

DIN 50969-2

ICS 77.140.01

Mit DIN 50969-1:2009-06
Ersatz für
DIN 50969:1990-12

**Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche
bei hochfesten Bauteilen aus Stahl –
Teil 2: Prüfungen**

Prevention of hydrogen-induced brittle fracture of high-strength steel building elements –
Part 2: Test methods

Prévention d'acier de construction à résistance élevée afin d'éviter les ruptures fragiles
hydrogènes induits –
Partie 2: Méthode d'essai

Gesamtumfang 18 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Grundlagen.....	5
4 Prüfkategorien.....	8
5 Verspannungsprüfungen zur bauteilbezogenen Eignungsprüfung	9
5.1 Erzeugnisteile.....	9
5.2 Erzeugnis-Prüfteile	9
6 Verspannungsprüfungen zur Prozessfreigabe oder Prozess- und Fertigungsüberwachung	10
6.1 Gekerbte Probe	10
6.1.1 Anwendungsbereich	10
6.1.2 Durchführung der Prüfung	10
6.2 C-Ringprobe	12
6.2.1 Anwendungsbereich	12
6.2.2 Durchführung der Prüfung	12
6.3 Schrauben	14
6.3.1 Anwendungsbereich	14
6.3.2 Durchführung der Prüfung	14
7 Interpretation der Prüfergebnisse	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Verspannungsprüfung an gekerbten Proben	16
7.3 Verspannungsprüfung an C-Ringproben	16
7.4 Verspannungsprüfung an Schrauben	16
8 Prüfbericht.....	16
Literaturhinweise	18

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-01-76 AA „Galvanische Überzüge“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 50969:1990-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Abschnitt 3 „Verspannungsprüfung“ aus DIN 50969:1990-12 wurde in einen eigenständigen Normenteil überführt, DIN 50969-1:2009-06 enthält keine Ausführungen zur Prüfung mehr;
- b) Einführung von Prüfkategorien K1, K2 und K3 und Zuordnung entsprechender Proben zu diesen Prüfkategorien;
- c) umfassende technische Überarbeitung;
- d) redaktionelle Änderungen.

Frühere Ausgaben

DIN 50969: 1990-12

Einleitung

Unter fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Rissbildung oder wasserstoffinduziertem Spröbruch wird im Sinne dieser Norm eine Werkstoffschädigung verstanden, die als Folge des Eindiffundierens von atomarem Wasserstoff in den Werkstoff eintreten kann. Ausgelöst werden können diese Schäden durch eine kritische Kombination unterschiedlicher Einflussgrößen, die in DIN 50969-1 näher beschrieben werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Methoden zur Beurteilung des Wasserstoffgefährdungspotenzials und zum Nachweis einer vorliegenden Spröbruchgefährdung bei Überzügen und bei Feuerverzinkung auf hochfesten Bauteilen aus Stahl fest.

Diese Norm gilt nicht für Bauteile aus hochfestem Bandmaterial, das in einem Bandbeschichtungsprozess hergestellt wurde.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 471, *Sicherungsringe (Halteringe) für Wellen — Regelausführung und schwere Ausführung*

DIN 50125, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Zugproben*

DIN EN 2832, *Luft- und Raumfahrt — Wasserstoffversprödung von Stählen — Kerbzugversuch*

DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

3 Grundlagen

Stahlteile können Wasserstoff aufnehmen. Im Metallgitter diffundiert atomarer Wasserstoff bevorzugt zu energetisch begünstigten Stellen. Bei zusätzlichem Einwirken von Zugspannungen können kritische Werkstoffzustände entstehen, die zur Anrissbildung führen. Dabei handelt es sich um Brüche bei einer Beanspruchung unterhalb der Streckgrenze des Grundwerkstoffs. Der spröde verlaufende Bruch tritt bei mechanischer Verspannung in der Regel verzögert, einige Zeit nach Belastungsbeginn auf, da es sich bei der Schädigung um einen diffusionsgesteuerten Schädigungsmechanismus handelt, bei dem Wasserstoffatome im Laufe der Zeit an die am höchsten beanspruchte Stelle im Bauteil diffundieren, sich dort anreichern und dadurch die Kohäsionskraft der Eisenatome verringern. Die Risspitze ist hierbei aufgrund ihrer hohen Zugspannungskonzentration eine energetisch begünstigte Stelle. Der Wasserstoff folgt deshalb der Risspitze, schädigt dort den Stahl erneut und löst so das Risswachstum aus.

