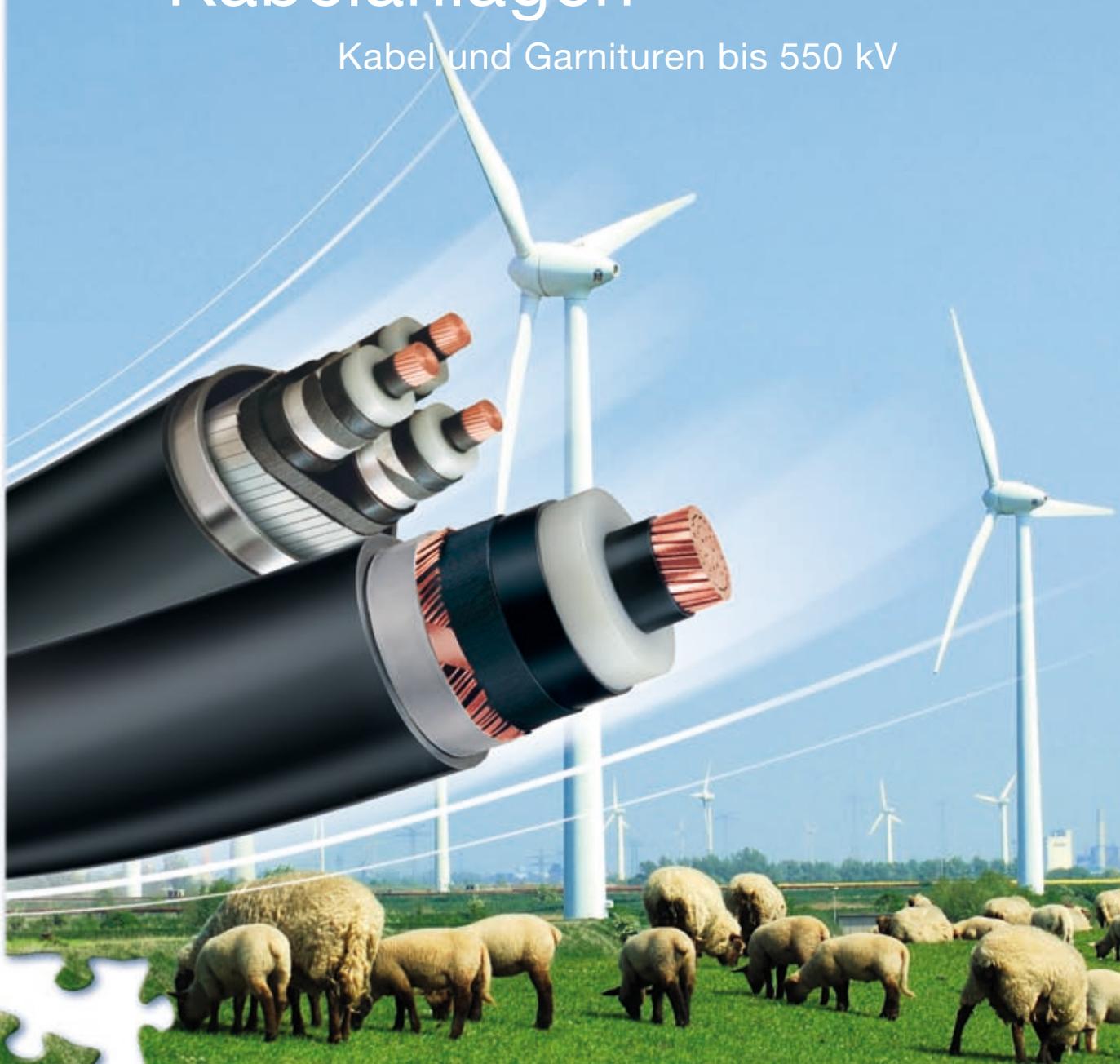


# Hoch- und Höchstspannungs- Kabelanlagen

Kabel und Garnituren bis 550 kV

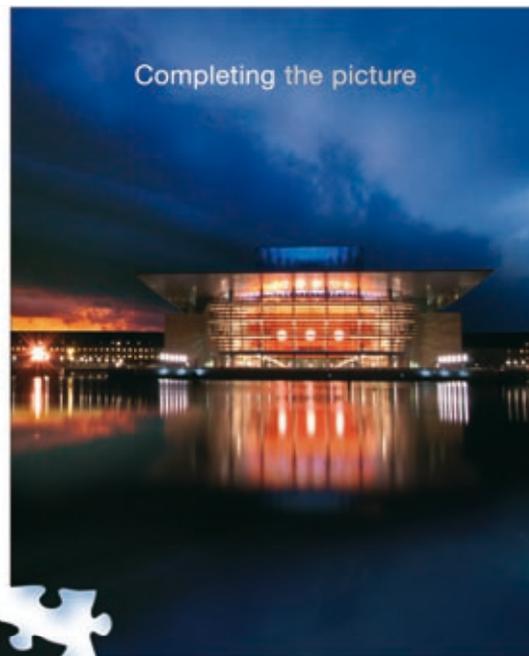


Completing the picture

# nkt cables – Teil einer Welt, die auf zuverlässig verfügbare elektrische Energie zählt

In unserer modernen Welt ist die Elektrizität nicht mehr wegzudenken. Der Strom gehört zum täglichen Leben wie die Luft, die wir atmen. So selbstverständlich wie wir ihn tagein tagaus, zuhause, bei der Arbeit, im Verkehr oder in der Industrie nutzen, so wichtig ist es, dieses Lebenselixier wirtschaftlich und verlässlich verfügbar zu halten.

Wir sind uns dieser Verantwortung bewusst. Und deshalb können Sie, unser Kunde, erwarten, dass Produkte von nkt cables stets dem Anspruch folgend optimiert sind, immer ein zuverlässiger Teil des Lebensnervs „Energie-Übertragung“ zu sein.



We guide your energy

Nehmen Sie uns beim Wort!

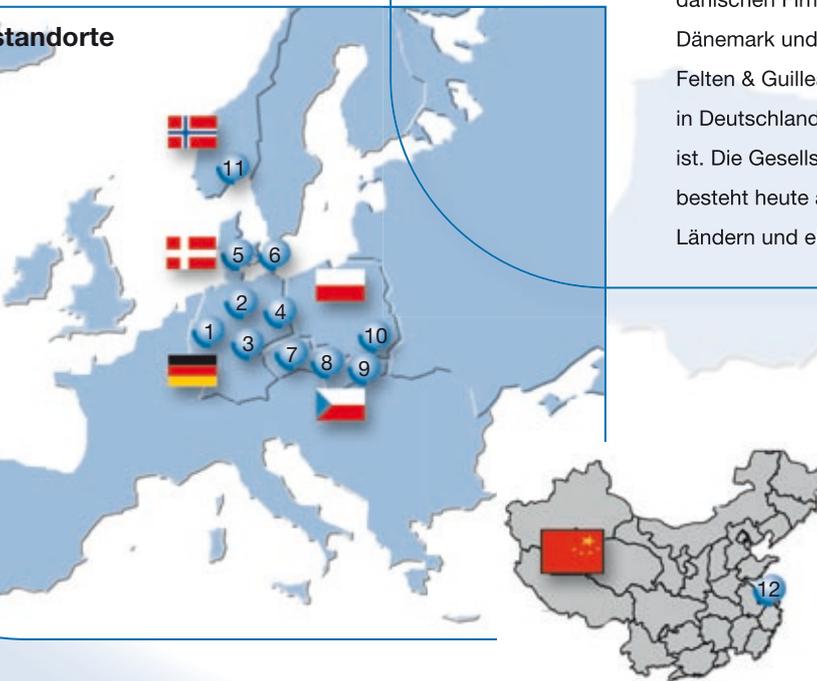
# Nehmen Sie uns beim Wort!

## Wer ist nkt cables?

Die nkt cables GmbH ist eine Tochter der nkt cables group GmbH, eine Gesellschaft, die aus der dänischen Firma NKT CABLES mit Standorten in Dänemark und Polen und der ehemaligen Felten & Guillaume Kabelwerke GmbH mit Fabriken in Deutschland, Tschechien und China entstanden ist. Die Gesellschaft hat ihren Firmensitz in Köln und besteht heute aus 11 Standorten in 5 europäischen Ländern und einem Standort in China.

## Produktionsstandorte

- 1 Köln
- 2 Nordenham
- 3 Hettstedt
- 4 Berlin
- 5 Asnæs
- 6 Stenlille
- 7 Kladno
- 8 Vrchlábí
- 9 Velké Meziříčí
- 10 Warszowice
- 11 Drammen
- 12 Changzhou



## Hochspannung und Höchstspannung, eine der Spezialitäten aus Köln

Entwicklung, Beratung, Planung und Design, Kostenoptimierung, Produktion, Logistik, Installation und Service. Mit diesem umfassenden Leistungsangebot steht Ihnen das HV-Team in den Bereichen Hoch- und Höchstspannungskabel und Garnituren sowie Montage zur Verfügung. Optimierte interne Kommunikationssysteme, hochspezialisierte Einzelgruppen und intensiv geschulte Teammitglieder bilden das Rückgrat für unsere kundenorientierten Systemlösungen. Mit Kompetenz und Know-how stellt das **nkt cables** Power Team eine sichere und zuverlässige Stromversorgung überall dort zur Verfügung, wo immer eine hochentwickelte Hochspannungs-Energieübertragung gebraucht wird; zum Beispiel im On- und Offshorebereich zur Netzanbindung von Windfarmen oder in der Mitte von Jakarta oder Dubai sowie sogar in New York, wo eines der ersten Hochtemperatursupraleiterkabel verlegt wird.

Das **nkt cables** HV-Team kann auf jahrzehntelange internationale Erfahrungen aufbauen. Hochspannungs-Kabelanlagen aus Köln finden Sie in Europa und vielen Ländern der Welt. Und weil sich das Team immer optimalen, kundenspezifischen Lösungen verpflichtet sieht, gleicht keine Anlage der anderen. Dabei haben Sicherheit und Wirtschaftlichkeit immer erste Priorität.



<b>Die Kabel</b>	<b>4</b>
<b>Aufbau und Fertigung</b>	<b>4</b>
<b>Produktübersicht</b>	<b>4</b>
<b>Technische Daten</b>	<b>4</b>
↳ VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel	5
↳ VPE-isolierte 110-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel (Standard)	6
↳ VPE-isolierte 110-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel (optimiertes Design)	7
↳ VPE-isolierte 220-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel	8
↳ VPE-isolierte 400-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel	9
↳ VPE-isolierte 500-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel	10
↳ VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Bleimantel	11
↳ VPE-isoliertes Einleiterkabel mit eindrätigem Aluminiumleiter <b>NEU bis 2000 mm<sup>2</sup></b>	11
↳ VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Bleimantel	12
↳ VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Aluminiummantel	12
↳ VPE-isoliertes Einleiterseekabel mit integrierten Lichtwellenleitern <b>NEU</b>	13
↳ VPE-isoliertes Dreileiterkabel im Rohr – Stadtkabel VALFIT® <b>NEU bis 220 kV</b>	14
↳ Gasaußen-/Gasinnendruckkabel	16
↳ Baueinsatzkabel	18
↳ HTS-Kabel und Garnituren <b>NEU</b>	20
<b>Die Garnituren</b>	<b>22</b>
<b>Produktübersicht</b>	<b>22</b>
<b>Konstruktion und Fertigung</b>	<b>22</b>
↳ Freiluftendverschlüsse	23
↳ Schalter- und Transformator-Endverschlüsse	24
↳ Vorgefertigte Muffen für VPE-Kabel	25
↳ Übergangsmuffen	26
↳ Zubehör	27
<b>Montage und Service</b>	<b>28</b>
<b>Technische Planung</b>	<b>28</b>
<b>Montage</b>	<b>28</b>
↳ Serviceverträge	29
↳ Schulungsangebote	29
<b>Prüfung</b>	<b>30</b>
<b>Innovation, Qualität und Umwelt</b>	<b>30</b>
<b>Qualität und Umwelt</b>	<b>31</b>

# Die Kabel

## Aufbau und Fertigung

Eine große Auswahl an Hochspannungskabeln unterschiedlicher Konstruktion erlaubt die Realisierung wirtschaftlichster Lösungen. Um dies zu ermöglichen, bietet **nkt cables** viele verschiedene Varianten für Leiter, Isolierung, metallische Schirmung, Ummantelung und Bewehrung.

### Leiter

Die Leiter der Kabel werden aus Kupfer oder Aluminium gefertigt. Das Material wird nach Wunsch des Anwenders oder entsprechend der gewünschten Übertragungsfähigkeit gewählt. Eindrängige Leiter mit großem Querschnitt werden aus Aluminium hergestellt. Folgende Leiterkonstruktionen stehen zur Verfügung:

- ↳ rund, eindrängig bis 2000 mm<sup>2</sup> (RE)
- ↳ rund, verseilt und verdichtet (RM)
- ↳ Segmentleiter bis 2500 mm<sup>2</sup> (RMS, Milliken-Leiter)
- ↳ oval, verseilt und verdichtet bis 800 mm<sup>2</sup> für Gasaußendruckkabel (OM)
- ↳ Formdrahtleiter für Ölkabel

Die Leiter werden den Anforderungen nationaler und internationaler Normen entsprechend hergestellt. Für spezielle Anforderungen sind auch längswasserdichte Ausführungen verfügbar.

