

## Niederspannungs-Papierbleikabel

Die Niederspannungs-Papierbleikabel (NS-PPB-Kabel) dienen heute in der Schweiz fast ausschliesslich als Netzkabel zur Energieübertragung im Nahbereich. Die Betriebsspannung liegt zwischen 110 und 1000 Volt. NS-PPB-Kabel eignen sich speziell für Sekundärnetze mit hohen Spitzenbelastungen und Kurzschlussströmen, da sie gegen thermische und gegen spannungsmässige Überlastung sehr widerstandsfähig sind. Der grundlegende Kabelaufbau der NS-PPB-Kabel hat sich seit deren Einführung Ende des letzten Jahrhunderts nur unwesentlich geändert. Seither stieg jedoch die Qualität der Kabel wesentlich, weil die Ausgangsprodukte wie Kabelpapier, Imprägniermasse und Bleimantel verbessert worden sind. Die Kunststoffe (Polyvinylchlorid und Polyäthylen) änderten die Zusammensetzung des Korrosionsschutzes und erhöhten dessen Wirksamkeit bedeutend. Für die heute verwendeten NS-PPB-Netzkabel gelten die SEV-Regeln Nr. 3062.1967 (1972) (Vorschriften und Regeln siehe Kapitel 1).

Im Zentrum der Kabel befinden sich ein oder mehrere Leiter. Leitermaterial sind bis 16 mm<sup>2</sup> eindrähtige und von 25 mm<sup>2</sup> an mehrdrähtige runde Leiter, meistens aus Kupfer. Sektorförmige, mehrdrähtige Kupferleiter für NS-PPB-Kabel sind in der Schweiz nicht gebräuchlich. Auch für sektorförmige massive Aluminiumleiter besteht bei diesem Kabeltyp keine Nachfrage.

Bei Leiterquerschnitten über 95 mm<sup>2</sup> wird der Nulleiter in der Regel mit reduziertem Querschnitt ausgeführt, zum Beispiel 3x150 + 95 mm<sup>2</sup> 3PN. Als Leiter- und Gürtelisolierung wird ein in Streifen geschnittenes, langfaseriges Papier verwendet. Die einzelnen Papierbänder sind spiralförmig mit einem kleinen Spalt so aufgewickelt, dass das darüberliegende Band immer den Spalt des darunterliegenden abdeckt. Das letzte Papier der Leiterisolierung ist farbig und dient der Aderkennzeichnung.

In der Schweiz ist folgender Farbencode üblich:

Polleiter R: rot  
 Polleiter S: blau  
 Polleiter T: braun-schwarz gestreift  
 Nulleiter N: braun

Bei Mehrleiterkabeln werden die isolierten Leiter, mit Papierbeiläufen in den Spikeln, zum Bündel verseilt. Gleichzeitig mit der Verseilung wird auch die Gürtelisolierung aufgewickelt. Vor dem Impresen des Bleimantels wird die Papierisolierung unter Vakuum getrocknet und imprägniert. Seit 1967 verwenden wir als Imprägniermittel eine Haftmasse, die sich zur Hauptsache aus Mineralöl und mikrokristallinen Wachsen zusammensetzt. Diese Masse hat den Vorteil, dass sie im Gefälle nicht abwandert. Dank dieser Haftmasse erübrigen sich für die heutigen NS-PPB-Kabel druckfeste Kabel-Endverschlüsse.

Ein nahtlos umgepresster Bleimantel schützt die imprägnierte Papierisolierung vor Feuchtigkeit. Obwohl Blei eine geringe mechanische Festigkeit und ein hohes spezifisches Gewicht aufweist, hat es für die meisten Anwendungen den besten Durchschnitt aller für einen Kabelmantel geforderten Eigenschaften wie Wasser- und Gasdichtigkeit, Korrosionsbeständigkeit, elektrische Leitfähigkeit, einfache Verbindungstechnik, Reparierbarkeit und günstiger Preis. Der Bleimantel hat in der Kabelindustrie deshalb auch heute noch seinen festen Platz. Der Bleimantel erhält für die Verlegung der Kabel im Erdboden noch einen Schutz gegen Korrosion und mechanische Beschädigung. Früher waren es Bitumen, bituminierte Papier- und Kunststoffbänder und imprägnierte Juteschnüre, die als Korrosionsschutz dienten, heute werden an deren Stelle hauptsächlich Thermoplastmäntel verwendet.

NS-PPB-Netzkabel werden in der Regel mit einer Lage verzinkter Flachstahldrähte armiert. Diese Armierung dient nicht nur als mechanischer Schutz, sondern auch als Zugelement. Beim Einziehen der Kabel fassen die Zugmaschinen die Kabel an der Armierung. Dazu erhält das äussere Kabelende eine Zugschlaufe, die hydraulisch auf die zusammengefassten Flachstahldrähte aufgepresst wird. Ist eine sehr hohe Einziehungskraft zu erwarten oder soll ein Kabel senkrecht aufgehängt werden, so wird eine doppelte, gegenläufig aufgewickelte Flachdrahtarmierung verwendet.

