

Der Einfluß scheint bei normalen Leistungen ungefähr durch einen Faktor $\sqrt{p+a}$ zum Ausdruck zu kommen, in welchem, vorbehaltlich der Bestätigung durch weitere Versuche, a bei Einzylindermaschinen mit Kondensation = 2, bei Verbundmaschinen = 5 gesetzt werden mag. Da die Größe des Absturzwirbels von der Höhe des Admissionsdruckes mit abhängt, wird nach Art. 101 eine genauere Regel über den Einfluß von p für überhitzten Dampf auch den Kompressionsenddruck enthalten müssen.

Absolute Verlustformel.

108. In den vorausgehenden Artikeln ist gezeigt, wie man unter Benutzung naheliegender Stützpunkte die unsichtbaren Verluste für einen neuen Fall berechnen kann. Daß es heute kaum möglich ist, ohne solche Sondergrundlagen, von welchen alle für die Umrechnung wichtigen Einzelheiten bekannt sein müssen, die Verluste zu bestimmen, wurde schon oben (Art. 40 bis 42) hervorgehoben. Es darf daher nicht wundernehmen, wenn in den nachstehenden Formeln die Konstanten in weiten Grenzen offen gelassen werden, besonders nicht, wenn man beachtet, was in Art. 46 bis 49 über die Unsicherheit des Einflusses des verschiedenen Oberflächen- und Heizungs-zustandes sowie des Einflusses der Beströmungsart und der Lage der schädlichen Flächen gesagt ist.

Absolute Verlustformeln, welche ohne Bezugnahme auf einen naheliegenden Sonderfall die Verluste zu bestimmen gestatten, sind aber einmal für den Schulgebrauch erwünscht, dann aber auch für Überschlagsrechnungen und Vergleiche nicht zu entbehren. Eine solche absolute Verlustformel sei hier zum Schluß gegeben mit dem Hinzufügen, daß dieselbe auch allen Umrechnungsformeln Art. 53 bis 107 hätte vorausgeschickt werden können. Das könnte vielleicht als das Natürlichere erscheinen, indem es dann nur nötig gewesen wäre, beim Übergang von einer Maschine zu einer anderen, diejenigen Variablen als Konstante zu betrachten, welche beim Vergleich als unverändert angenommen werden. Der umgekehrte Weg ist gewählt, um das Maß der Gültigkeit der einzelnen Umrechnungsformeln klarer hervorheben zu können und eine allzu freie Benutzung der absoluten Formel zu verhindern.

Man mag die Verluste durch Wärmeaustausch, äußere Abkühlung, Lässigkeit bei gutem Dichtungszustand setzen in Wärmeeinheiten pro PS₁:

$$W_v = \tau M \frac{O_r}{F} \sqrt{p+2} \frac{1}{s} \frac{1}{R^k} \left(\frac{1}{p_1} + 0,5 \right). \quad (42)$$

O_r/F hat hier die in Art. 49 angegebene Bedeutung, s ist in Metern, p_i und p in Atmosphären einzuführen. p_i bedeutet hier einen mittleren indizierten Druck in der Nähe der Normalleistung (etwa nach Art. 3), da das Gesetz der Abhängigkeit der Verluste von der Leistung in der Formel nur ganz roh angegeben ist. Umrechnungen für andere p_i können nach Art. 87 bis 95 vorgenommen werden. Man behandelt dabei den nach der Formel 42 gefundenen Wert ganz wie ein Versuchsergebnis, nachdem man aus dem Wärmeverlust W_v den Dampfverlust C_v durch Division durch λ oder i berechnet hat.

τ hat die in Art. 105 angegebene Bedeutung und ist für gesättigten Dampf = 1.

Für den Exponenten k mag man, bis er genauer festgestellt ist, 0,6 einführen und die Tabelle auf S. 388 benutzen.

109. M ist eine Konstante, welche man unter Voraussetzung guter Oberflächenzustände der schädlichen Flächen setzen kann bei Einbau der Steuerorgane in die Deckel oder einer ähnlich günstigen Einbauweise = 1000 bis 1200, sonst = 1200 bis 1500. Die Vorteile des Deckeleinbaues kommen zwar schon in dem niedrigen O_r zum Ausdruck, so daß eine verschieden große Konstante nicht gerechtfertigt erscheint. Versuchsergebnisse deuten jedoch darauf hin, daß der Deckeleinbau einen hierüber hinausgehenden günstigen Einfluß hat.