### Isolierung

Die Isolierungen der Gasdruckkabel werden mit Isolierpapieren höchster Qualität gewickelt. Anschließend werden sie in Tränkkesseln mit spezieller hochviskoser Masse imprägniert.



Zur Fertigung VPE-isolierter Hochspannungskabel verfügt **nkt cables** über vier Extrusionsanlagen. Hohe Qualitätsanforderungen zusammen mit moderner Prozesssteuerung in Verbindung mit jahrzehntelanger Erfahrung sichern die Herstellung von Kabeln, die auch höchste Anforderungen erfüllen. Dies ermöglicht die Entwicklung fortschrittlicher Energiekabelsysteme.

### Metallische Schirmung

Konventionelle papierisolierte Kabel benötigen eine druckfeste und feuchtigkeitsdichte metallische Umhüllung, die gleichzeitig als elektrische Schirmung dient. Dazu hat **nkt cables** die Möglichkeit sowohl einen extrudierten Bleimantel als auch einen Aluminiummantel aufzubringen. Selbstverständlich können auch die VPE-Kabel solche Metallmäntel erhalten. Während die Abmessungen des Kabels mit Bleimantel klein sind, bietet der Aluminiummantel ein geringeres

Gewicht und eine höhere Kurzschlussbelastbarkeit.

Die VPE-isolierten Kabel erhalten normalerweise eine Lage Kupferdrähte als elektrische Schirmung. Als Querwassersperre wird eine beschichtete Aluminiumfolie längslaufend aufgebracht. Die Kombination dieser Folie mit einem Mantel aus Polyäthylen (PE) wird Schichtenmantel genannt. Diese Konstruktion bietet hohe Kurzschlussbelastbarkeit und Wasserdichtigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht und kompakten Abmessungen.

Es ist ebenfalls möglich, den Kupferdrahtschirm mit einem nachfolgend aufgetragenen Metallmantel zu kombinieren. Für alle VPE-isolierten Hochspannungskabel wird der Bereich zwischen Kabelader und Querwassersperre längswasserdicht ausgelegt.

## Produktübersicht

Neben VPE-isolierten Kabeln gehören auch Hochspannungskabel mit Papierisolierung zum Lieferprogramm von **nkt cables**.

	U <sub>m</sub> /kV	72,5	123	145	170	245	300	420	550
<b>Gasaußendruckkabel</b>		X	X	X	X				
<b>Gasinnendruckkabel</b>		X	X						
<b>VPE-Kabel</b>		X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Stadtkabel VALFIT®</b>		X	X	X	X	X			

## Technische Daten

Die nachfolgenden Tabellen zeigen typische Daten für verschiedene Kabeltypen. Sollten Sie weitere Informationen zu anderen Kabeln benötigen, sprechen Sie bitte **nkt cables** an.

<b>Die Belastbarkeit wurde für folgende Bedingungen berechnet:</b>	
<b>spezifischer thermischer Widerstand des Erdbodens, feucht/trocken</b>	1,0/2,5 Km/W
<b>Temperatur des Erdbodens</b>	15 °C
<b>Legtiefe</b>	1,2 m
<b>Kabel berührend im Dreieck, beidseitig geerdet:</b>	
<b>Achsabstand von 2 Systemen</b>	0,5 m
<b>Kabel in flacher Anordnung, Schirme ausgekreuzt</b>	
<b>Achsabstand der Phasen</b>	0,2 m
<b>Achsabstand von 2 Systemen</b>	0,9 m

**NEU**

**Außenmantel**

Normalerweise wird als äußere Umhüllung ein Mantel aus Polyäthylen (PE) aufgebracht. Wegen seiner hervorragenden mechanischen Festigkeit ist er die optimale Lösung für erdverlegte Kabel. Falls notwendig, kann er mit einer leitfähigen Oberfläche versehen werden. Für spezielle Anwendungen stehen auch andere Materialien zur Verfügung, die für unterschiedliche Zwecke optimiert sind.

**Verseilung und Bewehrung**

Die Verseilung der drei Adern und die zugfeste Stahldrahtbewehrung sind wesentliche Merkmale sowohl der konventionellen Rohrkabel als auch des Stadtkabels. Damit die Betreiber solcher Kabelanlagen keine Kompromisse einzugehen brauchen, verfügt **nkt cables** nach wie vor über entsprechende Fertigungseinrichtungen.

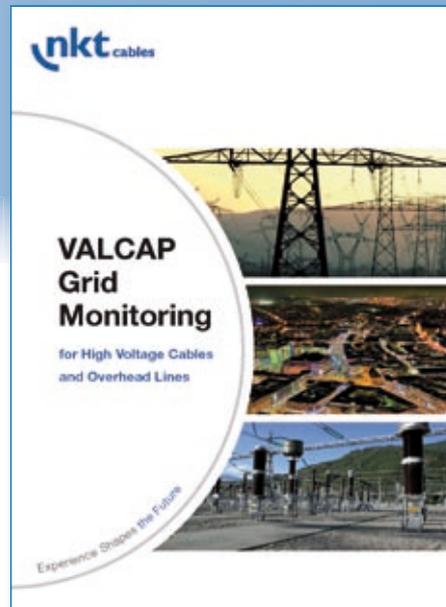
**Die VALCAP Netzüberwachung kombiniert mit Lichtwellenleitern**

Für eine orts aufgelöste Temperaturmessung können Lichtwellenleiter sowohl in Einleiter- als auch in Dreileiterkabeln integriert werden. Heutzutage wird unter anderem die Stromtragfähigkeit eines Netzes durch thermische Grenzwerte eingeschränkt, die aus standardisierten Parametern mit hohen Sicherheitsfaktoren abgeleitet werden. Eine dynamische Netzüberwachung in Echtzeit ist zur Zeit nicht möglich.

Mit **VALCAP** kann der Wirkungsgrad eines Netzes optimiert werden: eine kontinuierliche Temperaturmessung und Überwachung der Umgebungsparameter entlang einer Kabel- oder Freileitungstrasse erlauben eine genaue Feststellung der möglichen Belastbarkeit.

Aber **VALCAP** kann noch mehr; mit der Ergänzungssoftware **ADAPPRO** können zu

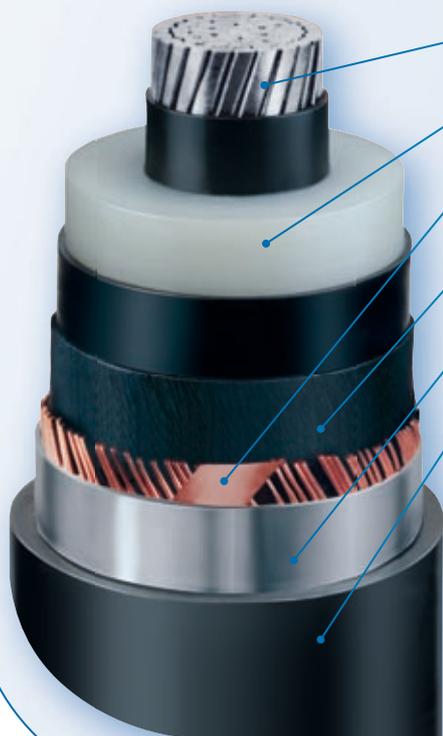
jedem Augenblick zulässige Lastverläufe prognostiziert werden, so dass ein vorausschauendes Lastfluss-Management in einem Netz möglich wird.



Für weitere Informationen fragen Sie nach der Broschüre „VALCAP Grid Monitoring“.



**VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel**



- A — Aluminiumleiter
- 2X — VPE-Isolierung
- S — Kupferdrahtschirm
- (F) — längswasserdichte Ausführung
- (L) — Querwassersperre (AL-Band)
- 2Y — PE-Mantel

Bauart **A2XS(FL)2Y**  
für Kabel mit Kupferleiter **2XS(FL)2Y**

Diese Kabel sind in der Standardausführung mit der seit vielen Jahren üblichen Isolierwanddicke lieferbar.

Fortschritte bei Material und Fertigung erlaubten die Entwicklung VPE-isolierter Kabel auch für die höchsten Spannungen. Ebenso wurde eine Optimierung der Isolierung der bekannten Hochspannungskabel möglich. Dies führt zu kompakteren Abmessungen und geringerem Gewicht. Beides begünstigt größere Lieferlängen auf Standardspulen und verringert die Zahl der benötigten Muffen. Der Aufwand für Kabellegung und Montage wird entsprechend reduziert. Eine deutliche Kosteneinsparung ist mit VPE-Kabeln neuerer Konstruktion möglich. Eine weitere Tabelle zeigt auch die Daten für diese Kabel mit optimiertem Design.

## VPE-isolierte 110-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel (Standard)

Typ N(A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RM/50 64/110 kV mit mehrdrähtigem Leiter (RM)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	185	240	300	400	500	630	800
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	16,1	18,3	20,7	23,4	26,5	30,0	34,2
VPE-Isolierung	nom.	mm	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	16,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Außendurchmesser	ca.	mm	65	67	70	73	77	81	81
Gewicht, Cu- / Al-Leiter	ca.	kg/m	5,0/3,9	5,7/4,2	6,4/4,5	7,5/5,1	8,7/5,6	10,2/6,3	11,6/6,6
Zulässige Zugkraft, Cu- / Al-Leiter	max.	kN	9,3/5,6	12/7,2	15/9,0	20/12	25/15	32/19	40/24
Biegeradius während der Legung	min.	m	1,60	1,65	1,75	1,80	1,90	2,00	2,00
an Endverschlüssen	min.	m	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,20
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,127	0,0973	0,0781	0,0618	0,0492	0,0393	0,0326
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,211	0,161	0,129	0,101	0,0791	0,0622
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	6,5	6,2	6,0	5,7	5,5	5,3	5,6
	ca.	kV/mm	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	3,0
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,120	0,129	0,139	0,151	0,163	0,177	0,211
Induktivität	ca.	mH/km	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>Anordnung berührend im Dreieck</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	368/70	421/80	470/90	526/100	587/112	650/124	707/135
	2 Systeme	A/MVA	314/60	358/68	399/76	445/85	495/94	547/104	593/113
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	289/55	332/63	372/71	421/80	475/90	534/102	592/113
	2 Systeme	A/MVA	247/47	283/54	316/60	357/68	401/76	449/86	496/95

Typ N(A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RMS/110 64/110 kV mit Segmentleiter (RMS)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	39,0	42,0	45,3	48,5	51,3	54,3	60,9
VPE-Isolierung	nom.	mm	16,0	15,0	15,0	15,0	14,0	14,0	14,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	110	110	110	110	110	110	110
Außendurchmesser	ca.	mm	90	91	95	98	100	103	110
Gewicht, Cu- / Al-Leiter	ca.	kg/m	15,0/8,8	16,7/9,3	18,8/10,1	20,9/11,0	22,7/11,5	24,8/12,4	29,8/14,3
Zulässige Zugkraft, Cu- / Al-Leiter	max.	kN	50/30	60/36	70/42	80/48	90/54	100/60	125/75
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,25	2,25	2,35	2,45	2,50	2,55	2,75
an Endverschlüssen	min.	m	1,35	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,65
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0176	0,0151	0,0129	0,0113	0,0101	0,0090	0,0072
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,0291	0,0247	0,0212	0,0186	0,0165	0,0149
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0232	0,0201	0,0175	0,0156	0,0142	0,0129	0,0109
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,0375	0,0319	0,0275	0,0240	0,0213	0,0193
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	5,3	5,5	5,5	5,4	5,6	5,6	5,5
	approx.	kV/mm	3,1	3,4	3,4	3,4	3,8	3,8	3,8
Kapazität der Kabelader	approx.	µF/km	0,242	0,268	0,283	0,297	0,328	0,342	0,374
Induktivität	approx.	mH/km	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>flache Anordnung</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	1008/192	1083/206	1162/221	1230/234	1288/245	1346/257	1452/277
	2 Systeme	A/MVA	878/167	942/179	1009/192	1067/203	1116/213	1165/222	1255/239
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	797/152	866/165	934/178	1001/191	1061/202	1115/212	1236/235
	2 Systeme	A/MVA	694/132	753/143	812/155	868/165	920/175	965/184	1068/203

