

# PTFE-isolierte Kabel und Einzeladern



**Telemeter Electronic**

Temperaturmanagement

**Industriekomponenten**

Messtechnik

HF-/Mikrowellentechnik

Luftfahrtelektronik

Entwicklung und Service



**... wir liefern Lösungen!**

1. Produktübersicht .....	S. 3
2. PTFE-Isolation .....	S. 4
3. Kabelaufbau .....	S. 5
4. HV-Kabel .....	S. 8
5. CR-Tape gegen Teilentladung .....	S. 9
6. Mehradrige Kabel .....	S. 10
6.1. Kundenspezifische Konstruktionen .....	S. 10
6.2. Standard-Konstruktionen .....	S. 10
7. PTFE-Kabel für Vakuumanwendungen .....	S. 11
8. PTFE-Datenkabel (CAT5e, CAT6A, CAT7) .....	S. 11
9. Einzeladern (isolierte Litzen) Isolationsklasse ET & ET+ .....	S. 12
10. Einzeladern (isolierte Litzen) Isolationsklasse E & EE .....	S. 13
11. Koaxial-Kabel .....	S. 14
12. PTFE-Flachbandkabel .....	S. 14
13. Kabel-Konfektionierung .....	S. 15
14. PTFE-Isolationsschläuche .....	S. 15
15. Anwendungen .....	S. 16
16. Ihre maßgeschneiderte Kabelkonstruktion .....	S. 17
17. Notizen .....	S. 18
18. Informations-Service .....	S. 19

# 1. Produktübersicht

<b>HV-Leitungen</b> 	<b>Einzeladern</b> 	<b>Koaxialkabel</b> 	<b>Kundenspezifische Kabel</b> 
<b>Isolierschläuche</b> 	<b>Flachbandkabel</b> 	<b>Mehradrige Kabel</b> 	<b>Konfektion</b> 

## Mindestabnahmemenge

(MOQ – minimum order quantity)

• Mehradrige Rundkabel	100 m
• Hochspannungskabel	50 m
• Flachbandkabel	100 m
• Koaxialkabel	100 m
• Einzeladern	500 m
• Isolierschläuche	500 m

## Besuchen Sie unsere Homepage!

(<https://telemeter.info/de/industriekomponenten/kabel>)

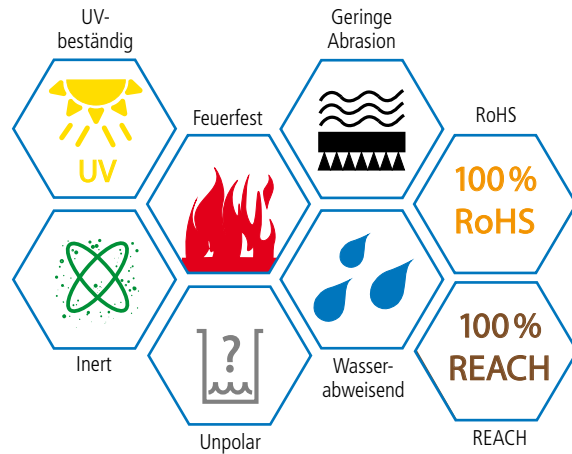




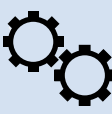

## 2. PTFE-Isolation

### Vorteile von PTFE als Kabelisolation

Seit der Entdeckung von **Polytetrafluorethylen** vor beinahe einhundert Jahren sind viele Anwendungen für diesen außergewöhnlichen Kunststoff umgesetzt worden.

Die physikalischen Eigenschaften des PTFE machen diesen Kunststoff zur idealen Lösung u.a. für eine Kabelisolation.



	Thermisch:	<ul style="list-style-type: none"> <li>-200 °C bis + 260 °C</li> </ul>
	Chemisch:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inert (reaktionsträge)</li> <li>Resistent u.a. gegen Öle, Alkohole und Benzine</li> <li>Wasserabweisend (geringe Ausgasung)</li> <li>UV-beständig</li> <li>Unpolar (antiadhäsiv = kaum benetzbar)</li> <li>Feuerfest</li> <li>Nicht schmelzbar</li> <li>REACH/-RoHS-kompatibel</li> </ul>
	Mechanisch:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringer Reibungskoeffizient</li> <li>Geringe Abrasion</li> <li>Geringe Partikulation</li> <li>Geringes Gewicht</li> </ul>
	Elektrisch:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Durchschlagsfestigkeit</li> <li>Hoher Isolationswiderstand</li> <li>Hoher Oberflächenwiderstand</li> <li>Dielektrizitätskonstante von 2,1 (geringe Feldschwächung)</li> <li>Geringer Dissipationsfaktor (geringe Verlustleitung)</li> <li>CR-Tape („corona resistant“ = Teilentladungs hemmend)</li> </ul>

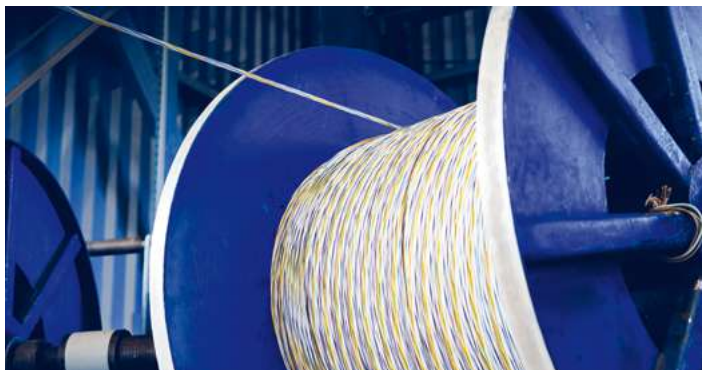


Bild: iStock.com/1309779867

### Herstellung von Kabeln

PTFE kann als Kabelisolation gewickelt oder extrudiert werden. Bei gewickelten Isolationen wird das PTFE-Tape mit einem dünnen Klebefilm (z.B. FEP) versehen, weiterführend helikal in mehreren Lagen, um den Innenleiter gewickelt und anschließend in einem Salzbad „gesintert“, um die einzelnen Lagen mit dem Kleber miteinander zu verschmelzen.

Bei dieser Herstellung können die Wandstärken sehr genau und zentrisch eingehalten werden.






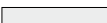






Der Lagenaufbau erlaubt es zudem, gezielte Wandstärken für individuelle Konstruktionen herzustellen.

