

BEWETEC SA  
Route d'Evian 51  
CH-1860 Aigle

## Prüf- und Bewertungsbericht Nr. 5'214'028'979

**Prüfauftrag:** Fremdüberwachung der Weiterverarbeiter von Ringmaterial gemäss Norm SIA 262:2013

**Prüfobjekt:** Gerichtetes Ringmaterial; Betonstahlklasse B500B

**Kundenreferenz:** Hr. K. Zumberi, Hr. M. Schafroth

**Überwachungsperiode:** 2022

**Ausführung der Prüfungen:** 27. September 2022 bis 25. Oktober 2022

**Anzahl Seiten:** 11

**Beilagen:** Merkblatt Messunsicherheiten von Versuchskennwerten

**Versand:** Elektronisch als digital signiertes PDF an Auftraggeber

**Archivierung:** Ohne Gegenbericht werden Prüfkörper nach einem Monat entsorgt!

### Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung zeigen, dass die Qualitätssicherung des Weiterverarbeiters von Ringmaterial die Anforderungen der Norm SIA 262:2013 – mit den unter Kapitel 6.2 aufgeführten Ausnahmen – erfüllt.

---

Dübendorf, 26. Oktober 2022 Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
Abt. Mechanical Systems Engineering

Sachbearbeiter Abteilungsleiter Stv.

Ch. Meierhofer

Dipl. Ing. B. Weisse



STS 0053

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Prüfauftrag .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Prüfobjekte .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Probenvorbereitung und -bezeichnung.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Durchführung der Prüfungen.....</b>	<b>4</b>
	4.1 Datum und Ort der Prüfungen .....	4
	4.2 Umgebungsbedingungen .....	4
	4.3 Prüfmittel und Verfahren.....	5
<b>5</b>	<b>Prüfergebnisse .....</b>	<b>5</b>
	5.1 Zugversuche mit Dehnungsmessung .....	6
	5.2 Ermittlung der bezogenen Rippenfläche .....	8
	5.3 Alterungs-Rückbiegeversuche.....	9
	5.4 Dauerschwingversuche .....	9
<b>6</b>	<b>Bewertung.....</b>	<b>10</b>
	6.1 Anforderungen für gerichtetes Ringmaterial .....	10
	6.2 Beurteilung der Prüfergebnisse.....	10
	6.3 Auswertung der Dauerschwingversuche .....	10
	6.4 Kontrolle der Eigenüberwachung.....	10
<b>A</b>	<b>Messunsicherheiten von Versuchskennwerten.....</b>	<b>11</b>

# 1 PRÜFAUFTRAG

Zur Qualitätssicherung bezüglich Konformität der Eigenschaften von Betonstahl führt die Zertifizierungsstelle für Bauprodukte der Empa vertraglich geregelte, stichprobenartige Prüfungen (Fremdüberwachung) und eine Kontrolle der Eigenüberwachung bei den Weiterverarbeitenden von Betonstahl in Ringen durch. Grundlagen hierfür bilden die Normen SIA 262:2013 und EN 10080:2005 sowie der zwischen der Empa und dem Weiterverarbeiter abgeschlossene Überwachungsvertrag.

# 2 PRÜFOBJEKTE

Bei der Firma BEWETEC SA, CH-1860 Aigle wurden am 27. September 2022 durch die Empa pro Richtanlage Stichproben unter Wahrung der Zufälligkeit aus der laufenden Produktion gemäss nachfolgender Tabelle entnommen.

Maschinen-Nr.	Richtanlage (Bezeichnung)	Betonstahlklasse	Hersteller Produkt (Register-Nr.)	Nenn-durchmesser [mm]	Charge-Nr.	Anzahl Stäbe	Länge [mm]
M1	EVG Polybend PBX 16 (3000)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	8	302368	6	800
M2	EVG Polybend PBX 14 3D (3001)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	10	302496	6	800
M3	EVG Polybend PBX 16 (3002)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	12	301927	6	800
M4	EVG Polybend PBX 16 3D (3003)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	16	298988	6	800
M5	Progress Twin MSR 16/8 (3010)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	10	302491	9	800
M6	EVG RA-XE 16/6 (3011)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	12	301907	6	800
M7	EVG RA-XE 16/5 (3012)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	14	302029	6	800
M8	EVG RA-XE 16/5 (3013)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	12	302001	6	800
M9	Progress MSR 20 (3014)	B500B	Stahl Gerlafingen topar-Rc (4.5)	16	302313	6	800

