

Kesselbau: Hohe Auslasssicherheit dank Graphit-Flachdichtung

GERALD KLEIN

„Stelle mer uns mal janz dumm – wat is ’n Dampfmaschin?“ der Satz aus dem Film „Die Feuerzangenbowle“, sicher jedermann bekannt, ist ein guter Aufhänger für die im vorliegenden Bericht beschriebene technische Anwendung. Konkret geht es um den Neubau eines Dampfkessels für eine Lokomotive. Der Autor erläutert, wie dieser Kessel dank spezieller Dichtungstechnik sicher und dicht ausgelegt wird.



Bild 1: Dampflokomotive Zittauer Dampflokomotive 99 758

Technisch gesprochen wird in der Dampfmaschine bzw. in einer Dampflokomotive Wasser durch Brennstoffeinsatz verdampft, also von seinem flüssigen in den gasförmigen Zustand gebracht (Bild 1).

KESSEL-NEUBAU

Kernstück für diese Aufgabe ist der Dampfkessel. Neue Kessel, speziell für historische Lokomotiven, fertigt die Lonkwitz Edelstahltechnik GmbH aus Wetzlar (Bild 2).

Eine der besonderen Herausforderungen besteht dabei in der Auswahl geeigneter neuer Fertigungsverfahren und Werkstoffe als Ersatz für historische Materialien.

Diese sind häufig notwendig, weil viele Original-(Ersatz-) Teile nicht mehr verfügbar sind oder mit Blick auf das Material nicht mehr aktuellen Anforderungen oder technischen Normen genügen.

Ein typisches Beispiel sind die Dichtungen für den Dampfdom (Bild 3, Bild 4). In der Vergangenheit wurden für diesen Einsatz oft handwerklich gefertigte Kupferdichtungen verwendet, was jedoch weder für heutige Hersteller noch Kunden wirtschaftlich oder nachverfolgbar wäre. Zudem wäre eine solche handwerkliche Dichtung bereits rechnerisch in der Entwurfsphase für den Neubau nicht geeignet.

Daher ist es dem Wetzlarer Unternehmen wichtig, beim Bau eines neuen Kessels immer nach dem Stand der Technik zu entwickeln und zu fertigen.



Bild 2: Neubau-Lokomotivkessel der Fa. Lonkwitz

DAMPFDOM-DICHTUNG

Auf Empfehlung einer zuständigen unabhängigen Stelle hat sich die Firma Lonkwitz daher mit dem Dichtungsspezialisten KLINGER aus Idstein in Verbindung gesetzt, um gemeinsam eine geeignete und zulassungsfähige Alternative für die einzusetzenden Dampfdom-Dichtungen zu finden.

Da es hier ohne Zweifel um die Sicherheit geht, hat man sich für eine ausblässichere Flachdichtung entschieden.

In der Praxis gibt es nun mehrere Möglichkeiten zur Sicherstellung der Ausblässicherheit:

- 1. durch konstruktive Maßnahmen
Bei Verwendung von Flanschen mit Feder/Nut oder Vorsprung/Rücksprung ist die Dichtung gekammert, es besteht ein zusätzlicher Formschluss, die Flanschverbindung gilt per Definition als ausblässicher.
- 2. durch Verwendung metallisch verstärkter Dichtungen

