

• Technische Information



• Werkstoffentwicklung – Stabilisierung von nichtrostenden Stählen (1.4571 und 1.4404)

Betrachtet man die Entwicklung der korrosionsbeständigen Stähle und deren Anwendungen, entdeckt man merkwürdige Dinge, die Fragen aufwerfen. Die folgenden Ausführungen sollen die Entwicklung der Stähle und deren Verwendung sowie eine Empfehlung für die Zukunft aufzeigen.

Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion

Auszug aus Technischer Information von Peter Thomsen, www.thomsen-bremen.de für Verbindungselemente

In der zurückgezogenen DIN 17440 [1] von 1996 wurde in Abschnitt 7.4, Korrosionstechnische Eigenschaften, das Folgende geschrieben:

Zitat: Für die Beständigkeit der ferritischen und austenitischen Stähle gegen interkristalline Korrosion bei Prüfung nach DIN 50 gelten die Angaben in den Tabellen 3 und 5.

ANMERKUNG:

Das Verhalten der nichtrostenden Stähle gegen Korrosion kann durch Versuche im Laboratorium nicht eindeutig gekennzeichnet werden. Es empfiehlt sich daher, auf vorliegende Betriebserfahrungen zurückzugreifen. Hinweise über das Verhalten unter bestimmten Korrosionsbedingungen sind z. B. in den DECHEMA-Werkstofftabellen zu finden.

Zitatende

Die Tabellen 3 und 5 der DIN 17440 geben eine Bewertung nach DIN 50914 [2] für die einzelnen Werkstoffe für den Lieferzustand und den geschweißten Zustand ab.

In der direkten Nachfolgenorm DIN EN 10269 findet man im Abschnitt 8.3, Chemische Zusammensetzung nur folgenden Hinweis:

Zitat: 8.3.3 Für die austenitischen Stähle ist das Auftreten interkristalliner Korrosion möglich.

ANMERKUNG:

Die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle hängt stark von der Art der Umgebung ab und kann daher nicht immer eindeutig durch Versuche im Laboratorium gekennzeichnet werden. Es empfiehlt sich daher, auf vorliegende Erfahrungen bei der Verwendung der Stähle zurückzugreifen.

Zitatende

Die historische Entwicklung der Stähle

Schaut man in die Historie erhält man einen Eindruck, wie sich diesem Thema genähert wurde. Die in der DIN EN 10269 [3] zugelassenen Stähle sind fett gedruckt.

- 1912 Krupp erschmelzt den 1.4300 und der Bezeichnung V2A. Es ist der Vorgänger der heutigen Sorten **1.4301**, **1.4307** und 1.4305. V2A steht für „Versuchsschmelze 2 Austenit“. Heute steht V2A für „rostbeständig“ und V4A für „säurebeständig“ (**1.4404** und ursprünglich 1.4571)
- 1920/30 Einführung des mit Titan (Ti) stabilisierten 1.4571 in der chemischen Industrie, an dieser wird heute, trotz besserer Erkenntnisse hartnäckig, festgehalten.
- 1950 Bis dahin war die Legierung mit Niob (Nb) oder Titan (Ti) die einzige Möglichkeit den Kohlenstoff im Stahl zu binden. Die entstanden Werkstoffe sind für V2A der 1.4550 und 1.4541 und für V4A der 1.4571 und 1.4580. Des Weiteren entstehen der **1.4980** und **1.4986**. Dies entspricht der außer in Deutschland, Österreich und Osteuropa üblichen Vorgehensweise. Der 1.4571 hat z. B. keinen vergleichbaren Stahl nach AISI oder ASME. Deren Weg ist der 316L mit reduzierten Kohlenstoffgehalt (C), also der **1.4404**.
- 1960/70 Durch verbesserte Schmelztechnologie konnte der Kohlenstoffgehalt (C) auf unter 0,03% reduziert werden. Dies ermöglicht den **1.4307** und den **1.4404**. und entspricht der internationalen Vorgehensweise.
- 1999 Für die Schraubenstähle für hohe und tiefe Einsatztemperaturen wird die harmonisierte DIN EN 10269 mit dem **1.4404** veröffentlicht. Temperatureinsatzgrenze nach Tabelle 6 bis 550 °C. Die titanstabilisierten 1.4541 (A3) und 1.4571 (A5) aus der vorhergehenden DIN 17440 sind nicht mehr enthalten.
- 2002 Einführung der DIN EN 10312 [4] für Trinkwasserrohre und erstmalige Aufnahme des **1.4404**.
- 2019 Für die Fernwärmeleitungen wird in der AGFW FW 411 Teil 4 [5] wird für die Verwendung von Edelstählen für Dicht- und Verbindungselemente der 1.4401 1.4404 festgelegt.
- 2020 ... Das AD 2000-Regelwerk vom Verband der TÜV e.V. (VdTÜV) ist im Sinne der Leitlinie I-05 (ex. 9/5) zur Richtlinie 2014/68/EU (ex.97/23/EG) ein privates technisches Dokument*. Es lässt im AD 2000-Merkblatt W2 und seit 2022 im AD 2000 Merkblatt W7/2 in Abschnitt 2.3 nach wie vor die Verwendung von 1.4541 und 1.4571, trotz derer Entfernung aus der harmonisierten Norm EN 10269 für Stähle von Schrauben und Muttern und der harmonisierten EN 1515-4 für die Auswahl von Schrauben und Muttern, zu.
- * Bis 2002 war der Herausgeber die in der BRD amtliche, bzw. amtlich anerkannte Prüforganisation und das von ihr herausgegebene AD-Regelwerk eine Regel der Technik.