### **3 PROBENVORBEREITUNG UND -BEZEICHNUNG**

Die entnommenen Stichproben wurden an der Empa künstlich gealtert<sup>1)</sup>, zugeschnitten und mit Maschinen-Nr. sowie folgenden Index für die jeweiligen Prüfungen bezeichnet:

/ZV1 ... /ZV3	Zugversuche mit Dehnungsmessung
/FR4 ... /FR6	Ermittlung der bezogenen Rippenfläche
/RBV7	Alterungs-Rückbiegeversuche
/DSV8 ... /DSV10	Dauerschwingversuche

<sup>1)</sup> nach Norm EN 10080:2005 unter folgenden Bedingungen:

Erwärmen der Probe auf 100 °C, halten bei dieser Temperatur  $\pm 10$  °C für  $1 \text{ h } \frac{+15}{0}$  min und dann abkühlen in ruhender Luft auf Raumtemperatur.

### **4 DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNGEN**

#### **4.1 Datum und Ort der Prüfungen**

Die Prüfungen erfolgten vom 27. September 2022 bis 25. Oktober 2022 an der Empa in der Abteilung Mechanical Systems Engineering.

#### **4.2 Umgebungsbedingungen**

Die Prüfungen wurden bei Raumtemperatur und der momentan herrschenden Umgebungsluftfeuchtigkeit durchgeführt.

### 4.3 Prüfmittel und Verfahren

Die bei den Untersuchungen verwendeten Prüfmittel sind gemäss Empa-Qualitätssicherungssystem durch ihre LOG-Nr. charakterisiert. Die angegebenen Verfahren sind in den zugehörigen Standard Operating Procedures (SOP) beschrieben und können bei Bedarf eingesehen werden.

Pos.	Prüfmittel	LOG-Nr.	Messgenauigkeit
1	250 kN Universalprüfmaschine <i>Zwick Z250</i>	304-10.542	--
2	250 kN Kraftaufnehmer <i>Zwick</i>	304-10.542/1	Klasse 1
3	Extensometer <i>Zwick multiXtens</i>	304-10.542/5	Klasse 0.5
4	Messschieber <i>Preisser DIGI-MET</i>	304-21.044	±0.05 mm
5	Waage <i>Mettler PM4800</i>	121-25.003	±0.5 g
6	Rippenmessgerät <i>ECM Datensysteme RM 301</i>	121-60.101	< 5 %
7	Rohrbiegemaschine <i>Gressel RB-56</i>	121-12.004	±5°
8	Umluft-Trockenschrank <i>Heraeus UT 6420</i>	121-41.002	±5 °C
9	100 kN Hochfrequenzpulsator <i>AMSLER 422/32</i>	125-10.513	±1 %

Spezifikation der verwendeten Prüfmittel

Pos.	Prüfverfahren	SOP-Nr.
1	Masse je Meter für Betonstahl	01'626
2	Zugversuch an Betonstahl	01'627
3	Ermittlung der bezogenen Rippenfläche an Betonstahl	00'807
4	Alterungs-Rückbiegeversuch an Betonstahl	01'629
5	Dauerschwingversuch an Betonstahl	01'729

Spezifikation der verwendeten Prüfverfahren

## 5 PRÜFERGEBNISSE

Nachfolgend sind die Prüfergebnisse der durchgeführten Versuche aufgelistet.