# 3. Kabelaufbau

Leitermaterial	Spezifikation	Eigenschaften	Temperaturbereich
<b>SPC</b> (silver plated copper) Kupferleiter versilbert	ASTM-B-298	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Leitfähigkeit</li> <li>Sehr gut lötlbar</li> <li>Korrosionsbeständig</li> </ul>	-65 °C bis +200 °C
<b>NPC</b> (nickel plated copper) Kupferleiter vernickelt	ASTM-B-355	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhter Temperaturbereich</li> <li>Kostengünstig</li> <li>Ideal für Crimp- oder Schraubverbindungen</li> </ul>	-65 °C bis +260 °C
<b>SCHSCA</b> (silver plated high strength copper alloy) Kupferlegierung versilbert – nicht RoHS konform	ASTM-B-624 -65 °C bis +200 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gute Leitfähigkeit</li> <li>Lötbar</li> <li>Sehr hohe Zugfestigkeit</li> <li>Gutes Flexlife</li> </ul>	-65 °C bis +200 °C
<b>SPCCS</b> (silver plated copper covered steel) Stahlleiter verkupfert und versilbert	ASTM-B-501	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Zugfestigkeit</li> <li>Gut lötlbar</li> </ul>	-65 °C bis +200 °C

### Alternativ auch lieferbar nach MIL-W-22759

(Bitte erkundigen Sie sich hierzu nach den Mindest-Liefermengen)

 schwarz (BK)	 blau (BL)
 braun (BR)	 violett (VT)
 rot (RD)	 grau (GR)
 orange (OR)	 weiß (WT)
 gelb (YL)	 pink (PN)
 grün (GN)	 natural (TR)

Als Isolationsfarbe bieten wir 12 Grundfarben nach MIL-STD-104 (siehe Tabelle) für Litzen, Drähte und den Außenmantel von Kabeln an. Reichen diese Grundfarben nicht aus, können diese mit einfacher oder doppelter Farbwendel anderer Farben kombiniert werden. Damit lassen sich auch bei mehradrigen Kabeln die einzelnen Adern eindeutig voneinander unterscheiden.

### Typenschlüssel

AWG 26 / 19 / 38 SPC ET x3 S & J PTFE



## AWG-Tabelle (American Wire Gauge)

Diese Parameter gelten für die Tabellen auf Seite 12 und 13.

Isolationsklassen				Bezeichnung	AWG	Anzahl Einzellitzen	AWG Einzellitzen	Durchmesser Draht	Querschnitt	Widerstand @ 20 °C
ET	ET+	E	EE							
			+	6/133/27	6	133	27	0,36 mm	13,80 mm <sup>2</sup>	1,37 Ω/km
			+	6/60/24	6	60	24	0,51 mm	12,30 mm <sup>2</sup>	1,54 Ω/km
			+	7/133/28	7	133	28	0,32 mm	10,70 mm <sup>2</sup>	1,81 Ω/km
			+	7/60/25	7	60	25	0,45 mm	9,75 mm <sup>2</sup>	1,94 Ω/km
			+	8/133/29	8	133	29	0,29 mm	8,60 mm <sup>2</sup>	2,16 Ω/km
			+	8/60/26	8	60	26	0,40 mm	7,70 mm <sup>2</sup>	2,4 Ω/km
			+	9/60/27	9	60	27	0,36 mm	6,10 mm <sup>2</sup>	3,1 Ω/km
			+	9/37/25	9	37	25	0,45 mm	6,00 mm <sup>2</sup>	3,1 Ω/km
			+	9/19/22	9	19	22	0,64 mm	6,10 mm <sup>2</sup>	3,1 Ω/km
		+	+	10/60/28	10	60	28	0,32 mm	4,64 mm <sup>2</sup>	4,0 Ω/km
		+	+	10/37/26	10	37	26	0,40 mm	4,70 mm <sup>2</sup>	3,9 Ω/km
		+	+	11/60/29	11	60	29	0,29 mm	3,90 mm <sup>2</sup>	4,7 Ω/km
		+	+	11/37/27	11	37	27	0,36 mm	3,80 mm <sup>2</sup>	4,9 Ω/km
		+	+	12/60/30	12	60	30	0,25 mm	3,00 mm <sup>2</sup>	6,2 Ω/km
		+	+	12/37/28	12	37	28	0,32 mm	3,00 mm <sup>2</sup>	6,23 Ω/km
		+	+	12/19/25	12	19	25	0,45 mm	3,10 mm <sup>2</sup>	5,94 Ω/km
		+	+	13/19/26	13	19	26	0,40 mm	2,40 mm <sup>2</sup>	7,3 Ω/km
		+	+	14/37/30	14	37	30	0,25 mm	1,90 mm <sup>2</sup>	9,9 Ω/km
		+	+	14/19/27	14	19	27	0,36 mm	1,90 mm <sup>2</sup>	9,5 Ω/km
		+	+	15/19/28	15	19	28	0,32 mm	1,50 mm <sup>2</sup>	12,5 Ω/km
		+	+	16/37/32	16	37	32	0,20 mm	1,20 mm <sup>2</sup>	16,3 Ω/km
		+	+	16/19/29	16	19	29	0,29 mm	1,20 mm <sup>2</sup>	14,9 Ω/km
		+	+	18/19/30	18	19	30	0,25 mm	0,96 mm <sup>2</sup>	19,0 Ω/km
		+	+	18/7/26	18	7	26	0,40 mm	0,90 mm <sup>2</sup>	20,6 Ω/km
		+	+	18/1/18	18	1	18	1,02 mm	0,82 mm <sup>2</sup>	21,7 Ω/km
		+	+	19/19/31	19	19	31	0,23 mm	0,76 mm <sup>2</sup>	26,0 Ω/km
		+	+	19/7/27	19	7	27	0,36 mm	0,71 mm <sup>2</sup>	26,7 Ω/km
+	+	+	+	20/19/32	20	19	32	0,20 mm	0,61 mm <sup>2</sup>	30,2 Ω/km
+	+	+	+	20/7/28	20	8	28	0,32 mm	0,56 mm <sup>2</sup>	32,8 Ω/km
+	+	+	+	20/1/20	20	1	20	0,81 mm	0,52 mm <sup>2</sup>	34,5 Ω/km
+	+	+	+	22/19/34	22	19	34	0,16 mm	0,38 mm <sup>2</sup>	49,6 Ω/km
+	+	+	+	22/7/30	22	7	30	0,25 mm	0,35 mm <sup>2</sup>	52,2 Ω/km
+	+	+	+	22/1/22	22	1	22	0,64 mm	0,32 mm <sup>2</sup>	55,8 Ω/km
+	+	+	+	24/19/36	24	19	36	0,13 mm	0,24 mm <sup>2</sup>	78,8 Ω/km
+	+	+	+	24/7/32	24	7	32	0,20 mm	0,23 mm <sup>2</sup>	82,7 Ω/km
+	+	+	+	24/1/24	24	1	24	0,51 mm	0,21 mm <sup>2</sup>	87,9 Ω/km
+	+	+	+	26/19/38	26	19	38	0,10 mm	0,16 mm <sup>2</sup>	126,0 Ω/km
+	+	+	+	26/7/34	26	7	34	0,16 mm	0,14 mm <sup>2</sup>	132,9 Ω/km
+	+	+	+	26/1/26	26	1	26	0,40 mm	0,13 mm <sup>2</sup>	140,1 Ω/km
+	+	+	+	28/19/40	28	19	40	0,08 mm	0,09 mm <sup>2</sup>	202,0 Ω/km
+	+	+	+	28/7/36	28	7	36	0,13 mm	0,09 mm <sup>2</sup>	209,3 Ω/km
+	+	+	+	28/1/28	28	1	28	0,32 mm	0,08 mm <sup>2</sup>	223,1 Ω/km
+	+	+	+	30/19/42	30	19	42	0,06 mm	0,06 mm <sup>2</sup>	315,0 Ω/km
+	+	+	+	30/7/38	30	7	38	0,10 mm	0,06 mm <sup>2</sup>	330,3 Ω/km
+	+	+	+	30/1/30	30	1	30	0,25 mm	0,05 mm <sup>2</sup>	354,3 Ω/km
+	+	+	+	32/7/40	32	7	40	0,08 mm	0,03 mm <sup>2</sup>	567,5 Ω/km
+	+	+	+	32/1/32	32	1	32	0,20 mm	0,03 mm <sup>2</sup>	554,5 Ω/km
+	+	+		34/7/42	34	7	42	0,06 mm	0,02 mm <sup>2</sup>	880,0 Ω/km

