

## • Technische Philosophie „flangevalid“

Lösbare Flanschverbindungen sind komplexe Systeme, die bei Ausfall erhebliche Kosten und Schäden verursachen können. Es kommt darauf an, wie auch in der Druckgeräterichtlinie (97/23/DGRL) und der Betriebssicherheitsverordnung (BetriebsSichV) gefordert „auf Dauer technisch dichte Verbindungen“ herzustellen. Flanschverbindungen sind lösbare Verbindungen. Flansche, Dichtungen und Schrauben sollten so verspannt werden, dass sich das sich die Flanschverbindung anschließend wie ein einziges Bauteil verhält. Das schwächste Bauteil der Flanschverbindung bestimmt die dauerhafte Funktion des Systems. Eine sichere Dichtverbindung kann nur erzeugt werden, wenn für die einzelnen Bauteile Mindestkriterien eingehalten werden.

### Dichtung

Üblicherweise werden die zu installierenden Schraubenkräfte nach den Anforderungen der Dichtung gerechnet (Bild 1) und damit häufig die Möglichkeiten die Flanschverbindungen höher und damit betriebssicherer zu verspannen nicht ausgeschöpft. Man geht richtigerweise davon aus, dass eine möglichst hohe Flächenpressung eine kleinstmögliche Leckrate verursacht. Weichdichtungen aus Plattenmaterial, mit Ausnahme von GR-Graphitdichtungen, ertragen nur relativ geringe Flächenpressungen. Metallweichstoffdichtungen, wie Wellring-, Spiral- und Kammprofildichtungen haben eine im Vergleich zu Dichtungen aus Plattenmaterialien um 3 und mehr Zehnerpotenzen niedrigere Leckrate und ertragen sehr hohe Flächenpressungen. Der Bauteileversuch nach der TA-Luft (VDI 2440) wird bei einer Flächenpressung von 30 MPa (N/mm<sup>2</sup>) durchgeführt. Um eine niedrige Leckage sichern zu können sollten die Flächenpressungen auf der Dichtung bei der Montage diesen Wert deutlich überschreiten.

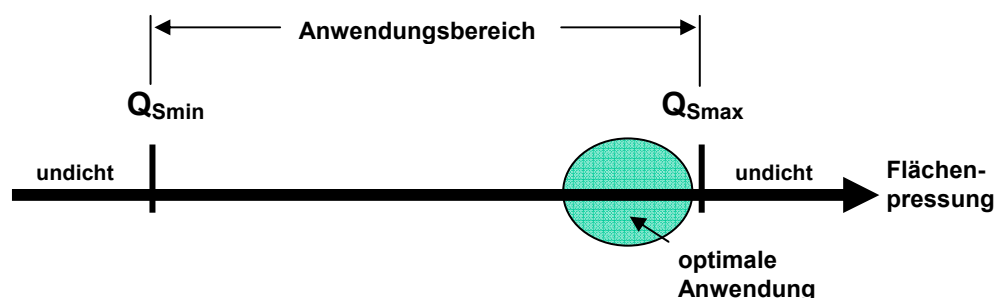


Bild 1: Übliche Betrachtung der Wirkungsweise von Dichtungen

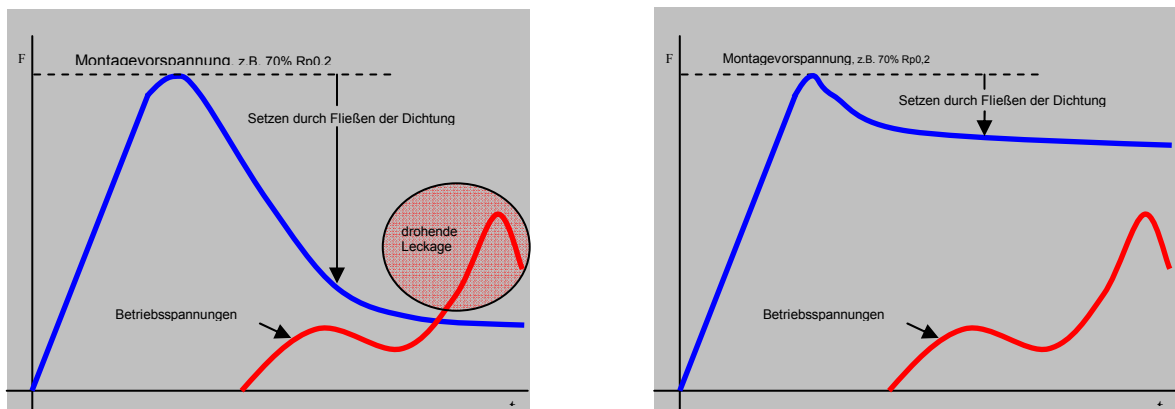
Die Eigenschaften der Flansche werden oft nicht mitbetrachtet. Zusätzlich zeigen Dichtungen mit hohem Setz-/Fließpotential, wie FA-Material (Elastomer gebundene Faserdichtungen) und TF-Material (PTFE-Dichtungen) langfristig einen Anstieg der Leckrate.

