

Ferritischer Chromstahl 1.4521 – neuer Werkstoff für Edelstahlrohre in der Trinkwasserinstallation

Nickelfreier Ferrit bietet gleiche Korrosionsbeständigkeit wie
nickellegierter Werkstoff 1.4401 – bei stabileren Preisen

Sven Pitzer, Technischer Leiter

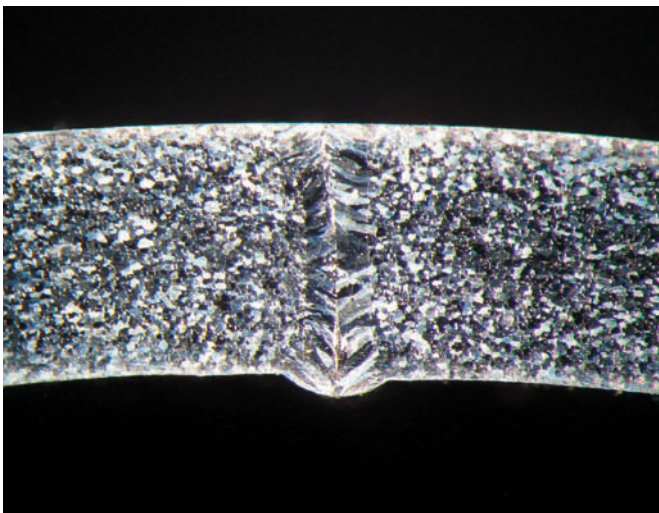


Abb.1 Makroaufnahme, schmale Laserschweißnaht 1.4521 in der Übersicht

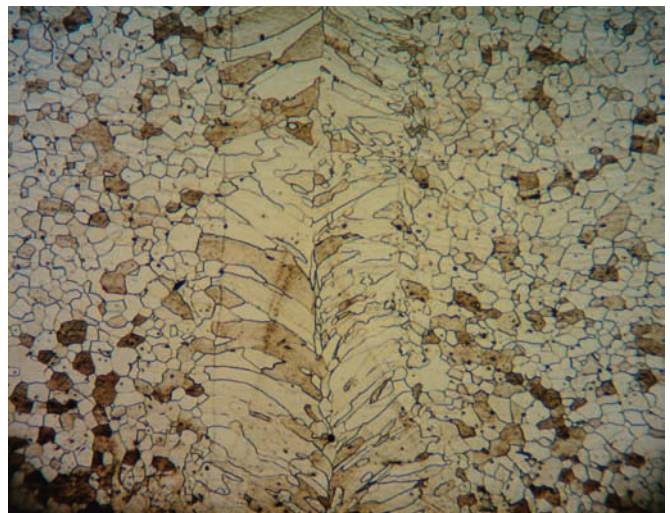


Abb.2 Mikrogefügeaufnahme, schmale Laserschweißnaht 1.4521 im Querschnitt

Die Erweiterung der austenitischen Werkstoffpalette zur Herstellung von nichtrostenden Stahlrohren für die Trinkwasser-Hausinstallation um einen ferritischen Chromstahl ist, wegen der guten Wirtschaftlichkeit bei weiterhin gleicher Verwendbarkeit im Bereich Trinkwasser, eine echte Innovation im Bereich „Edelstahl“. Wie bei allen Neuerungen gibt es auch hier Kritiker, die den neuen Werkstoff gezielt diskreditieren. An dieser Stelle soll daher der Versuch unternommen werden, erste Antworten auf die im Sanitärmarkt gestreuten Fragen zu geben und die Eigenschaften der ferritischen Chromstähle näher zu beleuchten.