# Spezifikationen

## Prüfspezifikationen

Prüfparameter	Standards
Leitermaterial	ASTM-B-298
Anzahl der Einzellitzen	ASTM-B-286
Durchmesser der Einzellitzen	ASTM-B-286
Durchmesser der Leiter	Nema HP3
Gleichstromwiderstand bei 20 °C max.	Nema HP3
Isolationsklasse	Nema HP3
Kerndurchmesser	interner Standard
Farbkodierung	kundenspezifisch
Spark-Test (100 %) (Einzeladern)	interner Standard
Spannungsfestigkeit (Leiter-Leiter)	interner Standard
Durchschlagsspannung (1 m-Muster)	interner Standard
Schirmgeflecht	Nema WC 27500
Mantelmaterial & Farbgebung	Nema WC 27500
Spannungsfestigkeit der Kabel	Nema WC 27500
Außenmantel-Spark-Test (100 %)	Nema WC 27500

## Strombelastbarkeit der Leiterquerschnitte

AWG	Einzellitzen	Durchmesser in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Gleichstromwiderstand in Ω/km	Strombelastbarkeit an Luft bis ca. 80 °C*
26	1/26	0,4	0,13	133,9	1 A
26	19/38	0,5	0,151	113,8	1 A
24	1/24	0,51	0,205	84,3	1,6 A
24	19/36	0,64	0,251	71,5	1,6 A
22	1/22	0,64	0,326	52,8	2,5 A
22	19/34	0,8	0,383	44,9	2,5 A
20	1/20	0,81	0,518	33,5	4 A
20	19/32	1,01	0,609	28,2	4 A
18	1/18	1,02	0,823	21	4 A
18	19/30	1,27	0,968	17,7	4 A
16	1/16	1,29	1,309	14,1	10 A
16	19/29	1,43	1,22	14,1	10 A
14	1/14	1,63	2,081	8,2	15 A
14	19/27	1,8	1,94	8,9	15 A
12	19/25	2,27	3,085	5,6	20 A

Angaben beziehen sich auf die Spezifikation MIL-W-5088 für Einzeladern an Luft bei einer Umgebungstemperatur bis zu 80 °C.

## 4. HV-Kabel

Die Anforderungen an Hochspannungskabel sind höchst anspruchsvoll. Die hohen Spannungen und das dadurch entstehende intensive elektrische Feld führen vielseitig zur Beeinträchtigung der Lebensdauer. Je nach Umgebungsbedingungen können diese Effekte noch verstärkt werden. Dabei spielen Feuchtigkeit, Temperatur und z.B. die Art der Anwendung eine entscheidende Rolle.

Werden HV-Kabel im Pulsbetrieb verwendet, oder wird eine hochfrequente Wechselspannung angewandt, oder liegt eine konstante Spannung im Dauerbetrieb vor, all diese Kriterien führen zu einer differenzierten Betrachtung der Anforderung und somit auch der Auslegung der Konstruktion zur Optimierung der Lebensdauer und der Performance.



Design-Parameter für die Hochspannungskabel	Prüfparameter der HV-Kabel
<ul style="list-style-type: none"> <li>Leiterquerschnitt</li> <li>Betriebsspannung (Spannungsfestigkeit)</li> <li>Wandstärke</li> <li>Schirmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spark-Test (Fehlstellentest)</li> <li>Spannungsfestigkeit</li> <li>PST Progressive Stress-Test (Durchschlagsspannungstest)</li> <li>Isolationswiderstand</li> <li>Optische Inspektion</li> </ul>

## Übersichtstabelle

Artikel-Nr.	Leiter					Gesamtkonstruktion			
	AWG-Nr.	Anzahl der Einzeldrähte x AWG-Nr. (Draht Ø in mm)	Durchmesser in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Schirmung	Außendurchmesser in mm	Max. zulässige Dauerbetriebsspannung		Spannungsfestigkeits-Test in kVA eff
						nominal (± 5 %)	kV AC	kV DC	
11815	24	19 x 36 (0,13)	0,64	0,24	nein	1,6	4	9	5,4
11816	24	19 x 36 (0,13)	0,64	0,24	nein	2,4	6	13	7,6
11817	24	19 x 36 (0,13)	0,64	0,24	ja	3,7	6	13	7,6
11818	22	19 x 34 (0,16)	0,80	0,38	nein	2,3	6	13	7,6
11819	22	19 x 34 (0,16)	0,80	0,38	nein	3,1	8	18	9,8
11820	22	19 x 34 (0,16)	0,80	0,38	ja	4,4	8	18	9,8
10922	20	19 x 32 (0,20)	1,00	0,61	nein	3,0	8	18	9,8
11821	20	19 x 32 (0,20)	1,00	0,61	nein	3,8	10	22	12
11822	20	19 x 32 (0,20)	1,00	0,61	ja	5,3	10	22	12
13626	18	19 x 30 (0,25)	1,30	0,96	nein	3,8	10	22	12
11823	18	19 x 30 (0,25)	1,30	0,96	nein	4,8	12	27	14,2
11824	18	19 x 30 (0,25)	1,30	0,96	ja	6,4	12	27	14,2
10924	16	19 x 29 (0,29)	1,40	1,20	nein	4,4	12	27	14,2
11825	16	19 x 29 (0,29)	1,40	1,20	nein	5,4	14	31,5	16,4
11826	16	19 x 29 (0,29)	1,40	1,20	ja	7,0	14	31,5	16,4
11827	14	19 x 27 (0,36)	1,80	1,90	nein	5,5	14	31,5	16,4
10926	14	19 x 27 (0,36)	1,80	1,90	nein	5,8	16	36	18,6
11828	14	19 x 27 (0,36)	1,80	1,90	ja	7,4	16	36	18,6
11829	12	37 x 28 (0,32)	2,20	3,00	nein	6,0	16	36	18,6
10927	12	37 x 28 (0,32)	2,20	3,00	nein	6,7	18	40,5	20,8
11830	12	37 x 28 (0,32)	2,2	3,00	ja	8,6	18	40,5	20,8
11831	10	37 x 26 (0,40)	2,8	4,70	nein	6,8	18	40,5	20,8
11832	10	37 x 26 (0,40)	2,8	4,70	nein	7,3	20	45	20,8
10929	10	37 x 26 (0,40)	2,8	4,70	nein	7,8	22	49,5	20,8

Rot markierte Konstruktionen sind kurzfristig ab Lager lieferbar.



