Rostfreier Edelstahl im Weinbau

Bereits im Jahr 1912 wurde das Patent für «Edelstahl Rostfrei» angemeldet. Seitdem kommt diese Werkstoffgruppe weltweit in fast allen Bereichen des menschlichen Lebens zum Einsatz. Aufgrund des stark herabgesetzten Korrosionsverhaltens, seiner Beständigkeit in aggressiver Umgebung und damit hohen Lebenserwartung hat rostfreier Edelstahl heute auch in der Keller- und Weinbautechnik einen festen Platz.

Alois F. Geyrhofer, Technik – Wein- und Obstbau, LFZ Klosterneuburg (A)
alois.geyrhofer@weinobst.at

Bereits um die Mitte des 20. Jahrhunderts wurde Wein in Tanks aus rostfreiem Edelstahl gelagert. Untersuchungen hatten ergeben, dass dieses Material die Eigenschaften von Most und Wein nicht beeinflusst. Dieser Befund hat bis heute Gültigkeit.

Der Begriff Edelstahl Rostfrei umfasst eine ganze Gruppe von Stahllegierungen, die aus einem hohen Anteil von Chrom (mindestens 10.5% Cr) und Zusatzelementen wie Nickel (Ni), Molybdän (Mo), Titan (Ti) und Niob (Nb) bestehen. Diese Legierungen zeichnen sich durch ein stark herabgesetztes Korrosionsverhalten aus und haben eine hohe Lebenserwartung. Im Weinbau setzten sich insbesondere die in Tabelle 1 angeführten fünf sogenannt austenitischen Stähle (s. Kästchen) durch. Die Werkstoffnamen, Werkstoffnummern oder ISO-Bezeichnungen geben Aufschluss über die Zusammensetzung. Markennamen wie «Remanit», «Nirosta», «V2A», «Chromargan» usw. kennzeichnen meist nur den Hersteller.

Tab. 1: Nicht rostende Stähle.

Werkstoffnamen	Werkstoffnummer	ISO-Bezeichnung	Elemente
X5CrNi18-10	1.4301	304	Cr, Ni
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316	Cr, Ni, Mo
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316 L	Cr, Ni, Mo
X6CrNiTi18-10	1.4541	304 Ti	Cr, Ni, Ti
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	316 Ti	Cr, Ni, Mo, Ti

Austenitische Stähle
Stähle werden einer Wärmebehandlung unterzogen, um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Dabei treten Veränderungen im inneren Aufbau des Werkstoffs auf. Wird kohlenstoffhaltiges Eisen (Stahl) auf über 723 °C erwärmt, wandelt sich sein aus abgerundeten Körnern bestehendes Ferrit-Gefüge in einen neuen Gefüge-Typ mit eckiger Körnung um, der als Austenit bezeichnet wird. Austenitische Werkstoffe sind zäh, leicht formbar, hitze- sowie korrosionsbeständig und im Gegensatz zu Ferrit nicht magnetisierbar.

Tab. 2: Edelstahl Rostfrei in der Kellertechnik.

Werkstoffnummer	Geeignet für	Blechstärke
1.4301	Altwein < 75 mg SO_2 frei	< 6 mm
1.4401	Jungwein > 75 mg SO_2 frei	< 6 mm
1.4541	Altwein < 75 mg SO_2 frei	> 6 mm
1.4571	Jungwein > 75 mg SO_2 frei	> 6 mm

Die Bezeichnung der Stähle ist europäisch genormt. Die Werkstoffnamen richten sich bei nicht rostenden Stählen nach der chemischen Zusammensetzung. X10CrNi18-8 ist ein «hochlegierter» Stahl (X) mit 10/100 = 0.1% Kohlenstoff (C), 18% Chrom (Cr) und 8% Nickel (Ni).

