# Ingenieurbüro Energoservise

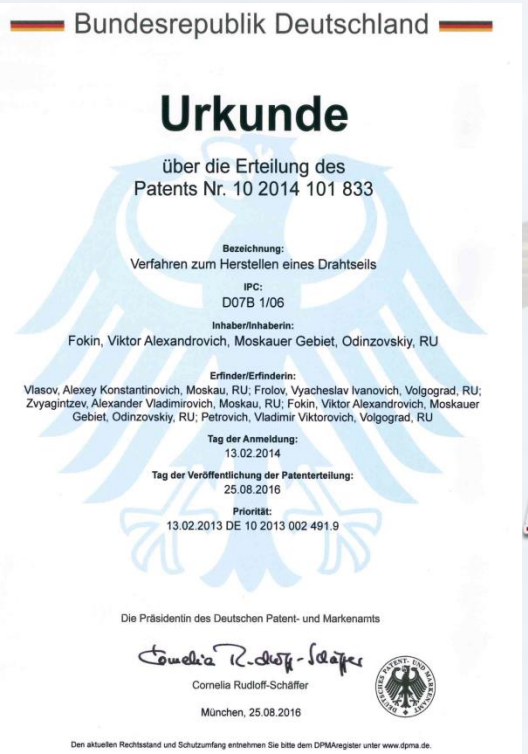
**Auszeichnung durch die AG „Rosseti“ als bestes realisiertes Innovationsprojekt in 2014.**

## Ein Komplex innovativer Produkte für Freileitungen von 35 - 750 kV

*Einfache Lösungen*
*für schwierige Aufgaben*

HANNOVER MESSE
79th GM MINSK 2015
cigré
VDE Testing and Certification
BNetzA

***Das neue Produktionsprinzip von verformten in eine Richtung gewundenen Leiterseilen und Erdseilen ( einschließlich OPGW) hat sich als sehr perspektivreiche Richtung in der Entwicklung von Produktionstechnologien für Leiterseile gezeigt. Besonders hervorzuheben sind: Die effektive Nutzung des vorhandenen Querschnitts, eine höhere mechanische Festigkeit und Leistungsfähigkeit bei sehr geringen Preisen, die Senkung der aerodynamischen Belastung und der Eisbildung, ein geringer Durchhang bei Belastung und eine ausgezeichnete Stabilität.***



Bundesrepublik Deutschland

**Urkunde**

über die Erteilung des
Patents Nr. 10 2014 101 833

**Bezeichnung:**
Verfahren zum Herstellen eines Drahtseils

**IPC:**
D07B 1/06

**Inhaber/Inhaberin:**
Fokin, Viktor Alexandrovich, Moskauer Gebiet, Odinzovskiy, RU

**Erfinder/Erfinderin:**
Vlasov, Alexey Konstantinovich, Moskau, RU; Frolov, Vyacheslav Ivanovich, Volgograd, RU; Zvyagintzev, Alexander Vladimirovich, Moskau, RU; Fokin, Viktor Alexandrovich, Moskauer Gebiet, Odinzovskiy, RU; Petrovich, Vladimir Viktorovich, Volgograd, RU

**Tag der Anmeldung:**
13.02.2014

**Tag der Veröffentlichung der Patenterteilung:**
25.08.2016

**Priorität:**
13.02.2013 DE 10 2013 002 491.9

Die Präsidentin des Deutschen Patent- und Markenamts

Cornelia Rudloff-Schäffer

München, 25.08.2016

Den aktuellen Rechtsstand und Schutzumfang entnehmen Sie bitte dem DPMAregister unter www.dpma.de.

# *Ein maximaler Füllgrad bei geringstem Verfahrensaufwand*

***22 Patente in Russland und Deutschland-DE102014101833***

**Realisiert-18,000 km Freileitungen**

VDE-Institut

**Projektbericht**
**Prüfablauf Aluminium-Stahl-Leiterseil**

Projektbericht zum Prüfablauf für ein Aluminium-Stahl-Leiterseil für Energiefreileitungen Typ ASHT 19.6-216/33-1 und zugehörigen Armaturen

Bei dem Leiterseil ASHT 19.6-216/33-1 handelt es sich um eine Neuentwicklung eines kompaktierten Hochtemperatur-Aluminium-Stahl-Leiters für Energiefreileitungen, für welchen ein Prüfprogramm entwickelt werden sollte.