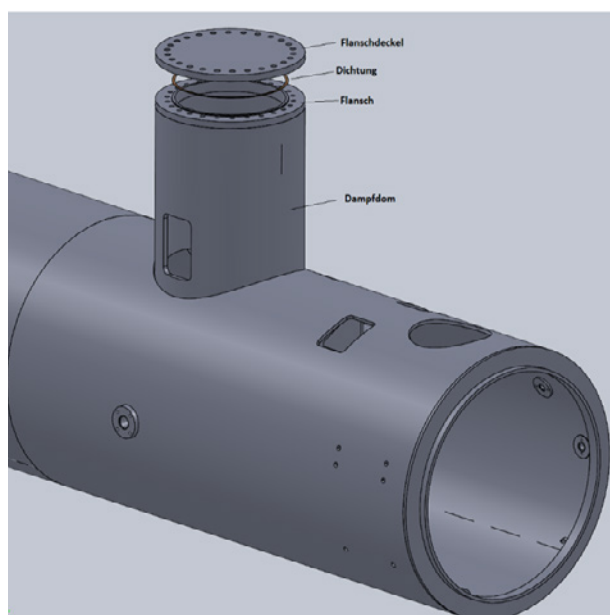


Bild 3: Schemazeichnung: Bauteile am Dampfdom



Bild 4: Geöffneter Dampfdom mit KLINGER®PSM Graphit Flachdichtung

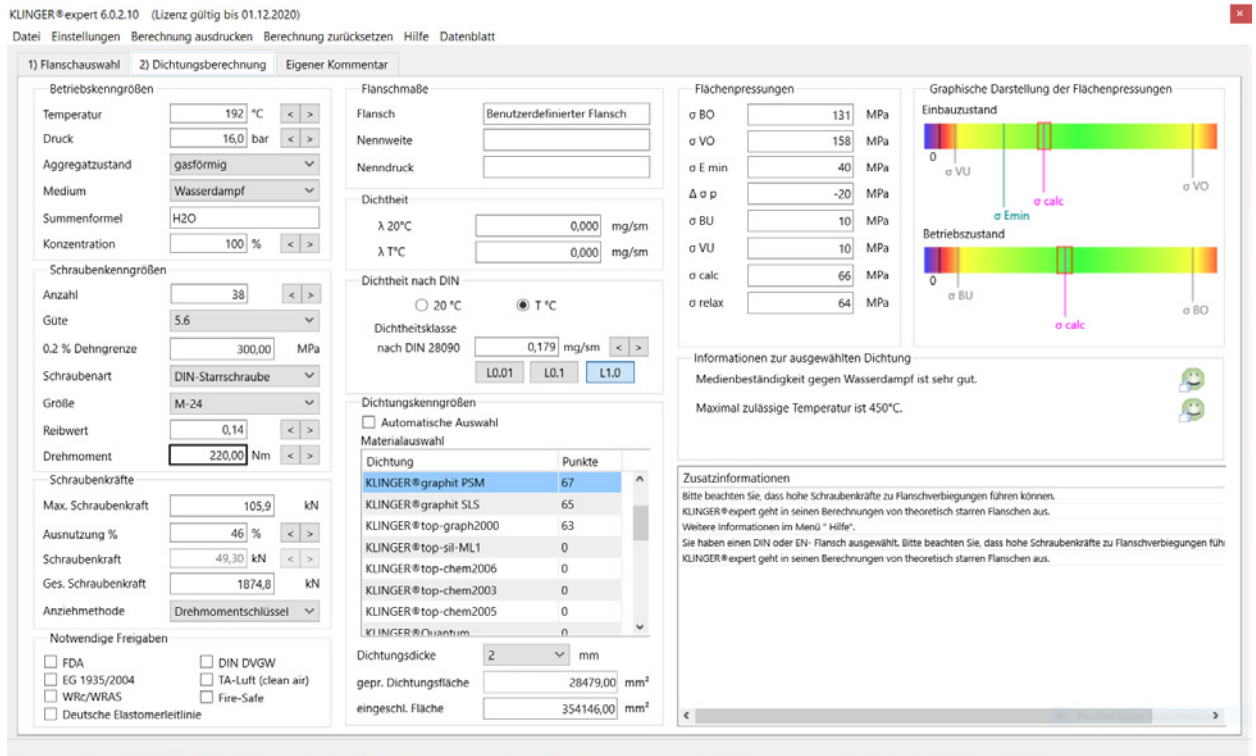


Bild 5: Freie Auslegungssoftware Klinger® Expert

Metall- und Metall-Weichstoff-Dichtungen gelten nach allgemeiner Auffassung als ausblassicher, da sie durch die metallische Verstärkung nicht ohne Weiteres „aus dem Sitz gedrückt werden“ bzw. am Umfang aufreißen können. Aus den oben genannten Gründen ist jedoch immer die ganze Systembeurteilung erforderlich.

- 3. durch entsprechende Auslegung und versuchs-technischen Nachweis
Dazu wurde im Vorfeld mit dem KLINGER®expert

Berechnungsprogramm (Bild 5) die passende Flachdichtung für die Abmessungen 658 mm x 685 mm x 2 mm (Bild 6) herausgefunden. Dank der Software konnte die Lonkwitz-Konstruktion schnell und unkompliziert die passende Dichtung finden. Das Programm verwies auf KLINGER®graphit PSM 200 und hat parallel das nötige Anzugsmoment für die Schrauben angezeigt. Daraus ergab sich dann ein Drehmoment von 220 Nm für die 38 x M24, 5,6 Schrauben.