Durch Fließen/Setzen der Dichtung wird die bei der Montage aufgebrauchte Flächenpressung reduziert. Um einen Eindruck über das Setzverhalten von Dichtungen zu haben, wurde in der EN 13555 für die Kennwerte der Dichtungen der Wert  $P_{QR}$  für

die Relaxation der Schrauben eingeführt. Bei der Ermittlung des  $P_{QR}$ -Wertes werden bei Elastomermaterial (FA) Werte zwischen 0,25 und 0,50 und bei PTFE-Dichtungen (TF) Werte zwischen 0,25 und 0,75 festgestellt. Graphitdichtungen (GR), wie die Metallweichstoffdichtungen liegen bei besseren Werten über 0,85 bis zu 0,99 und zeigen damit kaum Setzverluste. Der  $P_{QR}$ -Wert zeigt das Verhältnis der Schraubenkraft zwischen Montage und Ende der Messung nach ca. 5 Stunden. Der Wert 0,25 zeigt, dass 75% der Schraubenkraft relaxiert ist. Es ist wichtig Dichtungen mit hohen PQR-Werten zu verwenden.

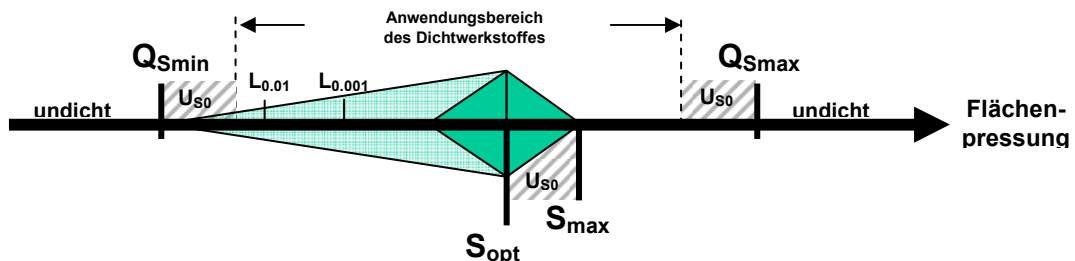
## Schrauben

Relaxierte Schrauben erhöhen das Versagensrisiko der Verbindung (Bild 2).



**Bild 2: Risiken aus Setzen/Fließen des Dichtwerkstoffes**

Die Schrauben sollen möglichst hoch verspannt werden (Bild 3), sie bestimmen die maximal in das System einzuleitende Kraft ( $S_{max}$ ). Die maximal mögliche Schraubenkraft errechnet sich aus den gesamten Bauteilen und sollte auf dem höchstmöglichen Niveau ( $S_{opt}$ ) ausgeführt sein, richtet sich also nach dem schwächsten Bauteil der Verbindung. Hierbei sollte die Systemverspannung die für die geforderte Minimalleckage der Dichtung benötigte Flächenpressung sicher überschreiten.



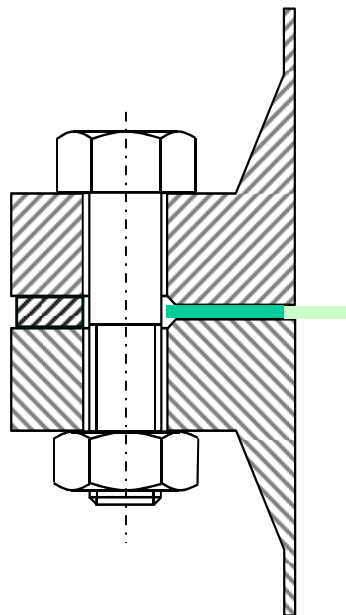
**Bild 3: Lannewehr-Thomsen'sche Betrachtung des Dichtsystems**