Hersteller dieser Energiefreileitung ist die Severstal AG Filiale Volgograd (Russland).
Im Prüfablauf sollten sowohl die mechanischen als auch die elektrischen Eigenschaften, entsprechend der notwendigen, aktuellen europäischen Normen und Standards, begutachtet werden.

Im Rahmen des Projektverlaufs wurde eine Prüfmatrix erstellt, welche im Vorfeld mit verschiedenen namenhaften, akkreditierten Prüfinstituten erörtert wurde.

Für die Durchführung der Prüfungen wurden zwei international renommierte Unternehmen beauftragt:

Die mechanischen Prüfungen des Leiterseils inkl. der zugehörigen Armaturen wurde von Spie/SAG in Langen durchgeführt.

Mit den elektrischen Prüfungen wurde die FGH Engineering & Test GmbH in Mannheim beauftragt.

Das VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut führte dieses Projekt begleitend durch und war für das gesamte übergreifende Projektmanagement verantwortlich.

Die in der Prüfmatrix festgelegten Einzelprüfungen wurden zeitgerecht durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen.

Das Leiterseil deckt somit die wesentlichen Anforderungen des europäischen Marktes ab.

Einzelheiten zu der Durchführung, den Prüfaufbauten, den Ergebnissen und deren fachliche Kommentierung, finden sich in den jeweiligen Prüfberichten, im Anhang zu diesem Schreiben.

**Matthias Felber**

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
Merianstr.28
63069 Offenbach
Tel. +49 69 8306-806
matthias.felber@vde.com

www.vde.com/institut

# Das allgemeine technologische Prinzip - Plastische Verformung

Deutsches Patent- und Markenamt

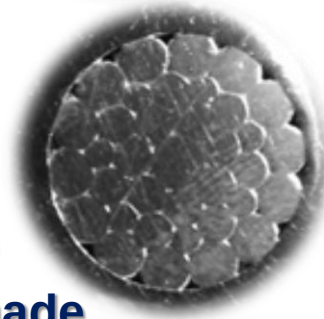
*Tested in Germany (in SAG ȣ FGH) under the control of VDE for compliance with DIN EN 50540, DIN EN 62004, 48207, 62568, IEC 61284, 61854, Cigré 426, DIN EN 62568, IEEE 1138*

**Produkte für neue bei der Konstruktion von Stromleitungen**

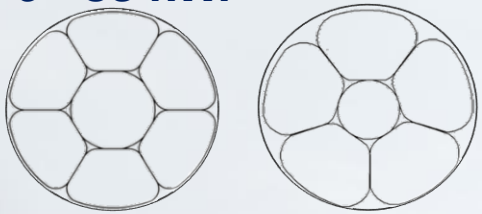
**Produkte für den Wiederaufbau alter OHL ohne Ersatz von Stützen**

**High temperature (ASHT, $t_{cw}$=150°C,$t_{max}$=210°C) and high strength (ASHS, $t_{max}$=90°C) performance**

*The cross sections for aluminum from 128 to 700 mm² for OHL 35 - 750 kW.*



*The cross sections for aluminum from 46 to 112mm² for overhead power lines 6 - 35 kW.*



