

DIN 50969-3



ICS 77.140.01

Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl –**Teil 3: Nachträglich betriebsbedingte Einflüsse und erweiterte Prüfungen**

Prevention of hydrogen-induced brittle fracture of high-strength steel building elements –
Part 3: Post operational influences and extended testing

Prévention d'acier de construction à résistance élevée afin d'éviter les ruptures fragiles
hydrogènes induits –

Partie 3: Influences opérationnelles ultérieures et analyses avancées

Gesamtumfang 18 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Grundlagen	6
4.1 Grundlagen zu den Werkstoffen	6
4.2 Grundlagen zu den Beschichtungen und Überzügen	7
4.3 Grundlagen zur elektrochemischen Korrosion	7
4.3.1 Allgemeines	7
4.3.2 Saure Korrosionsmedien	10
4.3.3 Sauerstoffarmut	10
4.3.4 Spaltkorrosion — Ansäuerung und Sauerstoffverarmung im Spalt	10
4.3.5 Fehlstellen bei metallischen Barrierschutzschichten (z. B. Nickel)	10
4.3.6 Kathodischer Korrosionsschutz	10
5 Prüfkörper	11
6 Prüfkategorien	12
7 Durchführung der Prüfung	13
7.1 Prüfvorrichtung	13
7.2 Korrosionsbelastung	13
7.3 Mechanische Belastung	14
7.3.1 Konstante Last	14
7.3.2 Stufenversuche	14
7.3.3 Prüfung von Bauteilen	16
8 Prüfbericht	17
Literaturhinweise	18

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-01-76 AA „Chemische und elektrochemische Überzüge“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

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

DIN 50969, *Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl*, besteht aus:

- *Teil 1: Vorbeugende Maßnahmen*
- *Teil 2: Prüfungen*
- *Teil 3: Nachträglich betriebsbedingte Einflüsse und erweiterte Prüfungen*

Einleitung

Bauteilschäden können u. a. durch fertigungs- und betriebsbedingten Wasserstoff hervorgerufen werden. Unter betriebsbedingter wasserstoffinduzierter Rissbildung oder wasserstoffinduziertem Sprödbruch (im Folgenden allgemein als Wasserstoffversprödung bezeichnet) wird im Sinne dieser Norm eine Werkstoffschädigung verstanden, die als Folge der Diffusion atomaren Wasserstoffs in den Werkstoff eintreten kann. Ausgelöst werden können diese Schäden durch eine kritische Kombination unterschiedlicher Einflussgrößen, wie beispielsweise eine umgebungsbedingte korrosive Belastung im Betrieb von Bauteilen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von DIN 50969 legt Verfahren zur Beurteilung des Wasserstoffgefährdungspotentials und zum Nachweis einer vorliegenden Sprödbbruchgefährdung bei der Korrosionsbelastung von Bauteilen aus hochfestem Stahl fest.

Die Norm legt standardisierte Prüfverfahren, die hinsichtlich der Wasserstoffversprödung bei Korrosionsbelastung „kritische“ Werkstoff-/Beschichtungskombinationen/Umgebungsbedingungen identifizieren, insbesondere bei Festigkeiten der Werkstoffe oberhalb von 1 000 MPa, fest.

Schädigungen durch fertigungsbedingten Wasserstoff sind nicht Gegenstand dieses Teils der Norm, sie werden in DIN 50969-1 und DIN 50969-2 berücksichtigt.

Diese Norm behandelt ausschließlich Stahlwerkstoffe. Andere Werkstoffe wie beispielsweise Aluminium, Titan und Kupfer werden nicht behandelt.

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 50905-1, *Korrosion der Metalle — Korrosionsuntersuchungen — Teil 1: Grundsätze*

DIN 50969-2, *Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl — Teil 2: Prüfungen*

DIN EN ISO 1891-2, *Mechanische Verbindungselemente — Benennungen — Teil 2: Begriffe und Definitionen für Oberflächenschichten*

DIN EN ISO 2080, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Oberflächenbehandlung, metallische und andere anorganische Überzüge — Wörterbuch*

DIN EN ISO 7539-5, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrißkorrosion — Teil 5: Vorbereitung und Anwendung von C-Ring-Proben*

DIN EN ISO 8044, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Grundbegriffe*

DIN EN ISO 18265:2014-02, *Metallische Werkstoffe — Umwertung von Härtewerten (ISO 18265:2013); Deutsche Fassung EN ISO 18265:2013*

SEP 1970, *Prüfung der Beständigkeit von Advanced High Strength Steels (AHSS) für den Automobilbau gegen fertigungsbedingte wasserstoffinduzierte Sprödbüche¹⁾*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 2080 und DIN EN ISO 1891-2.

1) Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN-Software GmbH, zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.

4 Grundlagen

4.1 Grundlagen zu den Werkstoffen

Metalle können Wasserstoff aufnehmen. Betroffen sind insbesondere hochfeste wärmebehandelte Stähle, häufig mit martensitischer Struktur. Die Empfindlichkeit zur Wasserstoffversprödung steigt mit zunehmender Werkstofffestigkeit. 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. Hierbei kommt es auf das kritische Zusammenwirken der Einflussgrößen Werkstoffzustand, mechanische Beanspruchung und Wasserstoffgehalt an. Ab Festigkeiten oberhalb von etwa 1 000 MPa (gegebenenfalls auch lokal begrenzt, z. B. bei einsatz-, randschichtgehärteten oder kaltverformten Gefügen oder im Schweißnahtbereich) ist die Problematik der Wasserstoffversprödung besonders zu beachten. Rein austenitische Stähle ohne Umwandlungsmartensit und ohne Deltaferrit gelten als nicht gefährdet hinsichtlich Wasserstoffversprödung.

ANMERKUNG Austenitische Stähle können der Gefährdung hinsichtlich anodischer Spannungsrisskorrosion unterliegen.

Das Potential zur Gefährdung durch Wasserstoffversprödung zu versagen, steigt bei Stählen mit martensitischer und auch mit hochfester ferritischer Struktur u. a. mit zunehmendem Gehalt an Verunreinigungen, speziell Phosphor und Schwefel, und an den Korngrenzen kohäsionsmindernd wirkenden Legierungsbestandteilen und Begleitelementen wie beispielsweise Mangan, Silber, Arsen, Bismut, Magnesium, Blei, Zink. Des Weiteren erhöhen Großwinkelnkorngrenzen und eine Kornvergrößerung die Empfindlichkeit des Werkstoffs gegenüber Wasserstoffversprödung.

Die Neigung zur Versprödung durch Wasserstoff kann reduziert werden durch legierungstechnische Maßnahmen und durch Wärmebehandlungsprozesse:

- einer Diffusionshemmung des Wasserstoffs im Werkstoff beispielsweise durch das Legieren mit Molybdän;
- einer Bildung von Wasserstofffallen, z. B. mittels Sondercarbiden mit Niob, Vanadium und Titan;
- einer Erhöhung der Zähigkeit, wie dies beispielsweise bei bainitischen Gefügen und der Legierung mit Nickel der Fall ist.

Im Metallgitter diffundiert atomarer Wasserstoff bevorzugt zu energetisch begünstigten Stellen und kann sich dort zu kritischen Konzentrationen anreichern. Bei zusätzlichem Einwirken von Zugspannungen können zu den empfindlichen Werkstoffzuständen kritische Spannungszustände entstehen, die zur Anrissbildung führen. Insbesondere inhomogene Spannungszustände an Kerben (unter Berücksichtigung von Eigenspannungen) mit lokal sehr hohem Spannungsniveau bei eingeschränkter Dehnung (ebener Dehnungszustand) sind hier zu nennen. Dabei handelt es sich um Brüche bei Beanspruchung unterhalb der Fließgrenze des Werkstoffs. Der spröde verlaufende Bruch tritt bei mechanischer Verspannung in der Regel verzögert, einige Zeit nach Belastungsbeginn auf, da die Wasserstoffatome im Laufe der Zeit an die am meisten beanspruchte Stelle im Bauteil diffundieren, sich dort anreichern und dadurch die Kohäsionskraft der Eisenatome verringern. Die Risspitze ist hierbei aufgrund ihrer hohen Zugspannungskonzentration ein energetisch bevorzugter Ort. Der Wasserstoff folgt deshalb der Risspitze und begünstigt so das Risswachstum.