In vielen Fällen reicht ein Nachweis der Bauteile gegen die optimal erreichbare Schraubenkraft (70 bis 80 %  $R_{p0,2}$ ). Sollten die Schrauben wegen eines schwächeren

Bauteils nicht ausgelastet werden können, muss das schwächste Bauteil (Flansch oder Dichtung) so modifiziert werden, dass eine höhere Verspannung des Systems und damit eine niedrigere Leckrate bei gleichzeitiger Erhöhung der Betriebssicherheit erreicht wird.

## Flansche

Beim Verspannen des Systems werden die Flanschblätter gebogen (Rotation). Die Neigung des Flanschblattes sollte  $1^\circ$  nicht überschreiten, wird in einigen Betriebsspezifikationen sogar auf  $0,5^\circ$  oder  $0,2^\circ$  eingeschränkt. Häufig wird, um die Werte nicht zu überschreiten, die Schraubenauslastung eingeschränkt/reduziert bzw. die Schraube nur sehr niedrig ausgelastet. Für die Elastizität einer üblichen Flanschverbindung ist die Schraube nur bedingt verantwortlich. Bei keiner bzw. geringer Rotation ist die Schraube das elastische Bauteil und muss schon deshalb möglichst hoch verspannt werden.



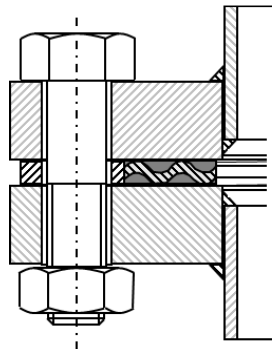
**Bild 4: Flansch mit Stützring**

## System „flangevalid“

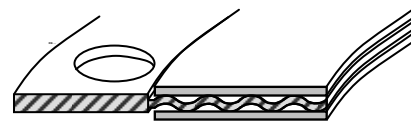
Um unzulässig große Setz- und/oder Kriechbeträge in einer Schraubverbindung zu vermeiden sollten keinesfalls plastische oder quasielastische Elemente (Dichtungen) mitverspannt werden (Schraubenverbindungen, Wiegand, Kloos, Thomala). Es werden ausschließlich Dichtungen mit niedrigem Setzverhalten eingesetzt. Eine Dichtung, die die Flächenpressung nicht erträgt, wird entweder verbreitert oder durch eine ersetzt, die höhere Flächenpressungen erträgt. Sollte das Flanschblatt sich zu sehr neigen (Rotation), kann durch Einsatz von Stützringen (Bild 4) oder Dichtungen mit

# flangevalid

Stützelementen (Bild 5), z.B. Kempchen Typ W1A\A1 (Bild 6) Abhilfe geschaffen werden.



**Bild 5: Dichtung mit Stützelement**



**Bild 6: Dichtung Kempchen Typ W1A\A1**

Die folgenden Kriterien gelten für eine Dichtverbindung nach dem System „flangevalid“ (Werte in Klammern sind die Mindestwerte):

- Mindestflächenpressung auf der Dichtung 50 MPa (30 MPa)
- Relaxation der Schrauben durch Dichtung ( $P_{QR}$ ) > 0,90 (> 0,80)
- Schraubenauslastung  $R_{p0,2}$  70 - 80% (> 50 %)
- Flächenpressung Mutterauflage <  $R_{p0,2}$  des Flanschwerkstoffes
- Dichtungen dürfen die maximale Auslastung von Flanschen und Schrauben nicht einschränken

Im Gegensatz zu vielen Berechnungen werden Auskleidungen, falls vorhanden mit betrachtet und Montagevorspannkraft und/oder Drehmomente vorgegeben.

**hohe Schraubenkraft = niedrige Leckage = sichere Verbindung = niedrigste Kosten**

Richtig ausgelegte Dichtsysteme bringen im Sinne der Gesundheit (**H**ealth), Sicherheit (**S**afety) und Umwelt (**E**nvironment) durch Erhöhung der Montagesicherheit, Umweltsicherheit und Betriebssicherheit eine Verbesserung der Rechtssicherheit, senken Kosten und steigern Erträge.

**flangevalid ist Ihr Gewinn!**