**ANHS**

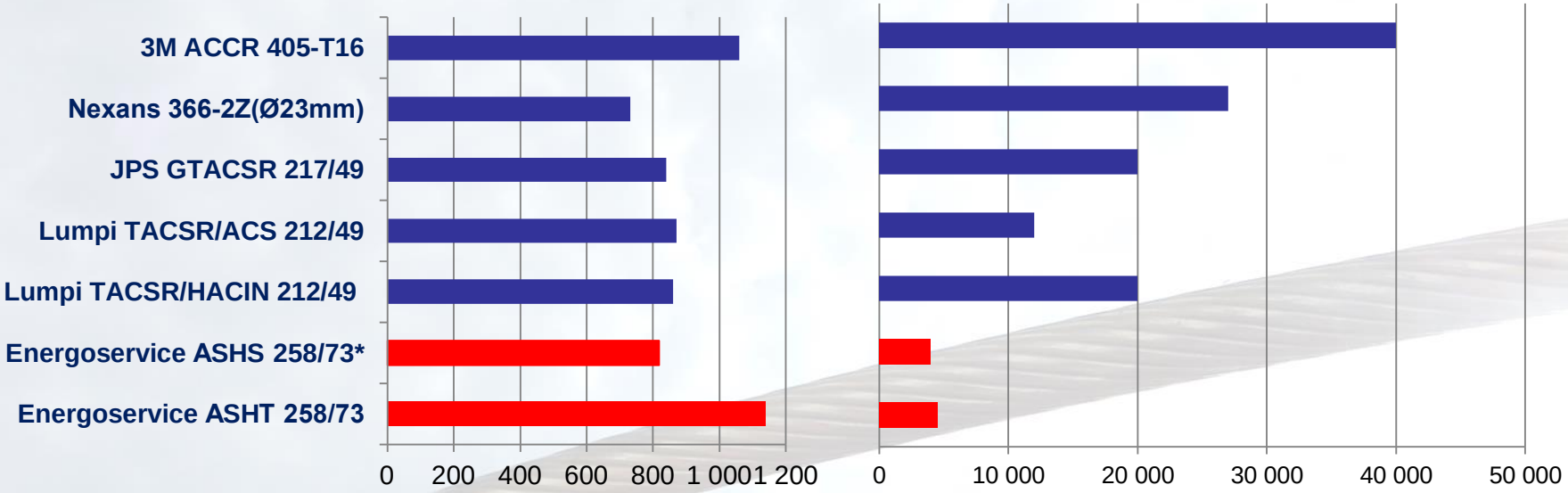
**Conductor made of high-strength aluminum alloy with no core. For overhead power lines 6 - 110 kW. ($t_{max}$=90°C)**

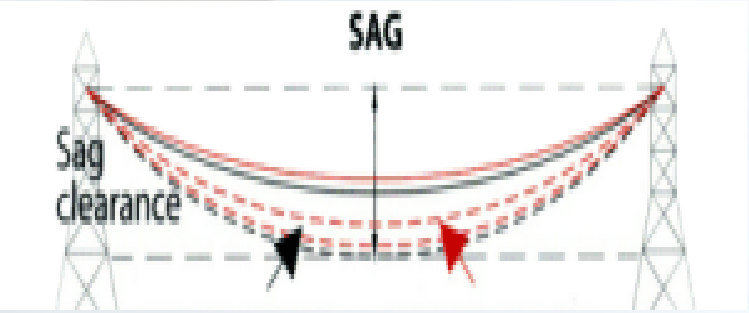
***Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass sich die Kosten für die Leiterseile bei Neubau und Rekonstruktion von Freileitungen mit der neuen Technologie im Rahmen der bisher verwendeten runden Seile bewegen.***