Informationen aus der Diskussion von Peter Thomsen mit der KI GEMINI vom 11.06.2016

Frage: Welcher Stahl ist besser 1.4404 oder 1.4571?

Antwort KI (GEMINI):

Weder der Stahl 1.4404 noch 1.4571 ist grundsätzlich "besser"; die ideale Wahl hängt von der spezifischen Anwendung ab. Der 1.4404 (niedriger Kohlenstoffgehalt) wird oft als die

modernere und reinere Alternative angesehen, während der 1.4571 (Titan-stabilisiert) Vorteile bei sehr hohen Temperaturen bietet.

Chemische Zusammensetzung und Stabilisierung:

Der Hauptunterschied liegt in der Art und Weise, wie die interkristalline Korrosion verhindert wird:

- 1.4404 (X2CrNiMo17-12-2): Dieser Stahl hat einen extra niedrigen Kohlenstoffgehalt (max. 0,03 %). Dies ist die moderne metallurgische Strategie, um die Bildung von Chromcarbiden während des Schweißens zu vermeiden, die zu Korrosion führen könnten.
- 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2): Dieser Stahl enthält Titan (Ti). Das Titan bindet den Kohlenstoff als Titancarbid und verhindert so, dass sich Chrom an den Korngrenzen ablagert.

Eigenschaften im Vergleich:

Eigenschaft	1.4404 (niedriger Kohlenstoff)	1.4571 (Titan-stabilisiert)
Zerspanbarkeit	Besser, da keine harten Titancarbide vorhanden sind, die Werkzeuge verschleifen.	Schlechter, da Titancarbonitride den Werkzeugverschleiß erhöhen.
Polierbarkeit & Reinheit	Deutlich besser.	Schlechter, da Titancarbid-Einschlüsse die Oberfläche beeinträchtigen können.
Anwendung	Für Anwendung bei normalen hohen Temperaturen bis moderat erhöhten Temperaturen geeignet.	Für Anwendung bei hohen Temperaturen (über 400°C) besser geeignet, da die Titanstabilisierung dort vorteilhafter ist.
Schweißbarkeit	Gleichwertig gut, moderne Prozesskontrollen machen den niedrigen C-Gehalt zur eleganten Lösung.	Gleichwertig gut.
Kaltumformbarkeit	Etwas schlechter.	Besser, die Umformung findet schlagartiger statt.
Verfügbarkeit	weit verbreitet in Amerika, Asien und dem übrigen West-Europa.	Immer noch weit verbreitet in Europa, speziell in der deutschen Chemie-industrie, als traditionelles Arbeitsmaterial.

Fazit

In den meisten modernen Anwendungen, insbesondere wenn gute Bearbeitbarkeit und Oberflächenqualität gefordert sind, wird 1.4404 oft als die bessere Wahl angesehen. Die Verwendung von 1.4571 rechtfertigt sich primär für Anwendungen in Hochtemperaturbereichen oder wenn bestehende Konstruktionszeichnungen eine Änderung der Spezifikation unwirtschaftlich machen.

Beide Stähle bieten eine ähnliche Korrosionsbeständigkeit und sind nicht meerwasserbeständig.

Frage: Untersuchungen zeigen, dass 1.4571 im Brandfall schlecht zu löschen ist. Deshalb wird die Verwendung in Sauerstoffanlagen untersagt.

Antwort KI (GEMINI):

Das ist ein entscheidender Punkt, der oft übersehen wird. Die Bedenken hinsichtlich des Stahls 1.4571 (316Ti) in Sauerstoffanlagen basieren tatsächlich auf seinem Titan-Gehalt und dessen Verhalten in sauerstoffangereicherten Atmosphären.

