

# Prüfung der Beständigkeit von Aluminium-Knetwerkstoffen gegen Spannungsrißkorrosion

**DIN**  
**50 908**

Testing the resistance of aluminium wrought alloys to stress corrosion cracking

Ersatz für die im Jahre 1982  
zurückgezogene Ausgabe 07.64

Essai de la résistance à la corrosion sous contrainte des matériaux de corroyage de l'aluminium

Maße in mm

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm enthält allgemeine Angaben für die Prüfung der Beständigkeit von Aluminium-Knetwerkstoffen gegen Spannungsrißkorrosion (SpRK). Die Prüfung der Beständigkeit bestimmter Systeme „Aluminium-Knetwerkstoffe und Angriffsmittel“ gegen diese Korrosionsart ist nicht Gegenstand der Norm.

Die Beständigkeit von Aluminium-Knetwerkstoffen gegen SpRK kann durch Herstellungs- und Verarbeitungsbedingungen, wie Werkstoffzusammensetzung und Wärmebehandlung, beeinflußt werden. Eine Prüfung der Beständigkeit gegen SpRK nach dieser Norm ist nur dann erforderlich, wenn Werkstoffzusammensetzung, Verarbeitungs- und Anwendungsbedingungen Schäden durch SpRK erwarten lassen.

Für den Anwendungsbereich Luft- und Raumfahrt gilt LN 65 666.

Je nach Art und Form des zu prüfenden Halbzeugs wird die Prüfung an Proben unterschiedlicher Form durchgeführt, siehe Abschnitt 3.2.

## 2 Allgemeines

In bestimmten Aluminium-Knetwerkstoffen können bei gleichzeitigem Einwirken von Zugspannungen und unspezifischen wäßrigen Angriffsmitteln Korrosionsrisse entstehen. Diese Korrosionsart wird nach DIN 50 900 Teil 1 Spannungsrißkorrosion (SpRK) genannt.

## 3 Proben

### 3.1 Probenlage und Prüfrichtung

Bei gegebener mechanischer Belastung hängt die Lebensdauer von Proben eines für SpRK empfindlichen Aluminium-Knetwerkstoffes, sofern dessen Gefüge nicht globulitisch rekristallisiert ist, stark von der Probenlage im Halbzeug ab. Liegt ein Fasergefüge vor, so ist die Empfindlichkeit für SpRK in Kurz-Querrichtung (ST-Richtung) höher als in Lang-Querrichtung (LT-Richtung) oder in Längsrichtung (L-Richtung).

Deshalb werden Proben für die Prüfung der Beständigkeit gegen SpRK vorzugsweise in ST-Richtung entnommen. Bei ST-Biegeproben ist darüber hinaus die Empfindlichkeit für SpRK größer, wenn die Proben um die Achse in LT-Richtung quer zur Faserrichtung (L-Richtung) gebogen werden.

Für gewalzte und stranggepreßte Erzeugnisse ist die Lage der Proben bezüglich Walzrichtung und Walzebene aus den Bildern 1 bis 3 zu ersehen.

Zum Bestimmen der ST-Richtung wird bei geschmiedeten und stranggepreßten Erzeugnissen zunächst der Faserlauf ermittelt, z. B. durch Makroätzen.

### 3.2 Probenformen

Die in der vorliegenden Norm aufgeführten Probenformen beziehen sich auf LN 65 666.

Die Wahl der Probenform wird weitgehend durch die Maße des zu prüfenden Halbzeugs in ST-Richtung bestimmt. Lassen die Probenmaße keine Probenentnahme in ST-Richtung zu, so ist die nächstempfindlichere Probenlage in LT-Richtung bzw. L-Richtung zu wählen.

#### 3.2.1 Probenform A

Glatte (ungekerbte) Zugproben mit rundem oder rechteckigem Querschnitt, siehe Bild 1. Bevorzugt werden Proportional-Zugproben nach DIN 50 125. Der Probendurchmesser richtet sich außer nach der Dicke des Halbzeugs in ST-Richtung auch nach der mit der Prüfeinrichtung erreichbaren Belastung.