## VPE-isolierte 110-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel (optimiertes Design)

Typ N(A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RM/50 64/110 kV mit mehrdrätigem Leiter (RM)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	185	240	300	400	500	630	800
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	16,1	18,3	20,7	23,4	26,5	30,0	34,2
VPE-Isolierung	nom.	mm	15,0	15,0	14,0	13,0	13,0	13,0	12,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Außendurchmesser	ca.	mm	58	61	61	62	66	69	72
Gewicht, Cu- / Al-Leiter	ca.	kg/m	4,4/3,3	5,1/3,6	5,6/3,7	6,5/4,0	7,6/4,5	9,0/5,1	10,6/5,7
Zulässige Zugkraft, Cu- / Al-Leiter	max.	kN	9,3/5,6	12/7,2	15/9,0	20/12	25/15	32/19	40/24
Biegeradius während der Legung	min.	m	1,45	1,50	1,50	1,55	1,65	1,70	1,80
an Endverschlüssen	min.	m	0,85	0,90	0,90	0,95	1,00	1,05	1,05
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,127	0,0973	0,0782	0,0621	0,0495	0,0398	0,0329
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,211	0,161	0,129	0,101	0,0794	0,0625
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	7,3	7,0	7,1	7,1	6,9	6,7	6,9
	ca.	kV/mm	2,7	2,8	3,1	3,5	3,6	3,7	4,2
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,134	0,145	0,164	0,189	0,206	0,224	0,263
Induktivität	ca.	mH/km	0,44	0,43	0,40	0,38	0,37	0,35	0,34
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>Anordnung berührend im Dreieck</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	365/70	418/80	465/89	519/99	579/110	641/122	697/133
	2 Systeme	A/MVA	313/60	356/68	396/75	441/84	490/93	540/103	586/112
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	287/55	330/63	368/70	416/79	469/89	527/100	584/111
	2 Systeme	A/MVA	246/47	281/54	314/60	353/67	397/76	445/85	491/94

Typ N(A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RMS/110 64/110 kV mit Segmentleiter (RMS)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	39,0	42,0	45,3	48,5	51,3	54,3	60,9
VPE-Isolierung	nom.	mm	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	110	110	110	110	110	110	110
Außendurchmesser	ca.	mm	81	85	88	92	96	99	106
Gewicht, Cu- / Al-Leiter	ca.	kg/m	13,9/7,7	15,9/8,4	18,0/9,3	20,0/10,1	22,1/10,9	24,1/11,7	29,2/13,7
Zulässige Zugkraft, Cu- / Al-Leiter	max.	kN	50/30	60/36	70/42	80/48	90/54	100/60	125/75
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,45	2,65
an Endverschlüssen	min.	m	1,20	1,25	1,30	1,35	1,45	1,45	1,60
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0176	0,0151	0,0129	0,0113	0,0101	0,0090	0,0072
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,0291	0,0247	0,0212	0,0186	0,0165	0,0149
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0232	0,0201	0,0175	0,0156	0,0142	0,0129	0,0109
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,0375	0,0319	0,0275	0,0240	0,0214	0,0193
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,3
	ca.	kV/mm	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,303	0,320	0,339	0,357	0,373	0,390	0,427
Induktivität	ca.	mH/km	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>flache Anordnung</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	1013/193	1088/207	1168/223	1237/236	1294/247	1353/258	1463/279
	2 Systeme	A/MVA	881/168	945/180	1013/193	1071/204	1120/213	1170/223	1263/241
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	800/152	869/166	938/179	1004/191	1065/203	1119/213	1242/237
	2 Systeme	A/MVA	695/132	755/144	813/155	870/166	922/176	968/184	1072/204

## VPE-isolierte 220-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RM/50 127/220 kV mit mehrdrätigem Leiter (RM)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	240	300	400	500	630	800	1000
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	18,3	20,7	23,4	26,5	30,0	34,2	38,1
VPE-Isolierung	nom.	mm	25,0	24,0	22,0	22,0	22,0	19,0	19,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Außendurchmesser	ca.	mm	83	83	82	86	90	88	92
Kabelgewichtewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	7,4/5,9	8,0/6,1	8,6/6,2	9,9/6,8	11,4/7,5	12,5/7,5	14,6/8,4
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	12/7,2	15/9,0	20/12	25/15	32/19	40/24	50/30
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,05	2,10	2,05	2,15	2,25	2,20	2,30
an Endverschlüssen	min.	m	1,25	1,25	1,25	1,30	1,35	1,30	1,40
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176
Al-Leiter	max.	Ω/km	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0972	0,0780	0,0617	0,0490	0,0391	0,0323	0,0273
Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,161	0,129	0,101	0,0790	0,0621	0,0498	0,0407
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter	ca.	kV/mm	10,2	9,9	10,0	9,5	9,2	9,8	9,5
über Isolierung	ca.	kV/mm	2,9	3,1	3,6	3,8	3,9	4,8	4,9
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,106	0,116	0,133	0,143	0,155	0,187	0,201
Induktivität	ca.	mH/km	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,38	0,36
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>Anordnung berührend im Dreieck</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	423/161	470/179	524/200	584/223	648/247	702/267	754/287
	2 Systeme	A/MVA	357/136	396/151	440/168	489/186	540/206	582/222	623/237
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	333/127	372/142	420/160	473/180	531/202	587/224	642/245
	2 Systeme	A/MVA	282/107	314/120	352/134	396/151	443/169	487/186	531/202

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RMS/110 127/220 kV mit Segmentleiter (RMS)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	39,0	42,0	45,3	48,5	51,3	54,3	60,9
VPE-Isolierung	nom.	mm	19,0	18,0	18,0	18,0	19,0	19,0	19,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	110	110	110	110	110	110	110
Außendurchmesser	ca.	mm	98	100	103	108	113	116	123
Kabelgewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	16/10,1	18/10,6	20/11,4	22/12,4	25/13,6	27/14,5	32/16,6
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	50/30	60/36	70/42	80/48	90/54	100/60	125/75
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,45	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,05
an Endverschlüssen	min.	m	1,50	1,50	1,55	1,60	1,70	1,75	1,85
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0176	0,0151	0,0129	0,0113	0,0101	0,0090	0,0072
Al-Leiter	max.	Ω/km	0,0291	0,0247	0,0212	0,0186	0,0165	0,0149	0,0119
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0232	0,0201	0,0175	0,0156	0,0142	0,0129	0,0109
Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,0375	0,0319	0,0275	0,0240	0,0213	0,0193	0,0156
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter	ca.	kV/mm	9,3	9,5	9,3	9,2	8,7	8,6	8,5
über Isolierung	ca.	kV/mm	5,0	5,4	5,5	5,5	5,2	5,3	5,4
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,215	0,236	0,248	0,260	0,260	0,270	0,294
Induktivität	ca.	mH/km	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>flache Anordnung</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	989/377	1060/404	1136/433	1201/458	1253/477	1308/498	1406/536
	2 Systeme	A/MVA	857/327	917/349	981/374	1035/394	1080/412	1126/429	1207/460
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	782/298	849/324	915/349	979/373	1035/394	1086/414	1201/458
	2 Systeme	A/MVA	678/258	734/280	790/301	844/322	892/340	935/356	1031/393

## VPE-isolierte 400-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RM/170 230/400 kV mit mehrdrätigem Leiter (RM)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	630	800	1000
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	30,0	34,2	38,1
VPE-Isolierung	nom.	mm	33,0	31,0	29,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	170	170	170
Außendurchmesser	ca.	mm	118	118	118
Kabelgewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	17/13	18/13	20/14
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	32/19	40/24	50/30
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,95	2,95	2,95
an Endverschlüssen	min.	m	1,75	1,75	1,75
<b>Elektrische Daten</b>					
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0283	0,0221	0,0176
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,0469	0,0367
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0393	0,0317	0,0276
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,0622	0,0500
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	12,8	12,7	12,8
	ca.	kV/mm	4,2	4,7	5,2
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,119	0,134	0,150
Induktivität	ca.	mH/km	0,46	0,44	0,41
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>Anordnung berührend im Dreieck</b>		
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	594/412	636/441	671/465
	2 Systeme	A/MVA	481/333	512/355	538/373
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	499/346	545/378	587/407
	2 Systeme	A/MVA	406/281	440/305	471/326

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RMS/170 230/400 kV mit Segmentleiter (RMS)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	39,0	42,0	45,3	48,5	51,3	54,3	60,9
VPE-Isolierung	nom.	mm	29,0	27,0	27,0	27,0	26,0	26,0	26,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	170	170	170	170	170	170	170
Außendurchmesser	ca.	mm	121	120	123	127	128	131	138
Kabelgewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	20/14	22/14	24/15	26/16	28/17	30/18	36/20
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	50/30	60/36	70/42	80/48	90/54	100/60	125/75
Biegeradius während der Legung an Endverschlüssen	min.	m	3,00	3,00	3,10	3,15	3,20	3,25	3,45
	min.	m	1,80	1,80	1,85	1,90	1,90	1,95	2,05
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0176	0,0151	0,0129	0,0113	0,0101	0,0090	0,0072
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,0291	0,0247	0,0212	0,0186	0,0165	0,0149
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0232	0,0201	0,0175	0,0156	0,0142	0,0129	0,0109
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,0375	0,0319	0,0275	0,0240	0,0213	0,0193
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	12,5	12,9	12,6	12,4	12,6	12,4	12,0
	ca.	kV/mm	5,3	5,9	6,0	6,1	6,5	6,5	6,7
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,156	0,171	0,180	0,188	0,201	0,209	0,226
Induktivität	ca.	mH/km	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>flache Anordnung</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	938/650	1001/694	1070/741	1125/779	1168/809	1212/840	1289/893
	2 Systeme	A/MVA	804/557	855/592	912/632	957/663	990/686	1026/711	1086/752
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	748/518	808/560	868/601	924/640	973/674	1016/704	1112/770
	2 Systeme	A/MVA	641/444	690/478	740/513	787/545	826/572	861/597	938/650

## VPE-isolierte 500-kV-Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Schichtenmantel

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RM/170 290/500 kV mit mehrdrätigem Leiter (RM)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	800	1000
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	34,2	38,1
VPE-Isolierung	nom.	mm	35,0	33,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	170	170
Außendurchmesser	ca.	mm	126	126
Kabelgewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	20 / 15	21 / 15
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	40 / 24	50 / 30
Biegeradius während der Legung an Endverschlüssen	min.	m	3,15	3,15
	min.	m	1,90	1,90
<b>Elektrische Daten</b>				
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0221	0,0176
	max.	Ω/km	0,0367	0,0291
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0315	0,0265
	ca.	Ω/km	0,0492	0,0401
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	14,9	14,8
	ca.	kV/mm	5,1	5,6
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,124	0,137
Induktivität	ca.	mH/km	0,45	0,43
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>Anordnung berührend im Dreieck</b>	
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	628/544	661/572
	2 Systeme	A/MVA	498/431	520/450
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	537/465	577/500
	2 Systeme	A/MVA	427/370	455/394

Typ (A)2XS(FL)2Y 1 x ..... RMS/170 290/500 kV mit Segmentleiter (RMS)

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	39,0	42,0	45,3	48,5	51,3	54,3	60,9
VPE-Isolierung	nom.	mm	32,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Schirm, Cu-Drähte, Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	170	170	170	170	170	170	170
Außendurchmesser	ca.	mm	128	130	133	136	139	143	150
Kabelgewicht, Cu-/Al-Leiter	ca.	kg/m	22 / 16	24 / 16	26 / 17	28 / 18	30 / 19	33 / 20	38 / 23
Zulässige Zugkraft, Cu-/Al-Leiter	max.	kN	50 / 30	60 / 36	70 / 42	80 / 48	90 / 54	100 / 60	125 / 75
Biegeradius während der Legung an Endverschlüssen	min.	m	3,20	3,25	3,35	3,40	3,50	3,55	3,75
	min.	m	1,95	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15	2,25
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0176	0,0151	0,0129	0,0113	0,0101	0,0090	0,0072
	max.	Ω/km	0,0291	0,0247	0,0212	0,0186	0,0165	0,0149	0,0119
Wechselstromwiderstand bei 90°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,0232	0,0201	0,0175	0,0156	0,0142	0,0129	0,0109
	ca.	Ω/km	0,0375	0,0319	0,0275	0,0240	0,0213	0,0193	0,0156
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	14,6	14,6	14,3	14,1	13,9	13,6	13,3
	ca.	kV/mm	6,0	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,149	0,159	0,167	0,174	0,180	0,187	0,202
Induktivität	ca.	mH/km	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>			<b>flache Anordnung</b>						
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	907/785	968/838	1031/896	1085/896	1124/973	1159/1004	1226/1062
	2 Systeme	A/MVA	770/667	818/708	868/752	912/790	942/816	969/839	1019/882
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	725/628	782/677	838/726	893/773	939/813	976/845	1063/921
	2 Systeme	A/MVA	615/533	661/572	707/612	751/650	787/682	816/707	884/766

VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Bleimantel



Anstelle des Kupferdrahtschirms mit Schichtenmantel kann ein Bleimantel aufgebracht werden. Bleimäntel haben seit mehr als hundert Jahren ihre Eignung für Energiekabel unter Beweis gestellt.

