

Protalloy hält stand, wo Meerwasser gnadenlos angreift

Meerwassertest bestätigt die überlegene Korrosionsbeständigkeit von Protalloy

Wer täglich mit Bauteilen aus Stahl oder anderen Metallen in der Nähe von Meerwasser arbeitet, weiß: Korrosion ist kein theoretisches Risiko, sondern harte Realität. Salz, Feuchtigkeit und Sauerstoff bilden zusammen eine gnadenlose Mischung, die Materialien langsam, aber sicher angreift. Für Schiffbauer, Offshore-Unternehmen und Hersteller mechanischer Komponenten ist das ein Kampf, der niemals endet.

Galvano Hengelo (GH) setzt Protalloy bereits seit vielen Jahren als dauerhaften Schutz gegen Rostbildung ein. Diese hochwertige Oberflächenbehandlung ist für ihre Korrosionsbeständigkeit bekannt. Im standardisierten neutralen Salzsprühnebeltest (NSS) hatte sich Protalloy bereits mehrfach bewährt. Doch eine Frage blieb offen: Wie verhält sich das Material unter realen Meerwasserbedingungen?

GalvanoHengelo

Mit echtem Nordseewasser getestet

Um diese Frage zu beantworten, beschloss GH, die Anforderungen noch höher anzusetzen. Statt einer künstlich hergestellten Salzlösung wurde echtes Nordseewasser von der Insel Texel verwendet. Dieses Wasser enthält neben Natriumchlorid auch Magnesium-, Calcium- und Bromidverbindungen.

Der Versuchsaufbau war einfach, aber wirkungsvoll. Verschiedene behandelte Bauteile – mit Protalloy, konkurrierenden Beschichtungen und aus rostfreiem Stahl – wurden in Kunststofffläschchen platziert, sodass sie zur Hälfte in Meerwasser eingetaucht und zur Hälfte der Luft ausgesetzt waren. Als Vergleichsgrundlage dienten identische M10×50-Schrauben mit unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen. Einige Testfläschchen wurden bei 35 °C gehalten, andere bei Raumtemperatur. Einmal pro Woche wurden die Verschlüsse kurz geöffnet, um Sauerstoff einzulassen. Dies entspricht in etwa Bauteilen, die in der Praxis in einer feuchten, offenen Umgebung eingesetzt werden.

Parallel dazu wurden dieselben Bauteile einem neutralen Salzsprühnebeltest nach ISO 9227 / ASTM B117 unterzogen. Durch die parallele Durchführung konnten die Ergebnisse des praxisnahen Versuchs direkt mit dieser international anerkannten Prüfmethode verglichen werden. So wurde deutlich, wie sich die Ergebnisse des genormten NSS-Tests zum Verhalten unter realen Meerwasserbedingungen verhalten.

Aufbau des Vergleichs

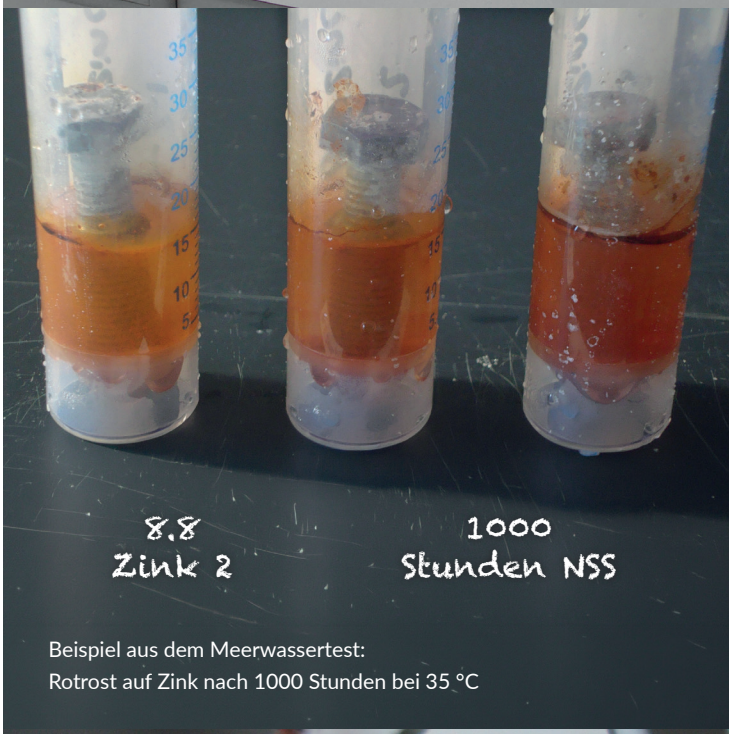
Der Vergleich war breit angelegt. Neben Protalloy wurden unter anderem chemisch abgeschiedenes Nickel (NiP12 %), zinkbasierte Beschichtungen (galvanisch verzinkt, Zinklamellenbeschichtung und Feuerverzinkung [HDG]) sowie rostfreier Stahl getestet. Das Ziel war klar: herauszufinden, welche Behandlung der unerbittlichen Kombination aus Salz und Sauerstoff am besten standhält.

