

Informationsblatt über die Zertifizierung von nichtrostendem Betonstahl (NRB) – Stäbe und Ringe

Erstprüfung und laufende Überwachung

1. Allgemeines

Die Zertifizierungsstelle für Bauprodukte der Empa führt gemäss Bauprodukteverordnung und Bauproduktengesetz als akkreditierte Konformitätsbewertungsstelle die erstmalige Prüfung sowie die Kontrolle der Qualitätssicherung des Herstellenden (Eigenüberwachung) und die vertraglich geregelte periodische stichprobenartige Prüfung (Fremdüberwachung) von nichtrostenden Betonstahl durch.

Als Betonstahl werden in der Schweiz die Lieferformen Stabstahl, Ringmaterial und geschweisste Matten einer periodisch wiederkehrenden Konformitätsbewertung unterzogen.

Im Folgenden wird nichtrostender Betonstahl mit NRB abgekürzt.

2. Normative Grundlagen

Für die erstmalige Prüfung und die laufende Überwachung von **NRB** werden in der Schweiz die folgenden Normen zugrunde gelegt:

Norm SIA 262:2013 – Betonbau

- definiert die Anforderungen und Eigenschaften von Betonstahl (Ziffer 3.2)
- beschreibt die Qualitätssicherung (Ziffer 3.2.3)
 - Qualitätssicherung durch die Hersteller und Weiterverarbeitenden (Eigenüberwachung)
 - Vertraglich geregelte, stichprobenartige Prüfungen durch eine akkreditierte Konformitätsbewertungsstelle (Fremdüberwachung)

Norm SIA 262/1:2013 – ergänzende Festlegungen

- Verweis auf Ausführungsvorschriften und Prüfnormen

Norm EN 10080:2005 – Produktnorm (europäisch nicht harmonisiert)

- definiert u.a. die Eigen- und Fremdüberwachung (Prüfungen, Umfang, statistische Auswertung)

TC 104 WI EC104031: Corrosion resistant reinforcing steels – Korrosionsbeständiger Betonstahl, Working Draft 2017-09 (bislang keine SIA-referenzierte und keine EU-weit harmonisierte Norm)

SIA Merkblatt 2029 – Nichtrostender Betonstahl (NRB)

- definiert die Anforderungen und Eigenschaften von Nichtrostenden Betonstahl (Ziffer 4.1, 4.2)
- beschreibt die Qualitätssicherung (Ziffer 4.3), Eigen- sowie Fremdüberwachung der Herstellenden und Weiterverarbeitenden

Das SIA Merkblatt 2029 stützt sich im Wesentlichen ausserdem auf die folgenden Normen ab (Auszug):

Norm SN EN 10088:2014 – Nichtrostende Stähle (teilweise europäisch harmonisiert)

Teil 1: Verzeichnis der nicht rostenden Stähle,

Teil 2: Technischen Lieferbedingungen für Flacherzeugnisse,

Teil 3: Technischen Lieferbedingungen für Langerzeugnisse (u.a. Betonstahl)

Teil 4: (Ausgabe 2010) regelt die Technischen Lieferbedingungen für Bleche und Bänder für das Bauwesen,

Teil 5: (Ausgabe 2009) Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse für das Bauwesen

Norm EN ISO 15630-1:2010 – Prüfverfahren

ISO 377:2013 - Stahl und Stahlerzeugnisse – Lage und Vorbereitung von Probenabschnitten und Proben für mechanische Prüfungen

Die Festlegungen der SIA Arbeitsgruppe „Betonstahl“ haben empfehlenden und bindenden Charakter und können normative Auslegungen präziseren, ergänzen oder umfassender beschreiben als die Normvorgaben.

3. Anforderungen und Eigenschaften an Betonstahl gem. SIA262:2013

Bezüglich der Anforderungen und Eigenschaften von unlegiertem Stahl / Schwarzstahl als Betonstahl gelten die Angaben in der Norm SIA 262:2013.

Die wichtigsten Anforderungen gemäss Norm SIA 262:2013 an die Festigkeit, Duktilität und Verbund sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Die charakteristischen Werte für die mechanischen Eigenschaften von **NRB** sind vom Hersteller bei der Zertifizierungsstelle zu hinterlegen und werden im Datenblatt mit ausgewiesen.

Tabelle 1: Eigenschaften von Betonstahl nach Norm SIA 262:2013

Betonstahl	B500A	B500B	B500C	B700B	Fraktil ⁴⁾
Duktilitätsklasse	A	B	C	B	
Fliessgrenze $f_{sk}^{2)}$ [N/mm ²]	500	500	500	700	5%
Verhältnis $(f_t/f_s)_k$	$\geq 1,05$ ³⁾	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 \dots \leq 1,35$	$\geq 1,08$	10%
Dehnung bei Höchstlast ε_{uk} [%]	$\geq 2,5$ ³⁾	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 5,0$	10%
Abweichung vom Nennwert der Masse	$\pm 6.0\%$ für $\varnothing \leq 8$ mm $\pm 4.5\%$ für $\varnothing > 8$ mm				-
Oberfläche	hoch gerippt				
Bezogene Rippen- fläche f_R	5 mm < $\varnothing \leq 6$ mm = 0.035 6.5 mm < $\varnothing \leq 12$ mm = 0.040 $\varnothing > 12$ mm = 0.056				-
Die Ermüdungsfestigkeit gilt als erfüllt, wenn folgende Bedingungen gegeben sind:					
	<ul style="list-style-type: none"> - Oberspannung 300 N/mm² - Schwingbreite 150 N/mm² - erreichte Lastspiele $2 \cdot 10^6$ - 3 gültige Versuche aus einer Stichprobe von 5 ⁴⁾ 				10%

- Legende:
- 1) Fraktilwerte bei einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von $w = 90\%$
 - 2) Der mit Prüfungen festgestellte maximal Wert darf $1,3 \cdot f_{sk}$ nicht überschreiten.
Bei nichtrostenden Betonstählen ist f_{sk} typenabhängig. Der jeweilige charakteristische Wert wird im Betonstahlregister angegeben.
 - 3) Für Stäbe mit $\varnothing < 6$ mm gelten: $(f_t/f_s)_k \geq 1,03$ und $\varepsilon_{uk} \geq 2,0\%$
 - 4) gemäss Festlegungen der SIA Arbeitsgruppe „Betonstahl“

Der Nachweis der Schweiseseignung von unlegiertem Stahl / Schwarzstahl ist aufgrund der chemischen Zusammensetzung gegeben und wird über Bildung des Kohlenstoffäquivalents nachgewiesen.

Die Schweiseseignung von **NRB** muss gesondert nachgewiesen werden. Es gelten der Absatz 4.2.7 und Abs. 7.2. im SIA Merkblatt 2029.

4. Erstmalige Prüfung

Der Prüfumfang an unlegiertem Betonstahl / Schwarzstahl richtet sich nach den in Norm EN 10080 Ziffer 8.2 spezifizierten Angaben sowie den Festlegungen der SIA Arbeitsgruppe Betonstahl.

Der Prüfumfang bei **NRB** orientiert sich am aktuellen Entwurf des TC104 (EC104031). Die Festlegungen berücksichtigen die Anzahl verfügbarer Chargen ab Herstellwerk.

Die Proben sollen von jedem Fertigungsprozess entnommen werden.

Es werden Versuche am Vollquerschnitt vorgeschrieben (vgl. Abs. 6.2.2). Aufgrund der teilweise sehr geringen Produktionsmengen sind auch Prüfungen aus nur einer Stahlcharge möglich.

Im Vergleich mit unlegiertem Betonstahl / Schwarzstahl kann der Prüfumfang beim **NRB** variabel sein.

Die Art und Anzahl der Versuche am **NRB** ist gemäss Tabelle 2 und Tabelle 3 zu ermitteln. Sie orientieren sich an den verfügbaren Chargen und Abmessungen ab Herstellwerk. Der Prüfumfang wurde dem bisher in der Schweiz gängigen Verfahren für unlegiertem Stahl / Schwarzstahl angelehnt. Der Prüfumfang der mechanischen Eigenschaften wird beim Fremdüberwacher um 50% reduziert (abweichend zur EN 10080). Um den erforderlichen Prüfumfang zu garantieren, werden parallel dazu Prüfungen im Werkslabor beim Hersteller durchgeführt. Unabhängig von der Anzahl verfügbarer Chargen und Abmessungen bleibt die Obergrenze bei den **NRB** dabei bei maximal 5 Versuche je Charge und Abmessung (Tabelle 4).

Tabelle 2: Art und Anzahl der Versuche während der Erstprüfung an **NRB**

Mech. Eigenschaften	in der Summe mind. 45 Versuche im Rahmen der Fremdüberwachung, gleichmässig verteilt über die verfügbaren Chargen und Abmessungen
Biegefähigkeit	3 Versuche je Charge
Rippenmessung	3 Versuche je Charge
Chemische Analyse	1 Analyse je Charge
Dauerschwingversuch	5 aus 7 von einer Serie, je Abmessung

Tabelle 3: Matrix zur Ermittlung der Anzahl Zugversuche zur Bestimmung der mech. Eigenschaften

	Ø1	Ø1	Ø1	Ø2	Ø2	Ø2	Ø3	Ø3	Ø3
S1	5	8	15	5	8	15	5	8	15
S2	5	8	-	5	8	-	5	8	-
S3	5	-	-	5	-	-	5	-	-

S1	8	12	23	8	12	23
S2	8	12	-	8	12	-
S3	8	-	-	8	-	-

S1	15	23	45
S2	15	23	-
S3	15	-	-

S: Schmelze
 Ø: Abmessung

Sollen zu einem späteren Zeitpunkt Abmessungen eines Produktes und damit die Angebotspalette erweitert werden, so gelten für diese Abmessungen die Bedingungen einer erstmaligen Prüfung.

Tabelle 4: Art und Anzahl der Versuche während der Erstprüfung beim Hersteller

	Stab/Ringmaterial
Durchmesser	je nach Produktionsumfang
Anzahl	je nach Produktionsumfang
Mech. Eigenschaften	Anzahl Proben je Schmelze und je Abmessung
	R _e 5
	R _m /R _e 5
	A _{gt} 5

Bei der Abweichung vom Nenn-Querschnitt gelten die gleichen Regelungen wie bei unlegiertem Stahl / Schwarzstahl gemäss EN 10080:2005 und SIA262:2013 (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Zulässige Abweichung vom Nenn-Querschnitt

	Zulässige Toleranzen f. NRB SIA262/EN10080	
zulässige Abweichung	für Ø ≤ 8 mm	± 6.0 %
	für Ø > 8 mm	± 4.5 %

Oberflächengestalt / Rippenmessung

Die Verbundeigenschaften des gerippten Betonstahls werden über die bezogene Rippenfläche beurteilt. Bei dem Mass der bezogenen Rippenfläche gelten die gleichen Regelungen wie bei unlegiertem Stahl / Schwarzstahl gemäss EN 10080:2005 und SIA262:2013 (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Mindestmass der bezogenen Rippenfläche f_R

	Mindestmass für f_R an NRB SIA262/EN10080
bezogene Rippenfläche f_R	$5 \text{ mm} < \emptyset \leq 6 \text{ mm} \quad = 0.035$ $6.5 \text{ mm} < \emptyset \leq 12 \text{ mm} \quad = 0.040$ $\emptyset > 12 \text{ mm} \quad = 0.056$

Bei der Form und Ausbildung der Rippenreihen gelten die Angaben der EN10080.

Nachweis der Biegefähigkeit

Bei unlegiertem Betonstahl / Schwarzstahl werden bei der gegenwärtigen Überwachungspraxis Biege- und Rückbiegeversuche mit den Dorndurchmesser entsprechend dem Rückbiegeversuch nach EN 10080:2005 durchgeführt. Der Biegewinkel beträgt abweichend anstatt 90° ca. 150° und der Rückbiegewinkel anstatt 20° ca. 120° . Für **NRB** gelten die gleichen Festlegungen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Biege- und Alterungs-Rückbiegeversuch

Abmessung NRB	Biege- und Rückbiegeversuch/ SIA262:2013
$d \leq 16\text{mm}$	Dorndurchmesser 5·d
$d > 16 \leq 25\text{mm}$	Dorndurchmesser 8·d
$d > 25\text{mm}$	Dorndurchmesser 10·d

Low cycle fatigue Test

Bislang wird dieser Versuch in der Schweiz nicht gefordert.

Versuch unter erhöhter Temperatur

Bislang wird dieser Versuch in der Schweiz nicht gefordert.

5. Fremdüberwachung

Die Fremdüberwachung beim unlegierten Stahl / Schwarzstahl richtet sich nach den in Norm EN 10080 Ziffer 8.3 spezifizierten Angaben und wird durch die Empa 1 mal pro Kalenderjahr durchgeführt. Voraussetzung ist ein gültiger Überwachungsvertrag mit der Empa.

Das Audit (Werksbesuch) beinhaltet die Kontrolle des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle (Eigenüberwachung) und die Probennahme für die Stichprobenprüfungen.

Beim **NRB** gelten die Regelungen analog ausser dass sich die Probeentnahme an der Produktionsmenge, am angebotenen Produktbereich und an dem zum Zeitpunkt des Audits verfügbaren Abmessungen und Schmelzen orientiert (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9). Über einen Zeitraum von 5 Jahren soll das gesamte Spektrum des zugelassenen Durchmesserbereiches von der Fremdüberwachung erfasst werden.

Das Audit mit Probennahme erfolgt mindestens 1 mal jährlich bei einer Produktionsmenge von bis zu 5000 Tonnen. Ist die Produktionsmenge > 5000 Tonnen, so wird das Herstellwerk 2 mal jährlich auditiert.

Die Anerkennung von Prüfergebnissen liegt im Ermessensspielraum der Zertifizierungsstelle unter Voraussetzung der Gegenseitigkeit.

Produktionslose die bereits im Rahmen einer Fremdüberwachung eindeutig belegbar geprüft und innerhalb des Überwachungszeitraums nicht verkauft wurden, müssen in einer laufenden Überwachungsperiode nicht zwingend erneut geprüft werden. Die zuvor ermittelten Ergebnisse können anerkannt und der Registereintrag kann somit auf Antrag des Herstellwerkes verlängert werden.

Tabelle 8: Art und Anzahl der Versuche während der laufenden Überwachung von **NRB**

Mech. Eigenschaften	in der Summe mind. 30 Versuche im Rahmen der Fremdüberwachung, gleichmässig verteilt über die verfügbaren Chargen und Abmessungen
Biegefähigkeit	1 Versuche je Charge
Rippenmessung	1 Versuche je Charge
Chemische Analyse	1 Analyse je Charge
Dauerschwingversuch	5 aus 7 von einer Serie, je Abmessung

Tabelle 9: Matrix zur Ermittlung der Anzahl Zugversuche zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften während der laufenden Überwachung

	Ø1	Ø1	Ø1	Ø2	Ø2	Ø2
S1	5	8	15	5	8	15
S2	5	8	-	5	8	-
S3	5	-	-	5	-	-

S1	10	15	30
S2	10	15	-
S3	10	-	-

S: Schmelze
 Ø: Abmessung

6. Eigenüberwachung - WPK

Die Eigenüberwachung von unlegiertem Stahl / Schwarzstahl richtet sich in Art und Umfang nach den in Norm EN10080 Ziffer 8.1. festgelegten Bedingungen für die werkseigene Produktionskontrolle (WPK).

Die Eigenüberwachung von **NRB** richtet sich in Art und Umfang nach den in Norm EC 104031 Ziffer 6.3 festgelegten Bedingungen.

Die Ergebnisse sind zu protokollieren und statistisch auszuwerten.

7. Normkonformität

Der Hersteller erhält nach erfolgter Prüfung einen Prüf- und Bewertungsbericht. Falls die Ergebnisse die Anforderungswerte die Vorgaben nicht erfüllen, kann dem Hersteller keine Normkonformität bestätigt werden. Es müssen vom Hersteller geeignete Massnahmen getroffen werden, um die erkannten Mängel zu korrigieren.

Werden die in den Normen geforderten Eigenschaften als erfüllt betrachtet, wird dem Hersteller ein Zertifikat ausgestellt und das Betonstahlprodukt wird im Register normkonformer nichtrostender Betonstähle nach Norm SIA 262:2013 geführt.

8. Kostenregelung

Die Kosten für die erstmalige Prüfung und die laufende Überwachung der Empa werden nach geltenden Tariflisten und Empa-Ansätzen zuzüglich einer allfälligen Mehrwertsteuer (MWST) in Rechnung gestellt. Die Empa stellt Rechnung an den Auftraggeber, zahlbar innert 30 Tagen.

Der aktuelle Kosten- und Prüfumfang wird dem Anbieter vor Beginn des Zertifizierungsverfahrens mitgeteilt.

9. Ablauf eines Zertifizierungsverfahrens

Der Hersteller muss in der Lage sein nichtrostenden Betonstahlprodukte mit gleichbleibender Qualität und den zugesicherten Eigenschaften zu produzieren. Er muss über eine normgemässe Eigenüberwachung verfügen.