

In diesem Beiblatt sind Beispiele aufgeführt, die die Ermittlung der Werkstoffkennwerte bzw. zulässigen Betriebszeiten für verschiedene Anwendungsfälle beschreiben.

Inhalt:

- 1 Festigkeitskennwert bei gleichbleibender Beanspruchung
- 2 Ermittlung der Gebrauchsdauer bei intermittierender Beanspruchung
 - 2.1 Wechselnde Temperaturen bei gleichbleibender Beanspruchung
 - 2.2 Wechselnde Beanspruchung bei gleichbleibender Temperatur
 - 2.3 Wechselnde Beanspruchung und wechselnde Temperaturen
- 3 Ermittlung von Isochronen bei höherer Temperatur

2 Ermittlung der Gebrauchsdauer bei intermittierender Beanspruchung

Anmerkung:

Die Zeitstandkurven sind mit der absoluten Temperatur $T = (\vartheta^{\circ}\text{C} + 273)$ in Kelvin zu ermitteln.

Zur Abschätzung der rechnerischen Standzeit t_x bei intermittierenden Beanspruchungen wird zunächst mit der vorhandenen Beanspruchung K_S^{vorh} der einzelnen Teilbeanspruchungen und den vorgegebenen Abminderungsbeiwerten A_1 und A_2 sowie den Sicherheitsbeiwerten γ_F und gegebenenfalls dem Schweißfaktor f_S der jeweils zugehörigen Werkstoffkennwert K_S^{vorh} ermittelt.

$$K_S^{\text{vorh}} = \frac{K_K^{\text{vorh}} \cdot \gamma_F \cdot \gamma_M \cdot A_1 \cdot A_2}{(f_S)}$$

Mit diesem K_S Wert wird aus den Zeitstandkurven des verwendeten Werkstoffs für die jeweilige Temperatur die zugehörige Standzeit bei Teilbeanspruchung abgelesen. Mit Hilfe der Miner'schen Regel (Gleichung (5) DVS 2205-1) kann damit die resultierende Standzeit t_M errechnet werden.

Zur Ermittlung des Einflusses der Alterung wird für die jeweilige Temperatur die beginnende Alterung bei Teilbeanspruchung aus den Wärmealterungsgrenzen (für PE und PP, siehe DVS 2205-1 Beiblatt 1, Abschnitt 5, und Beiblatt 2, Abschnitt 5) abgelesen. Eine zweite Berechnung mit der Miner'schen Regel (Gleichung (6) DVS 2205-1) ergibt die resultierende Alterungszeit t_A . Der kleinere Wert von t_M und t_A ist die zulässige Betriebszeit t_x .

In den Abschnitten 2.1 bis 2.3 wird die Handhabung für die verschiedenen Beanspruchungsfälle an einfachen Beispielen dargestellt.

2.1 Wechselnde Temperaturen bei gleichbleibender Beanspruchung

- Gesucht : zulässige Standzeit t_x
 Gegeben: Beanspruchung K_S^{vorh}
 Betriebstemperaturen ϑ_1, ϑ_2

Die rechnerische Standzeit t_M liegt entsprechend den Zeitanteilen bei den einzelnen Temperaturen zwischen den Standzeiten der Teilbeanspruchungen t_{M1} und t_{M2} . Die Parallele zur Festigkeitsachse durch t_M ergibt mit der gegebenen Beanspruchung K_S^{vorh} den Punkt P. P liegt auf einer Zeitstandkurve, die sich bei einer konstanten Temperatur ϑ_x zwischen ϑ_1 und ϑ_2 ergeben würde.