Die Ergebnisse

Im Meerwassertest zeigten viele Oberflächenbehandlungen bereits relativ früh Anzeichen von Rotrost – teilweise an der Wasserlinie, teilweise über die gesamte Oberfläche verteilt. Protalloy blieb unter denselben Bedingungen unversehrt. Im Meerwasserversuch trat selbst nach Tausenden von Stunden weder Weißrost noch Rotrost auf.



Darstellung von Bauteilen aus dem Meerwassertest bei Raumtemperatur



Beispiel aus dem Meerwassertest:
Rotrost auf Zink nach 1000 Stunden bei 35 °C



Darstellung von Bauteilen aus dem NSS-Test

Der Vergleich zeigt einige deutliche Unterschiede:

- **Protalloy:** Blieb im Meerwasser sowohl bei 35 °C als auch bei Raumtemperatur unversehrt. Im NSS-Test zeigten sich bei Protalloy erst nach 4000 Stunden die ersten Ausfälle.
- **NiP12 %:** Zeigte sowohl im Meerwassertest als auch im NSS-Test eine deutlich schnellere Korrosion und ausgeprägte Rostbildung.
- **Zink:** Ist im NSS-Test relativ anfällig, hält im Meerwassertest jedoch länger stand.
- **Zinklamellenbeschichtung (Zinc-flake):** Schneidet im Vergleich zu Zink besser ab. Sowohl im Meerwassertest als auch im NSS-Test entsteht jedoch letztlich Rotrost.
- **Feuerverzinkung (Hot-dip galvanizing, HDG):** Liegt hinsichtlich der Leistung zwischen Zink und der Zinklamellenbeschichtung, bleibt jedoch deutlich hinter Protalloy zurück.
- **Rostfreier Stahl:** Zeigt im Meerwassertest eine mit Protalloy vergleichbare Leistung. Im NSS-Test ist auch nach mehr als 4000 Stunden kein Angriff festzustellen. In der Regel ist rostfreier Stahl jedoch erheblich teurer als beschichteter Stahl.
- **Chemisch geschwärzter Stahl (Black):** Bietet praktisch keinen Schutz und versagt in allen Versuchsaufbauten innerhalb von 24 Stunden.
- **NSS-Test im Vergleich zum Meerwassertest:** Der Vergleich zeigt, dass der NSS-Test in diesem Versuchsaufbau eine aggressivere Belastung darstellt als die Einwirkung natürlichen Meerwassers – trotz der zusätzlichen Salze und Mineralien sowie des Übergangs zwischen Luft und Wasser im Meerwassertest.
- **Temperatur:** Mit steigender Meerwassertemperatur nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit zu.
- **Korrosionsbeständigkeit:** Der Test bestätigt, dass Protalloy die garantierte Korrosionsbeständigkeit von 1500 Stunden unter NSS-Bedingungen deutlich übertrifft.

Die Ergebnisse zeigen, dass Protalloy auch außerhalb des NSS-Tests eine gleichbleibend hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist – selbst bei langfristigem Kontakt mit echtem Meerwasser.

Warum das in der Praxis wichtig ist

Für Unternehmen wie SMST, DROMEC und Damen Dredging Equipment sind dies genau die Bedingungen, unter denen ihre Bauteile tagtäglich zuverlässig funktionieren müssen. Ihre Produkte werden dauerhaft in Umgebungen eingesetzt, in denen Korrosion buchstäblich den Unterschied zwischen sicherem Betrieb und unvorhergesehenem Stillstand ausmachen kann. Für diese Unternehmen bietet Protalloy die Möglichkeit, die Lebensdauer von Bauteilen zu verlängern, ohne die Kosten für vollständig aus rostfreiem Stahl gefertigte Komponenten oder teure Beschichtungssysteme tragen zu müssen.