# 5. CR-Tape gegen Teilentladung

Die anspruchsvolle Betriebsspannung, bei der die Hochspannungskabel verwendet werden, erzeugt durch das intensive elektromagnetische Feld im Sauerstoff ein Plasma (hier ionisiertes, leitfähiges Gas).

Diese Tatsache führt zu partiellen Oberflächenentladungen welche dann die Isolation über die Zeit erodieren.

Aufgrund des alternierenden Feldes hat die Teilentladung bei Wechselspannung die größten Effekte.

Auch intrinsische (innere) Teilentladungen können die Isolation von innen heraus schwächen.

Kleine prozessbedingte Hohlräume (Kavitäten) können sich hier ausweiten (durch Erosion) und dann irgendwann zum Durchschlag führen.

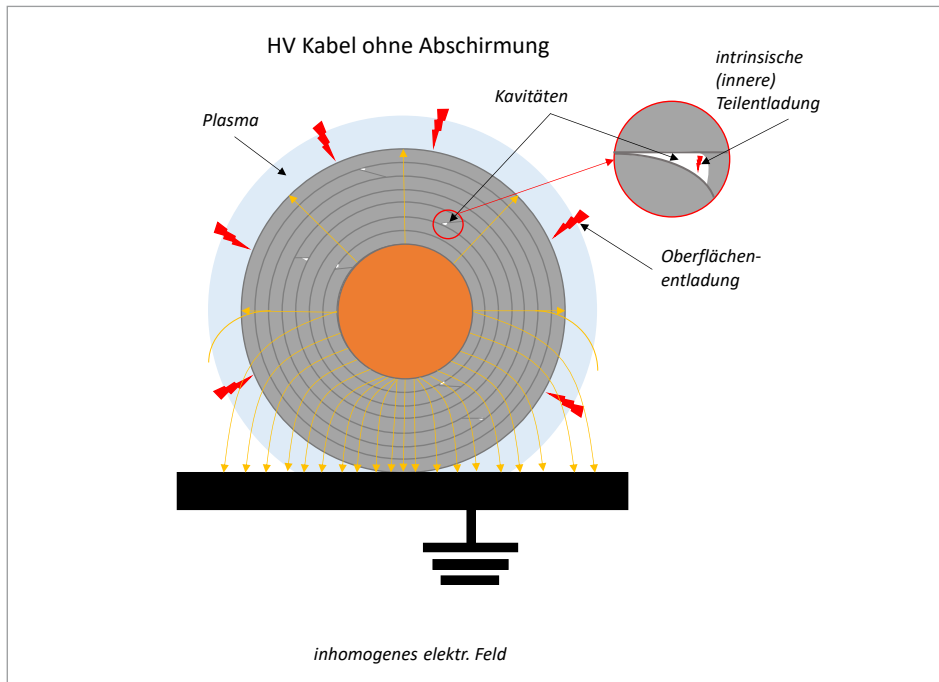
Diese Phänomene sind wohlbekannt und können durch ein gezieltes Design minimiert werden.

Ein spezielles „corona resistant“ PTFE-CR-Tape mit

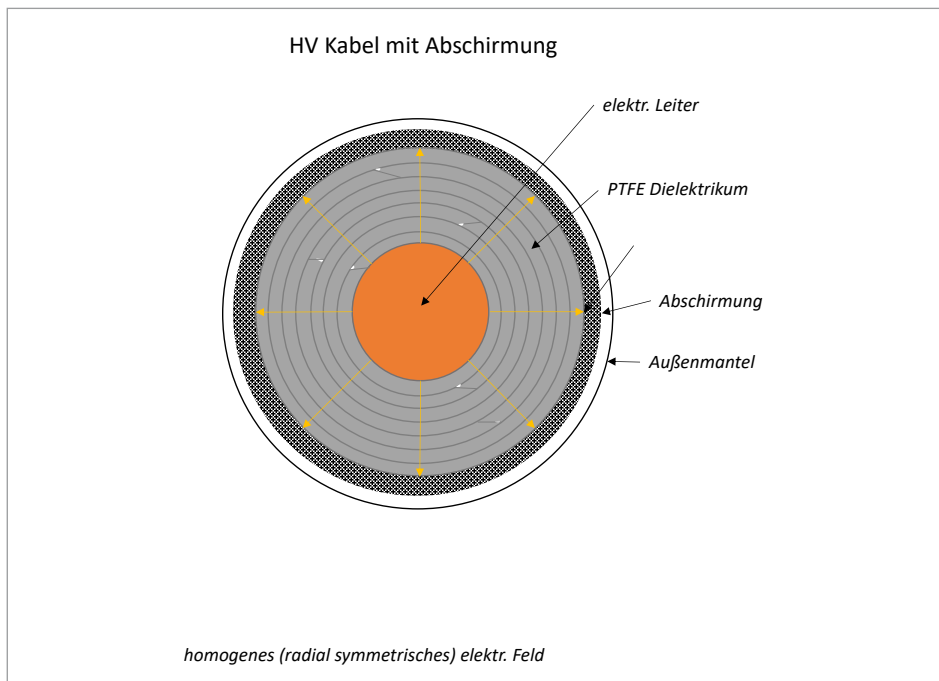
speziellen Füllstoffen reduziert die Teilentladungseffekte grundlegend.

Darüber hinaus kann ein Schirmgeflecht über dem Hochspannungsleiter das elektrische Feld hin zu einer homogenen Verteilung entschärfen, im Gegensatz zu nicht geschirmten Konstruktionen.

Dies führt zusätzlich zu einer signifikanten Verbesserung der Performance und somit auch zu einer längeren Lebensdauer.



Die Abbildung links zeigt die elektrische Feldverteilung an einem ungeschirmten HV-Kabel, an dem ein inhomogenes Feld zu einer Konzentration der Feldlinien führt. Diese Intensität hat eine erhöhte Beanspruchung zur Folge. Ausfälle durch Teilentladung bzw. dem Durchschlag treten häufig an diesen Stellen auf.



Eine Schirmung, wie im linken Bild dargestellt, bewirkt eine homogene Feldverteilung. Hier ergeben sich keine potenziellen „Hotspots“ bezüglich der elektrischen Felddichte. Intrinsische Effekte als auch Oberflächenentladung können hier deutlich minimiert werden.

## 6. Mehradrige Kabel

Mehradrige Kabel umfassen sowohl kundenspezifische Konstruktionen, als auch standard Kabel wie Twinax-, Triax- oder Quad-Konstruktionen.

Einzeladern verschiedener AWG-Größen können verseilt, als Signalkabel mit Powerleitungen kombiniert (sog. Hybrid-Kabel) oder als mehradrige Hochspannungskabel (z.B. für HV-Schaltmatrizen) gefertigt werden.



### 6.1. Kundenspezifische Konstruktionen

- Als Standard deklarierte Konstruktionen mit den Parametern siehe unten
- Isolationsklasse: ET, ET+, E, EE
- Drahtgrößen: AWG20 – AWG34
- Anzahl Einzelkomponenten: ≤ 50

Eine Hybrid-Kombination aus verseilten Adernpaaren, Koaxialleitungen, geschirmte/ungeschirmte Einzeladern oder auch mehradrige Komponenten können wir für Sie individuell anpassen und die ideale kundenspezifische Lösung für Sie konstruieren und fertigen.