## 5.1 Zugversuche mit Dehnungsmessung

nach Norm EN ISO 15630-1:2019, ISO 6892-1:2019 und Empa-SOP-Nr. 01'627

Proben- bezeichnung	Nenn- durch- messer	Nenn- quer- schnitt	Proben- länge	Masse je Meter	Abwei- chung von der Nenn- masse je Meter	Kraft für 0.2 %- Dehnung	0.2 %- Dehn- grenze <sup>1)</sup>	Höchst- kraft	Zug- festigkeit <sup>1)</sup>	Verhältnis	Verhältnis <sup>2)</sup>	Gesamt- dehnung bei Höchst- kraft <sup>3)</sup>
	d [mm]	S <sub>n</sub> [mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[kg/m]	[%]	F <sub>e</sub> [kN]	R <sub>e</sub> [MPa]	F <sub>m</sub> [kN]	R <sub>m</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> /R <sub>e</sub> [-]	R <sub>e,act</sub> /R <sub>e,nom</sub> [-]	A <sub>gt</sub> [%]
M1/ZV1	8	50.27	499	0.388	-1.6	25.74	512	30.39	605	1.18	1.02	7.9
M1/ZV2	8	50.27	499	0.387	-2.0	26.36	524	30.24	602	1.15	1.05	7.4
M1/ZV3	8	50.27	499	0.386	-2.2	26.27	523	29.81	593	1.13	1.05	8.1
M2/ZV1	10	78.54	499	0.612	-0.7	42.31	539	48.85	622	1.15	1.08	6.3
M2/ZV2	10	78.54	500	0.610	-1.0	41.33	526	49.24	627	1.19	1.05	5.8
M2/ZV3	10	78.54	499	0.611	-0.9	41.97	534	50.05	637	1.19	1.07	7.7
M3/ZV1	12	113.10	498	0.876	-1.3	58.22	515	66.80	591	1.15	1.03	6.4
M3/ZV2	12	113.10	499	0.876	-1.3	60.66	536	67.51	597	1.11	1.07	5.8
M3/ZV3	12	113.10	500	0.874	-1.6	57.58	509	65.79	582	1.14	1.02	5.9
M4/ZV1	16	201.06	499	1.549	-1.8	100.56	500	114.04	567	1.13	1.00	5.6
M4/ZV2	16	201.06	499	1.547	-2.0	101.70	506	115.47	574	1.14	1.01	5.6
M4/ZV3	16	201.06	499	1.546	-2.0	101.22	503	115.03	572	1.14	1.01	5.5
M5/ZV1	10	78.54	499	0.612	-0.8	43.66	556	50.10	638	1.15	1.11	6.1
M5/ZV2	10	78.54	501	0.610	-1.0	42.57	542	48.53	618	1.14	1.08	4.9
M5/ZV3	10	78.54	499	0.610	-1.0	43.04	548	49.28	627	1.15	1.10	6.1

<sup>1)</sup> bezogen auf Nennquerschnitt, ermittelt gemäss Norm EN 10080:2005, Abs. 7.2.3.3

<sup>2)</sup> bezogen auf Nennstreckgrenze R<sub>e,nom</sub> = 500 MPa nach Norm EN 10080:2005

<sup>3)</sup> A<sub>gt</sub> ermittelt mit Extensometer nach Norm EN ISO 15630-1:2019, L<sub>e</sub> = 200 mm

Proben- bezeichnung	Nenn- durch- messer	Nenn- quer- schnitt	Proben- länge	Masse je Meter	Abwei- chung von der Nenn- masse je Meter	Kraft für 0.2 %- Dehnung	0.2 %- Dehn- grenze <sup>1)</sup>	Höchst- kraft	Zug- festigkeit <sup>1)</sup>	Verhältnis	Verhältnis <sup>2)</sup>	Gesamt- dehnung bei Höchst- kraft <sup>3)</sup>
	d	S <sub>n</sub>				F <sub>e</sub>	R <sub>e</sub>	F <sub>m</sub>	R <sub>m</sub>	R <sub>m</sub> /R <sub>e</sub>	R <sub>e,act</sub> /R <sub>e,nom</sub>	A <sub>gt</sub>
	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[kg/m]	[%]	[kN]	[MPa]	[kN]	[MPa]	[-]	[-]	[%]
M6/ZV1	12	113.10	498	0.881	-0.8	55.90	494	65.96	583	1.18	0.99	8.1
M6/ZV2	12	113.10	500	0.883	-0.5	55.90	494	65.63	580	1.17	0.99	8.3
M6/ZV3	12	113.10	498	0.884	-0.5	56.13	496	66.58	589	1.19	0.99	8.9
M7/ZV1	14	153.94	499	1.199	-0.7	80.89	525	91.97	597	1.14	1.05	5.2
M7/ZV2	14	153.94	499	1.198	-0.8	81.29	528	92.72	602	1.14	1.06	5.2
M7/ZV3	14	153.94	499	1.199	-0.8	80.48	523	92.11	598	1.14	1.05	5.1
M8/ZV1	12	113.10	500	0.884	-0.5	58.33	516	68.79	608	1.18	1.03	7.1
M8/ZV2	12	113.10	498	0.885	-0.3	57.95	512	68.96	610	1.19	1.02	7.8
M8/ZV3	12	113.10	499	0.886	-0.2	57.13	505	68.70	607	1.20	1.01	6.6
M9/ZV1	16	201.06	499	1.567	-0.7	101.08	503	115.69	575	1.14	1.01	5.0
M9/ZV2	16	201.06	499	1.571	-0.5	101.20	503	115.88	576	1.15	1.01	6.8
M9/ZV3	16	201.06	499	1.563	-1.0	101.13	503	116.41	579	1.15	1.01	7.4

<sup>1)</sup> bezogen auf Nennquerschnitt, ermittelt gemäss Norm EN 10080:2005, Abs. 7.2.3.3