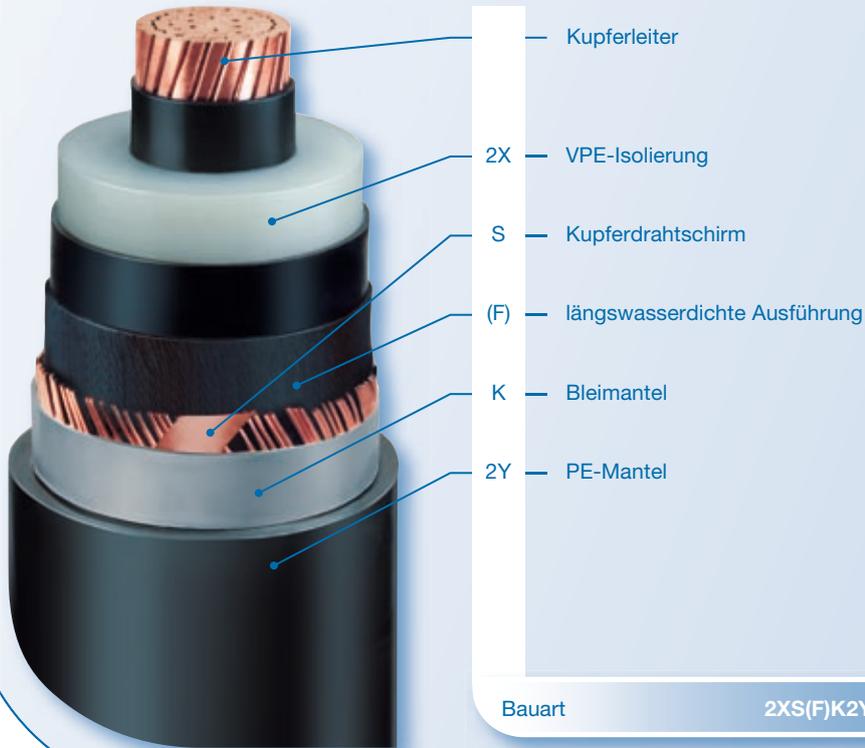
**NEU**  
 bis 2000 mm<sup>2</sup>

VPE-isoliertes Einleiterkabel mit eindrähtigem Aluminiumleiter



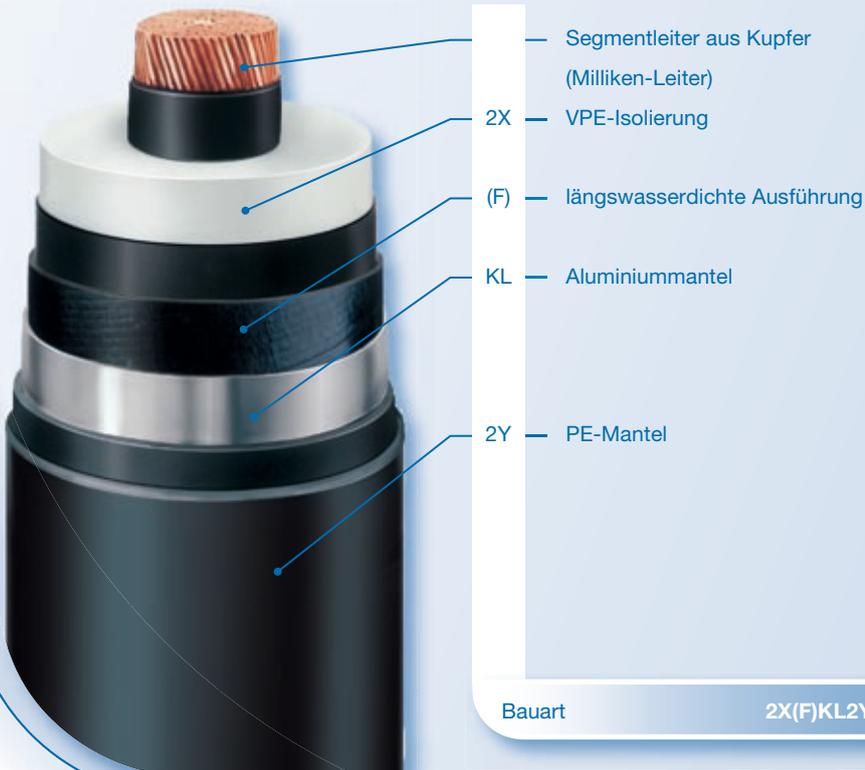
Aluminiumleiter großen Querschnitts sind zur Zeit eine ökonomische Alternative.

VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Kupferdrahtschirm und Bleimantel



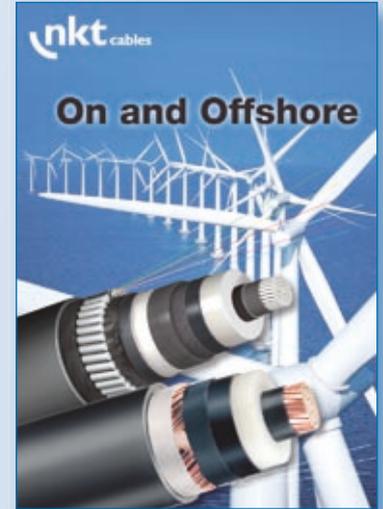
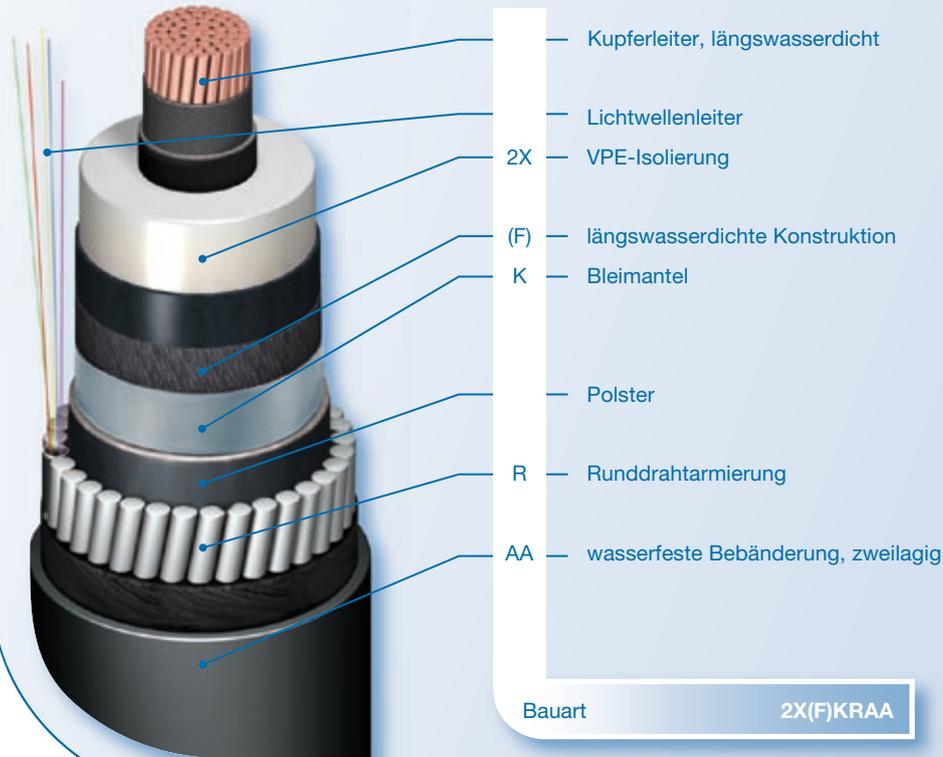
Um die Stromtragfähigkeit der metallischen Schirmung für den Kurzschlussfall zu erhöhen, kann das bleiummantelte Kabel einen zusätzlichen Kupferdrahtschirm erhalten.

VPE-isoliertes Einleiterkabel mit Aluminiummantel



**NEU**

VPE-isoliertes Einleiterseekabel mit integrierten Lichtwellenleitern

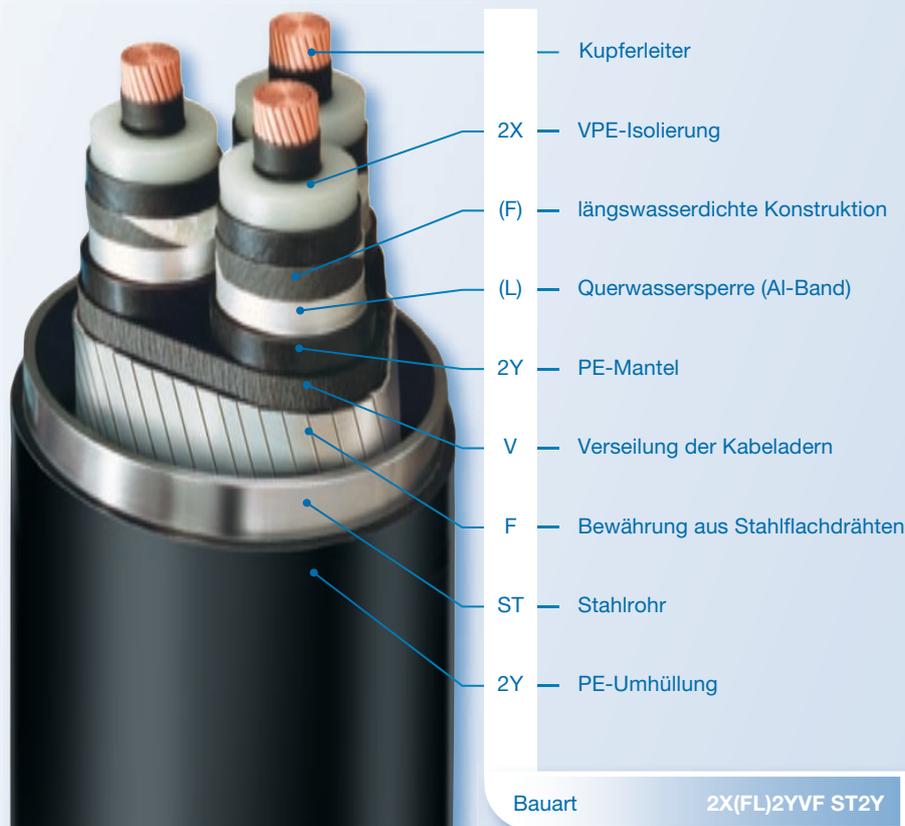


Für weitere Informationen steht Ihnen die Broschüre „On and Offshore“ zur Verfügung.



**NEU**  
bis 220 kV

VPE-isoliertes Dreileiterkabel im Rohr – Stadtkabel VALFIT®



Mit dem Stadtkabel werden die Vorteile der konventionellen Rohrkabel mit denen der VPE-isolierten Kabel verbunden. Das Kabel wurde speziell für den Einsatz in städtischen Netzen sowohl als Ersatz alter Rohrkabel als auch für Neuanlagen entwickelt. Wesentliche Konstruktionsmerkmale wurden im Hinblick auf die Nutzung vorhandener Rohre gewählt. Das Stadtkabel-Konzept von **nkt cables** erlaubt die kostengünstige Erneuerung alter Rohrkabelanlagen und eine ökonomische und sichere Installation von Neuanlagen in dicht besiedelten Stadtzentren.

**Es bietet:**

- ☞ schnellen und preiswerten Ersatz des Kabels durch das Einziehen in die vorhandene Rohrleitung
- ☞ eine kompakte und robuste Dreileiterkonstruktion
- ☞ wartungsfreien Betrieb
- ☞ hohe Umweltverträglichkeit
- ☞ die Möglichkeit der kontinuierlichen Überwachung

**Neuheit:** Stadtkabel mit integrierter elektromagnetischer Schirmung, so dass eine deutliche Reduzierung der elektromagnetischen Beeinflussung erreicht wird.