Verseilte Adernpaare	Hybrid-Konstruktion (Signal/Power)
Geschirmt	Ungeschirmt

### 6.2. Standard-Konstruktionen

- Als Standard deklarierte Konstruktionen mit den Parametern siehe unten
- Isolationsklasse: ET, ET+, E, EE
- Drahtgrößen: AWG20 – AWG34
- Ausführung: siehe Bilder unten

Twinax verseiltes Adernpaar, geschirmt	Triax dreiadrig, geschirmt	Quad vieradrig, geschirmt

## 7. PTFE-Kabel für Vakuumanwendungen

Vakuumanwendungen haben höchste Ansprüche an Materialien hinsichtlich des Ausgasverhaltens. Je geringer der Druckbereich ist, desto länger und schwieriger wird es, das angestrebte Niveau zu erreichen und zu halten. So sind für Grob- und Feinvakuum von bis zu  $10^{-3}$  mbar die Anforderungen an im Vakuum befindlichen Komponenten moderat.

Für Anwendungen im Hochvakuumbereich von bis zu  $10^{-8}$  mbar sind nur Materialien mit geringsten Ausgaswerten zulässig. Hier ist PTFE sehr gut verwendbar, da lediglich gebundene Wassermoleküle bzw. flüchtige Kohlenwasserstoffe über die Zeit

ausgasen. Dies kann jedoch durch Ausbacken unter Vakuum speziell für Hochvakuum-Anwendungen signifikant verringert werden. Aufgrund der Reaktionsträgheit mit anderen Stoffen bestehen nur geringe Verunreinigungen. Da die Wasseraufnahme sehr gering ist und das Material chemisch nicht mit anderen Stoffen reagiert, kommt PTFE häufig für Kabel aller Art in Hochvakuumssystemen zum Einsatz.

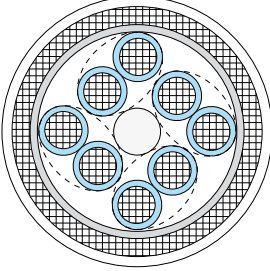
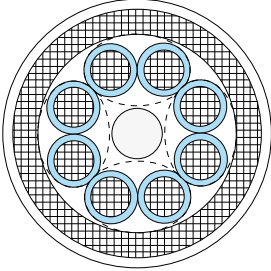
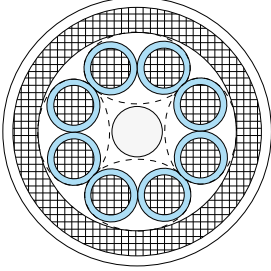
Die mittlere Ausgasrate für PTFE liegt bei  $2 \times 10^{-8}$  l/sec  $\text{cm}^2$  nach 24 Stunden, nach einem Ausback-Prozess kann ein Ausgaslevel im Mittel von  $8 \times 10^{-9}$  l/sec  $\text{cm}^2$  für PTFE erreicht werden.

Weitere spezifische Anforderungen an das Ausgasverhalten sind u.a. TML (Total Mass loss), bzw. RML (Recovered Mass loss). Hier liegen die Kennwerte generell für PTFE im Mittel bei  $< 1,00$  % TML,  $< 1,00$  % RML und  $0,01$  % CVCM. Für Ultrahochvakuum-Anwendungen von bis zu  $10^{-11}$  mbar sollte eine systembedingte Verifikation einer individuellen Verwendung auf Eignung vorausgehen. Im Vakuum können PTFE-isolierte Kabel u.a. als Powerleitungen für Aktorik, als Signalkabel für Sensorik, PTFE-Isolationsschläuche oder PTFE-isolierte Einzeladern, in Prozessanlagen oder in Forschungseinrichtungen eingesetzt werden.

## 8. PTFE-Datenkabel (CAT5e, CAT6A, CAT7)



Die Patchkabel von Telemeter Electronic kommen dort zum Einsatz, wo normale Netzkabel nicht verwendet werden können. Hohe Umgebungstemperaturen von bis zu  $+200$  °C, feuchte Umgebungen oder generell im Freien – durch den PTFE-Außenmantel profitieren Sie von den Vorteilen dieses hochwertigen Kunststoffes.

CAT5e	CAT6A	CAT7
		
Aufbau: AWG26/19/38 SPC ET+ 4TWP+S+J	Aufbau: AWG26/19/38 SPC ET+ 4TWP ALU-KPT+S+J	Aufbau: AWG24/19/36 SPC x 4 TWP ALU-KPT +S+J
Außenmantel-PTFE	Außenmantel-FEP	Außenmantel-PTFE
Datenrate: 1000base-T (< 100 MHz   100 m)	Datenrate: 1Gbase-T (< 250 MHz   80 m)	Datenrate: 10Gbase-T (< 600 MHz   65 m)
DC-Widerstand: 126 /km (max.)	DC-Widerstand: 79,7 /km (max.)	DC-Widerstand: 79,7 /km (max.)
Impedanz: 100 $\Omega$ $\pm$ 15 $\Omega$	Impedanz: 100 $\Omega$ $\pm$ 10 $\Omega$	Impedanz: 100 $\Omega$ $\pm$ 15 $\Omega$
Dämpfung: (für 100 m max.) 40,0 dB by 100 MHz	Dämpfung: 25,0 dB by 10 MHz 18,0 dB by 100 MHz 17,3 dB by 250 MHz	Dämpfung: 20,8 dB by 100 MHz 33,8 dB by 250 MHz 54,6 dB by 600 MHz
Signallaufzeitunterschied (Skew) $\leq 45$ ns/100 m max. by 100 MHz	Signallaufzeitunterschied (Skew) $\leq 45$ ns/100 m max. by 250 MHz	Signallaufzeitunterschied (Skew) $\leq 30$ ns/100 m max. by 600 MHz
Artikel Nr. 49028	Artikel Nr. 50957	Artikel Nr. 50084

## 9. Einzeladern (isolierte Litzen) Isolationsklasse ET(+)

ISOLATIONSKLASSE ET für Betriebsspannungen bis max. 250 VAC eff				
Litze aus SPC , Farbe in weiß, Mantalmaterial PTFE				
Artikel-Nr.	Typenbezeichnung	Außendurchmesser in mm	Gewicht in g/m	Nema HP3
11223	AWG 20/19/32	1,22 – 1,32	7	+
11132	AWG 20/7/28	1,22 – 1,32	6,4	+
42075	AWG 20/1/20	1,07 – 1,17	5,8	+
11273	AWG 22/19/34	1,02 – 1,12	4,5	+
11133	AWG 22/7/30	1,02 – 1,12	4,2	+
42076	AWG 22/1/22	0,89 – 1,02	3,8	+
11262	AWG 24/19/36	0,86 – 0,97	3	+
42077	AWG 24/7/32	0,86 – 0,97	2,8	+
42078	AWG 24/1/24	0,76 – 0,87	2,5	+
10907	AWG 26/19/38	0,74 – 0,84	2,1	+
11123	AWG 26/7/34	0,74 – 0,84	1,9	+
42079	AWG 26/1/26	0,66 – 0,76	1,7	+
11224	AWG 28/19/40	0,63 – 0,74	1,4	-
32353	AWG 28/7/36	0,63 – 0,74	1,3	+
10911	AWG 28/1/28	0,58 – 0,69	1,2	+
42080	AWG 30/19/42	0,56 – 0,66	1,07	-
32356	AWG 30/7/38	0,56 – 0,66	1,02	+
42081	AWG 30/1/30	0,51 – 0,61	0,89	+
42082	AWG 32/7/40	0,51 – 0,61	0,73	+
42083	AWG 32/1/32	0,46 – 0,66	0,64	+
42084	AWG 34/7/42	0,46 – 0,66	0,54	-
40190	AWG 34/1/34	0,41 – 0,51	0,49	-