<sup>2)</sup> bezogen auf Nennstreckgrenze R<sub>e,nom</sub> = 500 MPa nach Norm EN 10080:2005

<sup>3)</sup> A<sub>gt</sub> ermittelt mit Extensometer nach Norm EN ISO 15630-1:2019, L<sub>e</sub> = 200 mm

## 5.2 Ermittlung der bezogenen Rippenfläche

nach Norm EN ISO 15630-1:2019 und Empa-SOP-Nr. 00'807

Proben- bezeichnung	Nenn- durch- messer d [mm]	Proben- länge [mm]	Anzahl Rippen- reihen [-]	Bezogene Rippen- fläche <sup>1)</sup> f <sub>R</sub> [-]	Abweichung vom Anforde- rungswert <sup>2)</sup> [%]
M1/FR4	8	300	4	0.068	70.0
M1/FR5	8	300	4	0.074	85.0
M1/FR6	8	300	4	0.074	85.0
M2/FR4	10	300	4	0.076	90.0
M2/FR5	10	300	4	0.069	72.5
M2/FR6	10	300	4	0.075	87.5
M3/FR4	12	300	4	0.065	62.5
M3/FR5	12	300	4	0.069	72.5
M3/FR6	12	300	4	0.063	57.5
M4/FR4	16	300	4	0.074	32.1
M4/FR5	16	300	4	0.067	19.6
M4/FR6	16	300	4	0.086	53.6
M5/FR4	10	300	4	0.072	80.0
M5/FR5	10	300	4	0.067	67.5
M5/FR6	10	300	4	0.069	72.5
M6/FR4	12	300	4	0.083	107.5
M6/FR5	12	300	4	0.078	95.0
M6/FR6	12	300	4	0.083	107.5
M7/FR4	14	300	4	0.077	37.5
M7/FR5	14	300	4	0.074	32.1
M7/FR6	14	300	4	0.073	30.4
M8/FR4	12	300	4	0.078	95.0
M8/FR5	12	300	4	0.080	100.0
M8/FR6	12	300	4	0.076	90.0
M9/FR4	16	300	4	0.074	32.1
M9/FR5	16	300	4	0.071	26.8
M9/FR6	16	300	4	0.074	32.1

<sup>1)</sup> berechnet nach der Simpson'sche Formel:  $f_R = (2 \cdot a_{1/4} + a_m + 2 \cdot a_{3/4}) \cdot (\pi \cdot d - \sum e) \cdot \frac{1}{6 \cdot \pi \cdot d \cdot c}$

<sup>2)</sup> nach Norm SIA 262:2013



### 5.3 Alterungs-Rückbiegeversuche

nach Norm EN ISO 15630-1:2019 und Empa-SOP-Nr. 01'629

Proben- bezeichnung	Nenn- durch- messer d [mm]	Dorn- durchmesser		Biege- winkel γ [°]	Rück- biege- winkel δ [°]	Bemerkung
		D = x · d	[mm]			
M1/RBV7	8	5 · d	40	150	120	rissfrei
M2/RBV7	10	5 · d	50	150	120	rissfrei
M3/RBV7	12	5 · d	60	150	120	rissfrei
M4/RBV7	16	5 · d	80	150	120	rissfrei
M5/RBV7	10	5 · d	50	150	120	rissfrei
M6/RBV7	12	5 · d	60	150	120	rissfrei
M7/RBV7	14	5 · d	70	150	120	rissfrei
M8/RBV7	12	5 · d	60	150	120	rissfrei
M9/RBV7	16	5 · d	80	150	120	rissfrei

### 5.4 Dauerschwingversuche

nach Norm EN ISO 15630-1:2019, SIA 262:2013 und Empa-SOP-Nr. 01'729

Proben- bezeichnung	Nenn- durch- messer d [mm]	Nenn- quer- schnitt S <sub>n</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Ober- last <sup>1)</sup>	Last- bereich <sup>2)</sup>	Freie Länge [mm]	Frequenz f [Hz]	Last- wechsel <sup>3)</sup>	Bemerkung
			F <sub>up</sub> [kN]	F <sub>r</sub> [kN]			N <sub>fat</sub> [· 10 <sup>6</sup> ]	
M5/DSV8	10	78.54	23.56	11.78	184	84	2.000	visuell intakt
M5/DSV9	10	78.54	23.56	11.78	184	84	2.000	visuell intakt
M5/DSV10	10	78.54	23.56	11.78	184	84	2.000	visuell intakt