Warum 1.4571 in Sauerstoffanlagen problematisch ist:

1. Reaktivität des Titans: Titan hat eine extrem hohe Affinität zu Sauerstoff. Während Edelstahl an sich schwer brennbar ist, kann Titan in reinem Sauerstoff bereits bei niedrigeren Temperaturen und Drücken eine heftige Oxidationsreaktion (Verbrennung) eingehen.
2. Partikelbrand-Gefahr: In Sauerstoffleitungen können sich winzige Metallpartikel durch Reibung oder Strömung lösen. Wenn diese Partikel aus einer titan-stabilisierten Legierung wie 1.4571 bestehen, ist ihre Zündtemperatur in einer Sauerstoffatmosphäre deutlich niedriger als bei titanfreien Stählen wie 1.4404. Ein solcher Partikelbrand kann sich wie eine Fackel ausbreiten und ist kaum zu löschen.
3. Harte Einschlüsse: Die im 1.4571 enthaltenen harten Titancarbidpartikel können bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten im Sauerstoffstrom wie Geschosse wirken. Prallen diese auf Armaturen oder Ventilsitze, können sie durch die Schlagenergie Zündfunken erzeugen (Adiabatische Kompression oder Partikeleinschlag).

Konsequenz für die Praxis

In der modernen Anlagenplanung für Gase (insbesondere nach Richtlinien der EIGA [6] oder IGV [7] wird daher für Sauerstoffanwendungen fast ausschließlich der 1.4404 (oder andere titanfreie Legierungen) bevorzugt.

- 1.4404 gilt als sicherer, da er durch den niedrigen Kohlenstoffgehalt ohne Titanzusatz stabilisiert ist und somit das Risiko von titaninduzierten Bränden eliminiert.
- 1.4571 wird in vielen Werknormen für neue Sauerstoffsysteme explizit ausgeschlossen oder durch strengere Druck-/Temperaturgrenzen eingeschränkt.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

In puncto Anlagensicherheit bei Sauerstoff ist der 1.4404 eindeutig der "bessere" und sicherere Stahl.

Man kann feststellen, dass die Industrie den oft hohen Aufwand für die Einführung verbesserter Technologien nach dem „Stand der Technik“, wegen des Aufwandes und der Kosten für die Änderung von Dokumentationen, zu scheuen scheint.

Der 1.4404 hat seine Vorteile in der Verarbeitbarkeit, weil er keine Titananteile hat und kann deshalb mit höherem Reinheitsgrad hergestellt werden. Entscheidende Vorteile des 1.4404 sind die geringere Neigung zu Lochfrasskorrosion und die bessere Beständigkeit gegen chlorinduzierte Spannungsrisskorrosion. Zusätzlich haben geschweißte Profile eine höhere Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion.

Hinweis:

Die erste Antwort von KI ist zu prüfen. Es fehlt in diesem Fall ein wichtiger Teil zum Verhalten der Werkstoffe bei externem Brand, siehe z.B. Richtlinie 2014/68/EU DGRL, Anhang 1, Grundlegende Sicherheitsanforderungen, Abschnitt 2.12 Externer Brand und wurde durch weitere Nachfragen zu präzisiert.

Zusammenfassung

Es empfiehlt sich eindeutig, wie der Rest der Welt, durch reduzierten Kohlestoff stabilisierte Stähle grundsätzlich in Prozessanlagen einzusetzen.

Anmerkung

Dichtelemente (Dichtungen) und Verbindungselemente (Schrauben/Muttern/Unterlegscheiben) sind sicherheitsrelevante Bauteile und keine C-Artikel. Bei der richtigen Auswahl und der Erstellung von technischen Bestellvorschriften (TBV) die dem aktuellen Standard der Regelwerke entsprechen, unterstütze ich Sie gerne.

Die Dichtverbindungen sind sehr komplexe Systeme, Informationen über ihre Funktion, Anforderungen, Bauteile (Flansche, Schrauben/Muttern, Dichtungen) und Montage schule ich auf Wunsch ganz speziell Ihren persönlichen Bedürfnissen angepasst bei Ihnen vor Ort.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage www.thomsen-bremen.de.

Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Stuhr-Varrel
Peter Thomsen

Haftungsausschluss:

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de

Stand 08.07.2026

Quellenverzeichnis

- [1] DIN 17440:1996-09 Nichtrostende Stähle – Technische Lieferbedingungen für Blech, Warmband und gewalzte Stäbe für Druckbehälter, gezogenen Draht und Schmiedestücke
- [2] DIN 50914:1996-09 (zurückgezogen) Prüfung nichtrostender Stähle auf Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion - Kupfersulfat-Schwefelsäure-Verfahren - Strauß-Test
- [3] DIN EN 10269:2014-02 (harmonisiert) Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen
- [4] DIN EN 10312:2005-12 Geschweißte Rohre aus nichtrostendem Stahl für den Transport von Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten - Technische Lieferbedingungen
- [5] AGFW FW 411 Teil 4 (Ausgabe Februar 2019) Arbeitsblatt, AGFW / Der Effizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
- [6] EIGA European Industrial Gases Association AISBL (EIGA)
- [7] IGV Industriegaseverband, zentrale Interessenvertretung der Industriegasebranche in Deutschland