Andere Probenmaße sind zulässig und zu vereinbaren, z. B. zum Prüfen von dünnen Blechen, dünnen Profilen oder Drähten.

#### 3.2.2 Probenform C

C-Ringprobe nach den Bildern 2 und 4

#### 3.2.3 Probenform D

Spannhebelprobe nach den Bildern 1, 5, 6 und 7.

#### 3.2.4 Probenform E

U-Probe nach den Bildern 3, 8 und 9.

### 3.3 Herstellung

Die Proben werden durch spanendes Bearbeiten hergestellt, wobei Erwärmen der Proben zu vermeiden ist. Die bearbeitete Probenoberfläche soll glatt sein mit einem arithmetischen Mittenrauhwert  $R_a = 0,8$  bis  $1,6 \mu\text{m}$ . Polieren ist nicht zulässig.

### 3.4 Prüfumfang

Die Anzahl der zu prüfenden Proben ist zwischen Hersteller und Verbraucher zu vereinbaren. Bei einem zu prüfenden Erzeugnis ist im allgemeinen die Prüfung von 3 Parallelproben erforderlich.

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

### 3.5 Vorbehandlung

Die Proben werden zum Erzielen gleicher Oberflächenzustände unmittelbar vor der Prüfung wie folgt behandelt:

- Entfetten in Aceton;
- 1 h tauchen in Salpetersäure (etwa 32 Massenanteile in %) bei Umgebungstemperatur;
- Abspülen in fließendem Wasser;
- 1 min Beizen in Natronlauge (etwa 10 Massenanteile in %) bei 60 °C<sup>1)</sup>;
- Abspülen in Wasser;
- Entfernen des sich beim Beizen bildenden Belags durch Eintauchen in Salpetersäure (etwa 32 Massenanteile in %) bei Umgebungstemperatur;
- Abspülen in destilliertem Wasser oder Deionat;
- Trocknen an Luft bei Umgebungstemperatur, gegebenenfalls mit Hilfe eines Gebläses oder Abspülen mit leichtflüchtigem Alkohol.

## 4 Durchführung der Prüfung

### 4.1 Allgemeines

Die Prüfung erfolgt im Dauertauchversuch nach DIN 50 905 Teil 4 bei freier Korrosion. Angriffsmittel und Potentiallage der Probe dürfen durch Kontakt mit artverschiedenen Werkstoffen, z. B. der Spannvorrichtung, nicht verändert oder beeinflusst werden. Der für die Spannvorrichtung verwendete Werkstoff muß in der Prüflösung korrosionsbeständig sein oder vom Angriffsmittel durch eine inerte, elektrisch isolierende Beschichtung dauerhaft getrennt werden. Polarisation des Prüfkörpers muß durch entsprechende Auswahl des Werkstoffs für die Spannvorrichtung ausgeschlossen werden. Dies kann durch das Verwenden artgleicher Werkstoffe geschehen.

Kupferfreie Aluminium-Knetwerkstoffe dürfen nicht zusammen mit kupferhaltigen Aluminium-Knetwerkstoffen (Kupfergehalt  $\geq 0,5$  Massenanteile in %) geprüft werden.

Die Zeitspanne zwischen dem Beizen der Proben nach Abschnitt 3.5 und dem Beginn der Prüfung darf 3 h nicht überschreiten.

Die Probe muß vor dem Eintauchen in das Angriffsmittel mechanisch belastet werden.

### 4.2 Art der mechanischen Belastung

Die Prüfung wird mit Proben unter zeitlich konstanter Zugspannung durchgeführt. Die Art der mechanischen Belastung richtet sich nach Probenform sowie Prüfeinrichtung.

Die Belastung von Zugproben mit zeitlich konstanter Kraft kann über Hebelarme durch Gewichte oder durch Federkräfte erfolgen.