ISOLATIONSKLASSE ET+ für Betriebsspannungen bis max. 250 VAC eff				
Litze aus SPC , Farbe in weiß, Mantalmaterial PTFE				
Artikel-Nr.	Typenbezeichnung	Außendurchmesser in mm	Gewicht in g/m	Nema HP3
11645	AWG 20/19/32	1,33 – 1,44	7	-
11646	AWG 20/7/28	1,26 – 1,4	6,4	-
11647	AWG 20/1/20	1,11 – 1,25	5,8	-
11648	AWG 22/19/34	1,1 – 1,24	4,5	-
11649	AWG 22/7/30	1,08 – 1,22	4,2	-
11650	AWG 22/1/22	0,94 – 1,08	3,8	-
11651	AWG 24/19/36	0,94 – 1,08	3	-
11652	AWG 24/7/32	0,91 – 1,05	2,8	-
11653	AWG 24/1/24	0,81 – 0,95	2,5	-
11654	AWG 26/19/38	0,81 – 0,95	2,1	-
11655	AWG 26/7/34	0,78 – 0,92	1,9	-
11656	AWG 26/1/26	0,69 – 0,84	1,7	-
11657	AWG 28/19/40	0,69 – 0,83	1,4	-
10853	AWG 28/7/36	0,68 – 0,82	1,3	-
43400	AWG 28/1/28	0,62 – 0,76	1,2	-
32576	AWG 30/19/42	0,61 – 0,75	1,19	-
10913	AWG 30/7/38	0,61 – 0,75	1,13	-
10914	AWG 30/1/30	0,55 – 0,69	0,85	-
36506	AWG 32/7/40	0,55 – 0,69	0,69	-
35663	AWG 32/1/32	0,5 – 0,64	0,64	-
37590	AWG 34/7/42	0,5 – 0,64	0,54	-
37898	AWG 34/1/34	0,46 – 0,6	0,49	-

Details zu den Leiterabmessungen siehe Tabelle auf Seite 6. Rot markierte Konstruktionen sind kurzfristig ab Lager lieferbar.

# 10. Einzeladern (isolierte Litzen) Isolationsklasse E & EE

ISOLATIONSKLASSE E für Betriebsspannungen bis max. 600 VAC eff				
Litze aus SPC , Farbe in weiß, Mantalmaterial PTFE				
Artikel-Nr.	Typenbezeichnung	Außendurchmesser in mm	Gewicht in g/m	Nema HP3
10869	AWG 10/37/26	3,22 – 3,58	50	+
10874	AWG 12/19/25	2,72 – 3,07	33	+
10878	AWG 13/19/26	2,42 – 2,77	27	-
10880	AWG 14/19/27	2,23 – 2,59	22	+
10882	AWG 15/19/28	2,03 – 2,39	18	-
10885	AWG 16/19/29	1,85 – 2,21	14	+
10843	AWG 18/19/30	1,62 – 1,88	11,6	+
10890	AWG 19/19/31	1,52 – 1,79	9,7	-
10895	AWG 20/19/32	1,37 – 1,58	8	+
10896	AWG 20/7/28	1,37 – 1,58	7,4	+
10897	AWG 20/1/20	1,22 – 1,42	6,6	+
10900	AWG 22/19/34	1,17 – 1,37	5,2	+
10904	AWG 24/19/36	1,02 – 1,22	3,6	+
11661	AWG 26/19/38	0,89 – 1,09	2,7	+
10854	AWG 28/19/40	0,8 – 1,01	1,9	-
11422	AWG 30/19/42	0,74 – 0,94	1,5	-

Weitere AWG-Größen auf Anfrage erhältlich.

ISOLATIONSKLASSE EE für Betriebsspannungen bis max. 1000 VAC eff				
Litze aus SPC , Farbe in weiß, Mantalmaterial PTFE				
Artikel-Nr.	Typenbezeichnung	Außendurchmesser in mm	Gewicht in g/m	Nema HP3
10863	AWG 6/133/27	6,43 – 6,93	149	+
10865	AWG 8/133/29	5,05 – 5,56	97	+
11662	AWG 10/60/28	3,54 – 3,9	55	-
11664	AWG 11/60/29	3,28 – 3,7	45	-
11667	AWG 12/37/28	2,92 – 3,33	35	+
11671	AWG 14/19/27	2,49 – 2,9	24	+
11672	AWG 15/19/28	2,26 – 2,67	20	-
11674	AWG 16/19/29	2,11 – 2,41	16	+
11676	AWG 18/19/30	1,88 – 2,13	13	+
11679	AWG 19/19/31	1,78 – 2,03	11,2	-
11681	AWG 20/19/32	1,62 – 1,83	9,4	+
11684	AWG 22/19/34	1,42 – 1,63	6,4	+
11687	AWG 24/19/36	1,27 – 1,47	4,7	+
11690	AWG 26/19/38	1,14 – 1,35	3,6	+
11693	AWG 28/19/40	1,06 – 1,26	2,8	-
11696	AWG 30/19/42	0,99 – 1,19	2,3	-
11700	AWG 32/1/32	0,86 – 1,07	1,8	+

Details zu den Leiterabmessungen siehe Tabelle auf Seite 6.

# 11. Koaxial-Kabel

Koaxialkabel mit gewickeltem PTFE als Dielektrikum sind hervorragend geeignet als Signalkabel.