Bevor auf Meinungen und Behauptungen aus dem Markt eingegangen wird, soll darauf verwiesen werden, dass der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) die neue ferritische Werkstoffalternative geprüft und auf Basis eines Beschlusses als Ergänzung zum Regelwerk für zulassungsfähig erklärt hat. In der Folge haben bereits einige Hersteller ihre Erstprüfungen erfolgreich abgeschlossen. Zu Recht gelten die durch den DVGW zugelassenen Produkte als sicher und im Rahmen des vorgesehenen Verwendungsbereiches als unbedenklich einsetzbar. Allein aus diesem Blickwinkel darf der Verbraucher auch bei dem im Sanitärmarkt neuen Werkstoff ferritischer Chromstahl 1.4521 Vertrauen auf ein Qualitätsniveau haben, das den Einsatz als Trinkwasserleitungsrohr risikolos ermöglicht.

Die nachfolgenden Informationen beziehen sich auf die Werkstoffe 1.4401/1.4404 und 1.4521 in dem Segment dünnwandiges nichtrostendes Stahlrohr für die Trinkwasser-Hausinstallation, vollautomatisch ohne Beifügung von Zusatzwerkstoff nach den Verfahren Wolfram-Inert-Gas (WIG) oder Laser verschweißt. Der Schwerpunkt liegt auf der praktischen Betrachtung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

WIE NEU IST 1.4521?

Generell sind die ferritischen nichtrostenden Chromstähle in Bezug auf ihre weitere Verbreitung jünger als die austenitischen Qualitäten, die technischen Kenntnisse sind jedoch ähnlich lang vorhanden und stehen auf einer gleich guten fachlichen Basis. Die weitere Anwendung wurde jedoch nicht so stark forciert, da sich Nickel als

Legierungselement für die austenitischen Werkstoffe in der Vergangenheit nicht dramatisch auf die Preisgestaltung auswirkte. Weiterhin stellt die Fertigung nichtrostender Chromstähle für die herstellende und verarbeitende Industrie andere Anforderungen an Anlagen- und Verfahrenstechnik. Hier sind die austenitischen Qualitäten oftmals leichter in der Handhabung, die Toleranzfenster für verschiedene Prozesse (z. B. Schweißen) sind größer. Erst mit der dramatischen Verteuerung des Nickels, in Verbindung mit immer weiter verbesserter

sadenteilen, Bedachungen oder Automobil-Abgasanlagen vertrauen Betreiber von Wärmetauschern in Kraftwerken auf die Möglichkeiten der ferritischen Stähle. Nun ist auch die Trinkwasser-Hausinstallation ein berechtigtes Anwendungsfeld für den „neuen“ Werkstoff 1.4521.

KANN EIN MAGNETISIERBARER WERKSTOFF „RICHTIGER EDELSTAHL“ SEIN?

Die Frage der Korrosionsbeständigkeit ist keine Frage der Magnetisierbarkeit. Der

Unterschiede in Bezug auf die Korrosionseigenschaften z. B. zwischen Aluminium und Gold, beides nicht magnetisierbare Werkstoffe. Reines Nickel besitzt ebenfalls ein kubisch-flächenzentriertes Gitter, ist jedoch ferromagnetisch wie Eisen. Trotzdem ist die hervorragende Korrosionsbeständigkeit von reinem Nickel unbestritten. Daher muss die Korrosionsbeständigkeit an etwas anderem festgemacht werden als an der Magnetisierbarkeit, die in absoluter Kurzform durch die Ausrichtung magnetischer Felder in den Kristalliten