1. Generation

2. Generation

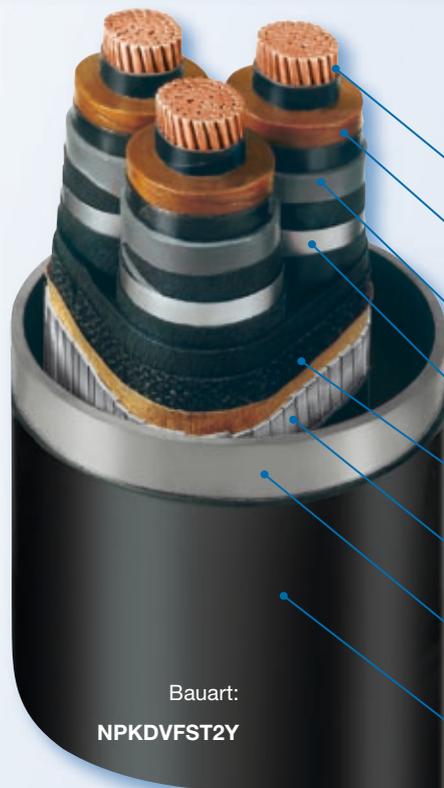
## 110-kV-Stadt-kabel

Typ 2X(FL)2YVFST2Y 3 x ..... RM 64/110 kV

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	95	120	150	185	240
Leiter, Cu, rund, Ø	ca.	mm	11,5	13,1	14,3	16,1	18,3
VPE-Isolierung	nom.	mm	11,5	11,0	10,5	10,5	10,5
Durchmesser über 2,0 mm Schichtenmantel	ca.	mm	43	43	43	45	48
Durchmesser über Flachdrahtbewehrung	ca.	mm	97	99	99	103	109
Kabelgewicht	ca.	kg/m	9,3	10,0	10,7	12,1	14,1
Stahlrohr (kleinste Abmessung)		mm mm	121x 4	121x 4	121x 4	133 x 4	133 x 4
Zulässige Zugkraft	max.	kN	47	47	47	50	52
Biegeradius der Adern während der Legung vor Endverschlüssen	min.	m	2,45	2,50	2,50	2,55	2,70
	min.	m	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75
<b>Elektrische Daten</b>							
Leiter-Gleichstromwiderstand bei 20°C	max.	Ω/km	0,193	0,153	0,125	0,0991	0,0754
Leiter-Wechselstromwiderstand bei 90°C	ca.	Ω/km	0,247	0,196	0,159	0,127	0,0975
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	9,8	9,6	9,6	9,3	9,0
	ca.	kV/mm	3,5	3,8	4,1	4,2	4,3
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,129	0,143	0,156	0,168	0,183
Induktivität	ca.	mH/km	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38
<b>Übertragungsfähigkeit</b>							
Strom (Dauerlast)	1 System	A	253	285	315	357	407
Leistung		MVA	48	54	60	68	78
Strom (Dauerlast)	2 Systeme	A	221	248	274	310	352
Leistung		MVA	42	47	52	59	67

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	300	400	500	630	800
Leiter, Cu, rund, Ø	ca.	mm	20,7	23,4	26,5	30,0	34,2
VPE-Isolierung	nom.	mm	10,0	10,0	9,5	10,0	10,0
Durchmesser über 2,0 mm Schichtenmantel	ca.	mm	49	52	54	59	64
Durchmesser über Flachdrahtbewehrung	ca.	mm	112	118	123	133	143
Kabelgewicht	ca.	kg/m	15,9	18,8	22,0	26,7	32,6
Stahlrohr (kleinste Abmessung)		mm mm	139,7 x 4	146 x 4,5	146x 4,5	159 x 4,5	168,3 x 4,5
Zulässige Zugkraft	max.	kN	54	56	59	63	69
Biegeradius der Adern während der Legung vor Endverschlüssen	min.	m	2,80	2,95	3,05	3,30	3,60
	min.	m	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
<b>Elektrische Daten</b>							
Leiter-Gleichstromwiderstand bei 20°C	max.	Ω/km	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221
Leiter-Wechselstromwiderstand bei 90°C	ca.	Ω/km	0,0785	0,0624	0,0500	0,0404	0,0335
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter über Isolierung	ca.	kV/mm	9,0	8,7	8,8	8,3	8,0
	ca.	kV/mm	4,7	4,8	5,3	5,1	5,2
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,206	0,227	0,258	0,272	0,303
Induktivität	ca.	mH/km	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31
<b>Übertragungsfähigkeit</b>							
Strom (Dauerlast)	1 System	A	455	510	565	627	682
Leistung		MVA	87	97	108	120	130
Strom (Dauerlast)	2 Systeme	A	392	438	484	535	579
Leistung		MVA	75	84	92	102	110

## Gasaußendruckkabel



Bauart:  
NPKDVFST2Y

- NP Gasaußendruckkabel gemäß DIN VDE 0276-635
- Kupferleiter
- Papierisolierung
- K Bleimantel
- D Druckschutzbandage
- V Verseilung der Kabeladern
- F Bewehrung aus Stahlflachdrähten
- ST Stahlrohr
- 2Y PE-Umhüllung

Gasaußendruckkabel wurden Anfang der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts in Köln entwickelt. Sie haben sich über viele Jahrzehnte als ausgesprochen zuverlässige und langlebige Betriebsmittel erwiesen. Tausende von Kilometern dieses Kabeltyps sind nach wie vor in europäischen Hochspannungsnetzen in Betrieb.

Die verseilten und oval geformten mehrdräftigen Leiter werden mit einer masse-impregnierten Papierisolierung versehen. Jede Ader erhält einen Bleimantel. Drei Adern werden miteinander verseilt. Darüber werden ein auf die Kabelkonstruktion abgestimmtes Polster aus Bändern und die Bewehrung aus flachen Stahlstrahlen aufgebracht. Dieses Dreileiterkabel wird in die Stahlrohrleitung eingezogen, die mit Stickstoff bis 15 bar Überdruck gefüllt wird. Mit dem von außen auf die oval geformten Adern ausgeübten Gasdruck wird die Bildung von Hohlräumen in der Isolierung effektiv verhindert und die notwendige elektrische Festigkeit gewährleistet.

## Gasinnendruckkabel



Bauart:  
NIVFST2Y

- NI Gasinnendruckkabel gemäß DIN VDE 0276-634
- Kupferleiter
- Papierisolierung
- V Verseilung der Kabeladern
- F Bewehrung aus Stahlflachdrähten
- ST Stahlrohr
- 2Y PE-Umhüllung

Langjährige durch hohe Zuverlässigkeit gekennzeichnete Betriebserfahrungen liegen auch für das Gasinnendruckkabel vor. Im Unterschied zum Gasaußendruckkabel gehört bei diesem Kabel das Stickstoffgas mit zur Isolierung. Da kein Bleimantel vorhanden ist, kann das Gas in die Hohlräume der Isolierung eindringen und elektrische Entladungen verhindern, so dass auch hier die für Hochspannungsanwendungen benötigte elektrische Festigkeit gegeben ist. Zahlreiche Kabelanlagen mit diesem Kabeltyp sind im Hochspannungsnetz in Betrieb.

Deshalb hält **nkt cables** auch für diesen Fall die Fertigungseinrichtungen und das Know-how vor.

## 110-kV-Gasaußendruckkabel nach DIN VDE 0276-635

Tabelle 1: Typ NP(A)KDFST2Y 3 x ..... OM 64/110 kV

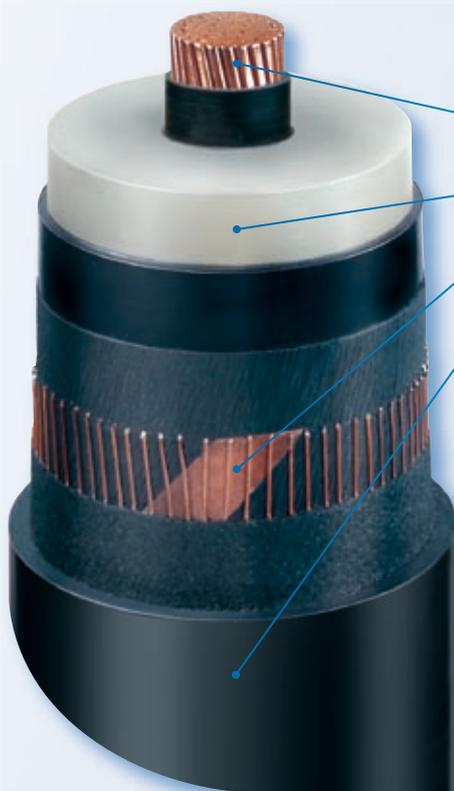
Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	185	240	300	400	500	630	800
Leiter, Cu oder Al, oval, Ø	ca.	mm	16,6	19,1	21,3	24,0	27,0	30,6	34,5
Papierisolierung, imprägniert	min.	mm	10,2	9,7	9,7	9,7	8,7	8,2	8,2
Bleimantel, Te-legiert	nom.	mm <sup>2</sup>	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
Durchmesser über Bleimantel	ca.	mm	42	44	46	49	50	53	57
Durchmesser über Flachdrahtbewehrung	ca.	mm	102	106	110	117	119	128	137
Kabelgewicht Cu/Al	ca.	kg/m	19,3/16,0	21,9/17,5	24,4/18,8	28,2/21,1	31,8/22,6	37,2/25,2	44,3/28,8
Stahlrohrabmessungen	min.	mm mm	133 x 4	133 x 4	139,7 x 4	146 x 4,5	146 x 4,5	159 x 4,5	168,3 x 4,5
PE-Umhüllung, Dicke	nom.	mm	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,55	2,65	2,75	2,90	3,00	3,20	3,40
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469
Wechselstromwiderstand bei 85°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,126	0,0968	0,0782	0,0627	0,0509	0,0420	0,0359
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,208	0,159	0,128	0,100	0,0795	0,0633
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter	ca.	kV/mm	9,4	9,4	9,1	8,8	9,3	9,5	9,2
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,264	0,301	0,324	0,353	0,420	0,486	0,534
Induktivität	ca.	mH/km	0,38	0,36	0,35	0,34	0,32	0,31	0,30
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>									
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	340/65	390/74	430/82	480/92	525/100	570/109	605/115
	2 Systeme	A/MVA	290/55	330/63	365/70	405/77	440/84	470/90	500/95
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	270/51	305/58	345/66	390/74	430/82	480/92	525/100
	2 Systeme	A/MVA	230/44	265/51	295/56	330/63	360/69	400/76	435/83

## 110-kV-Gasinnendruckkabel nach DIN VDE 0276-634

Tabelle 2: Typ NI(A)VFST2Y 3 x ..... RM 64/110 kV

Abmessungen/Querschnitt		mm <sup>2</sup>	185	240	300	400	500	630	800
Leiter, Cu oder Al, rund, Ø	ca.	mm	16,0	18,3	20,7	23,4	26,5	30,0	34,2
Papierisolierung, imprägniert	min.	mm	10,7	10,2	9,7	9,7	9,7	9,2	8,7
Durchmesser über Flachdrahtbewehrung	ca.	mm	91	94	97	103	110	115	123
Kabelgewicht Cu/Al	ca.	kg/m	12,0/8,6	13,8/9,3	15,6/9,9	18,3/11,1	21,9/12,7	26,1/14,1	31,5/16,2
Stahlrohrabmessungen	min.	mm mm	133 x 4	133 x 4	133 x 4	133 x 4	139,7 x 4	146 x 4,5	159 x 4,5
PE-Umhüllung, Dicke	nom.	mm	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Biegeradius während der Legung	min.	m	2,30	2,35	2,40	2,60	2,75	2,90	3,10
<b>Elektrische Daten</b>									
Gleichstromwiderstand bei 20°C Cu-Leiter	max.	Ω/km	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221
	Al-Leiter	max.	Ω/km	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469
Wechselstromwiderstand bei 85°C Cu-Leiter	ca.	Ω/km	0,126	0,0970	0,0786	0,0631	0,0513	0,0427	0,0368
	Al-Leiter	ca.	Ω/km	0,208	0,159	0,128	0,101	0,0797	0,0638
Feldstärke bei U <sub>0</sub> am Leiter	ca.	kV/mm	9,2	9,1	9,2	8,9	8,6	8,8	9,0
Kapazität der Kabelader	ca.	µF/km	0,230	0,260	0,294	0,320	0,351	0,402	0,463
Induktivität	ca.	mH/km	0,37	0,35	0,33	0,32	0,31	0,29	0,28
<b>Übertragungsfähigkeit (Dauerlast)</b>									
Kabel mit Cu-Leiter	1 System	A/MVA	340/65	390/74	435/83	480/92	535/102	580/111	625/119
	2 Systeme	A/MVA	295/56	335/64	370/71	410/78	450/86	490/93	525/100
Kabel mit Al-Leiter	1 System	A/MVA	270/41	310/59	345/66	385/73	435/83	485/92	540/103
	2 Systeme	A/MVA	230/44	265/51	295/56	330/63	370/71	410/78	450/86

**Baueinsatzkabel (110 kV ... 300 kV)**



- S — Sonderkabel
- Kupferleiter
- 2X — VPE-Isolierung
- S — Kupferdrahtschirm
- 2Y — PE-Mantel
- FUG — entwickelt von F&G

Bauart

S2XS2YFUG

Die sogenannten Baueinsatzkabel wurden für den Einsatz in Hochspannungsnetzen bis zu 300 kV entwickelt. Sie werden auf Spezialspulen in Längen von bis zu 500 m geliefert. Die Kabel werden im Werk mit Freiluftendverschlüssen ausgerüstet. Die konfektionierten Endverschlüsse sind trocken und flexibel. Die Konstruktion der Kabel erleichtert Transport, Installation und Betrieb.

Die Sicherstellung der Energieübertragung über eine Freileitung oder innerhalb einer Freiluftschaltanlage ist in der Regel von hoher Bedeutung. Während bestimmte Bereiche wegen Arbeiten in der Nähe abgeschaltet werden müssen, können sie mit Hilfe von Baueinsatzkabeln überbrückt werden.

Die Baueinsatzkabel haben ihre Vorteile als temporäre Verbindungen in zahlreichen Einsätzen bewiesen. Die Kabel können in kurzer Zeit angeschlossen und wieder aufgenommen werden. Aufgewickelt auf ihren Spezialspulen stehen sie wieder für den nächsten Einsatz zur Verfügung.



