

Nevoga GmbH  
Znaimerstr. 4  
D-83395 Freilassing

## **Bericht Nr. 460'353 /2**

**Auftrag:** Schlagtests an Sicherheitsprofilen für Anschlussbewehrungseisen

Untersuchungsobjekt: Sicherheitsprofile mit dem Markennamen NEVOSAFE-PLUS®

Kundenreferenz: Herr F. Kiener/Herr P. Schuler (Debrunner Koenig Management AG)

Ihr Auftrag vom: 12.03.2012

Eingang der Prüfbjekte: 30.03.2012 und 27.04.2012 (Sicherheitsprofile)

Ausführung der Prüfung: 30.03.2012 und 27.04.2012

Anzahl Seiten: 8

Beilagen: -

Versand: 3 Exemplare an Adressat

Archivierung: Die Prüfkörper wurden vom Auftraggeber abgeholt.

### **Zusammenfassung**

Das Sicherheitsprofil NEVOSAFE-PLUS® wurde für den Bau entwickelt. Dieses wird auf Anschlussbewehrungseisen aufgesteckt, um einen stürzenden Bauarbeiter vor Aufspiessen zu schützen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war zu überprüfen, ob das Sicherheitsprofil, welches auf vertikal stehende Bewehrungseisen der Durchmesser 8, 10, 12, 14 und 16 mm mit praxisüblichen Stababständen aufgesteckt wird, den Schlag durch einen kompakten, 100 kg schweren, aus 3 m Höhe zentrisch herabstürzenden Sandsack widersteht.

**Bei allen Tests wurde der - mit dem Sandsack simulierte - Bauarbeiter vor Aufspiessen geschützt. Die getesteten Sicherheitsprofile erfüllen vollumfänglich die definierten Anforderungen.**

---

Dübendorf, 09.05.2012

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt  
Abt. Mechanical Systems Engineering

Versuchstechnik:  
H. Michel

Projektleiter:                      Abteilungsleiter Stv.

Dr. G. Piskoty

Dr. G. Kovacs

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Prüfbedingungen und Versuchsanordnung .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Versuchsmaterial .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Organisatorisches.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Versuchsablauf.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Versuchsergebnisse.....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Beurteilung .....</b>	<b>8</b>

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Bild 1:	Versuchsanordnung. Aufnahme während der Kontrolle der Fallhöhe des Sandsackes. ....	4
Bild 2:	Anordnung der Bewehrungseisen je nach deren Durchmesser. ....	5
Bild 3:	Zwei typische Beispiele für scharfkantig geschnittenes Ende des Bewehrungseisens.....	6
Bild 4:	Typische Schadensbilder je Bewehrungseisen-Durchmesser (BE: Bewehrungseisen).....	7

# 1 AUFGABENSTELLUNG

Das Sicherheitsprofil NEVOSAFE-PLUS® wurde für den Bau entwickelt. Dieses wird auf Anschlussbewehrungseisen aufgesteckt, um einen stürzenden Bauarbeiter vor Aufspiessen zu schützen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die Schutzwirkung der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Profile vor Aufspiessen unter den vom Auftraggeber definierten Randbedingungen zu überprüfen.

# 2 PRÜFBEDINGUNGEN UND VERSUCHSANORDNUNG

Die Versuchsanordnung ist in Bild 1 dargestellt. Die wesentlichen Randbedingungen waren:

- Masse des Sandsackes: Nennwert  $m = 100$  kg (effektiv ca. 102 kg), kontrolliert mit der Digitalwaage „Dynafor“ (Log. Nr. 121-25.016). Die kompakte Einheit wurde mithilfe einer starken Kunststoffhülle und kreuzweise verlaufenden Zuggurten gebildet.
- Nennmasse des Sandsackes (Länge x Breite x Höhe, gerundete mittlere Werte):
  - bei Bewehrungseisen mit  $\varnothing 8 - 14$  mm: 600 mm x 600 mm x 300 mm, siehe Bild 4/d
  - bei Bewehrungseisen mit  $\varnothing 16$ mm: 600 mm x 400 mm x 350 mm, siehe Bild 2/e
- Ausrichtung des Sandsackes zum Sicherheitsprofil: Aufprallkontakt näherungsweise entlang der langen Symmetrieachse der Sackbodenfläche (leichte Streuung wegen horizontale Verschiebungen und Rotation des Sandsackes während des freien Falls).
- Freie Fallhöhe des Sandsackes bis zum Aufprall: Nennwert 3 m, effektiv 3.01 - 3.03 m. Die Fallhöhe wurde vor jedem Versuch mit einer 3 m langen Holzlatte kontrolliert.
- Auslösung des Sandsackes aus dem hängenden Ruhezustand: schlagartig, durch Öffnen des Dreibackenfutters, in welchem der Haltebolzen eingespannt war.
- Anordnung der Bewehrungseisen: vertikal stehend, annähernd in der gleichen vertikalen Ebene, unten entweder in einbetonierten Gewindehülsen eingeschraubt oder in das Betonbohrloch gesteckt. Grundsätzlich kann die Befestigung der Bewehrungseisen zum Betonblock als biegesteif bezeichnet werden (hohe Knicklast der Bewehrungseisen).
- Durchmesser der Bewehrungseisen: 8, 10, 12, 14 und 16 mm.
- Anzahl der Bewehrungseisen: 4 oder 5 gemäss Tabelle 1.
- Abstand der Bewehrungseisen (Teilung): 150 mm bis 300 mm gemäss Tabelle 1. Die Abstände wurden vom Auftraggeber entsprechend den praxisüblichen Abständen festgelegt. Beim Bewehrungseisen-Durchmesser von 14 mm wurde ein Vorversuch mit einem eher unterdurchschnittlichem Abstand von 150 mm und drei Versuche mit einem konservativ-übermässigen Abstand von 300 mm durchgeführt. (Der praxistypische Abstand beim  $\varnothing 14$  mm beträgt gemäss Auskunft des Auftraggebers 200 mm.)
- Freie Länge der Bewehrungseisen: 450 – 670 mm gemäss Tabelle 1.
- Anzahl der Schlagversuche pro Bewehrungseisen-Durchmesser: 3 bis 10 gemäss Tabelle 1, festgelegt auf Basis folgender Versuchsstrategie: Falls die Stahleinlage des Schutzprofils bei den ersten 3 Versuchen mit dem jeweiligen Bewehrungseisen-Durchmesser nicht einreißt, werden keine weitere Versuche durchgeführt (offensichtlich deutliche Sicherheitsreserven).
- Endausbildung der Bewehrungseisen: leicht schräge scharfkantige Schnittflächen, Bild 3 (praxistypischer „worst case“). Diejenigen Bewehrungseisen, die durch den Schlag nennenswert verbogen wurden, wurden vor dem nächsten Versuch ausgewechselt (Tabelle 2).
- Umgebungstemperatur: ca. 23°C.

Durchmesser BE Ø [mm]	Anzahl BE [-]	Nennabstand BE [mm]	Nennlänge BE [mm]	Anzahl Versuche
8	5	150	450	3
10	5	150	500	3
12	4	200	670	3
14	5	150	650	1
	3	300	650	3
16	4	200	520	10

BE: Bewehrungsseisen

Tabelle 1: Versuchsparameter, die je nach Durchmesser der Bewehrungsseisen unterschiedlich waren.

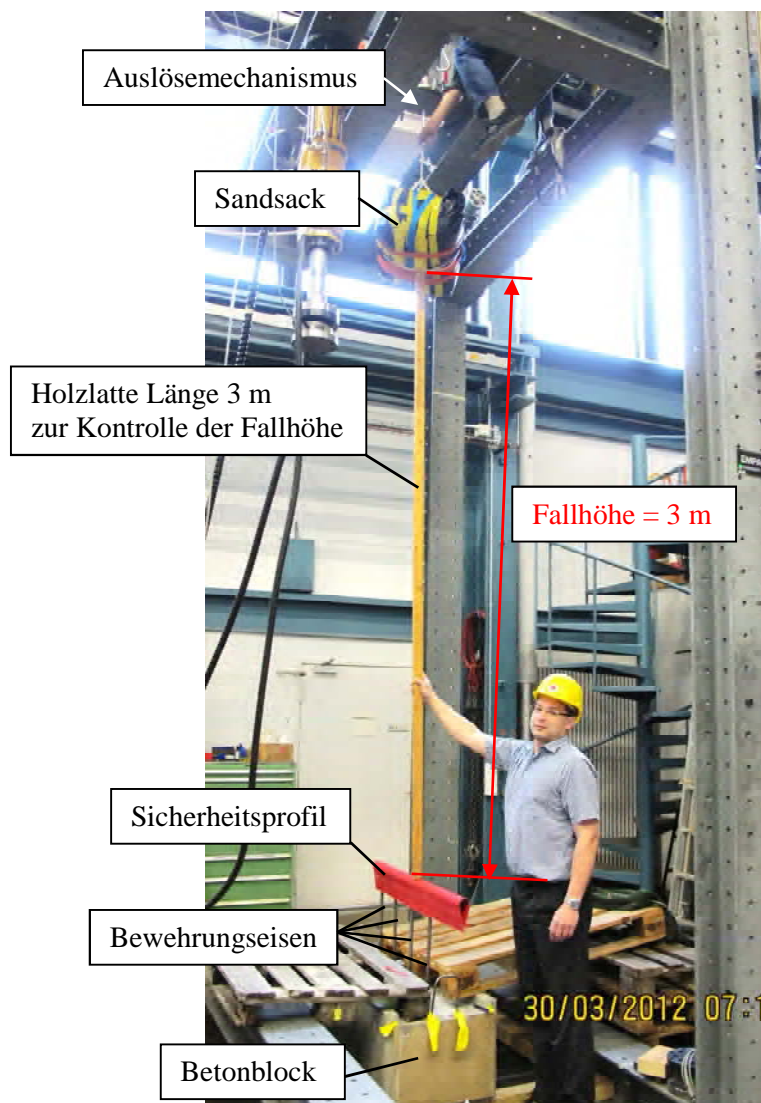
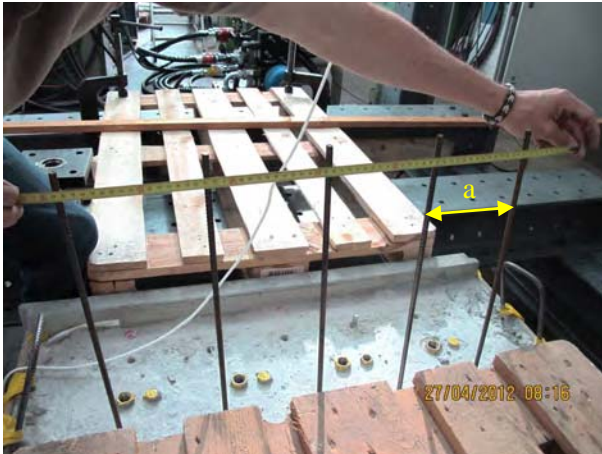
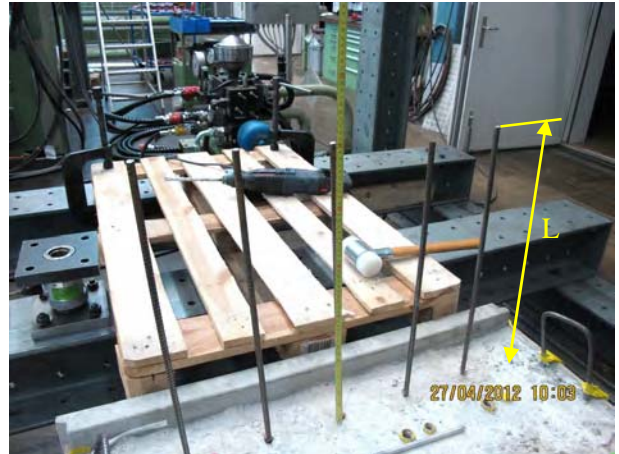


Bild 1: Versuchsanordnung. Aufnahme während der Kontrolle der Fallhöhe des Sandsackes.



a) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 8$  mm  
 $n = 5$ ,  $a = 150$  mm,  $L = 450$  mm



b) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 10$  mm  
 $n = 5$ ,  $a = 150$  mm,  $L = 500$  mm



c) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 12$  mm  
 $n = 4$ ,  $a = 200$  mm,  $L = 670$  mm



d) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 14$  mm  
für V01-14,  $n = 5$ ,  $a = 150$  mm,  $L = 650$  mm



e) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 14$  mm  
für V02/03/04-14,  $n = 3$ ,  $a = 300$  mm,  $L = 650$  mm



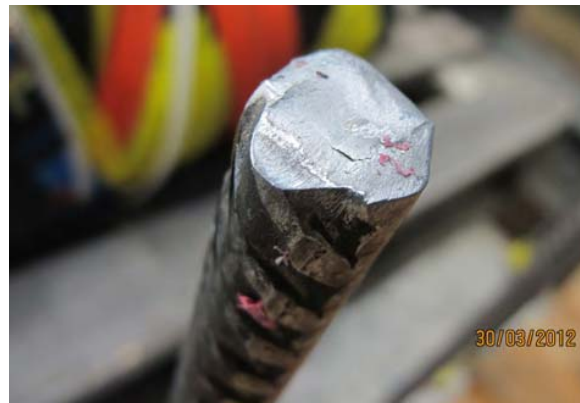
f) Anordnung der Bewehrungseisen mit  $\varnothing 16$  mm  
 $n = 4$ ,  $a = 200$  mm,  $L = 520$  mm

n: Anzahl    a: Nennabstand    L: freie Länge

Bild 2: Anordnung der Bewehrungseisen je nach deren Durchmesser.



a) Bewehrungsseisen mit  $\varnothing 10$  mm



b) Bewehrungsseisen mit  $\varnothing 16$  mm  
(Aufnahme nach 10 Schlagversuchen)

Bild 3: Zwei typische Beispiele für scharfkantig geschnittenes Ende des Bewehrungsseisens

### 3 VERSUCHSMATERIAL

Vom Auftraggeber wurde folgendes Material bereitgestellt:

- Sicherheitsprofile mit einer Länge von 1 m und Stahleinlagen-Stärke von 1.5 mm
- vorbereitete Bewehrungsstäbe (oben geschnitten)
- Materialien zur Herstellung des Sandsackes (ausser der Spanngurte)
- Betonblock zur Verankerung der Bewehrungsstäbe

### 4 ORGANISATORISCHES

Die Versuche fanden am 30.03.2012 und am 27.04.2012 in der Metallhalle der Empa Dübendorf statt. Anwesend waren folgende Personen:

- Herr F. Kiener, Auftraggeber (erster Versuchstag)
- Herr P. Schuler, Auftraggeber (zweiter Versuchstag)
- Herr H. Simon, Auftraggeber (zweiter Versuchstag)
- Herr H. Michel, Empa (beide Versuchstage)
- Herr G. Piskoty, Empa (beide Versuchstage)

Die Versuchsdurchführung, inkl. Kontrolle der wesentlichen Parameter, wie Fallhöhe, Zentrierung des Sandsackes sowie die Auswertung der durch den Schlag erzeugten Beschädigungen an den Sicherheitsprofilen, erfolgte durch die Empa-Mitarbeiter. Die Mitarbeiter des Auftraggebers leisteten handwerkliche Hilfe, ohne Einflussnahme auf die Resultate oder auf deren Auswertung.

### 5 VERSUCHSABLAUF

Das Sicherheitsprofil wurde auf die Bewehrungsseisen gesteckt. Der über die Bewehrungsseisen zentrisch aufgehängte Sandsack wurde schlagartig ausgelöst. Nach dem vertikalen Aufprall auf dem Sicherheitsprofil wurde visuell beurteilt, ob der Sandsack, bzw. der damit simulierte stürzende Bauarbeiter, durch das Sicherheitsprofil vor Aufspiessen geschützt wurde.

## 6 VERSUCHSRESULTATE

In Bild 4 sind typische Schadensbilder im Falle der einzelnen Bewehrungsseisen-Durchmesser ersichtlich. Bei den Versuchen mit Bewehrungsseisen-Durchmessern  $\varnothing 8$  und  $\varnothing 10$  mm knickten die Bewehrungsseisen deutlich aus. Die Kunststoffschale des Schutzprofils wurde teils lokal durch Risse oder durch plastische Deformation beschädigt. Die Stahleinlage wurde im Falle der Bewehrungsseisen mit  $\varnothing 16$  mm an einzelnen Kontaktstellen mit den Eisenspitzen eingerissen; bei anderen Fällen lag nur eine mehr oder weniger ausgeprägte Druckstelle (Abdruck der Eisenspitze), gepaart lokaler plastischer Deformation der Stahleinlage, vor. **In keinem der getesteten Fälle wäre ein - durch den Sandsack simulierte - Bauarbeiter durch aufspiesen verletzt worden.**



a) Versuch V01-08 (BE  $\varnothing 8$  mm)



b) Versuch V02-10 (BE  $\varnothing 10$  mm)



c) Versuch V03-12 (BE  $\varnothing 12$  mm)



d) Versuch V03-14 (BE  $\varnothing 14$  mm)  
und BE-Abstand 300 mm



e) Versuch V03-14 (wie Bild d)  
Foto nach Entfernen des Sackes



f) Versuche V06-16 und V07-16 (BE  $\varnothing 16$  mm)  
mit dem gleichen Profil  
Pfeile: Druckstellen durch den Versuch V06-16

Ø BE [mm]	Versuch Nr.	Bewehrungseisen	Aufspiessen
8	V01-08	alle neu	NEIN
	V02-08	alle neu	NEIN
	V03-08	alle neu	NEIN
10	V01-10	alle neu	NEIN
	V02-10	alle neu	NEIN
	V03-10	alle neu	NEIN
12	V01-12	alle neu	NEIN
	V02-12	wie vorher	NEIN
	V03-12	alle neu	NEIN
14	V01-14	alle neu <sup>b</sup>	NEIN
	V02-14	wie vorher <sup>c</sup>	NEIN
	V03-14	wie vorher	NEIN
	V04-14	wie vorher	NEIN
16	V01-16	alle neu	NEIN
	V02-16	wie vorher	NEIN
	V03-16 <sup>a</sup>	wie vorher	NEIN
	V04-16	wie vorher	NEIN
	V05-16 <sup>a</sup>	wie vorher	NEIN
	V06-16	wie vorher	NEIN
	V07-16 <sup>a</sup>	wie vorher	NEIN
	V08-16	wie vorher	NEIN
	V09-16 <sup>a</sup>	wie vorher	NEIN
	V10-16	wie vorher	NEIN

<sup>a</sup> das gleiche Profil wie beim vorherigen Versuch, um 100 mm versetzt (erkennbar in Bild 4/f)  
 Die anderen Versuche wurden mit einem unbenutzten Sicherheitsprofil durchgeführt.

<sup>b</sup> 5 Bewehrungseisen, Teilung 150 mm

<sup>c</sup> 3 Bewehrungseisen, Teilung 300 mm (2 Stäbe des Versuches V01-14 deaktiviert, Bild 2/e)

BE: Bewehrungseisen

Tabelle 2: Zusammenfassung der Testresultate.

## 7 BEURTEILUNG

Bei allen Tests wurde ein mit dem Sandsack simulierte Bauarbeiter verlässlich vor Aufspiessen geschützt. Die getesteten Sicherheitsprofile erfüllten vollumfänglich die vom Auftraggeber definierten Anforderungen.