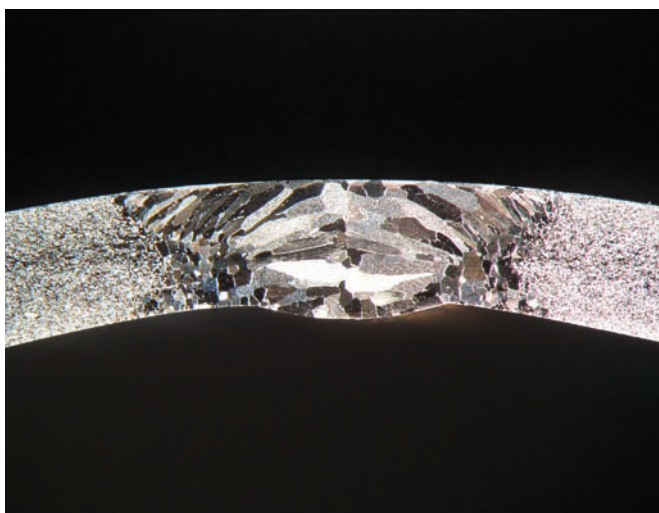


Abb.3 Makroaufnahme, relativ breite WIG-Schweißnaht 1.4521 in der Übersicht

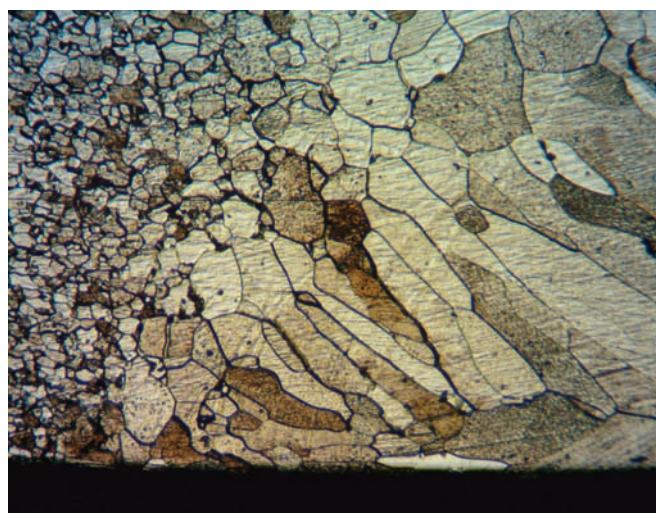


Abb.4 Mikroaufnahme, Übergang Schmelzgut/Grundwerkstoff WIG-Schweißnaht mit Kornvergrößerung

Erschmelzungs- und Fertigungstechnik, wurden die ferritischen Qualitäten für weitere Anwendungsfelder interessant. Neben den seit Jahren bekannten und etablierten Anwendungsfeldern wie Verkleidungen bei der sogenannten „weißen Ware“, Fas-

Unterschied liegt hier in den Kristalliten der beiden Legierungen begründet: Der Austenit, mit seinem kubisch flächenzentrierten (kfz) Gitter (wie es u. a. auch Aluminium, Kupfer, Silber und Gold besitzen), ist kaum magnetisierbar. Jeder kennt die

ferromagnetischer Werkstoffe durch die Einwirkung eines äußeren Feldes erzeugt wird. Der Gitteraufbau der nichtrostenden Chromstähle ist kubisch raumzentriert (krz). Die Gitterunterschiede kfz/krz bewirken durch unterschiedliche Anordnung



Sensor Armaturen mit IQ

- Waschtischarmaturen
- Wandarmaturen
- Küchenarmaturen
- Urinalarmaturen
- ShowerMaster
- Händetrockner
- Seifenspender

Aquis Sanitär AG
 Balgacherstrasse 17
 CH-9445 Rebstein
 T: +41 (0)71 775 95 00
 info@aquis.ch | www.iqua.ch

und Anzahl an Gleitebenen in der Hauptsache Unterschiede in den Verformungseigenschaften. Natürlich können somit magnetisierbare Stähle „richtige Edelstähle“ sein, sie gehören lediglich zu einer anderen Gruppe.

IST DIE KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT GLEICHWERTIG?

Die Korrosionsbeständigkeit von 1.4521 und 1.4401 ist als gleichwertig anzusehen. Eher ist 1.4521 in Teilaspekten (z. B. unempfindlich gegen Spannungsrissskorrosion) noch etwas beständiger als der bekannte 1.4401. Dies haben sowohl ei-