Dabei geht es nicht nur um Einsparungen bei Material und Kosten. Weniger Wartung, weniger ungeplante Ausfälle und höhere Zuverlässigkeit sind mindestens ebenso wichtig. In Branchen, in denen Stillstand Millionen kosten kann, ist eine nachweislich meerwasserbeständige Oberflächenbehandlung schlichtweg ein Wettbewerbsvorteil.

Forschung als Beleg für Fachkompetenz

Diese Untersuchung verdeutlicht auch die Rolle von Galvano Hengelo selbst. Das Unternehmen beschränkt sich nicht auf die Produktion, sondern investiert aktiv in praxisnahe Prüfungen. Indem GH solche Langzeitversuche eigenständig durchführt, zeigt das Unternehmen, dass es seine Aussagen nicht nur auf dem Papier belegt, sondern auch unter Praxisbedingungen überprüft. Für Kunden ist das ein Zeichen dafür, dass sie mit einem engagierten Partner zusammenarbeiten, der über die üblichen Standards hinausdenkt.

Hinweis: Dieser Test vermittelt ein realistisches Bild, wurde jedoch unter bestimmten Bedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse dienen daher als Anhaltspunkt und nicht als absoluter Maßstab.

Bewährte Leistung auch außerhalb der Prüfkammer

Der NSS-Test bleibt wertvoll. Der Meerwassertest ergänzt ihn jedoch um einen entscheidenden Aspekt: den Nachweis der Beständigkeit unter besonders anspruchsvollen Bedingungen. Damit ist Protalloy auch für maritime und Offshore-Anwendungen, bei denen ein Versagen keine Option ist, eine naheliegende Wahl.

Protalloy beweist auch unter realen Bedingungen seinen Wert als dauerhafter Korrosionsschutz.

Vollständige Testergebnisse

Die vollständigen Messergebnisse wurden für jede Probe und jeden Messzeitpunkt in der folgenden Vergleichstabelle dokumentiert.

Die Bewertungsskala reicht von 1 (keine sichtbare Korrosion) bis 10 (Beginn der Rotrostbildung).
Die Beurteilung des Rostbildes basiert auf einer Sichtprüfung zu jedem Messzeitpunkt gemäß ISO 9227 / ASTM B117.