Aus dem Werkstoff 1.4301 werden die meisten Weintanks und Hilfseinrichtungen (Rohrleitungen, Armaturen, Separatoren etc.) hergestellt. Er lässt sich gut formen und schweissen und ist deshalb auch in anderen Bereichen der Lebensmitteltechnologie stark verbreitet. Wenn ein direkter Kontakt mit gasförmigem Schwefeldioxid (SO_2) nicht ausgeschlossen werden kann, ist der Einsatz molybdänhaltiger Werkstoffe wie 1.4401 oder 1.4404 erforderlich. Die titanstabilisierten Werkstoffe 1.4541 (Chrom-Nickel-Stahl) und 1.4571 (Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl) finden bei Schweisskonstruktionen mit Blechstärken von mehr als 6 mm Verwendung (Tab. 2).

Oberflächen

In der Kellertechnik kommt der Oberflächenbeschaffenheit des Edelstahls Rostfrei grosse Bedeutung zu. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Ausführungsvarianten und ermöglicht den Vergleich mit den älteren Bezeichnungen nach DIN 17440/41.

Eine versuchsweise Lagerung von rostfreien Edelstahl-Blechen in einem Riesling-Most (Säuregehalt 10‰) zeigte, dass sich Bleche mit glatten Oberflächen (2B u. 2G) gut reinigen lassen. Weinsteinansatz ist dagegen ohne Verwendung von Säure nur schwer von raueren Oberflächen 1D zu entfernen. Die heute in der Kellertechnik am häufigsten verwendeten Oberflächen sind deshalb 2B (glatt), 2R und mikroraue Oberflächen.

Wandernde Chrom-Ionen

An der Oberfläche von Edelstahl Rostfrei bildet das Chrom mit dem Luftsauerstoff eine geschlossene Chromoxidschicht. Diese «Haut» ist sauerstoffundurchlässig und schützt so das Hauptelement Eisen (Fe) vor Oxidation. Bei Beschädigungen dieser Schicht wandern Chrom-Ionen aus dem Eisen-Kristallgitter an die Oberfläche und schliessen die Chromoxidschicht. Nach wiederholten Schädigungen der gleichen Stellen (zum Beispiel durch Säuren oder Scheuermittel) kommt es zur Chromverarmung. Dies kann auch geschehen, wenn Edelstahl Rostfrei mit anderen Metallen in Kontakt kommt, beispielsweise durch Eisenschleifspäne bei Reparaturarbeiten, durch Verwendung falscher Schweisselektroden, durch Liegenlassen von Werkzeug auf der Oberfläche oder bei der Befestigung von Edelstahl Rostfrei-Drähten auf Eisenhaken. Eine Chromverarmung führt zu anfangs kaum erkennbaren Poren und Löchern (Lochkorrosion) oder zum Zerbröseln des Werkstoffs.

Tab. 3: Oberflächenbeschaffenheit nicht rostender Stähle.

DIN EN 10088	Ausführungsart	Oberfläche	DIN 17440/41
1E	Warmgeformt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert	zunderfrei	c1(IIa)
1D	Warmgeformt, wärmebehandelt, gebeizt	zunderfrei	c2(IIa)
2D	Kalt weiterverarbeitet, wärmebehandelt, gebeizt	glatt	h(IIIb)
2B	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt, kalt nachgewalzt	glatter als 2D	n(IIIc)
2R	Kaltgewalzt, blankgeglüht	reflektierend	m(IIId)
1G oder 2G	Geschliffen		o(IV)
1J oder 2J	Gebürstet oder mattpoliert		q
1K oder 2K	Seidenmattpoliert		p(V)
1P oder 2P	Poliert, blankpoliert		p(V)

Chromkarbide

Chrom hat eine hohe Affinität zu Kohlenstoff und wird in Form von Chromkarbiden gebunden. Diese verringern die Festigkeit und blockieren das für die Ergänzung der Aussenschicht notwendige Chrom. Edelstahl Rostfrei enthält deshalb stets nur geringe Kohlenstoffanteile (meist unter 0.1%). Bei längerer Einwirkung hoher Temperaturen, wie sie beim Verschweissen dicker Bleche auftreten können, kommt es trotzdem zur Chromkarbidbildung. Beimischung von Titan (Ti) oder Niob (Nb) zur Legierung verhindert dies. Die beiden Elemente haben eine höhere Affinität zu Kohlenstoff als Chrom und binden ihn – das Chrom bleibt frei. Ab einer Blechstärke von 6 mm ist deshalb ein Titan- oder Niobzusatz üblich. Unbedingt zu beachten sind folgende Punkte:

- Bei Arbeiten mit der Trennscheibe dürfen nur für Edelstahl Rostfrei geeignete Scheiben verwendet werden.
- Edelstahl Rostfrei muss vor Funkenregen eisenhaltiger Scheiben oder normalem Stahl geschützt werden.
- Es dürfen keine Werkzeuge aus Stahl auf den Tanks liegen gelassen werden.