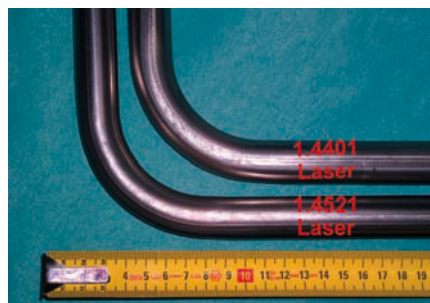


Abb.5 Rohr der Dimension 22 x 1,2, gebogen mit $r = 2,5 \times d$, Ergebnis: 1.4521 ohne Unterschied zu 1.4401

gene vergleichende elektrochemische Untersuchungen ergeben wie auch öffentlich zugängliche Berichte gezeigt. Verwunderlich ist dies nicht, bedenkt man, dass die Elemente Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) bei beiden Legierungen die bestimmenden Elemente in Bezug auf die Korrosionsbeständigkeit darstellen. Zur Abschätzung des Werkstoffverhaltens bei Korrosionsbelastung wurde eine Formel entwickelt, mit der die Wirksumme (W) berechnet werden kann. Sie entspricht der in manchen Veröffentlichungen dargestellten Summe „PRE“ (pitting resistance equivalence) und ist ein Maß für die theoretische Lochkorrosionsbeständigkeit eines Werkstoffes. Die Wirksumme gründet sich auf die Erkenntnis, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Höhe des Chrom- und Molybdängehaltes und der Lochkorrosionsbeständigkeit besteht. Es gibt hier Varianten der Wirksummenberechnung, die in der unterschiedlichen Einbindung des Stickstoffgehaltes bei sehr hochlegierten Austeniten oder bei Duplexwerkstoffen bestehen.

Für 1.4521 und 1.4401 jedoch wird überwiegend folgende Berechnung anerkannt: $W = \%Cr + 3,3 \times \%Mo$. Setzt man nun die Mindestgehalte an Cr und Mo gemäß der Produktnorm ein – im Falle 1.4521 hat der DVGW die Mindestwerte gegenüber der Produktnorm durch einen Beschluss zum Regelwerk erhöht – ergibt sich für 1.4401 (Cr min. 16,5 / Mo min. 2,0) ein Wert von 23,1 und für 1.4521 (Cr min. 17,5 % / Mo min. 2,0 %) von 24,1. Es werden auch Modifikationen des 1.4401 angeboten, die den Molybdängehalt auf mindestens 2,3 % erhöht haben. Diese liegen in der Wirksumme dann auf genau gleichem Niveau mit dem modifizierten 1.4521.

DÜRFEN FITTINGS AUS AUSTENITISCHEN WERKSTOFFEN MIT ROHR AUS 1.4521 VERBUNDEN WERDEN?

Hier wurde im Markt die Behauptung aufgestellt, dass die Unterschiede in der elektrochemischen Spannungsreihe zu Korrosionsproblemen führen. Dieses Risiko besteht jedoch nicht. Die Werkstoffe liegen in ähnlicher Größenordnung und dürfen, genauso wie die Paarung Rotguss/nichtrostender Stahl, direkt miteinander verbunden werden. In der Schweißtechnik ist bei der Verbindungsschweißung ferritischer Stähle sogar austenitischer Schweißzusatz zugelassen und unbedenklich.

SIND DIE BISHER ANGEWENDETEN DESINFEKTIONSVERFAHREN WEITERHIN ANWENDBAR?

Die bisher bei 1.4401 angewendeten Verfahren zur Grund- und Dauerdesinfektion bleiben im Rahmen der zu beachtenden Vorgehensweise (Herstellerunterlagen, Arbeitsblätter DVGW) weiterhin in vollem Umfang erhalten.

REICHT DIE TEMPERATURWECHSELFESTIGKEIT VON 1.4521 AUS?

Die Temperaturwechselfestigkeit der ferritischen Stähle reicht für den Sanitärbereich eindeutig aus.

Es ist richtig, dass austenitische Werkstoffe im Temperaturbereich ab rund 500 °C überlegen sind. Bis zu diesem Wert kann auch hier von Gleichwertigkeit gesprochen werden.