1 Festigkeitskennwert bei gleichbleibender Beanspruchung

- Gesucht: Festigkeitskennwert K_K^*
 Gegeben: Betriebstemperatur $\vartheta = 50^{\circ}\text{C}$
 Standzeit $t = 15$ Jahre
 Füllgut Wasser

Den Festigkeitskennwert K_K^* erhält man aus dem Zeitstandfestigkeitsdiagramm für Rohre, beispielsweise aus PE 80 (Bild 1). Die Linie für 15 Jahre Standzeit schneidet die 50°C -Zeitstandkurve für Wasser im Punkt P_1 . Eine Parallele zur Abszisse durch den Punkt P_1 ergibt an der Ordinate den Punkt P_2 , an dem $K_K^* = 4,6 \text{ N/mm}^2$ abgelesen werden kann.

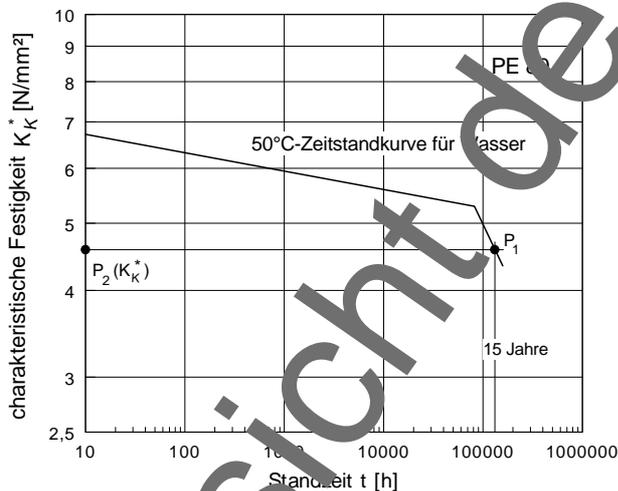


Bild 1. Ermittlung des Festigkeitskennwertes K_K^* bei gleichbleibender Beanspruchung.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Voransicht des Originals

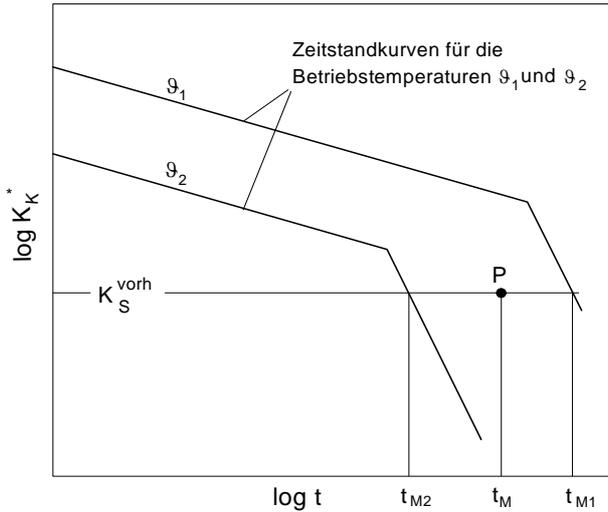


Bild 2. Standzeit bei wechselnden Temperaturen und gleichbleibender Beanspruchung.

Beispiel für PE 63

Betriebsbedingungen und Schädigungsanteile

Teilbeanspruchung	Beanspruchung K_S^{vorh}	Temperatur θ	Zeitanteil a	rech. Standzeit bei Teilbeanspruchung t_M	Schädigungsanteil %
1	5 N/mm ²	30°C	90%	314,593 Jahre	2,6
2		42°C	10%	0,946 Jahre	97,4

(Werte aus DVS 2205-1 Beiblatt 1, Abschnitt 1.1)

Die zu erwartende Standzeit aufgrund der mechanischen Beanspruchung beträgt nach DVS 2205-1, Gleichung (5):

$$t_M = \frac{100 \cdot 314,593 \cdot 0,946}{90 \cdot 0,946 + 10 \cdot 314,593} = 9,21 \text{ Jahre}^1)$$

1) Die gleiche Standzeit würde bei $K_S^{vorh} = 5 \text{ N/mm}^2$ und einer konstanten Temperatur von 37,6°C erreicht werden.