***Ein Vergleich der Leiterseile Ø 21mm, mit vergleichbaren Parametern.***

***Dauerhaft zulässiger Strom A***

***Preis, EUR/km***

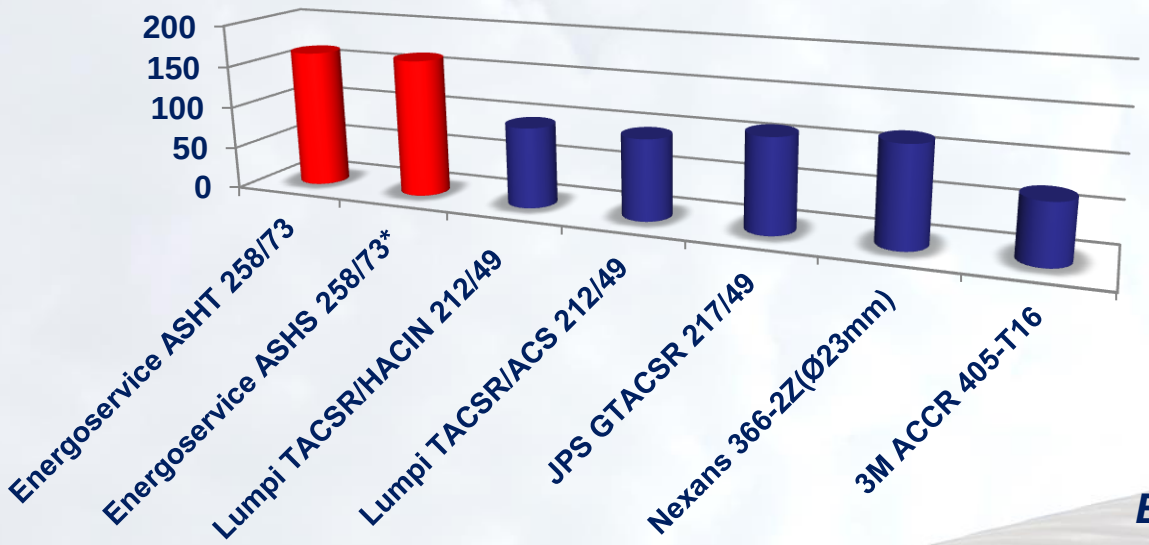



- ***Zusätzliche ökonomische Effekte durch die hohe Bruchfestigkeit: Verringerung der Mastanzahl und Verringerung des Durchhangs. Außerdem die Verringerung der Windbelastung; der inneren Korrosion; der Eisbildung auf Grund der glatten Oberflächenform; der Amplitude des Seiltanzens.***

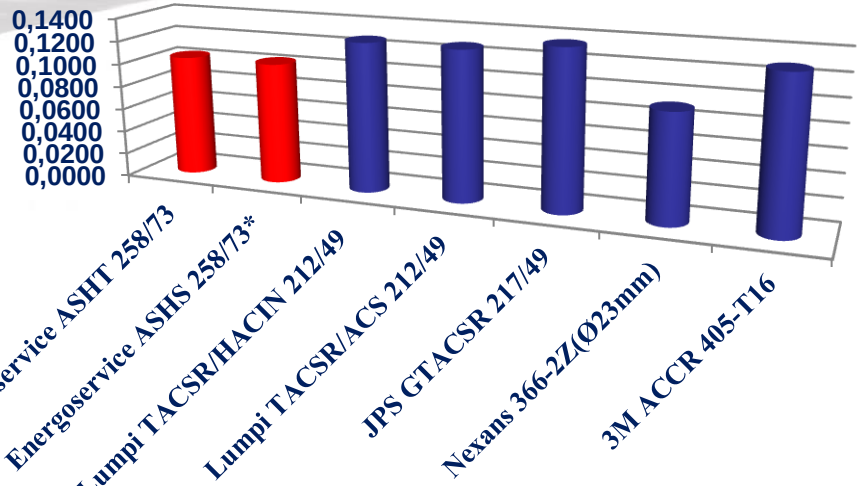
# Ein Vergleich der Leiterseile Ø 21mm, mit vergleichbaren Eigenschaften

## Bruchfestigkeit, кN




**Die Leiterseile ASHT übertreffen in allen technisch-wirtschaftlichen Eigenschaften alle analogen Produkte.**

## Elektrischer Widerstand bei 20 ° C, Ohm/км




**Die Konструktion sichert: die Erreichung des Füllgrades bis 95-97%, eine bedeutende Erhöhung der Festigkeit und des Querschnittes bei gleichem Leiterdurchmesser, die Verringerung der aerodynamischen Belastung um 20-35% und der Eisbildung um 25 -40%**