Bezeichnung Prüfteile	Beschreibung	Mindest-schichtdicke (µm)	Nach 24 h	Nach 72 h	Nach 120 h	Nach 144 h	Nach 240 h	Nach 480 h	Nach 720 h	Nach 1000 h	Nach 2000 h	Nach 3000 h	Nach 4000 h	Nach 6500 h	Nach 8000 h	Nach 9250 h	Beschichtungsergebnis im Vergleich zu Protalloy (GH)	Ergebnis im Vergleich zu Protalloy GH (NSS mit NSS, Meerwasser mit Meerwasser verglichen)
	Probennummer: ⟶		1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3	1|2|3			
A.1	Protalloy (GH), **NSS**	6,63	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|2	2|1|2	2|2|2	4|2|2	4|2|2	4|2|2	10|2|2	0|10|2	0|0|10			NSS-Proben zeigen mit der Zeit Weißrost. Meerwasserproben bei 35 °C und Raumtemperatur zeigen während der gesamten Testdauer keinen Weißrost.
A.2	Protalloy (GH), **Meerwasser 35 °C**	8,08	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1		
A.3	Protalloy (GH), **Meerwasser RT**	6,72	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1		
B.1	NiP12% (GH), **NSS**	24,6	10|10|10														Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar
B.2	NiP12% (GH), **Meerwasser 35 °C**	24,6	1|1|1	1|1|1	10|1|10	10|1|10	0|10|0										Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar
B.3	NiP12% (GH), **Meerwasser RT**	24,8	1|1|1	1|1|1	1|1|1	10|10|1	10|10|1	10|10|1	0|0|1	0|0|10							Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
C.1	8.8 Zink (Kobout), **NSS**	7,59	9|9|9	10|10|10													Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar
C.2	8.8 Zink (Kobout), **Meerwasser 35 °C**	6,79	1|1|1	1|1|1	Schwarzer Rand an der Wasserlinie		6|6|6	6|6|6	6|6|6	10|10|10							Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
C.3	8.8 Zink (Kobout), **Meerwasser RT**	7,26	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	Schwarzer Rand an der Wasserlinie		6|6|6	6|6|6	10|10|10					Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	
D.1	Zincflake (NB), **NSS**	2,97	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|10	10|1|0	0|10|0							Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
D.2	Zincflake (NB), **Meerwasser 35 °C**	3,73	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	2|2|2	2|2|2	2|2|2	2|2|2	2|10|2	10|0|2	Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
D.3	Zincflake (NB), **Meerwasser RT**	3,99	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	2|2|2	2|2|2	2|2|2	2|2|2	10|10|2	10|10|2	0|0|2	Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
E.1	8.8 HDG (Kobout), **NSS**	27,4	9|9|9	9|9|9	9|9|9	9|9|9	10|10|10										Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost früher sichtbar
E.2	8.8 HDG (Kobout), **Meerwasser 35 °C**	29,6	6|6|6	6|6|6	6|6|6	6|6|6	8|8|8	8|8|8	9|9|9	9|9|9	10|10|10						Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	
E.3	8.8 HDG (Kobout), **Meerwasser RT**	30	1|1|1	6|6|6	6|6|6	6|6|6	6|6|6	6|6|6	9|9|9	9|9|9	9|9|9	9|9|9	9|9|10				Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	
F.1	Edelstahl (Kobout), **NSS**	n. a.	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Gleichwertig
F.2	Edelstahl (Kobout), **Meerwasser 35 °C**	n. a.	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Gleichwertig
F.3	Edelstahl (Kobout), **Meerwasser RT**	n. a.	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	1|1|1	Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Gleichwertig
G.1	Black (NB), **NSS**	n. a.	10|10|10														Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar
G.2	Black (NB), **Meerwasser 35 °C**	n. a.	10|10|10														Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar
G.3	Black (NB), **Meerwasser RT**	n. a.	10|10|10														Weniger beständig gegen Meerwasser als Protalloy (GH)	Rotrost deutlich früher sichtbar

Meerwasser:
Meerwasserquelle: Nordsee (Texel)
Salzgehalt des Meerwassers: 30 g/l (NaCl)
pH: 6,88
Jeden Dienstag „lüften“

Meerwasser enthält verschiedene gelöste Salze.
Ein Liter Meerwasser enthält im Durchschnitt folgende Salzmengen:
24 Gramm Natriumchlorid (NaCl)
5 Gramm Magnesiumchlorid ($MgCl_2$)
4 Gramm Natriumsulfat (Na_2SO_4)
0,8 Gramm Magnesiumbromid ($MgBr_2$)
0,7 Gramm Calciumchlorid ($CaCl_2$)

NSS-Test:
Gemäß ASTM B117 / ISO 9227
Die Weißrostbildung wurde nach folgender Skala bewertet:

1:	0%	6:	10-25%
2:	0-5%	7:	25%
3:	5%	8:	25-50%
4:	5-10%	9:	50%
5:	10%	10:	Beginn Rotrost

Abkürzungen:
RT: Raumtemperatur
(NB): Nicht bekannt
NSS: Neutraler Salzsprühnebeltest

Versuchsaufbau:
NSS-Test: Die Bauteile wurden gemäß ASTM B117 / ISO 9227 in die Salzsprühnebelprüfkammer gestellt.
Meerwasser 35-°C-Test: Die Bauteile standen in halb mit Meerwasser gefüllten Kunststoffflächchen, halb im Wasser und halb in der Luft. Alle sieben Tage wurden die Fläschchen einige Minuten belüftet. Für 35 °C standen die verschlossenen Fläschchen in der Salzsprühnebelprüfkammer.
Meerwasser RT-Test: Die Bauteile standen in halb mit Meerwasser gefüllten Kunststoffflächchen, halb im Wasser und halb in der Luft. Alle sieben Tage wurden die Fläschchen einige Minuten belüftet. Die verschlossenen Fläschchen standen bei etwa 20 °C im Labor.