## Eigenschaften

- Impedanz (Wellenwiderstand): 50, 75 oder 95

Artikel-Nr.	Typ	Frequenz max. GHz	Außen-ø in mm	Außen-mantel*	Schirmart** außen/innen	Dielektrikum*** ø/art in mm	Innenleitersaufbau**** Anzahl d. Einzeldrähte x ø (mm)	Kapazität in pF/m	Impedanz in Ω	Dämpfung in dB		
										bei 400 MHz	bei 3 GHz	bei 10 GHz
28066	RG-196 A/U	3	1,82	PTFE	- / S	0,86 / T	7 x 0,1/SCW	100	50	95	-	-
28049	RG-188 A/U	3	2,54	PTFE	- / S	1,52 / T	7 x 0,17/SCW	98	50	54	-	-
28050	RG-141 A/U	3	4,57	VFG	- / S	2,95 / T	1 x 0,94/SCW	95	50	27,6	-	-
28069	RG-142 A/U	12,4	5,00 max.	VFG	S / S	2,95 / T	1 x 0,94/SCW	95	50	27,6	-	-
28077	RG-142 B/U	-	4,95	PTFE	S / S	2,95 / T	1 x 0,94/SCW	96	50	-	-	-
28051	RG-143 A/U	12,4	8,25	VFG	S / S	4,70 / T	1 x 1,5/SCW	105	50	21	72	144
28067	RG-115 A/U	12,4	10,50	VFG	S / S	6,48 / T	19 x 0,43/SCW	96	50	18	51	98
28052	RG-225 /U	-	10,92	VFG	S / S	7,23 / T	7 x 0,79/S	106	50	16,4	-	-
28060	RG-187 A/U	3	2,64	PTFE	- / S	1,52 / T	7 x 0,1/SCW	63	75	53	-	-
28075	RG-140 /U	3	5,91	VFG	- / S	3,71 / T	1 x 0,63/SCW	64	75	26	85	-
28064	RG-195 A/U	3	3,68	PTFE	- / S	2,59 / T	7 x 0,1/SCW	51	95	46	-	-
28058	GLN-188	-	2,54	PTFE	- / S	1,65 / TSC	7 x 1,70/SCW	-	50	-	-	-
28059	GLN-196 RG404	-	2,03	PTFE	- / S	0,86 / TSC	7 x 0,1/SCW	-	50	-	-	-
28063	GLN-187	-	2,79	PTFE	- / S	1,52 / TSC	7 x 0,1/SCW	-	75	-	-	-

\* PTFE für Polytetrafluorethylen, VFG für lackierte Glas-seide; \*\* S für versilbertes Kupfergeflecht;

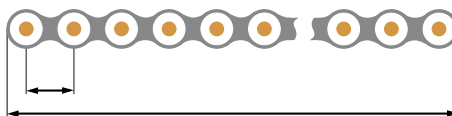
\*\*\* T für PTFE massiv, TSC für PTFE halbleitend be-schichtet;

\*\*\*\* S für versilberten Kupferleiter, SCW für versilberten Stahlkupferleiter

# 12. PTFE-Flachbandkabel

## Eigenschaften

- Temperaturbereich: -200 °C bis +200 °C
- Innenleiter: SPC
- Isolationsklasse: E (600 V AC eff)



Artikel-Nr.	Anzahl der Adern*	AWG-Nr.***	Anzahl der Einzeldrähte x AWG-Nr. (Draht ø in mm)***	Gesamtbreite B (in mm)	Raster** R (in mm)
11833	10	24	7 x 32 (0,36)	14	1,4
11834	14	24	7 x 32 (0,36)	19,6	1,4
11835	16	24	7 x 32 (0,36)	22,4	1,4
11836	20	24	7 x 32 (0,36)	28	1,4
11837	25	24	7 x 32 (0,36)	35	1,4
11838	36	24	7 x 32 (0,36)	50,4	1,4
11839	40	24	7 x 32 (0,36)	56	1,4
11840	10	28	7 x 36 (0,13)	11,4	1,14
11841	14	28	7 x 36 (0,13)	16	1,14
11842	16	28	7 x 36 (0,13)	18,2	1,14
11843	20	28	7 x 36 (0,13)	22,8	1,14
11844	25	28	7 x 36 (0,13)	28,5	1,14
11845	36	28	7 x 36 (0,13)	41	1,14
11846	40	28	7 x 36 (0,13)	39,6	1,14



**PTFE-Flachbandkabel sind nicht für IDC-Steckverbinder geeignet!**

\* Auf Anfrage ab 2 Adern erhältlich!

\*\* Auf Anfrage auch mit einem Rastermaß von 1,27 mm möglich!

\*\*\*Auf Anfrage auch mit anderen AWG-Nummern und anderen Einzeldrähten lieferbar!

# 13. Kabel-Konfektionierung

Kabelkonstruktionen und Konfigurationen können weiterführend für Ihre individuelle Anwendung noch zusätzlich zur Fertigung weiterverarbeitet werden.

**So zum Beispiel:**

- Abisolieren (entfernen des Außenmantels und der Einzeladerisolation)
- Konfektionieren (Vorverzinnen der abisolierten Adern, Schirmung, Anschluss)
- Assemblieren, komplette Steckeranbindung (Stecker kundenseitige Beistellung, ggf. Beschaffung)



# 14. PTFE-Isolationsschläuche

**Eigenschaften**

- Temperaturbereich: -200 °C bis + 260 °C
- Resistent u.a. gegen Öle, Alkohole und Benzine
- UV-beständig
- Feuerfest
- Nicht schmelzbar
- Wasserabweisend (geringe Ausgasung)
- REACH-/RoHS-kompatibel



Hinweis:  
Unsere PTFE-Isolierschläuche  
sind **keine** Schrumpfschläuche

Artikel-Nr.	AWG-Nr.	Innendurchmesser in mm			Wandstärke in mm	
		Nom.	Min.	Max.	Nom.	Toleranz
11893	0	8,38	8,26	8,81	0,51	±0,10
11892	1	7,47	7,34	7,90	0,51	±0,10
11891	2	6,68	6,55	7,06	0,51	±0,10
11852	3	5,94	5,82	6,32	0,51	±0,10
11890	4	5,28	5,18	5,69	0,51	±0,10
11889	5	4,72	4,62	5,03	0,51	±0,10
11888	6	4,22	4,11	4,52	0,51	±0,10
11887	7	3,76	3,66	4,01	0,51	±0,10
11849	8	3,38	3,28	3,58	0,51	±0,10
10970	9	3,00	2,90	3,15	0,51	±0,10
11886	10	2,69	2,59	2,84	0,41	±0,08
11885	11	2,41	2,31	2,57	0,41	±0,08
10967	12	2,16	2,06	2,31	0,41	±0,08
11884	13	1,93	1,83	2,08	0,41	±0,08
11883	14	1,68	1,63	1,88	0,41	±0,08
10964	15	1,50	1,45	1,70	0,41	±0,08
11882	16	1,35	1,30	1,55	0,41	±0,08
11881	17	1,19	1,14	1,37	0,41	±0,08
10961	18	1,07	1,02	1,24	0,41	±0,08
11880	19	0,97	0,91	1,12	0,41	±0,08
11879	20	0,86	0,81	0,99	0,41	±0,08
11878	22	0,71	0,64	0,81	0,30	±0,05
11877	24	0,56	0,51	0,69	0,30	±0,05
11876	26	0,46	0,41	0,56	0,23	±0,05
11875	28	0,38	0,33	0,48	0,23	±0,05
10954	30	0,30	0,25	0,38	0,23	±0,05

# 15. Anwendungen



Testkabel



Mikroskope



Klimakammern



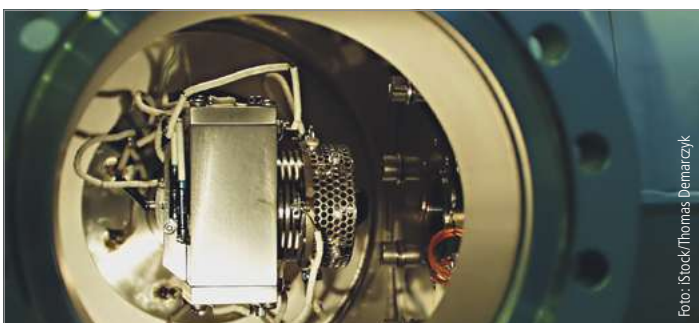
Windräder



Militär



Helikopter



Vakuorkammern



HV-Schaltmatrizen





# 16. Ihre maßgeschneiderte Kabelkonstruktion



## 1. Kabeldesign

### 1.1 Kabelart

- Mehradrig  Einzelader

### 1.2 Kabelaufbau

- Geschirmt  Ungeschirmt

### 1.3 Leiter

Draht:

AWG: .....