# Ein Vergleich der Parameter des ASHS und des ASHT mit dem Standardleiter im Durchmesser 17,1 mm

***Ihre Aufgabe: festzulegen, wo die Nutzung der neuen Leiter am effektivsten ist***

| Parameter | AS 150/24 | ASHS/ASHT 162/47 | |
|---|---|---|---|
| | Wert | Wert | Abweichung zu AS |
| Querschnitt, $mm^2$ | 24,2 | 47,3 | +90 |
| Aluminiumquerschnitt, $mm^2$ | 149 | 162,3 | +8,9 |
| Durchmesser, mm | 17,1 | 17,1 | 0,0 |
| Nominelle Bruchfestigkeit, daN | 5227,9 | 9882,4 | +89,0 |
| Dauerhaft zulässige Strombelastung, A | 554 | 590,5 (822) | + 6,6 (+ 48,4) |
| Spannweite bei gleichem Durchhang, m | 280 | 364 | + 30 |
| Mastanzahl je 10 km Freileitung | 37 | 27 | - 27 |
| Elektrische Verluste bei gleicher Belastung von 150A, MWh/km pro Jahr | 41,7 | 36,4 | - 12,7 |
| Ausdehnungskoeffizient , $10^{-6}$ 1/ °C | 19,2 | 16,7 | - 13 |
| Elastizitätsmodul, E*10-3, N/mm2 | 82,5 | 88 | + 6,7 |
| Durchhang bei einer Umgebungstemperatur von +40 °C, m, Spannweite:250 m<br>300 m | 6,29<br>9,26 | 3,32<br>4,87 | - 47,2 |
| Durchhang bei einer Umgebungstemperatur von -5°C; 3m/s Wind Region mit Eisbildung ; m ; bei einer Spannweite von 250/ 300m | 6,66<br>9,63 | 4,41<br>6,04 | - 33,8 |
| Elektrisches Feld mit Koronabeginn bei trockenem Wetter, kV/cm | 34,04 | 40,0 | +17,5 |
| Widerstand bei 20 $^0$C, Ohm/km | 0,2039 | 0,1780 | -12,7 |
| Relative Aufwendungen | 100 % | 110-120 % | |

# Modifizierungen unserer Leiter für Projekte zur Erhöhung der Durchleitungskapazität bestehender Linien in Deutschland

*(ausgearbeitet im Auftrag der Investabteilung der Bundesnetzagentur)*

| Bezeichnung | Querschnitt Al, nominell, mm² | Querschnitt Al, faktisch, mm² | Anzahl der Al Litzen im Seil | Durchmesser der Drähte, AL, mm | | | | | Seildurchmesser, mm | Gewicht, kg/km | Bruchfestigkeit, kN | R, Ω/km | Elastizitätsmodul, N/mm² | Ausdehnungskoeffizient 1/K | I dauerhaft**, A | t Arbeitstemp., C° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 243-AL1*** | 240 | 242,5 | 61 | 2,25 | 0 | 0 | | | 20,3 | 671,1 | 43,66 | 0,1193 | 55000 | 0,000023 | 625)* | 80 |
| ANHS 240,72* | 240,72 | 240,72 | 36 | 3,75 | 2,8 | 2,7 | 2,05 | 3,35 | 18,5 | 670 | 52,96 | 0,126 | 65000 | 0,000023 | 610,5 | 80 |
| ANHS 309,35* | 309,35 | 309,35 | 36 | 4,3 | 3,15 | 3,05 | 2,35 | 3,8 | 21 | 860 | 68,06 | 0,098 | 65000 | 0,000023 | 725,3 | 80 |
| ANHS 354,29* | 354,29 | 354,29 | 36 | 4,6 | 3,35 | 3,3 | 2,55 | 4,05 | 22,5 | 985 | 77,94 | 0,086 | 65000 | 0,000023 | 794,4 | 80 |
| ASHT 201,59 | 201,59 | 201,59 | 36 | 3,45 | 2,55 | 2,5 | 1,9 | 3,05 | 17 | 561 | 34,1 | 0,1429 | 63000 | 0,000023 | 752,4 | 120 |
| ASHT 240,72 | 240,72 | 240,72 | 36 | 3,75 | 2,8 | 2,7 | 2,05 | 3,35 | 18,5 | 670 | 40,4 | 0,1196 | 63000 | 0,000023 | 853,7 | 120 |
| ASHT 309,35 | 309,35 | 309,35 | 36 | 4,3 | 3,15 | 3,05 | 2,35 | 3,8 | 21 | 860 | 50,4 | 0,0931 | 63000 | 0,000023 | 1016 | 120 |
| ASHT 240,72 | 240,72 | 240,72 | 36 | 3,75 | 2,8 | 2,7 | 2,05 | 3,35 | 18,5 | 670 | 40,4 | 0,1196 | 63000 | 0,000023 | 994 | 150 |
| ASHT 309,35 | 309,35 | 309,35 | 36 | 4,3 | 3,15 | 3,05 | 2,35 | 3,8 | 21 | 860 | 50,4 | 0,0931 | 63000 | 0,000023 | 1185 | 150 |