Alterung und Schädigungsanteile

Teilbeanspruchung	Temperatur θ	Zeitanteil a	Beginnende Wärmealterung t_A	Schädigungsanteil %
1	30°C	90%	175 Jahre	68,8
2	42°C	10%	43 Jahre	31,2

(Werte aus DVS 2205-1 Beiblatt 1, Abschnitt 5)

Die zu erwartende Standzeit aufgrund der Alterung beträgt nach DVS 2205-1, Gleichung (5):

$$t_A = \frac{100 \cdot 75,6 \cdot 43}{90 \cdot 43 + 10 \cdot 175,6} = 134,2 \text{ Jahre}$$

$t_M < t_A$, somit beträgt die zulässige Betriebszeit $t_x = 9,21 \text{ Jahre}$.

2.2 Wechselnde Beanspruchung bei gleichbleibender Temperatur

Gesucht: zulässige Standzeit t_x
 Gegeben: Beanspruchungen $K_{S1}^{vorh}, K_{S2}^{vorh}$
 Betriebstemperatur θ

Die rechnerische Standzeit t_x liegt entsprechend den Zeitanteilen bei den einzelnen Beanspruchungen zwischen den Standzeiten der Teilbeanspruchungen t_{M1} und t_{M2} . Die Parallele zur Festigkeitsachse t_M schneidet die Zeitstandkurve im Punkt P. Hieraus ergibt sich die äquivalente Beanspruchung K_{SM}^{vorh} .

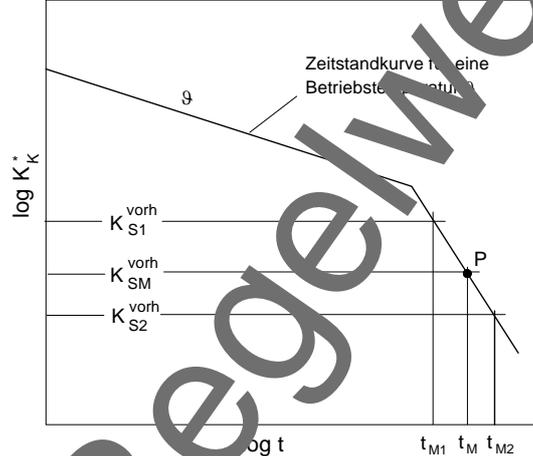


Bild 3. Standzeit bei wechselnder Beanspruchung und gleichbleibender Temperatur.

Beispiel für PP-B

Betriebsbedingungen und Schädigungsanteile

Teilbeanspruchung	Beanspruchung K_S^{vorh}	Temperatur θ	Zeitanteil a	rech. Standzeit bei Teilbeanspruchung t_M	Schädigungsanteil %
1	3,5 N/mm ²	60°C	20%	16,3 Jahre	2,6
2	2 N/mm ²		80%	138 Jahre	97,4

(Werte aus DVS 2205-1 Beiblatt 2, Abschnitt 2.1)

Die zu erwartende Standzeit beträgt nach DVS 2205-1, Gleichung (5):

$$t_M = \frac{100 \cdot 16,3 \cdot 138}{20 \cdot 138 + 80 \cdot 16,3} = 55,35 \text{ Jahre}^2)$$

2) Die gleiche Standzeit würde bei einer Temperatur von 60°C und einer konstanten Spannung $K_{SM} = 2,54 \text{ N/mm}^2$ erreicht werden.

Alterung und Schädigungsanteile

Teilbeanspruchung	Temperatur θ	Zeitanteil a	Beginnende Wärmealterung t_A	Schädigungsanteil %
1	60°C	100%	50 Jahre	100

(Werte aus DVS 2205-1 Beiblatt 2, Abschnitt 5)

Die zu erwartende Standzeit aufgrund der Alterung beträgt 50 Jahre.

$t_A < t_M$, somit beträgt die zulässige Betriebszeit $t_x = 50 \text{ Jahre}$.