Durch die Wahl der Konstanten M mag man auch bei der sogenannten Gleichstrommaschine einen etwa anerkannten Nutzen der Strömungsrichtung im Zylinder berücksichtigen. Die Vorzüge der Hinausverlegung des Auslasses aus dem Füllraum und der Einbau der Einlaßorgane in die Deckel (denen ich in einem gleich nach Bekanntwerden des Systems veröffentlichten Aufsatz, Ztschr. d. V. d. Ing. 1909 S. 1558, den Hauptanteil an dem Erfolg zuschrieb) sind schon in dem kleinen O_r/F und in der besonderen für Deckeleinbau der Steuerorgane oben allgemein eingeführten Herabsetzung der Konstanten M berücksichtigt. Der Nutzen des durch die reichlichen Auslaßquerschnitte bedingten niedrigeren Gegendruckes p_3 kommt bei Bestimmung des adiabatischen Verbrauchs zum Ausdruck. Den weiteren Gewinn durch die Strömungsrichtung schätze ich auch heute noch nach den inzwischen gemachten Erfahrungen gering ein; um eine Zahl zu nennen, kleiner wie $1/10$ kg pro PS_i-Stunde. Den Gewinnen durch Mittel, welche nicht auch bei gewöhnlicher Steuerung anwendbar sind, steht der Nachteil des Zwanges des Kompressionsweges gegenüber, der nur dann nicht zu einer Steigerung

des Verlustes C_t und der vor dem Hubwechsel fallenden Wärmeverluste führt, wenn das Vakuum besonders gut oder die Überhitzung hoch ist (vgl. diesen Anhang Art. 32, ferner vorne Art. 454 bis 464). Für Auspuffmaschinen ist wegen der großen Totraumverluste das System zu verwerfen.

110. Die Anwendung der Formel werde noch an dem Beispiel der Hauptaufgabe erläutert: M werde bei dem vorausgesetzten Deckeleinbau = 1100 geschätzt. O_r/F wurde in Art. 50 = 3,906 gefunden. Es ist also

$$W_v = \tau 1100 \cdot 3,906 \sqrt{7 + 2 \frac{1}{0,6} \frac{1}{130^{0,6}} \left(\frac{1}{2,6} + 0,5 \right)} = \tau 1024.$$

Indem τ für gesättigten Dampf = 1 wird, betragen die unsichtbaren Wärmeverluste 1024 WE und die unsichtbaren Dampfverluste $1024/\lambda = 1024/662 = 1,547 \text{ kg} = C_v$.

Für überhitzten Dampf von 320° und 7 Atm. ist $t_n = 320 - 164 = 156$ und nach Art. 105:

$$\tau = \frac{164}{164 + (0,35 + 0,001 \cdot 156) 156} = 0,704.$$

Hiermit wird $W_v = 1024 \cdot 0,704 = 720,9 \text{ WE}$. Mit $i = 743,5$ (nach Art. 16) wird $C_v = 720,9/743,5 = 0,9696 \text{ kg}$.

C_a wurde in Art. 16 = 4,45 gefunden, C_u und C_t werden in Anlehnung an Art. 31 und 32 = $(0,025 + 0,0407) C_a$ geschätzt. Damit wird der Verbrauch an überhitztem Dampf pro PS_i -Stunde:

$$C_i = 4,45 (1 + 0,025 + 0,0407) + 0,9696 = 5,712 \text{ kg}.$$

Der Wärmeverbrauch für die PS_i -Stunde ist also

$$W_i = 5,712 \cdot 743,5 = 4247 \text{ WE}.$$

Absolute Verbrauchsformel für Verbundmaschinen.

111. Es muß von vorneherein hervorgehoben werden, daß von einer kurzen Formel, welche nur wenige der außerordentlich zahlreichen Größen enthält, welche in Verbundmaschinen einen sehr verwickelten Einfluß auf den Dampfverbrauch haben, keine allgemein zutreffenden Ergebnisse erwartet werden können. Es muß auch hier auf die Umrechnung von Versuchsergebnissen ähnlicher Maschinen nach den vorstehend besprochenen Verfahren verwiesen werden.

Immerhin dürfte die nachstehende Formel, so gut es überhaupt ohne Auftragung der Arbeits- und Dampfdruckdiagramme möglich ist, für Überschlagsrechnungen und für die allgemeine Beurteilung des Einflusses der Hauptgrößen brauchbare Resultate liefern, die