„1.4521 IST SCHLECHT VERFORMBAR UND HAT EINE GERINGERE BRUCHDEHNUNG“

Die getroffenen Aussagen zur Verformbarkeit begründen sich in der Regel auf die gegenüber 1.4401 erhöhte Dehngrenze ($R_{p0,2\%}$), die nach der Normung (geschweißte Rohre EN10296-2) beim 1.4401 bei mindestens 205 N/mm² und beim 1.4521 bei mindestens 280 N/mm² liegt. Dazu ist anzumerken, dass bei den bisher im Markt befindlichen Rohren aus 1.4401 z. B. bei der Abmessung 15 x 1 mm die Streubreite in der 0,2 %-Dehngrenze bei unterschiedlichen Herstellern zwischen



Abb.6 Aufweitproben im Vergleich, Laserschweißung bei 1.4401 und 1.4521 ideal, die WIG-Schweißung 1.4521 mit Riss durch Kornvergrößerung

rund 270 und 450 N/mm² lag. Gleichwohl wurden diese Rohre problemlos verarbeitet. Der Praxiswert beim 1.4521 liegt im Bereich zwischen rund 350 und 400 N/mm², also durchaus im für den Verarbeiter gewohnten Rahmen. Die theoretisch zur Einleitung einer Verformung aufzubringende Kraft ist somit nur gegenüber sehr gut lösungsgeglühten Rohren aus 1.4401 höher, dafür nimmt die Verfestigung bei der Umformung nicht so stark zu wie bei 1.4401. Auf jeden Fall sind die gewohnten Kaltbiegungen der Rohre weiterhin ohne Einschränkung möglich, Abb.5. Die Bruchdehnung liegt nach der oben genannten Norm für 1.4401 bei mindestens 40 % und für 1.4521 bei mindestens 20 %. Praxiswerte beim Produkt liegen hier zwischen ca. 50 – 60 % für 1.4401 und 30 – 35 % für 1.4521. Damit fällt der Chromstahl zwar erkennbar hinter 1.4401 zurück, absolut reicht die Dehnungsreserve jedoch für alle Verarbeitungsschritte bei der Trinkwasser-Hausinstallation vollkommen aus.

BIRGT DIE SCHWEISSNAHT DIE GEFAHR VON INTERKRISTALLINER KORROSION (IK) UND ZÄHIGKEITSABFALL DURCH GROBKORN?

In Bezug auf interkristalline Korrosion bestehen keine Bedenken bei Einsatz des Werkstoffes 1.4521. Es ist zwar richtig, dass Diffusionsvorgänge, die zu Ausscheidungen führen, in ferritischen Chromstählen erheblich schneller ablaufen als in austenitischen Werkstoffen und somit die Gefahr von IK grundsätzlich höher liegt. 1.4521 wird jedoch, in der DVGW-Modifikation, durch die Elemente Titan und Niob stabilisiert. Dies bedeutet, dass die Elemente Kohlenstoff und Stickstoff, die durch Wärmeeinfluss (Schweißen) zu den Ausscheidungen führen, zu stabilen und unbedenklichen Verbindungen abgebunden werden. Die Doppelstabilisierung mit Titan und Niob hat zudem den Vorteil gegenüber der reinen Stabilisierung mit ausschließlich Titan oder Niob, dass grobe Titan-carbonitrid-Ausscheidungen vermieden werden und gleichzeitig der Heißrisneigung bei reiner Niobstabilisierung begegnet wird. Weiterhin wird die Menge der zugesetzten Stabilisierungselemente über die Formel von mindestens $4 \times (C + N) + 0,15\%$ bis maximal $0,80\%$ in das Verhältnis zu Kohlenstoff und Stickstoff gesetzt, um eine ausreichende Stabilisierung sicherzustellen. Zusätzlich wurde der Gehalt von Kohlenstoff + Stickstoff (C + N) auf maximal $0,040\%$ begrenzt. Mit diesen legierungstechnischen Maßnahmen ist ein sicherer Werkstoff entstanden, bei dem die vorgetragenen Bedenken bezüglich IK eindeutig und unstrittig zurückgewiesen werden können.