Abb. 2: Edelstahl-Rostfrei-Anlage mit korrodierten Schrauben.

- Alte Schlauchkupplungen aus Kupferlegierungen sollen nicht länger als unbedingt notwendig am Gerät gelassen werden.
- Wenn ein Sauerstoffzutritt von aussen nicht garantiert ist (Erdtank), sind besondere Stahlqualitäten erforderlich.

Reinigung und Desinfektion

Wegen der glatten, leicht zu reinigenden und zu desinfizierenden Oberfläche ist Edelstahl Rostfrei in der Kellertechnik der wichtigste Werkstoff. Als optimale Reinigungsverfahren haben sich die Wasserstrahl- und Dampfstrahltechnik erwiesen. Zulässig ist auch die Reinigung mit chlorfreien Laugen, nicht reduzierenden Säuren (Essig- und Phosphorsäure), Kunststoffbürsten oder Werkzeug aus Edelstahl Rostfrei. Die Chromoxid-Schicht ist jedoch empfindlich gegenüber reduzierenden Säuren (Schweflige Säure, Schwefelsäure) und gegen Chlor-Ionen (Salzsäure, Kochsalz). Deshalb darf Edelstahl Rostfrei keinesfalls mit reduzierenden Säuren oder chlorhaltigen Reinigungsmitteln, chlorhaltigen Desinfektionsmitteln oder auch Scheuermitteln sowie gewöhnlichen Drahtbürsten und Spachteln gereinigt werden. Damit stellt auch die Desinfektion mittels Schwefel-Einbrand ein Problem dar. Mit Molybdän (Mo) als Legierungszusatz wird die Beständigkeit gegenüber reduzierenden Säuren und Chlor-Ionen jedoch erhöht.

Edelstahl Rostfrei bei Weintanks und im Rebbau

Weltweit haben sich in der Kellertechnik Lagerbehälter aus Edelstahl Rostfrei durchgesetzt. Dabei wird am häufigsten die stehende zylindrische Bauform verwendet, da sie stabil und relativ preisgünstig ist. Die statische Druckverteilung ist dabei über den ganzen Umfang gleichmässig verteilt und zylindrische Tanks lassen sich gut maschinell fertigen. Kubische oder Rechteckbehälter sind um zirka 15 bis 20% teurer, nutzen aber dafür den Raum um 20 bis 50% besser.

Edelstahl Rostfrei in der Weinwirtschaft wird nicht erst in der Kelterei eingesetzt, sondern schon als Unterstützungsmaterialien im Weinberg. Edelstahlpfähle bieten gegenüber Holz, Kunststoff oder Beton einige Vorteile:

- Sie haben ein geringes Gewicht und lassen sich gut in den Boden rammen.
- Sie bewähren sich beim Einsatz des Traubenvollernters.
- Eine nach den Regeln der Kunst erstellte Edelstahlanlage bedarf praktisch keiner Wartung.

Die Lebensdauer der Edelstahlpfähle entspricht jener der Rebanlage oder sie halten sogar länger. Heute sind Metallpfähle aus Edelstahl Rostfrei mit der Werkstoffnummer 1.4003 im Handel. Hierbei handelt es sich um einen Stahl mit mindestens 10.5% Chrom (Cr), geringen Zusätzen an Mangan (Mn) und Nickel (Ni) sowie niedrigsten Kohlenstoff- und Stickstoffgehalten (C, N). Für diese Version sprechen die – trotz relativ niedrigem Chromgehalt – hohe Korrosionsbeständigkeit und gute Umweltverträglichkeit. Nachteilig ist allerdings der etwas hohe Preis und die manchmal beschränkte Verfügbarkeit. Neben Pfählen werden auch Drähte aus Edelstahl Rostfrei (Werkstoffnummer 1.4301) verwendet. Die Anforderungen sind:

- Sie müssen bei kleinem Durchmesser (Gewicht!) der Zugspannung standhalten.
- Elastizität ermöglicht eine gute Verarbeitung (Einziehen, Befestigen, Reparieren).
- Die Dehnung soll möglichst gering sein.
- Um Reibschäden an den Rebtrieben zu vermeiden, muss die Oberfläche glatt sein.
- Die Lebensdauer muss der Standdauer der Rebanlage entsprechen.

1.4301-Edelstahldrähte sind mit einem Durchmesser von 1 bis 1.2 mm deutlich dünner als Stahldrähte mit Zink-Aluminium-Beschichtung, besitzen jedoch wegen der spezifischen Werkstoffeigenschaften von Edelstahl Rostfrei dieselbe Reissfestigkeit. Der Querschnitt wird zudem nicht durch Korrosion vermindert. Es treten kei-

Abb. 3: Drähte aus Edelstahl Rostfrei in der Weinbautechnik.

Abb. 4: Vergleich von Edelstahl-Rostfrei- und Zink-Aluminium-Drähten.

ne grösseren Reibschäden auf, da sie korrosionsbeständig sind und glatt bleiben. Das Dehnungsverhalten erweist sich als günstig. Im Vergleich zu Zink-Aluminium-Drähten lassen sie sich aber nicht so gut verarbeiten und sind relativ teuer.

Bestellung und Lieferung

Durch Anpassung der Legierung kann ein Werkstoff für fast jeden Einsatzbereich «massgeschneidert» werden. Für Auskünfte steht unter www.edelstahl-rostfrei.de eine Anlaufstelle zur Verfügung.

Es wird empfohlen, bei der Bestellung den Verwendungszweck anzugeben «für die Lagerung von Jungwein». Es gilt auch darauf zu achten, dass die Werkstoffnummer in der Auftragsbestätigung und/oder auf der Rechnung angeführt ist. Mit einer solchen Dokumentation kann gegebenenfalls noch nach Jahren Schadenersatz geltend gemacht werden. Voraussetzung ist natürlich die pflegliche Behandlung der Behälter.

Bei Erhalt ist die Lieferung unverzüglich auf ordnungsgemässe Ausführung zu überprüfen:

- Alle Schweissnähte sind porenfrei, fein beschliffen und «passiviert» (keine Anlauffarben, die Oberfläche ist gleichmässig glatt glänzend).
- Die Bleche sind miteinander nicht überlappend verschweisst (Spaltkorrosion).
- Edelstahl Rostfrei ist mit keinem anderen Metall in direkter Berührung oder direkt verschweisst (Kontaktkorrosion).
- Die Isolationen zwischen dem Edelstahl Rostfrei und anderen Metallen sind sorgfältig und vollständig ausgeführt, auch bei Verschraubungen. (Die Isolationen dürfen auch später nicht entfernt oder versehentlich überbrückt werden). ■

L'acier inox dans la viticulture

RÉSUMÉ

L'acier inox fait depuis longtemps ses preuves dans les installations servant à la fabrication, à l'entreposage et au transport du vin. Il présente une très haute résistance à la corrosion, il est neutre au goût et facile à nettoyer. Et il satisfait entièrement aux conditions d'hygiène rigoureuses imposées dans la production de denrées alimentaires et de luxe.

Les matériaux 1.4003 et 1.4301 ont même conquis les vignobles depuis quelques années sous la forme de fils et de poteaux de treillis en acier inox. Là encore, les qualités susmentionnées de l'inox signifient un minimum d'entretien et de réparations et une longue durée de vie, ce qui permet de diminuer les frais d'exploitation.

Comme la qualité du produit et l'économicité sont les deux déterminantes de la réussite dans l'économie du vin, l'acier inox peut être un allié précieux à la cave comme dans le vignoble.