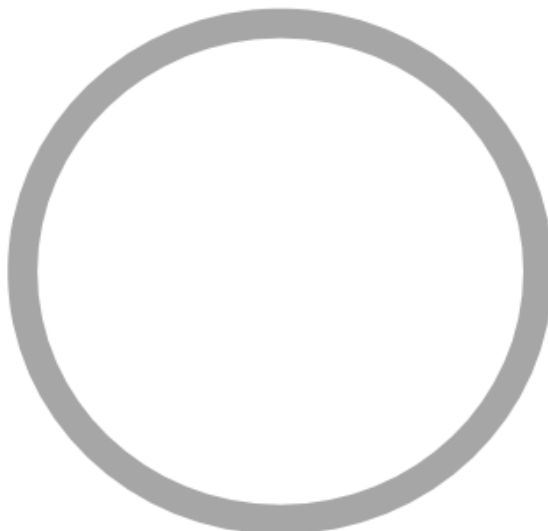


Bild 6: Dichtung, Abmessungen: 658 mm x 685 mm x 2 mm



Bild 7: KLINGER®graphit PSM 200

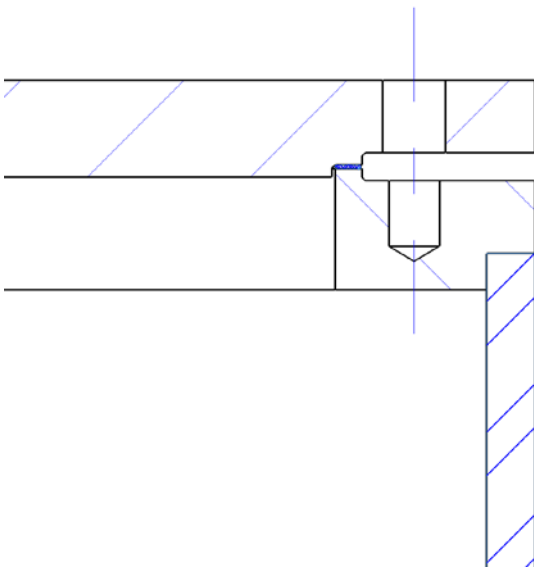


Bild 8: Skizze: Dampfdom Querschnitt mit KLINGER®PSM Graphit Flachdichtung

Mit KLINGER®graphit PSM 200 B steht ein in der Praxis erprobtes Graphitlaminat mit einer 0,1 mm dicken Spiessblech-Edelstahleinlage für den Temperaturbereich von -200 °C bis 450 °C zur Verfügung (Bild 7). Es wird bevorzugt bei Heißwasser und Wasserdampf eingesetzt und ist neben den benötigten 2 mm auch in Standarddicken 0,8 mm, 1,0 mm, 1,5 mm und 3,0 mm verfügbar. Punkt 2 zur „Ausblässerheit“ wäre somit bereits gegeben.

FLÄCHENPRESSUNG UND BETRIEBSPARAMETER

Für einen sicheren Betrieb werden später mindestens 40 MPa Flächenpressung auf der Dichtung benötigt (Bild 8). Die maximale Flächenpressung läge bei 131 MPa, bevor die Dichtung mechanisch überpresst würde. Mit dem errechneten Drehmoment wird nach dem Setzen der Dichtung eine dauerhafte Flächenpressung von 64 MPa erreicht, was ein sehr guter Wert ist.

Der Dampfkessel mit einem Durchmesser von 1,3 m und einer Länge von 5,7 m, einem Volumen von 4496 Litern aus 10 mm bis 16 mm verschweißten Blechplatten (P265GH – 1.0425/Kesselgüte) muss im zu erwartenden langen Betrieb auf der Dampflok einem maximal zulässigen Druck von 12 bar bei maximal zulässiger Temperatur von bis zu 192 °C über Jahre sicher standhalten.

PRAXISTIPP FÜR FLANSCH UND DICHTUNG

Wichtig bei der Montage der Dichtung bzw. des Flanschdeckels ist das Schmieren der Schraubengewinde. Die Unterseite des Schraubenkopfes/Unterlegscheibe sollte ebenfalls nicht vergessen werden, um einen möglichst niedrigen Wert für die Haft- und Gleitreibung zu erhalten. Somit wird der Verlust der Einbauschraubkraft (Drehmoment) deutlich reduziert.

ABNAHME/SCHLUSSPRÜFUNG

Bei der abschließenden Abnahme durch eine unabhängige Stelle wird unter anderem eine Kaltwasserdruckprobe mit einem Prüfdruck von 22,1 bar (variabel, je nach Kesselkonstruktion) gefordert.

Der Kessel wird vollständig mit Wasser gefüllt und langsam auf den Prüfdruck von 22,1 bar gebracht. Dabei dürfen keine Verformungen und Undichtigkeiten (Leckagen) am Kessel oder an der betrachteten Dampfdomdichtung auftreten. Lonkwitz-Betriebsleiter Schmidt bestätigt, dass die KLINGER-Dichtung diesen Test sicher bestand. Es wurde nach Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte, Modul G und angewandten technischen Regeln/Normen der AD2000, TRD geprüft und bestanden.

Einer Verwendung in der Lokomotive steht nichts entgegen.

LITERATURHINWEISE

DIN EN 1591-1 „Flansche und ihre Flanschverbindungen – Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teil 1: Berechnungsmethode“ (2011-04).“

Autor



GERALD KLEIN

Produktmanagement/Anwendungstechnik

Dichtungen

KLINGER GmbH

65510 Idstein, Germany

Tel.: +49 6126 4016-0

gerald.klein@klinger.de

www.klinger.de