*- **Plastisch verformtes Seil ohne Stahlkern**

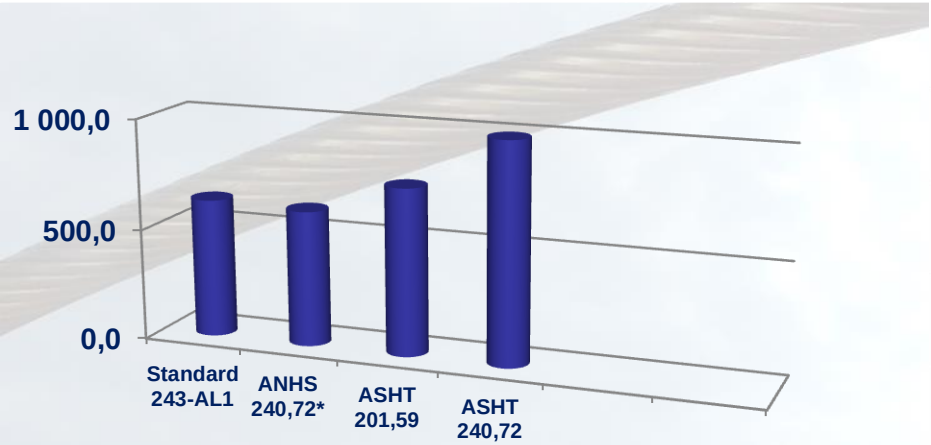
** - dauerhaft zulässiger Strom bei einer Lufttemperatur von +35 ° C, Windgeschwindigkeit 0.6 м / s.

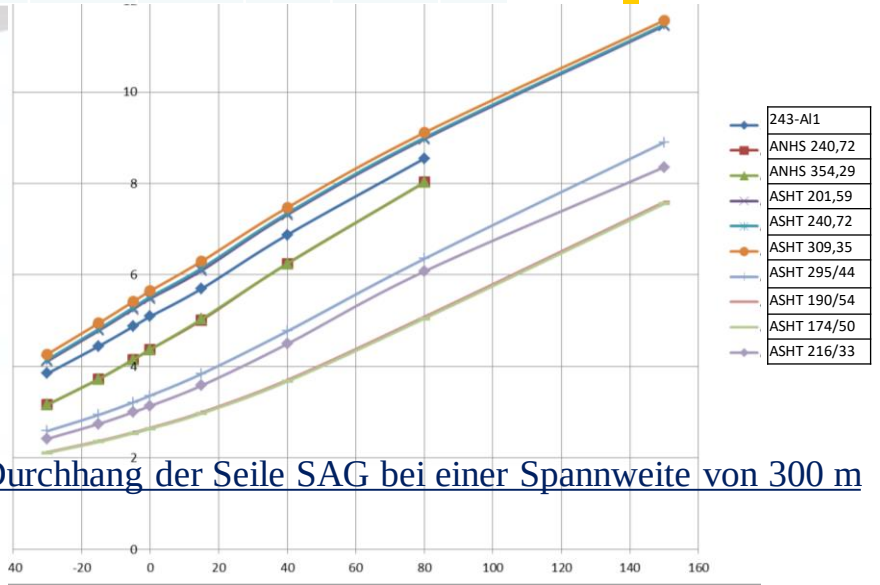
*** - in Deutschland eingesetzter Leiter