<sup>1)</sup> nach Norm SIA 262:2013:  $\sigma_{\max} = 300$  MPa

<sup>2)</sup> nach Norm SIA 262:2013:  $2\sigma_a = 150$  MPa

<sup>3)</sup> Mindestanzahl Lastwechsel:  $N_{\text{fat}} = 2 \cdot 10^6$

## 6 BEWERTUNG

### 6.1 Anforderungen für gerichtetes Ringmaterial

nach Norm SIA 262:2013

Betonstahl Duktilitätsklasse		B500A A	B500B B	B500C C
Streckgrenze $R_e^{1)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	500	500	500
Verhältnis $R_m/R_e$	[-]	$\geq 1.05^{2)}$	$\geq 1.08$	$\geq 1.15 \dots \leq 1.35$
Gesamtdehnung bei Höchst- kraft $A_{gt}$	[%]	$\geq 2.5^{2)}$	$\geq 5.0$	$\geq 7.5$
Abweichung von der Nenn- masse je Meter	[%]	$\pm 4.5$ für $\varnothing > 8$ mm $\pm 6.0$ für $\varnothing \leq 8$ mm		
Bezogene Rippenfläche $f_R$	[-]	$5 \text{ mm} < \varnothing \leq 6 \text{ mm} = 0.035$ $6.5 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm} = 0.040$ $\varnothing > 12 \text{ mm} = 0.056$		
Ermüdungsfestigkeit $N_{fat}$	[-]	$2 \cdot 10^6$ Lastwechsel ohne Versagen		

<sup>1)</sup> Maximalwert darf  $1.3 \cdot R_e$  nicht überschreiten

<sup>2)</sup> für Stäbe mit  $\varnothing < 6$  mm gelten:  $R_m/R_e \geq 1.03$  und  $A_{gt} \geq 2.0$  %

### 6.2 Beurteilung der Prüfergebnisse

Die an der Empa durchgeführten Prüfungen der stichprobenweise pro Richtanlage entnommenen Proben erfüllen grösstenteils die Anforderungen gemäss Norm SIA 262:2013.

Der erforderliche Wert für die Streckgrenze  $R_e$  wurde von drei Stichproben der Maschinen-Nr. M6 knapp nicht erreicht.

Der erforderliche Wert für die Gesamtdehnung bei Höchstkraft  $A_{gt}$  wurde von einer Stichprobe der Maschinen-Nr. M5 nicht erreicht. Der erforderliche Wert für die Gesamtdehnung bei Höchstkraft  $A_{gt}$  konnte jedoch für diese Charge durch den Handmesswert nachgewiesen werden.

### 6.3 Auswertung der Dauerschwingversuche

Alle Versuche an den drei Stichproben haben die erforderliche Anzahl von zwei Millionen Lastwechseln ohne Versagen erreicht.

### 6.4 Kontrolle der Eigenüberwachung

Die Eigenüberwachung wurde kontrolliert. Art, Umfang und Ergebnisse entsprechen denn in der Arbeitsgruppe SIA 262-Betonstahl getroffenen Festlegungen.

## A MESSUNSICHERHEITEN VON VERSUCHSKENNWERTEN

Die nachfolgend aufgeführten Prüfverfahren und deren Kennwerte sind Bestandteil des Qualitätswesens der Empa Abteilung 304 - Betonstahlprüfung. Unter Berücksichtigung der Fehlerfortpflanzung ist die erweiterte Messunsicherheit für die einzelnen Kennwerte dargestellt.

Prüfverfahren	Kennwerte	SOP-Nr.	Erweiterte Messunsicherheit U <small>Das Intervall <math>\pm U</math> definiert einen Bereich mit einem geschätzten Vertrauensgrad von 95 %</small>
Nennwert der Masse	Masse je Meter	01'626	< 1 % des Kennwerts
Zugversuch	Spannung	01'627	< 1 % des Kennwerts
	Verhältnis $R_m/R_e$	01'627	< 0.015
	Gesamtdehnung bei Höchstkraft $A_{gt}$	01'627	< 1 %
Abscherversuch	Scherkraftverhältnis $F_s/(S_n \cdot R_{e,nom})$	01'632	< 1 % des Kennwerts
Ermittlung der bezogenen Rippenfläche	Bezogene Rippenfläche $f_R$	00'807	< 5 % des Kennwerts

Brucheinschnürung Z, Bruchdehnung  $A_5$  und  $A_{10}$  bzw. Gleichmassdehnung  $A_g$  sind keine Anforderungskriterien, die nach Norm SIA 262 erfüllt werden müssen. Soweit diese Kenngrössen im Untersuchungsbericht trotzdem aufgeführt sind, haben sie nur informativen Charakter.