Bei Belastung von C-Ringproben, Spannhebelproben und U-Proben mit konstanter Gesamtdehnung kann sich die Spannungshöhe während der Prüfdauer durch Relaxation und Kriechen vermindern, siehe DIN 50 922. Diese Verminderung der Spannungshöhe hat erfahrungsgemäß keinen erheblichen Einfluß auf die Prüfergebnisse, sie sollte jedoch stichprobenweise überprüft werden.

### 4.3 Spannungshöhe

Im Prüfquerschnitt von Zugproben ist eine axiale Zugspannung  $\sigma = 0,75 R_{p0,2}$  aufzubringen.  $R_{p0,2}$  ist der in Werkstoffnormen oder in den Lieferbedingungen angegebene Sollwert für die jeweilige 0,2%-Dehngrenze.

<sup>1)</sup> Anstelle von reiner Natronlauge werden auch Mischungen von Alkalilauge, gegebenenfalls mit Zusätzen verwendet.

Bei Zugproben, die für die Prüfung in Rahmen eingespannt sind, wird die Prüfspannung über das Hookesche Gesetz errechnet:

$$\sigma = E \varepsilon = \frac{E(L - L_0)}{L_0} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $\sigma$  Prüfspannung ( $\sigma = 0,75 R_{p0,2}$ )
- $E$  Elastizitätsmodul (für AlZn 4,5 Mg 1 etwa 70 000 N mm<sup>-2</sup>)
- $L_0$  Anfangsmeßlänge
- $L$  Endmeßlänge
- $\varepsilon$  Dehnung

Bei Biegeproben mit konstanter Gesamtdehnung ist die Prüfkraft so zu berechnen, daß die Prüfspannung  $\sigma$  auf der Zugseite (Stelle A in den Bildern 4, 7 und 8) gleichfalls  $\sigma = 0,75 R_{p0,2}$  ist. Die Prüfkraft errechnet sich für die C-Ringprobe zu:

$$F_V = \frac{1}{6} \frac{\sigma b t^2}{l Z} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

- $F_V$  Prüfkraft
- $\sigma$  Randfaserspannung ( $\sigma = 0,75 R_{p0,2}$ )
- $b$  Probenbreite
- $t$  Probendicke
- $l$  Länge des Lastarms
- $Z$  Korrekturfaktor für das Verhältnis von mittlerem Durchmesser  $2r$  zur Wanddicke  $t$  von C-Ringproben

Werte für  $Z$  sind aus Bild 10 zu entnehmen.

Für die Spannhebelprobe (Probenform D) und U-Probe (Probenform E) gilt  $Z = 1$ .

Die Prüfkraft kann mit Hilfe einer Zugprüfmaschine oder durch Aufbringen einer konstanten Verformung eingestellt werden. Für C-Ringproben (Probenform C) kann die erforderliche Verformung als Durchmessererminderung errechnet werden:

$$\Delta d = \frac{r^2 \pi \sigma}{t E Z} \quad (3)$$

$$r = \frac{d_1 - t}{2} \quad (4)$$

In den Gleichungen 3 und 4 bedeuten:

- $d_1$  Außendurchmesser vor dem Spannen
- $\Delta d$  Durchmessererminderung
- $t$  Wanddicke
- $\sigma$  Randfaserspannung ( $\sigma = 0,75 R_{p0,2}$ )
- $E$  Elastizitätsmodul (für AlZn 4,5 Mg 1 etwa 70 000 N mm<sup>-2</sup>)
- $r$  mittlerer Radius
- $Z$  Korrekturfaktor für das Verhältnis von mittlerem Durchmesser  $2r$  zur Wanddicke  $t$  von C-Ringproben. Werte für  $Z$  sind aus Bild 10 zu entnehmen.

### 4.4 Prüflösung

Die Prüflösung ist eine wäßrige Lösung, die 2 Massenanteile in % Natriumchlorid, (NaCl), 0,5 Massenanteile in % Natriumchromat, (Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) und 97,5 Massenanteile in % vollentsalztes Wasser enthält. Die Prüflösung wird durch Zugabe von Salzsäure, (HCl), auf einen pH-Wert von  $3,0 \pm 0,2$  eingestellt.