ASHS – hochfester Stahl-Aluminium-Leiter

ASHT - Hochtemperaturleiter

Bundesnetzagentur



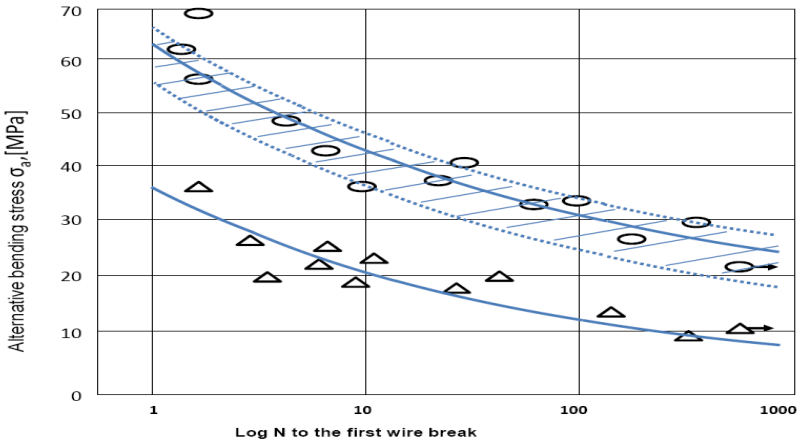




Durchhang der Seile SAG bei einer Spannweite von 300 m

**Besonders hervorzuheben ist, dass die Betriebsparameter der neuen Seile den Planern von Fleileitungen neue Möglichkeiten im Vergleich zu den bisherigen Seilen bieten und das bei sehr moderaten Preisen.**

- **Die neuen Seile sind hervorragend geeignet für den Neubau in Gebieten mit hoher Wind- und Eisbelastung und für besonders lange Spannweiten.**
- **Besonders effektiv ist die kombinierte Nutzung Der ASHS/ASHT Seile mit unseren Erdseilen(OPGW) mit ähnlichen mechanischen Eigenschaften.**
- **Betrachtet man die relativ geringen Kosten, sind die Seile besonders geeignet zur Erhöhung der Durchleitungskapazität oder für Regionen mit hohen Umgebungstemperaturen und hoher Sonnenintensität .**

- **Die hohe Verringerung des Durchhangs während des Betreibens wurde in einer Serie von Versuchen nachgewiesen**



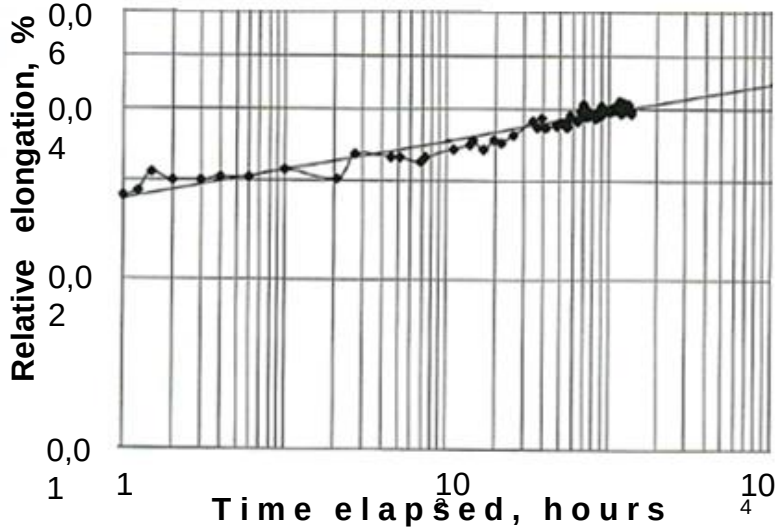

**Durchhang von ASHS/ASHT(schraffierter Bereich). Die Ergebnisse für ASHS/ASHT(Kreise) und für AS(Dreiecke)wurden experimentell bestimmt**

