

Prüfungsbericht

Prüfungsbericht Nummer	W22-Ex-063-V1-DA
Auftraggeber	Swissgrid AG
Auftragnehmer	Werkstoff Prüflabor der „RUAG AG“
Prüfgegenstand	Analysen Stahlversprödung Gittermaste Priorität 1
Prüfungen	Untersuchung Stahlversprödung ID 224908: Bestimmung der Stahlqualität; Abklärungen zur Thomasstahl-Thematik mit potenzieller Stahlversprödung.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1 Angewandte Verfahren	3
2 Mastprotokolle.....	4
3 Kommentare und Empfehlungen	102
4 Tabellarische Zusammenfassung	103

Thun 05. Mai. 2022

Visiert

Visiert

Markus Zraggen
Department Lead Material Testing

Martin Blunier
Test Engineer WP

Tel. direkt: +41 58 485 96 79
E-Mail: Markus.zraggen@ruag.ch

Tel. direkt: +41 58 483 71 74
E-Mail: martin.blunier@ruag.ch

Der Inhalt dieses Prüfungsberichts bezieht sich nur auf den Prüfgegenstand.
Dieser Prüfungsbericht ist nur vollständig weiterzugeben, die Weitergabe oder Veröffentlichung auszugsweise ist untersagt.

Auftragsdaten

Auftraggeber:	Swissgrid AG
Kontaktperson:	Herr Gregory Hemmen
Adresse:	Bleichmattstrasse 31
PLZ, Ort:	CH-5001 Aarau
Eingangsdatum Bestellung:	Gemäss Mail vom 12. April 2022
Bestellnummer:	Noch ausstehend
Prüfgegenstand:	Die Masten der Priorität 1 Teil 1 Untersuchung Stahlversprödung ID 224908 an verschiedenen Standorten in der Schweiz sind Gegenstand der Prüfung.
Eingangsdatum Prüfgegenstand:	Prüfung vor Ort 19. 04. – 29.04. 2022
Prüfungen:	Chemische Analyse Wirbelstromprüfung (ET) Härteprüfung Schichtdickenmessung Sichtprüfung (VT) Metallographie
Prüfnorm:	n/a
Informationen über Prüfgegenstand:	Baujahr: Diverse
Aufbewahrung Prüfgegenstand:	Kein Restmaterial, Prüfung vor Ort

1 Angewandte Verfahren

1. 1 Visuelle Prüfung

Im Bodenbereich bis ca. 2 m Höhe wurde eine allgemeine Übersichtsprüfung als Zustandsbeurteilung vorgenommen. Gleichzeitig wurden die Querschnittsdimensionen von Eckstielen und Diagonalen aufgenommen. Zusätzlich wurde die Gesamtkorrosionsschutzschichtdicke mittels Wirbelstrom gemessen.

1. 2 Messmethodik für die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften

Die Ermittlung der mechanischen Eigenschaften erfolgte über mobile Härtemessverfahren (Equotip und Sonodur).

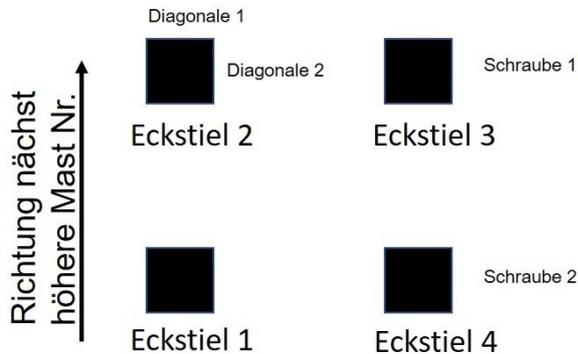
Zusätzlich wurden mittels Wirbelstrom elektromagnetische Messungen durchgeführt. Diese Messungen wurden abgeglichen mit Messwerten von Proben mit bekannter Kerbschlagzähigkeit aus Mastbaustählen ähnlicher Bauphasen.

1. 3 Angaben zur Chemischen Analyse:

An den Bauteilen wurde mit Zirkonoxidpapier (Korn 80) eine Fläche von ca. 5x5 cm angeschliffen und mittels einem mobilen Laserablationsgerät vom Typus Niton Apollo analysiert. Details zu den Messstellen sind in den Mastprotokollen ab Seite 4 ersichtlich. Die Kalibration des Messgerätes erfolgte mit Kalibrationsproben des Geräteherstellers. Die relative Messunsicherheit ist Konzentrations- und Elementabhängig. Als Richtwert können erfahrungsgemäss ca. 1-2 % Relativprozente angenommen werden.

1. 4 Metallographische Untersuchungen

Bei verdächtigen Wirbelstromsignalen sowie auffälliger Messwerte aus der chemischen Zusammensetzung und der Härtemessungen werden Ätzungen auf Frysche Kraftwirkungslinien durchgeführt. Das Vorliegen dieser Linien ist ein eindeutiger Nachweis von verspröde wirkenden Ausscheidungen auf Grund hoher Stickstoffgehalte.

Mast Nr: 51 / Trasse 1360 / Neu 1360x235

Anordnung der Messstellen

Bild 1: Übersicht Mast Nr. 51

Visuelle Kurzbeurteilung:

Allgemeinzustand: gut

Keine Bleimeninge Grundierung erkennbar.

Eckstiele: 150x150x15 mm; Diagonalen 120x120x7 mm

Messwerte zu den mechanischen Eigenschaften:

	Wirbelstromsignal	Härte [HV 1]	Schichtdicke [µm]	Stahluordnung
Eckstiel 1	Duktil	170	375	S355
Eckstiel 2	Duktil	174	295	S355
Diagonale 1	Duktil	161	315	S355
Diagonale 2	Duktil	190	284	S355
Eckstiel 3	Duktil	164	379	S355
Schraube 1	Duktil	160	177	5.6
Eckstiel 4	Duktil	166	395	S355

Der Inhalt dieses Prüfungsberichts bezieht sich nur auf den Prüfgegenstand.
Dieser Prüfungsbericht ist nur vollständig weiterzugeben, die Weitergabe oder Veröffentlichung auszugsweise ist untersagt.

Mast Nr: 51 / Trasse 1360 / Neu 1360x235
Ergebnisse der Laserablationsmessungen:

Elemente	Messpositionen						
	Eck. 1	Diag. 1	Diag. 2	Eck. 2	Eck. 3	Sch. 1	Eck. 4
	g/100g [%]	g/100g [%]	g/100g [%]	g/100g [%]	g/100g [%]	g/100g [%]	g/100g [%]
Kohlenstoff	0.18	0.06	0.08	0.28	0.28	0.39	0.29
Silizium	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mangan	1.5	1.2	1.1	1.4	1.4	1.3	1.5
Chrom	0.15	0.20	0.21	0.11	0.12	0.14	0.12
Nickel	0.15	0.12	0.10	0.11	0.13	0.12	0.16
Aluminium	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Kupfer	0.23	0.21	0.22	0.27	0.26	<0.01	0.27
Eisen	Basis	Basis	Basis	Basis	Basis	Basis	Basis

< = unterhalb der Nachweisgrenze

Bewertung der Stahlgüte:

Die Mastbauteile sind aus duktilen Stählen der Festigkeitsklasse S355 gefertigt, die Schrauben sind einer Güte 5.6 zuzuordnen.