungsanlage (Warmwasserheizung) in einem neu erbauten Hause im Mittel von 1 kg Brennmaterial, dessen Heizwert zu 6109 W.-E. bestimmt war, 2309 W.-E. nutzbar gemacht. Wie viel Proz. des Heizwertes der Kohle betrug dies?

95) In einer späteren Periode, in welcher die Austrocknung des Gebäudes jedenfalls weiter vorangeschritten war, wurden bei derselben Heizungsanlage 2723 W.-E. unter sonst gleichen Umständen nutzbar gemacht. Wie viel Proz. betrug jetzt der Heizeffekt?

96) Der Mittelwert aller Bestimmungen der nutzbar gemachten Wärmemengen betrug bei dieser Warmwasserheizung für 1 kg Brennmaterial 2689 W.-E., die Wärmemengen, welche bei der Kesselanlage durch unvoll-

ständige Verbrennung nicht nutzbar gemacht wurden und durch den Kamin entwichen, betragen 2047 W.-E., der Rest der nicht nutzbar gemachten W.-E. ging auf dem Wege von der Kesselheizfläche bis in die zu heizenden Räume verloren. a. Wie viel Proz. betrug der Nutzeffekt der Heizanlage? b. Wie viel Proz. betrug der Nutzeffekt der Kesselanlage? c. Wie viel Proz. von diesem Nutzeffekt gingen auf dem Wege von der Kesselheizfläche bis in die zu heizenden Räume verloren? d. Wie viel Proz. beträgt letzteres auf den Gesamtheizwert des Brennmaterials bezogen?

97) Ein Fachmann hat die Kosten der Heizung und Lüftung zweier Gefängnisse, deren baulichen Einrichtungen genau übereinstimmen, wie folgt zusammengestellt. Das erste Gefängnis hat eine Heißwasserheizung mit Aspiration-Ventilation. Die Anlagekosten betragen 68600 M. Betriebskosten: Verzinsung 5%, Instandhaltung 1%, Tilgung 2,5% vom Anlagekapital, sonstige Kosten für Kohlen, Wartung usw. 4519 M. Das zweite Gefängnis hat eine Heißwasser-Luftheizung mit Pulsion-Ventilation. Anlagekosten 84000 M. Betriebskosten: Verzinsung 5%, Instandhaltung 1,1%, Tilgung 2,6% vom Anlagekapital, sonstige Kosten für Kohlen, Wartung usw. 7094 M. Jedes Gefängnis hat einen bewohnten Gebäuderaum von 22500 cbm und in jedem sind 450 Gefangene untergebracht. Berechne die Einheitspreise pro Kopf und pro cbm Gebäuderaum.

98) Um tüchtige Heizer heranzuziehen, wurde im Jahre 1892 im städtischen Schlachthause zu Frankfurt a. M. ein Probeheizen veranstaltet. Von vier Probeheizungen folgen nachstehend die erzielten Resultate. Kohlenverbrauch in d. Std.: 137,7; 180,5; 190; 217,3 kg. Verdampfte Wassermenge in d. Std.: 1208,3; 1141,6; 1215,9; 1534,2 kg. Heizwert der Kohle 7623 W.-E. Pro kg Kohle wurde nutzbar gemacht: 4433; 4026; 4058; 4497 W.-E. Verlorene Wärmemenge: 1. durch den Schornstein 2248; 2643; 2658; 2192 W.-E., 2. durch Leitung und Strahlung 769; 769; 769; 826 W.-E. und 3. durch Rückstände 173; 185; 138; 108 W.-E. a. Berechne wie viel kg Wasser durch 1 kg Kohle verdampft ist? b. Die übrigen Resultate beziehe auf den Heizwert der Kohle und drücke sie in Proz. aus. Stelle die Resultate in einer Tabelle zusammen. (Die verdampfte Wassermenge ist reduziert auf Wasser von 0° C und Dampf von 100° C.)

IX. Abschnitt.

I. Zinsrechnung.

Wenn A. dem B. Geld leiht, so ist A. der Gläubiger (Kreditor) und B. der Schuldner (Debitor). Es ist im allgemeinen gebräuchlich, daß B. dem A. für das Herleihen des Geldes eine Vergütung zukommen läßt. Diese Vergütung nennt man Zins oder Interesse und das geliehene Geld heißt Kapital. Über die Höhe der Zinsen müssen Gläubiger und Schuldner sich einigen. Man setzt fest, wie viel für jedes Hundert des Kapitals der Schuldner bezahlen soll. Die Zahl, welche angiebt, wie viel Zinsen für eine gewisse Zeit von je Hundert zu entrichten sind, nennt man Zinsfuß oder Prozente. Wenn nicht ausdrücklich anderes bemerkt ist, gelten die Prozente auf die Dauer eines Jahres, vom Tage der Verleihung ab.