Litzenzahl: .....

Beschichtung:

- SPS  NPC

### 1.4 Isolierung des Leiters

Material:

- PTFE  FEP  
 SI  PU

Außendurchmesser (in mm): .....

### 1.5 Außenmantel

Material:

- PTFE  FEP  
 SI  PU

Farbe: .....

Außendurchmesser (in mm): .....

## 2. Elektrische Eigenschaften

### 2.1 Spannung

Betriebsspannung (in V):

- DC  AC

Betriebsart:

- Dauerbetrieb  Testbetrieb

### 2.2 Strom

Strombelastung/-stärke (in A): .....

### 2.3 Sonstiges

Impedanz/Wellenwiderstand (in  $\Omega$ ): .....

Dämpfung/ Attenuation (in dB/m): .....

## 3. Allgemein/Lieferbedingungen

Bedarf:

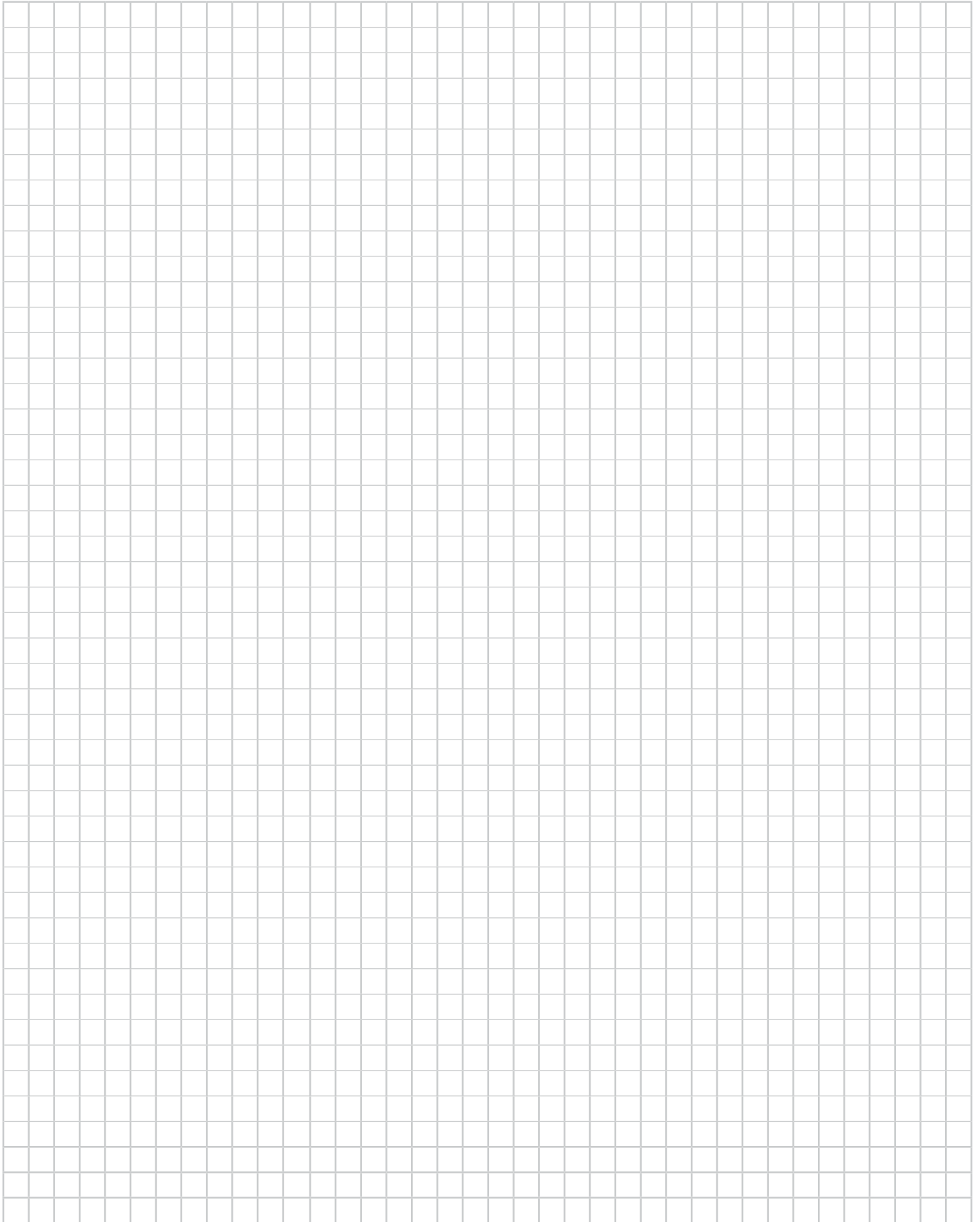
- Meterware  Assembly (konfektioniert)

Lieferzeit/Datum (KW): .....

Spezifikationen/ Zeichnungen (NEMA/ASTM/ Mil): .....

# 17. Notizen

---



## ELEKTRONISCHER NEUHEITEN-SERVICE

Wählen Sie aus 10 Themen:

- HF- und Mikrowellentechnik
- EMV, EMVU
- Heizen
- Kühlen
- Lüften
- Sensoren
- Messtechnik
- Luftfahrtelektronik
- Stromversorgungen
- Kabel, Stecker, Gehäuse

Sie erhalten immer dann, wenn eine Neuheit aus dem gewählten Bereich erscheint, eine Überblicks-information per E-Mail.

Hier kommen Sie direkt zur Anmeldung:



Sie können sich auch per E-Mail oder auf unserer Homepage anmelden →





**Telemeter Electronic**

Deutschland

**Telemeter Electronic GmbH**

Joseph-Gänsler-Straße 10  
86609 Donauwörth  
Telefon +49 906 70693-0  
Telefax +49 906 70693-50  
info@telemeter.de  
www.telemeter.info

Schweiz

**Telemeter Electronic GmbH**

Romanshornerstrasse 117  
8280 Kreuzlingen  
Telefon +41 71 6992020  
Telefax +41 71 6992024  
info@telemeter.ch  
www.telemeter.info

Tschechische Republik

**Telemeter Electronic s.r.o.**

České Vrbné 2364  
370 11 České Budějovice  
Telefon +420 38 5310637  
info@telemeter.cz  
www.telemeter.info