# Das Erdseil & OPGW

**Das plastisch deformierte, verzinkte Erdseil widersteht einer Blitzeinwirkung von 148 Coulomb und einem anschließendem Vibrationstest von $10^8$ Schwingungen. Nach den Tests betrug die Bruchfestigkeit 100% vom Ausgangswert. Die Tests wurden mehrfac mit dem gleichen Ergebnis wiederholt.**

- Das Versuchs- und Technologiezentrum der SAG in Langen hat uns bestätigt, dass die durchgeführten Tests in ihrem Umfang den europäischen Normen entsprechen

- ✓ **Das aluminiumbeschichtete Produkt hat seine Festigkeit bereits bei einer Blitzeinwirkung von 85 C verloren; die Bruchfestigkeit ist während des Tests faktisch auf 32.8 kN (49.6% der nominellen Bruchfestigkeit) gesunken.**

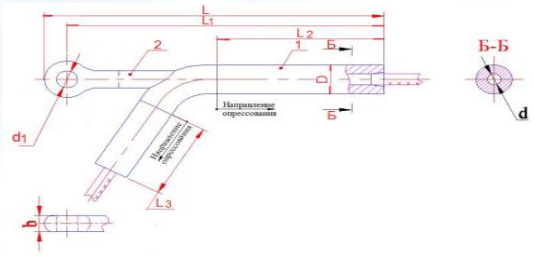



- **Der Durchhang der Seile während des Betreibens**
- **ist eine der wichtigsten Parameter für die Freileitungen. Die Senkung des Durchhangs der plastisch verformten, verzinkten OPGW ist experimentell nachgewiesen.**

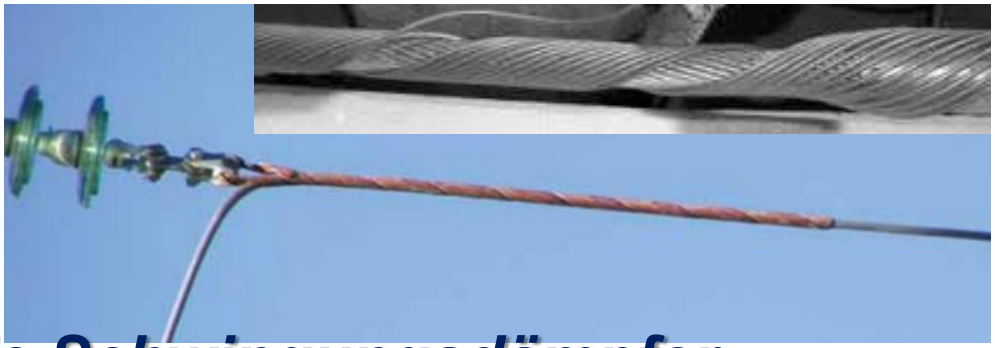
***Das System “ Leiterseil – Armatur” hat eine Serie von Versuchen entsprechend den Werksnormen der AG “Rosseti” durchlaufen***

***Armaturentypen mit denen die Seile getestet wurden***

## *Verpressarmatur*




**Spiralarmatur**



***<u>Analog wurden auch die Schwingungsdämpfer gestaltet</u>***

Energoservice LLS
www.energoservise.com

NORILSK NICKEL

SUEK

***Das Team der Energoservise GmbH ist schon 20 Jahre im Bereich der Stahlseile und der nichtisolierten Leiterseile erfolgreich tätig. Bereits viele Jahre erarbeiten wir, erproben und überführen wir innovative Seilprodukte in den Mark besonders für die größten Betriebe des Landes wie zum Beispiel „Norilsker Nickel“; „RShD“ ( Russische Bahnen)“SUEK“(Energieversorger Ural-Sibirien); „FSK“ und „MRSK“(Russische Netzbetreiber) und andere. Zu unseren Referenzen zählen der Fernsehturm Ostankino, Tiefschachtanlagen, hunderte Kilometer Freileitungen und viele andere. Unser Produktionspartner die „Zeverstahl-Metiz“ AG stellt Produkte her, die erfolgreich mit Produkten europäischer Hersteller konkurieren.***

≠