Die Frage nach Grobkornbildung durch Wärmeeinfluss im Übergangsbereich der Schweißnaht ist differenzierter zu beantworten. An dieser Stelle sind die Rohrhersteller gefordert, mit der Auswahl geeigneter Schweißverfahren und Begrenzung der eingebrachten Streckenenergie nachteiliges Grobkorn zu vermeiden. Als sehr sicheres Verfahren kann hier das Laserschweißen genannt werden, bei dem nur wenig Streckenenergie eingebracht wird und Grobkorn im Übergangsbereich nicht zu erwarten ist, Abb.1 und 2. Damit bleiben die mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffes und die Verformbarkeit auch im Schweißnahtbereich gewahrt. Das klassische Wolfram-Inert-Gas-Schweißen (WIG) hat hier prinzipbedingte Nachteile. Es entsteht ein relativ großes Schmelzbad, was durch die größere Wärmeenergie eher zu Grobkornbildung im angrenzenden Grundwerkstoff führen kann, Abb.3 und 4. Durch Modifikationen des WIG-Prozesses (z. B. WIG-Plasma, gepulsten Schweißstrom usw.) lassen sich aber auch hier brauchbare Ergebnisse erzielen. Hier ist besonders die Verantwortung der Hersteller gefragt, dem Kunden ein kontrolliertes und fachgerecht verarbeitetes Produkt anzubieten. Abb.6 zeigt die Unterschiede, die bei der klassischen Aufweitprobe bei den beiden Werkstoffen mit der gewählten Prüfordnung und den Schweißverfahren Laser / WIG erkennbar sind. 1.4401 (lasergeschweißt) erreicht eine Aufweitung von $31,5\%$ bevor das Rohr staucht und nicht mehr über den Aufweitkegel fließt. 1.4521 (lasergeschweißt) erreicht hier wegen der geringeren Verfestigungsneigung eine Aufweitung von $42,5\%$ bis das Rohr staucht und ist hier dem Austenit sogar überlegen. 1.4521 (WIG-geschweißt mit Grobkornanteil, vgl. Abb.4) reißt bei

ca. 37% Aufweitung im Übergangsbereich der Schweißnaht verformungslos ein, weil die grobe Kornstruktur, die durch zu hohe Streckenenergie beim Schweißen erzeugt wurde, die Umformeneigenschaften verschlechtert.

FAZIT UND VORTEILE VON 1.4521

Im Bereich der Trinkwasser-Hausinstallation hat die neue Werkstoffalternative in der Anwendung somit keine Nachteile gegenüber den bisherigen Werkstoffen. Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass ferritische Chromstähle eine geringere Wärmeausdehnung besitzen, was Spannungen in der Installation reduziert. 1.4521 besitzt eine hohe Kriechfestigkeit und lässt sich leichter zerspannen und bearbeiten, wichtig für das Trennen der Rohre. Beim Biegen neigt 1.4521 deutlich weniger zum Rückfedern als 1.4401. Damit haben die Werkstoffhersteller eine wirklich interessante Alternative entwickelt, deren technische und wirtschaftliche Vorteile jeder Anwender für sich prüfen sollte.

Autor

Sven Pitzer,

Prokurist und technischer Leiter

Esta Rohr, Siegen

Fotos: Esta Rohr

www.esta-rohr.de

...mit Sicherheit optimal entwässert!



www.loro.de

Gesamt-Entwässerungssystem vom Dach bis in die Grundleitung:

LORO-X Haupt-Not-Kombi Attika-Dachentwässerung

Rohr in Rohr Dachablaufsystem mit integrierter Notentwässerung

- Hauptablaufsystem, DN 100, mit Freispiegelströmung, Ablaufleistung: 4,5 l/s
- Notablaufsystem, DN 50, mit Druckströmung, Ablaufleistung: 8,2 l/s




LOROWERK
 K.H.Vahlbrauk GmbH & Co.KG
 Kriegerweg 1 • 37581 Bad Gandersheim
 Tel.: +49(0)5382.710
 Fax: +49(0)5382.71203
 e-mail: infocenter@lorowerk.de

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]

Anmeldung
Service-Box



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne