

**Technischer Bericht Nr. 2014-055**  
**Notwendige Prüfungen eines LWL-Erdseiles zum**  
**Nachweis der**  
**Funktionsfähigkeit für den deutschen Markt**

**Auftraggeber:** Energolnno GmbH  
Alte Jacobstraße 77 CD  
10179 Berlin

**Gegenstand:** Stahl-Lichtwellenleiter-Erdseil nach Unterlagen der Fa. Energolnno

**Verfasser:** Dipl.-Ing. Wolfgang Marthen

**Datum:** Juli-August 2014

SAG GmbH  
Leitungsbau  
Versuchs- und Technologiezentrum, Pittlerstraße 44, 63225 Langen  
Telefon: +49 6103/7600-0, Fax: +49 6103/7600-149

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'W. Marthen', written over a dotted line.

Marthen

Unterfinger

Dieser Bericht enthält: 14 Seiten mit 2 Tabellen, - Abbildungen, - Diagrammen, dazu - Anhänge und - Anlagen

Die Prüfungsergebnisse dieses Berichts beziehen sich nur auf die im Einzelnen genau bezeichneten Prüfgegenstände. Die Vervielfältigung dieses Berichts - auch auszugsweise - bedarf der schriftlichen Genehmigung durch: SAG GmbH, Versuchs- und Technologiezentrum.  
Elektronische Versionen werden auf Wunsch des Auftraggebers erstellt. In Zweifelsfällen gilt die gedruckte und unterschriebene Fassung.

## **1 Zusammenfassung**

Im Juli 2014 wurde im Auftrag der Fa. EnergoInno, Berlin, vom Versuchs- und Technologiezentrum der SAG GmbH, Langen, eine Studie für die Einschätzung der Nutzbarkeit von Stahlseilen mit Lichtwellenleitern durchgeführt.

Das Ziel dieser Studie war es, die technischen Voraussetzungen zu bestimmen und einzugrenzen, um einen hochfesten Stahl-Lichtwellenleiter-Erdseil auf den deutschen Markt zu bringen.

Diese Studie wurde in drei Punkte unterteilt:

- Analyse der vorliegenden russischen Testergebnisse und Darstellung der analogen Testforderungen ( Testergebniserwartungen) in Deutschland,
- Daraus abgeleitet die Bestimmung der noch durchzuführenden Tests
- Analyse des deutschen Marktes zur Einsetzbarkeit dieser Konstruktion in Deutschland

Die Studie basiert in erster Linie auf den aktuellen und gültigen Normen, die in Deutschland gelten. Der Vergleich der Anforderungen an OPGW auf der Basis von überlassenen Prüfberichten zeigen vergleichbare Größen zwischen DIN (IEC) Standards und den vorgenommenen Untersuchungen. Für eine Qualifizierung für den deutschen (europäischen) Markt, werden die Ergebnisse aus russischen Labors nicht anerkannt und daher Prüfungen für jeden Seiltyp erforderlich. Die Prüfungen beinhalten auch Untersuchungen der entsprechenden Armaturen. Die in Russland eingesetzte Spiraltechnik für Abspannungen erscheint im Überblick vergleichbar zu den hier verwendeten Typen.

Die Qualität der Glasfasern und des schützenden Gels würden skeptisch betrachtet und intensiv überprüft werden. Die Technologie mit Multimodefasern und Wellenlängen von 1310 nm und 1550 nm erscheint vergleichbar, die Beurteilung der Glasfasertechnik liegt aber nicht in der Kernkompetenz unseres Labors.

Der erforderliche Prüfaufwand würde sich nur bei einer nennenswerten Projektgröße lohnen.

Technologisch wird ein reines Stahl OPGW wegen der hohen zu beherrschenden Kurzschlussströme im deutschen Netz nahezu keinen Einsatz finden.

Auch die Marktsituation für OPGW ist skeptisch einzuschätzen, dies wäre ggf. durch andere Kanäle zu verifizieren.

## **2 Einleitung**

Im Juli 2014 wurde im Auftrag der Fa. EnergoInno, Berlin, vom Versuchs- und Technologiezentrum der SAG GmbH, Langen, eine Studie für die, als Endauftraggeber, durchgeführt.

Das Ziel dieser Studie war es, die technischen Voraussetzungen zu bestimmen und einzugrenzen, um einen hochfesten Stahl-Lichtwellenleiter-Erdseil auf den deutschen Markt zu bringen.

## **3 Verwendete Unterlagen**

Folgende Unterlagen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

1. Testbericht Nr. IZ 5134/2014 des Labors */Name unbekannt/*, Moskau über Prüfungen an einem Erdseil mit Lichtwellenleitern Typ 11,0/E1(12) –C-M3-B- OЖ-H-P -180
2. Notiz von EnergoInno: Erläuterung der Nomenklatur für Seile und Klemmen
3. DIN EN 60794-1-2: 07-2004, Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel (IEC 60794-1-2:2003)
4. DIN EN 60794-4:05-2004, Lichtwellenleiterkabel – Teil 4: Rahmenspezifikation – Lichtwellenleiter-Luftkabel auf Starkstromfreileitungen (IEC 60794-4:2003)
5. DIN EN 60794-4-10: 01-2008, Lichtwellenleiterkabel – Teil 4-10: Lichtwellenleiter-Erdseile auf Starkstromleitungen – Familienspezifikation für OPGW (Optical Ground Wires) (IEC 60794-4-10:2006)

## **4 Analyse der vorliegenden russischen Testergebnisse und Darstellung der analogen Testforderungen in Deutschland**

### **4.1 Durchgeführte Prüfungen**

Nach den überlassenen Unterlagen wurden Prüfungen durchgeführt, die in der nachfolgenden Tabelle 1 den Anforderungen europäischer Norm gegenüber gestellt sind.

Unter der ID 1. folgende sind angaben für die Glasfasern gemacht und Forderungen gestellt. Außer den Angaben für die Dämpfung, die wohl erfüllt wurden, konnte keine Übereinstimmungen in den Anforderungen bzw. angegebenen Messungen gefunden werden, dieser Bereich gehört aber auch nicht zu unserem Kompetenzbereich.

Der Abschnitt 2.ff beschreibt Anforderungen an das Erdseil.

Für die Zugfestigkeit (2.1.1) gibt es in Europa für Leiter die Anforderung für den Nachweis mit Armaturen die zu vereinbaren sind, aber üblicherweise in ähnlicher Höhe wie bei den durchgeführten Prüfungen liegen.

Zum Nachweis der Verlegbarkeit wird eine Seilrollenprüfung (2.2.1) mit ähnlichem Aufbau wie im Prüfbericht durchgeführt, mit einer geringeren Anzahl von Zyklen und kleineren Biegewinkeln.

Eine Querdruckprüfung (2.2.4) wird derzeit für OPGW nicht gefordert.

Die Temperaturwechselprüfung (2.4.1) fordert nicht so tiefe Temperaturen ( $-40^{\circ}\text{C}$ ), aber es können höhere Temperaturen vereinbart werden z.B.  $85^{\circ}\text{C}$ , mit ähnlichen Zykluszeiten. Aus dem russischen Prüfbericht war die Länge der Probe nicht zu erkennen, gefordert sind hier mind. 10 Windungen des Seiles.

Die Längswasserdichtheitsprüfung (2.4.2) wird mit gleichen Prüfparametern gefordert.

Eine Prüfung für das Compound (Gel) (2.4.3) ist derzeit nicht für OPGW gefordert, allerdings könnte das bei einer Überarbeitung der Norm relevant werden.

Tabelle 1: Vergleich Prüfergebnisse

		<u>EN Normen</u>						<u>Testbericht Z 5134/2014</u>			
ID	Beschreibung	Norm	Ab-schnitt	Parameter	Anfor-derung	Bemerkung	Ab-schnitt	Parameter	Anforderung	Gemes-sen	
	<b>Seilaufbau</b>						3.2.1.1	Kerndraht aus Edelstahl mit 12 Glasfasern, 3 Lagen Stahldrähte			
1.13	Faserkennzeichnung / Farbenkennzeichnung	DIN EN 60794-4-10	4.4	entspr. IEC 60304			3.2.1.2				
1.14	Fasertyp						3.2.2.1				
1.15	Durchmesser d. Singlefeldes						3.2.2.1				
1.16	Länge des Wellenabschnittes						3.2.2.1				
1.17	Optischer Dämpfungskoeffizient	DIN EN 60794-4-10	4.2.1	Prüfverfahren nach IEC 60793-1-40	max. 0,45 dB/km 1310 nm oder 0,30 dB/km bei 1550 nm		3.2.2.1			0,192 - 0,212 bei 1550 nm Anforderung erfüllt	
1.20	chromatischer Dispersionskoeffizient						3.2.2.1				
1.21	Neigung der Dispersionscharakteristik						3.2.2.1				
1.22	Koeffizient	DIN EN		Prüfverfahren			3.2.2.1				

		<b>EN Normen</b>					<b>Testbericht Z 5134/2014</b>			
ID	Beschreibung	Norm	Ab-schnitt	Parameter	Anfor-derung	Bemerkung	Ab-schnitt	Parameter	Anforderung	Gemes-sen
	polarisierte Singlemode Dispersion	60794-4-10		nach IEC 60793-1-48						
1.23	Reflexions-dämpfung						3.2.2.1			
1.24	Dämpfungsanstieg durch Microbiegung						3.2.2.1			
1.26	Abweichung der Kernkonzentrität						3.2.2.3			
1.27	Durchm. der Hülle						3.2.2.3			
1.28	Ovalität d. Hülle						3.2.2.3			
1.29	Durchmesser der Schutzhülle	DIN EN 60794-4-10					3.2.2.3			
2.1.1	Zugfestigkeit	DIN EN 60794-4-10 IEC 60794-1-2 E1	IEC 60794-4, 9.2	zu vereinbaren	zu vereinbaren	2 Meßverfahren: E1A Dämpfungsänderung, E1B Faserzugdehnung	3.2.3.1	40% RTS für 60 min, 85% RTS für 1 min	Anstieg d. Dämpfungskoeffizienten < 0,05 dB/km	erfüllt
2.2.1	Seilrollenprüfung	DIN EN 60794-4-10 DIN EN 60794-4-9.4.1 IEC	IEC 60794-1-2 E18	Prüfverfahren ist zu Vereinbaren, üblich 15 Zyklen 15% RTS Biegewinkel 30°	Ovalität nach der Prüfung < 20%	Vorschlag : Verfahren 4 der DIN EN 60794-1-2	3.2.3.3	90° Umlenkung, 20 Zyklen, Rolle 20xd, 10 kg Zugkraft (entspr.	keine sichtbare Beschädigung, Anstieg d. Dämpfungskoeffizienten < 0,05 dB/km	härttere Anforderung erfüllt

		<b>EN Normen</b>						<b>Testbericht Z 5134/2014</b>			
ID	Beschreibung	Norm	Ab-schnitt	Parameter	Anfor-derung	Bemerkung	Ab-schnitt	Parameter	Anforderung	Gemes-sen	
2.2.4	Querdruck	DIN EN 60794-4 IEC 60794-1-2 E3			nicht gefordert		3.2.3.2	20 kN / 100 mm, 10 min, 3 Prüfungen	keine sichtbare Beschädigung, Anstieg d. Dämpfungskoeffizienten < 0,05 dB/km	o.k.	
2.4.1	Temperaturwechsel	DIN EN 60794-4 IEC 60794-1-2 F1 IEEEE 1138		ca. 10 Windungen auf Spule, Temperaturen sind zu vereinbaren, z.B. TA = -40°C TB = +55°C oder +85°C t1 = 12h.	zu vereinbaren, i.d.R. Begrenzung der Änderung der Dämpfung	Prüfung ist zu vereinbaren	3.2.4 und 3.2.5 und 3.2.6	70°C, 15 h -60°C 15 h, 3 Zyklen Länge unbekannt	Anstieg d. Dämpfungskoeffizienten < 0,05 dB/km	0,05 dB/km nach 3. Zyklus!	
2.4.2	Längswasserdichtigkeit /Schutz vor in Kabelrichtung eindringendes Wasser	IEC 60794-4 IEC 60794-9.13 IEC 60794-1-2 F5B	9.8	Probe 1 m längere als zu prüfende Länge, max. 3m; an einem Ende Dichtung für 1 m Wassersäule, 24 h, 1m Wassersäule bei 20°C	Kein Wasseraustritt am offenen Ende		3.2.7	Probe 1 m längere als zu prüfende Länge, max. 3m; an einem Ende Dichtung für 1 m Wassersäule, 24 h, 1m	kein Wasseraustritt am offenen Ende	o.k.	

		<b><u>EN Normen</u></b>						<b><u>Testbericht Z 5134/2014</u></b>		
ID	Beschreibung	Norm	Ab-schnitt	Parameter	Anfor-derung	Bemerkung	Ab-schnitt	Parameter	Anforderung	Gemes-sen
2.4.3	Wasserabweisendes Compound	IEC 60794-1-2 E14	17	Proben von 0,3 m Länge werden über 24 h mit definierter Temperatur in Kammeraufgeheizt, ausfließendes Gel wird gewogen	nicht für OPGW		3.2.8	3 Proben a 0,3 m ; 24h bei 70°C,	kein Gelaustritt	o.k.