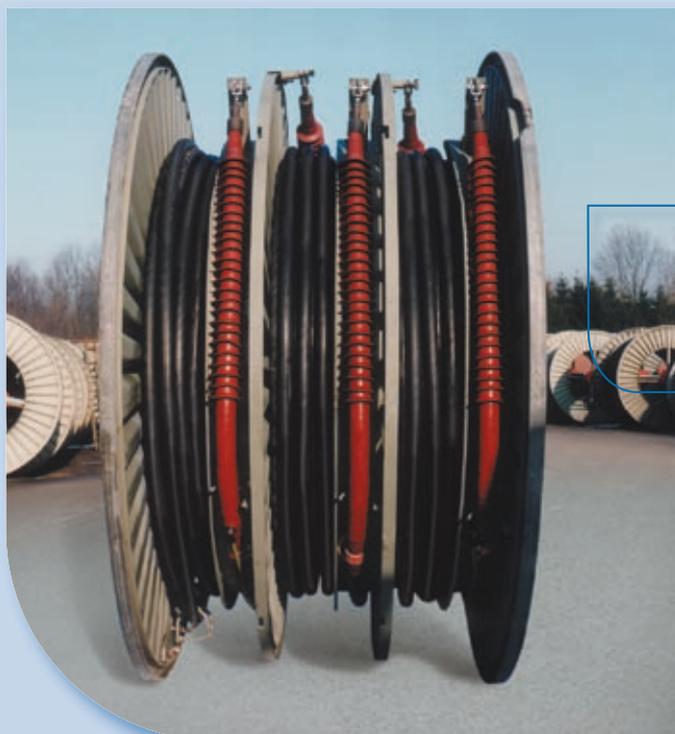
**Prüfkabel (230 kV ... 350 kV)**

Spezielle Versionen dieses Kabels werden bei Hochspannungsprüfungen eingesetzt. Ausgerüstet mit dem passenden Endverschluss an einem Ende kann das Prüfkabel direkt in das mit SF<sub>6</sub>-Gas gefüllte Gehäuse der zu prüfenden gasisolierten Schaltanlage eingeführt werden.

## Baueinsatzkabel

Typ S2XS2YFUG 1 x ..... RM .../... kV

Version				1	2	3	4	
Nennspannung $U_0/U$				kV	64/110	76/132	127/220	160/275
Max. Betriebsspannung $U_m$				kV	123	145	245	300
Blitzstoßspannung				kV	450	450	850	850
<b>Abmessungen</b>								
Leiter, Cu	Querschnitt	nom.	mm <sup>2</sup>	120	120	240	240	
	Durchmesser	ca.	mm	12,8	12,8	18,3	18,3	
VPE-Isolierung		nom.	mm	15	15	18	18	
Schirm, Cu-Drähte		nom.	mm <sup>2</sup>	25	25	35	35	
Außendurchmesser		ca.	mm	59	59	69	69	
Kabelgewicht		ca.	kg/m	3,5	3,5	5,6	5,6	
Biegeradius		min.	m	1,2	1,2	1,4	1,4	
<b>Elektrische Daten</b>								
Gleichstromwiderstand bei 20°C		max.	Ω/km	0,153	0,153	0,0754	0,0754	
Wechselstromwiderstand bei 90°C		ca.	Ω/km	0,196	0,196	0,0971	0,0971	
Kapazität der Kabelader		ca.	μF/km	0,126	0,126	0,134	0,134	
<b>Übertragungskapazität</b>				<b>Legung auf dem Boden, max. 7 cm lichter Abstand</b>				
Strom (Dauerlast)/Leistung		A/MVA		420/80	420/96	650/248	650/310	



Für die Kabel bis 145 kV besteht die Möglichkeit, alle drei Phasen mit maximal 140m Länge auf einer gemeinsamen Spule zu liefern.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an [nkt cables](https://www.nktcables.com).

# HTS-Kabel von nkt cables

## – schon in ihrer zweiten Generation

### HTS-Kabel und Garnituren

Die Hochtemperatur-Supraleitungstechnologie (HTS) ist eine Schlüsseltechnologie der elektrischen Energieversorgung von Morgen. Verglichen mit Leitern aus Kupfer haben Kabel mit HTS-Keramik-Leitern eine Reihe von entscheidenden Vorteilen. Die Übertragungsfähigkeit ist fünfmal höher als bei Kupferleitern, gleichzeitig reduzieren sich die Verluste auf ein Zehntel.

Die Entwicklung von HTS-Kabeln ist untrennbar mit dem Namen der Firma **nkt cables** verbunden, die von Anfang an Marktführer war bei Entwicklung und Produktion von supraleitenden Kabeln. Schon 2001 wurde das erste Supraleiter-Kabel im Energieverteilungsnetz eines öffentlichen Versorgers in Betrieb genommen – Dank an **nkt cables** in Kopenhagen.

Bedeutende Fortschritte wurden in der Entwicklung komplett funktionierender und ökonomischer Anlagen zur Energieübertra-

gung mit HTS-Kabeln gemacht.

Das Triax-HTS-Kabel repräsentiert bereits die zweite Generation von Supraleiter-Kabeln. Es ist ein Dreileiterkabel mit einer zentralen Kühlung und den darüber konzentrisch angeordneten Leitern. Das Ergebnis ist eine drastische Reduzierung an Kühlmittelbedarf, Montageaufwand und Garnituren. Inzwischen bietet **nkt cables** den Energieversorgern einen beachtlichen Umfang profitabler und umweltfreundlicher Hochleistungs-HTS-Kabel.

#### Aufbau und Fertigung

Eine Standardauswahl von HTS-Kabel-Bauformen steht zur Verfügung. Die unterschiedlichen Vorgaben des Kunden im Hinblick auf Stromtragfähigkeit und Spannungsebene werden durch einen modularen Aufbau unserer HTS-Kabel erreicht.

#### HTS-Leiter

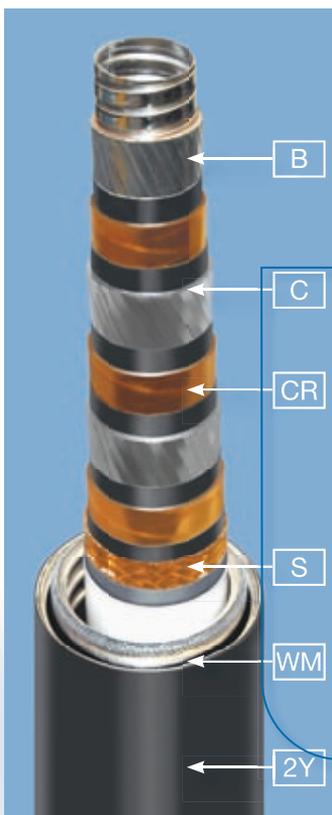
Die Leiter unserer HTS-Kabel werden aus HTS-Bändern des höchsten Qualitätsstandards gefertigt, um für unsere Kunden ein Höchstmaß an Ökonomie zu erreichen.

#### Elektrische Isolierung

Bei der elektrischen Isolierung kann ausgewählt werden zwischen einer extrudierten Standard-PE-Isolierung bei Kabelkonstruktionen ohne EMF-Schirmung oder unserem hochtechnologischen und bewährten Tieftemperaturdielektrikum „Cyroflex“ für Kabel mit einer vollständigen Dämpfung der „EMF“ Emission. Die extrudierte PE-Isolierung wird mit der üblichen Dreifachextrusion hergestellt. Der Vernetzungsvorgang ist verzichtbar, da die Betriebstemperatur des Dielektrikums zwangsläufig sehr niedrig ist.

Das „Cyroflex“-Dielektrikum besteht hingegen aus gewickelten Bändern. Hier vertrauen wir auf eine 100jährige Erfahrung mit gewickelten Papierisolierungen.

Da das „Cyroflex“-Dielektrikum die gleiche, niedrige Temperatur wie der HTS-Leiter erreicht, ist eine thermische Alterung des Dielektrikums praktisch ausgeschlossen. Die elektrische Isolierung wird nach den üblichen Standards wie IEC und ANSI geprüft, einschließlich Stoßspannungsprüfungen, Wechselfeldspannungsprüfungen sowie Langzeittests.



- HT: HTS-Triax-Kabel
- B: HTS-Leiter aus BSCCO-Material mit laminiertem Metallmantel
- C: zusätzlicher Stabilisator aus Kupfer zum Überstromschutz
- CR: Cyroflex® zur elektrischen Isolation
- S: Kupferdrahtschirm oder Bandschirm
- (WM): gewellte thermische Isolation
- 2Y: Polyäthylen-Außenmantel

Bauart: HT-BC-CRS(WM)2Y

Bauart mit starrer thermischer Isolation: HT-BC-CRS(RL)2Y

Bauart mit Leiter aus YBCO-Material: HT-YC-CRS(WM)2Y

Typ HT-BC-CRS(WM)2Y 7,6/13,2 kV HTS-Triax-Kabel mit BSCCO-Bandleiter, Kupferstabilisator, Cyroflex®-Isolation, halbflexiblem Kryostat

Abmessungen/Strombelastbarkeit, 3x	kA	1,25	2,00	2,5	3,0	3,4
<b>Kabel</b>						
Hohlkanaldurchmesser	mm	25	29	35	41	41
Querschnitt des Kupferstabilisators	mm <sup>2</sup>	40	40	55	60	60
Cyroflex® Isolation	mm	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Schirmquerschnitt	mm <sup>2</sup>	80	80	110	120	120
Außendurchmesser	mm	45	49	62	68	68
Gesamtgewicht (3 Phasen)	kg/m	3,5	4,8	5,5	6,5	7
Zulässige Zugkraft	kN	10	15	20	20	20
Biegeradius während der Legung/an Endverschlüssen (min)	m	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5
<b>Thermische Isolation (Kryostat)</b>						
Halbflexibles gewelltes Rohr Ø I/A	mm	60/110	60/110	84/143	84/143	84/143
PE-Außenmantel, Wandstärke	mm	2	2	3	3	3
Außendurchmesser		114	114	150	150	150
Endverschlussdurchmesser	mm	124	124		160	160
Zulässige Zugkraft	kN	10	10	15	15	15
Biegeradius während der Legung/an Endverschlüssen (min)	m	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5
Erwärmungsverluste im Kabel	W/m	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5
Erwärmungsverluste an Muffen	W/ea.	10	10	15	15	15
<b>Elektrische Daten</b>						
Gleichstromwiderstand des Leiters bei Nennlast $P_{nom}$	µOhm/m	<10	<10	<10	<10	<10
Wechselstromverluste des Leiters bei Nennlast $P_{nom}$	W/m/ph	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
Wechselstromverlustfaktor, n	$P=k \cdot I^n$	3	3	3	3	3
Kapazität, eine Phase gegen Erde	µF/km	3,3	3,7	4,6	5,2	5,2
Induktivität einer Phase	mH/km	0,026	0,024	0,019	0,017	0,017
<b>Übertragungsleistung (Dauerlast) bei 13,2 kV</b>						
1 System/2 Systeme	MVA	29/57	46/91	57/114	69/137	78/155

Typ HT-BC-CRS(WM)2Y 42/72 kV, HTS-Triax-Kabel mit BSCCO-Bandleiter, Kupferstabilisator, Cyroflex®-Isolation, halbflexiblem Kryostat

Abmessungen/Strombelastbarkeit, 3x	kA	1,25	2,00	2,5	3,0	3,4
<b>Kabel</b>						
Hohlkanaldurchmesser	mm	25	29	35	41	41
Querschnitt des Kupferstabilisators	mm <sup>2</sup>	40	40	55	60	60
Cyroflex® Isolation	mm	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Schirmquerschnitt	mm <sup>2</sup>	120	120	120	120	120
Außendurchmesser	mm	65	69	75	81	81
Gesamtgewicht (3 Phasen)	kg/m	4,5	5,8	6,5	7,5	8
Zulässige Zugkraft	kN	10	15	20	20	20
Biegeradius während der Legung/an Endverschlüssen (min)	m	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5	3/1,5
<b>Thermische Isolation (Kryostat)</b>						
Halbflexibles gewelltes Rohr Ø I/A	mm	84/143	84/143	84/143	98/163	98/163
PE-Außenmantel, Wandstärke	mm	3	3	3	3	3
Außendurchmesser		150	150	150	170	170
Endverschlussdurchmesser	mm	160	160	160	180	180
Zulässige Zugkraft	kN	15	15	15	20	20
Biegeradius während der Legung/an Endverschlüssen (min)	m	3/1,5	3/1,5	3/1,5	4/2	4/2
Erwärmungsverluste im Kabel	W/m	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7
Erwärmungsverluste an Muffen	W/ea.	10	10	15	15	15
<b>Elektrische Daten</b>						
Gleichstromwiderstand des Leiters bei Nennlast $P_{nom}$	µOhm/m	<10	<10	<10	<10	<10
Wechselstromverluste des Leiters bei Nennlast $P_{nom}$	W/m/ph	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
Wechselstromverlustfaktor, n	$P=k \cdot I^n$	3	3	3	3	3
Kapazität, eine Phase gegen Erde	µF/km	1,6	1,7	2,0	2,2	2,2
Induktivität einer Phase	mH/km	0,039	0,036	0,031	0,028	0,028
<b>Übertragungsleistung (Dauerlast) bei 50 kV</b>						
1 System/2 Systeme	MVA	108/217	173/346	217/433	260/520	294/589

# Die Garnituren

## Produktübersicht

nkt cables stellt sowohl Garnituren für VPE-isolierte Kabel als auch Garnituren für papierisolierte Kabel her.

U <sub>m</sub> /kV	72,5	123	145	170	245	300	420	550
<b>Freiluftendverschluss</b>	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O	X/O	X/O	X
<b>Schalterendverschluss</b>	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D	X/O/D	X/O	X
<b>Transformator-Endverschluss</b>	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D	X/O/D	X/O	X
<b>Verbindungsmuffe</b>	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D/P	X/O/D	X/O/D	X/O/D	X
<b>Sperrmuffe</b>	O	O	O	O	O	O	O	
<b>Übergangsmuffe</b>	X/O/P	X/O/P	X/O/P	X/O/P	X/O	X/O	X/O	

X: für VPE-Kabel

O: für Ölkabel

D: trockene Version für VPE-Kabel

P: für Gasdruckkabel

Die folgenden Seiten geben eine Übersicht und allgemeine Informationen zu den gebräuchlichsten Garnituren. Weitere Typen und Versionen sind erhältlich. Wenden Sie sich in

besonderen Fällen an [nkt cables](#). Ausführliche Informationen zu den Garnituren für VPE-Kabel bis 170 kV sind in einem separaten Katalog enthalten.

## Konstruktion und Fertigung

Wesentlich bei der Entwicklung und Konstruktion von Hochspannungskabelgarnituren ist die langjährige Erfahrung des Fachpersonals von [nkt cables](#). Aber auch modernste, computergesteuerte Systeme werden genutzt, um Garnituren zu konstruieren und zu produzieren, die höchste Betriebssicherheit gewährleisten. Einzelne, zugekaufte Komponenten werden von Unterlieferanten bezogen,

die ebenfalls höchste Qualität gewährleisten. Die metallischen Teile der Garnituren werden aus Kupfer, Messing, korrosionsfestem Aluminium oder Edelstahl gefertigt. Bolzen, Schrauben, Muttern und Scheiben bestehen ebenfalls aus korrosionsfreiem Edelstahl. Die von [nkt cables](#) hergestellten Kabelgarnituren sind für eine lange Lebensdauer ausgelegt, wie es auch von den Kabeln erwartet wird.

Die vorgefertigten Feldsteuer- und Isolierteile für VPE-Kabel werden aus Silikonkautschuk hergestellt. Dieses Material wird bereits seit mehreren Jahrzehnten angewendet und hat sich in der Praxis wegen seiner guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften als zuverlässig bewährt. Die meisten dieser Komponenten können von Hand aufgeschoben werden. Für die Montage der Garnituren werden nur wenige Spezialwerkzeuge benötigt. Für Kabel mit integrierten LWL werden Garnituren angeboten, die mit entsprechenden Spleißgehäusen ausgerüstet sind. Garnituren für VPE-Kabel in Höchstspannungsanwendungen können mit integrierten Sensoren zur Teilentladungsmessung versehen werden.



Freiluftendverschluss mit Verbundisolator  
Typ FEV 420-V

## Freiluftendverschlüsse

Die verschiedenen Ausführungen der Endverschlüsse sind für den Betrieb unter ungünstigen Umgebungsbedingungen und für Spannungen bis 550 kV ausgelegt. Die Endverschlüsse können auch in Innenräumen betrieben werden, wenn entsprechender Raum zur Verfügung steht. Die Standardversionen entsprechen den Verschmutzungs-

### Technische Daten

<b>Höchste Spannung <math>U_m</math></b>	kV	72,5	145	170	245	300	420	550
<b>Blitzstoßspannung</b>	kV	350	650	750	1050	1050	1425	1550
<b>Leiter Cu/Al (max.)</b>	mm <sup>2</sup>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>Länge (ca.)</b>	mm	1400	1900	2100	2800	3200	4200	5000

klassen III oder IV. Für Anwendung in Gebieten mit höherer Verschmutzung sind Isolatoren mit längeren Kriechwegen verfügbar.

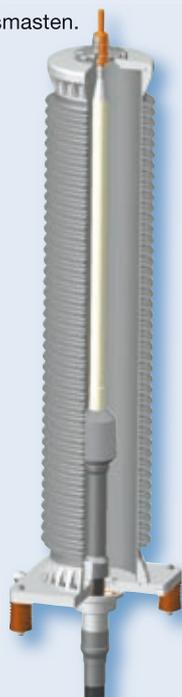
### Freiluftendverschluss mit Porzellanisolator

Dieser Garniturentyp ist für den Bereich von 72,5 kV bis 420 kV verfügbar. Er ist für Gasdruckkabel, Ölkabel und für VPE-isolierte Kabel erhältlich. Er ist seit vielen Jahren im Einsatz und weist deshalb die längste Betriebserfahrung auf. Der Isolator kann in brauner oder grauer Farbe gewählt werden. Lichtbogen-Schutzstabarmaturen können auf Wunsch als Zubehör geliefert werden..



### Freiluftendverschluss mit Verbundisolator

Dieser Garniturentyp ist für VPE-Kabel ebenfalls für den gesamten Bereich von 72,5 kV bis 420 kV verfügbar. Die Konstruktion mit aufschiebbarem Feldsteuerelement und Silikonölfüllung entspricht weitgehend der Ausführung mit Porzellanisolator. Der Verbundisolator ist jedoch erheblich leichter. Dies vereinfacht die Montage und eventuell auch die Konstruktion von Traggerüsten, z. B. auf Freileitungsmasten.



### Freiluftendverschluss in trockener Ausführung

Der trockene Freiluftendverschluss für VPE-Kabel enthält weder ein flüssiges noch ein gasförmiges Füllmedium. Abgesehen vom Umweltaspekt bietet die trockene Version weitere Vorteile wie einfachere Montage. Es werden keine Geräte und keine Zeit für das Füllen der Garnitur benötigt. Beides führt zu deutlichen Einsparungen bei der Montage.



Fragen Sie [nkt cables](#) ob die trockene Ausführung auch für Ihren Anwendungsfall in Frage kommt.

## Schalter- und Transformator-Endverschlüsse

Die verschiedenen Ausführungen der Schalter- und Transformator-Endverschlüsse sind für Betriebsspannungen bis 550 kV ausgelegt. Die Endverschlüsse entsprechen den Normen IEC 60859 und EN 50299, in denen Abmessungen und Lieferumfang für Anlagenhersteller und Garniturenlieferant eindeutig festgelegt sind. Die Endverschlüsse können

### Technische Daten

<b>Höchste Spannung <math>U_m</math></b>	kV	72,5	145	170	245	300	420	550
<b>Blitzstoßspannung</b>	kV	350	650	750	1050	1050	1425	1550
<b>Leiter Cu/Al (max.)</b>	mm <sup>2</sup>	1000	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>Länge (ca.)</b>	mm	950	1150	1150	1400	1400	2200	2200

durch entsprechendes Zubehör vorhandenen Schaltanlagen und Trafos angepasst werden, die nicht den genannten Normen entsprechen.

### Endverschluss mit flüssigem Füllmedium

Der Endverschluss besitzt einen Isolator aus Gießharz. Das Innere des Isolators ist mit Isolieröl gefüllt. Der Isolator ist an der Basis mit einem Isolierfortsatz versehen, der die Trennung des Kabelschirms von

der Erde ermöglicht. Ein zusätzlicher Isolierflansch wird nicht benötigt, was die Abmessungen der Garnitur kompakt hält und die Montage in engen Räumen erleichtert.



### Endverschluss in trockener Ausführung

Auch Schalter- und Transformator-Endverschlüsse sind für VPE-Kabel in trockener Ausführung, d. h. ohne flüssige oder gasförmige Füllung, verfügbar. Abgesehen vom Umweltaspekt bietet die trockene Version weitere Vorteile wie zum Beispiel eine einfachere Montage. Es werden keine Geräte und keine Zeit für das Füllen der Garnitur benötigt, was beides zu deutlichen Einsparungen bei der Montage beiträgt. Auch die

trockenen Endverschlüsse entsprechen den relevanten Normen. Sie können deshalb die flüssigkeitsgefüllten Endverschlüsse im Schalter- oder Trafogehäuse ersetzen.



*KSEV 145: Schalterendverschluss in trockener Ausführung*

Fragen Sie [nkt cables](#), ob die trockene Ausführung auch für Ihren Anwendungsfall in Frage kommt.

## Vorgefertigte Muffen für VPE-Kabel

Von nkt cables werden dreiteilige Muffen für sämtliche Spannungsebenen bis 550 kV angeboten. Durch Optimierung der Elektrodenformen sind die Abmessungen der Muffen sehr gering. Die isolierenden Bauteile der Muffe, d. h. die Kabeladapter und der Hauptmuffenkörper, bestehen aus Silikonkautschuk. Das dreiteilige Design hat sich als zuverlässig und vorteilhaft erwiesen. Es erfordert weniger Aufwand, weniger Spe-

zialwerkzeuge und weniger mechanische Beanspruchung der Silikonkörper. Darüber hinaus erlauben die Kabeladapter das Verbinden von Kabeln unterschiedlicher Abmessungen auf einfachste Weise. So können auch Kabel mit unterschiedlichen Leiterquerschnitten verbunden werden.

### Technische Daten

<b>Höchste Spannung <math>U_m</math></b>	kV	72,5	145	170	245	300	420	550
<b>Blitzstoßspannung</b>	kV	350	650	750	1050	1050	1425	1550
<b>Leiter Cu/Al (max.)</b>	mm <sup>2</sup>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
<b>Länge (ca.)</b>	mm	1000	1200	1500	1500	1700	1900	2000

### Komponenten der Verbindungsmuffen

Standard-Verbindungsmuffe

Typ SM 145



von 72,5 kV bis 550 kV

Wesentliche Elemente der Verbindungsmuffe Typ SM 145

Die Muffen können auch mit Trennisolierung für die Kabelschirme ausgeführt werden. Es gibt sie in zwei Ausführungen, zum einen in einer kompakten Version mit schrumpfbare Außenhülle und zum anderen das Design mit Gehäuse.

## Übergangsmuffen

Inzwischen ist der Anteil VPE-isolierter Kabel in allen Spannungsebenen stark gestiegen. Dies führt auch dazu, dass zunehmend die Verbindung zu vorhandenen Kabeln mit Papierisolierung gewünscht wird. Für diese Anwendungsfälle wurden von **nkt cables** spezielle Muffen entwickelt und bereits installiert.



**NEU**

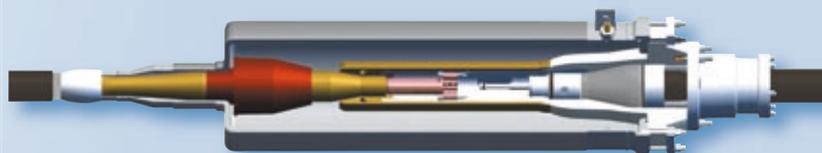
### Standard-Übergangsmuffe Typ USM 72 ... USM 420

145 kV

Die Übergangsmuffe für Einleiterkabel, Typ USM ..., basiert auf der Verwendung eines modifizierten Transformator-Endverschlusses. Der Endverschluss wird in ein Gehäuse eingebaut, welches auch die Feldsteuerung des Kabels der Gegenseite enthält. Auf diese Weise können alle

gängigen Kabeltypen miteinander verbunden werden. Die ersten Anwendungen bildeten den Übergang von Niederdruckölkabel auf Gasaußendruckkabel. Gasdruckkabel werden wegen des hohen Drucks auf der Isolatorseite angeschlossen. Niederdruckölkabel und

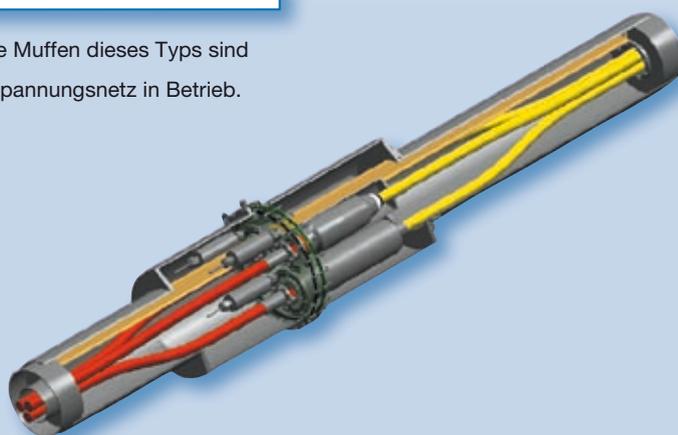
VPE-Kabel können sowohl auf der einen als auch auf der anderen Seite angeschlossen werden. Für VPE-Kabel bietet sich die Verwendung des kompakten trockenen Endverschlusses an.



### Kompakte Übergangsmuffe Typ KUSM 145

Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Stadtkabels wurde eine dreiphasige Muffe für den Übergang von VPE-isolierten Kabeln auf Gasdruckkabel konstruiert. In dieser Übergangsmuffe kommen Bauelemente aus der Verbindungsmuffe für VPE-Kabel und aus den Muffen für Gasdruckkabel zur Anwendung. Alle diese Elemente haben sich seit vielen Jahren im Betrieb

bewährt. Mehrere Muffen dieses Typs sind bereits im Hochspannungsnetz in Betrieb.



Neben den Garnituren für die Übergänge auf VPE-Kabel liefert und installiert **nkt cables** auch Garnituren für papierisolierte Hochspannungskabel, d. h. für Niederdruckölkabel und für Gasdruckkabel. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an **nkt cables**.