Gefährdet hinsichtlich wasserstoffinduzierter Rissbildung bis hin zum Bruch sind alle hochfesten Stahlteile. Eine scharfe Festigkeitsgrenze ab der ein Stahl im Sinne dieser Norm als hochfest gilt, kann nicht angegeben werden, da es sich bei dem Phänomen um eine Systemeigenschaft handelt, bei der es auf das kritische Zusammenwirken der Einflussgrößen Werkstoffzustand, mechanische Beanspruchung und Wasserstoffgehalt ankommt. Ab Festigkeiten $\geq 1\,000\text{ N/mm}^2$ (gegebenenfalls auch lokal begrenzt, z. B. bei einsatzgehärteten oder kaltverformten Gefügen oder im Schweißnahtbereich), ist die Problematik der Wasserstoffversprödung besonders zu beachten.

Vorausgesetzt, Werkstoffzustand und Wasserstoffangebot (H-Angebot) lassen sich nicht beeinflussen, dann besteht über eine Prüfung an den Erzeugnistteilen oder mittels geeigneter Proben (Erzeugnis-Prüfteilen) bei unterschiedlichen Beanspruchungszuständen die Möglichkeit, das aus dem Wasserstoffangebot resultierende Wasserstoffgefährdungspotenzial zu überprüfen.

Zur Beurteilung des Wasserstoffgefährdungspotenzials sowie zum Nachweis einer vorliegenden Sprödbruchgefährdung können folgende Prüfverfahren zur Anwendung kommen:

— **Verfahren zur Beurteilung des Wasserstoffgefährdungspotenzials**

Diese Verfahren liefern Hinweise auf die Neigung der Stahlprobe zur Wasserstoffaufnahme und sind darüber hinaus geeignet, ein zunehmendes Verständnis für den Schädigungsmechanismus zu entwickeln. Die Messung der Wasserstoffaufnahme (*Wasserstoffgehaltsmessung*) und die Wasserstoffdurchtrittsmessung (*H-Permeationsmessung*) sind zwei dieser Verfahren. Während bei der Messung der Wasserstoffaufnahme direkt der im Bauteil befindliche Wasserstoff gemessen wird, wird bei der Wasserstoffdurchtrittsmessung der Oxidationsstrom der durch eine Stahlmembran diffundierenden Wasserstoffmenge gemessen.

Diese beiden Verfahren eignen sich zur vergleichenden Bewertung des Wasserstoffgefährdungspotenzials resultierend aus einem fertigungsbedingten Wasserstoffangebot (z. B. Einsatzvergüten, Vorbehandlungs- und Beschichtungsverfahren). Die Verfahren sind nicht Gegenstand dieser Norm.

— **Verfahren zum Nachweis einer vorliegenden Sprödbruchgefährdung**

Diese Verfahren werten Bruchereignisse an sprödbruchanfälligen Bauteilen aus.

Alle mechanisch-technologischen Prüfungen an Bauteilen (Erzeugnistteilen), bauteilähnlichen Proben (Erzeugnis-Prüfteile) und Sonderproben (Prozess-Prüfteil) lassen sich diesen Verfahren zuordnen, da sie mit Hilfe der vorbezeichneten Prüfkörper Rückschlüsse auf die Anfälligkeit (z. B. von bestimmten Werkstoffzuständen) und das Wasserstoffgefährdungspotenzial (z. B. von bestimmten Oberflächenbehandlungsprozessen) zulassen. Grundsätzlich ist bei diesen Verfahren zwischen Verfahren mit statischer und zeitlich veränderlicher Lastaufbringung zu unterscheiden. Eine prinzipielle Darstellung möglicher Versuchsanordnungen für Verspannversuche mit den zugehörigen Beanspruchungsarten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Kenngrößen für die Beurteilung der Wasserstoffversprödungsanfälligkeit der untersuchten Proben können z. B. sein:

- Standzeit;
- Ausfallrate;
- Risswachstumsgeschwindigkeit;
- Änderung des elektrischen Widerstands.

Die in dieser Norm beschriebenen Verspannversuche unter statischer Beanspruchung erfordern eine Versuchsdauer zwischen 24 h und 200 h und liefern damit keine schnelle und kurzfristige Aussage zum Wasserstoffgefährdungspotenzial.