## Zubehör

### Anschlusskästen

Zur Erdung und zur Auskreuzung von Kabelschirmen wird von **nkt cables** eine breite Palette an Schaltkästen angeboten. Sie umfasst Kästen für Gestell- und Wandmontage sowie für die waagerechte Installation in einem Unterflurschacht. Die Kästen bestehen aus Edelstahl. Sie sind

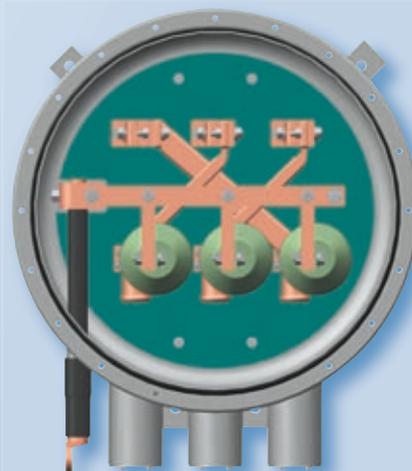


in einphasiger und dreiphasiger Ausführung erhältlich.

Je nach Anwendungsfall werden die Kästen mit unterschiedlichen Anordnungen von Schaltstücken versehen. In den Kästen für Schirmauskreuzung (Crossbonding) und für einseitige Erdung können bis zu sechs Mantelspannungsbegrenzer (Varistoren) installiert sein..

*Anschlusskasten für einseitige Erdung installiert an Transformator-Endverschlüssen*

*Schaltkasten für Crossbonding*



### Weiteres Zubehör

Selbstverständlich kann alles notwendige Zubehör für papierisolierte Kabel geliefert werden. Dies beinhaltet beispielsweise Öldrucktanks, Druckausgleichsgefäße, Manometer, Absperrhähne und Kleinrohrleitungen.



*Öldrucktanks für Niederdruckölkabel*

*Druckausgleichsgefäße an Endverschlüssen von Gasaußendruckkabeln*

# Montage & Service

## Sich kümmern ...

ist das Motto der Aktivitäten von **nkt cables** in diesem Bereich. Bereits in der Planungsphase wird Wert darauf gelegt, für den Kunden vorteilhafte Lösungen zu finden und sich auf das zu konzentrieren, was tatsächlich benötigt wird. Im Rahmen der Sanierung

vorhandener Anlagen werden die technisch günstigsten und wirtschaftlichen Möglichkeiten gesucht. Auf diese Weise ist **nkt cables** bestrebt, einen Beitrag zur Zuverlässigkeit und Langlebigkeit Ihres Energieübertragungssystems zu leisten.

Unser Serviceteam bietet Montage und Service für:

- ↳ Ölkabel
- ↳ Gasdruckkabel
- ↳ VPE-Kabel und
- ↳ Seekabel

## Technische Planung

Die Dienste von **nkt cables** umfassen verschiedene Aufgaben. Die Kundenberatung setzt am Beginn der Planung eines Kabelprojekts ein. Verschiedene Berechnungen und Konstruktionen werden geprüft um eine solide Basis für die Auswahl der optimalen Version zu schaffen.

Zum Beispiel werden Belastbarkeitsberechnungen unter Berücksichtigung der individuellen Bedingungen durchgeführt. Verschiedene Varianten werden verglichen und eventuell notwendige Maßnahmen bewertet.

Durch das Hinzufügen einer neuen Kabelanlage in die Umgebung vorhandener Systeme wird die Neuberechnung der gesamten Anordnung erforderlich. Zur Vermeidung von Engpässen kann die Verbesserung der



thermischen Bedingungen erforderlich sein, deren Wirksamkeit mittels entsprechender Berechnungen überprüft wird.

Weiterhin werden Berechnungen der zu erwartenden Zugkräfte und anderer mechanischer Beanspruchungen durchgeführt. Sie

dienen als Basis für die Entscheidung über mögliche Lieferlängen und günstige Muffenpositionen. Messungen vor Ort dienen zur Berücksichtigung der tatsächlichen Gegebenheiten. Ebenso werden induzierte Schirmspannungen für die verschiedenen Betriebszustände berechnet und in die Entscheidungen einbezogen. Umlegungen und Einschleifungen von Ölkabeln bedingen die Neuberechnung der Ölspeisesysteme. Für die Auswahl der geeigneten Tanks und Druckeinstellungen werden Berechnungen der hydraulischen Verhältnisse durchgeführt.

In einem Satz: Bedienen Sie sich der Erfahrung und Fachkenntnisse von **nkt cables** bereits in der Planungsphase und der erste Schritt zur Gewährleistung einer reibungslosen Projektabwicklung ist getan.

## Montage

Von Anfang an hatten beide Unternehmen, NKT CABLES in Dänemark und Felten & Guillaume in Deutschland, ihr eigenes geschultes Personal und Montagegerätschaften. Auch heute verfügt **nkt cables** über Montageabteilungen in Kopenhagen und Köln. Beide sind gerüstet um Montage- und Wartungsarbeiten an Hochspannungskabelanlagen auszuführen, seien es papierisolierte Kabel oder modernste VPE-Kabel.

### Aber nicht nur Neuanlagen sind unsere Materie:

Zahlreiche Kabelanlagen haben bereits ein hohes Alter erreicht. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass das Personal von **nkt cables** viel Erfahrung mit der Sanierung von Endverschlussanlagen gesammelt hat und dies zum Nutzen der Kunden für zukünftige Projekte. Umlegungen und Einschleifungen von Hochspannungskabelanlagen aller Art gehören zu unserem täglichen Geschäft.



Dass **nkt cables** hierbei besonderen Wert auf Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz legt, zeigt u. a. die SCC-Zertifizierung.

### Serviceverträge

Wir bieten Serviceverträge an, mit denen wir in festgelegtem Umfang Aufgaben zur Wartung und Instandhaltung der Kabelanlagen übernehmen. Mit Annahme dieses Angebots wird sichergestellt, dass sich erfahrenes Personal um die Kabelanlagen kümmert. Regelmäßige Kontrollen des Zustandes und, wenn erforderlich, das Einleiten von Instandhaltungsmaßnahmen zu einem frühen Zeitpunkt sichern die Werterhaltung dieses bedeutenden Wirtschaftsgutes.

### Schulungsangebote

Schulungskurse für Monteure können in unserem Haus oder auch beim Kunden durchgeführt werden. Eine andere, unserer Erfahrung nach sehr effektive Möglichkeit ist das Training auf der Baustelle. Während der Ausführung der Montagearbeiten werden sowohl allgemeine Fähigkeiten als auch die für die Garnituren von nkt cables geltenden Besonderheiten dem Montagepersonal des Kunden vermittelt.

Spezielle Kurse können für das für Betrieb und Wartung verantwortliche Personal angeboten werden. Dies betrifft in erster Linie Anlagen mit papierisolierten Kabeln, d. h. Ölkabel wie auch Gasdruckkabel. Neben

der Schulung praktischer Tätigkeiten kann dabei auch die Vermittlung theoretischer Kenntnisse im Vordergrund stehen. Die Inhalte der Kurse werden den Wünschen des Kunden angepasst.



## Prüfung

Das Prüfen von Kabeln und Garnituren umfasst sowohl Stück- und Auswahlprüfungen im Werk als auch Prüfungen nach Fertigstellung auf der Baustelle. Die Prüfungen werden gemäß Kundenspezifikationen und verschiedenen nationalen und internationalen Normen wie IEC, EN, VDE, NF, BS, NEN, AEIC durchgeführt.

Typ- und Langzeitprüfungen wurden zur Qualifizierung kompletter Kabelsysteme durchgeführt. Neu entwickelte Kabel und Garnituren wurden mehrjährigen Feldversuchen unterzogen, wobei die elektrischen und thermischen Beanspruchungen weit über denen lagen, die im Normalbetrieb zu erwarten sind.



## Innovation, Qualität und Umwelt

### Unser Know-how

Das **nkt cables**-Labor führt Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an umweltverträglichen Kunststoffen für Kabel und Leitungen durch und übernimmt auch die Qualitätskontrolle bei Rohstoffen und Fertigerzeugnissen. Das Hochspannungslabor führt die elektrischen Prüfungen durch.

Die **nkt cables**-Techniker sind international bekannt für ihre tiefen Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Entwicklung von Kunststoffmischungen. So war **nkt cables** das erste Unternehmen der Welt, das bleifreie PVC-Kabel auf den Markt gebracht hat, bei denen die giftigen bleihaltigen Stabilisatoren durch die relativ harmlosen kalzium- bzw. zinkhaltigen Stabilisatoren ersetzt worden waren. Die Idee war so gut, dass der dänische Minister für Umwelt und Energie die Vermarktung bleihaltiger PVC-Kabel ab dem 1. Dezember 2001 verboten hat. Forschung und Entwicklung spielt in allen Bereichen der **nkt cables** Gruppe eine große Rolle.

Die **nkt cables** Tochter, NKT Research, steht zum Beispiel für revolutionäre Entwicklungen in der Glasfasertechnik. Schon in den 80er Jahren war **nkt cables** in der Lage, Kabel mit integrierten Lichtwellenleitern zu liefern.

In 2001 brachte **nkt cables** das weltweit erste Supraleiterkabel heraus, das an das öffentliche Netz angeschlossen wurde.

### Ein komplettes Recycling-Konzept für alle recycelbaren Kabel

Mit mehr als 40 Jahren Erfahrung im Bereich des Kabel-Recyclings ist **nkt cables** der einzige europäische Kabelhersteller, der ein Recycling-Konzept für alle recycelbaren Kabel vorweisen kann. Wir verarbeiten Kabelschrott in unserer eigenen Fabrik in Stenlille. Unsere Fabrik in Stenlille ist unter den ersten 100 dänischen Firmen mit DS/EN ISO 14001 Zertifizierung.

Wir nehmen unsere Verantwortung für die Umwelt sehr ernst, und so spielt das Thema Umwelt eine wichtige Rolle in allen Bereichen des Unternehmens, egal, ob es sich um eine neue Produktentwicklung, um Produktionsabläufe und Arbeitsabläufe oder um die Rückführung von Altprodukten handelt.

Für uns spielt aber das Thema Umweltpolitik nicht nur beim Recyceln von Kabeln eine Rolle. Umweltfragen stehen zum Beispiel auch bei der Auswahl unserer Zulieferer und der Auswahl von Materialien ganz vorne. Auf diese Weise minimieren wir die Einflüsse,

die unsere Produkte auf die Umwelt haben – von der Fertigung über die Anwendung bis zur Rücknahme und Wiederverwertung. Das ist es, was wir meinen, wenn wir sagen, dass das Thema Umwelt zum Wohle unserer zukünftigen Generationen immer präsent ist. Und selbstverständlich bieten wir auch unseren Kunden in Sachen Umweltschutz Unterstützung an. Bitte kontaktieren Sie uns, um zu erfahren, wie Sie Ihre Kabelschrotte am besten entsorgen können. Dass wir nach DIN EN ISO 14001 zertifiziert und ein Fachbetrieb nach §19 I Wasserhaushaltsgesetz sind, ist deshalb selbstverständlich.

### Qualität von Anfang bis Ende

Qualität von Anfang bis Ende ist eine wichtige Komponente der **nkt cables** Fertigungs-Philosophie.

Dies wird sichergestellt durch eine Kombination von zertifizierter Qualitätskontrolle schon während der Fertigung und dem Bezug von Rohstoffen nur von ausgesuchten Lieferanten. Dies versetzt **nkt cables** auch in die Lage, schnell auf geänderte Anforderungen des Marktes reagieren zu können. **nkt cables** ist selbstverständlich auch nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert.





**nkt cables GmbH**

Schanzenstraße 6 – 20

51063 Köln

Telefon 0221.676 0

Telefax 0221.676 2646

infoservice@nktcables.com

**[www.nktcables.de](http://www.nktcables.de)**

## Direkter Kontakt für Ihre Region:

**Deutschland, Österreich, Schweiz**

Manfred Zühlsdorf

Telefon 0221.676 3444

manfred.zuehlsdorf@nktcables.com

**Zentral-Europa**

Carsten Wolff

Telefon 0221.676 2031

carsten.wolff@nktcables.com

Vertriebsbüros

↳ Belgien: +32 476 981 429

↳ Niederlande: +31 646095035

↳ Frankreich: +33 616 12 15 44

**Skandinavien und Großbritannien**

Brian Scott

Telefon +45 5966 1213

brian.t.scott@nktcables.dk

Vertriebsbüro

↳ GB: +44 78340 569 28

**nkt cables Spain S. L.**

Edifici Testa

Alcalde Barnils 64 – 68

escal B, 3° piso, local 3

Sant Cugat del Valles

E-08174 Barcelona, Spanien

Telefon: +34 93 59 07 017

Telefax: +34 93 67 50 528

info.es@nktcables.com

**International**

Hans Damm Jensen

Telefon 0221.676 2076

hans.damm.jensen@nktcables.com

Vertriebsbüros

↳ Moskau: +7 495 7774858

↳ VAE: +971 2 4493550