Als reine Schutzarmierung dienen zwei mit einem Schutzüberzug versehene Stahlbänder, die durch imprägnierte Papiere und Polster aus Polypropylengarn

vom Bleimantel getrennt sind. Über den Stahlbändern folgt ein Thermoplastmantel oder eine weitere Schicht aus Polypropylengarn als zusätzlicher Korrosionsschutz.

Die nachfolgenden Bilder und Tabellen zeigen heute in der Schweiz gebräuchliche NS-PPB-Kabeltypen. Es existieren daneben noch einige Spezialkonstruktionen:

PIPB

Papierbleikabel mit vorimprägnierter Papierisolierung

PALT

Papierisoliertes Haftmassekabel mit Aluminiumband und Polyäthylenmantel

PFEW-T

PCUW-T

PALW-T

Papierisolierte Haftmassekabel mit Stahl-, Kupfer- oder Aluminiumwellmantel

PIFEW-T

PICUW-T

PIALW-T

Kabel mit vorimprägnierter Papierisolierung, mit Stahl-, Kupfer- oder Aluminiumwellmantel

Im Juli 1977 wurde die spezielle Kennzeichnung der NS-Netzkabel eingeführt.

- Kabel mit äusserem Thermoplastmantel:  
2 blaue, um 180° versetzte Längsstreifen auf dem Kunststoffmantel
- Kabel mit äusserer Zugarmierung:  
1 blauer Flach- oder Rundstahldraht

## Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

PPB-T 1x300 mm<sup>2</sup>



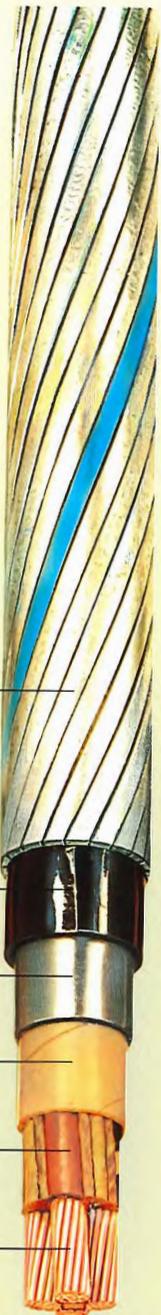
Thermoplastmantel

Bleimantel

Leiterisolation  
imprägnierte Papierbänder

verseilte  
Kupferleiter

PPB-TF 4x95 mm<sup>2</sup>



Zugarmierung  
verzinkte  
Flachstahldrähte

Thermoplastmantel

Bleimantel

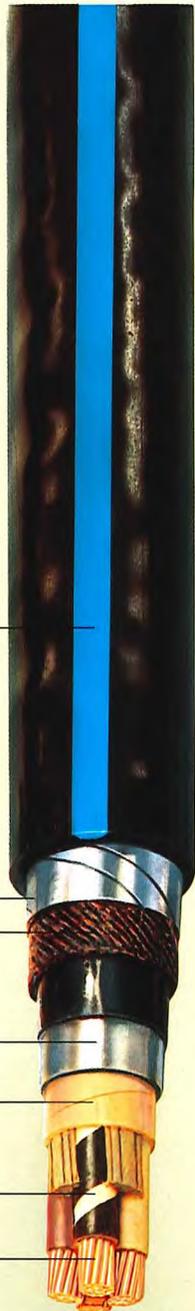
Gürtelisolierung  
imprägnierte  
Papierbänder

Leiterisolation  
imprägnierte Papierbänder

verseilte  
Kupferleiter

# Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

PPB-JCT 4x70 mm<sup>2</sup>



Thermoplastmantel

Armierung  
2 Stahlbänder

Polypropylengarn

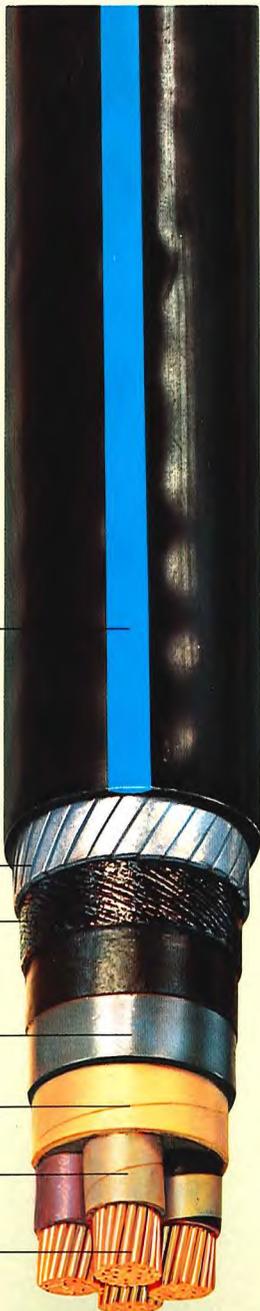
Bleimantel

Gürtelisolation  
imprägnierte  
Papierbänder

Leiterisolation  
imprägnierte Papierbänder

verseilte  
Kupferleiter

PPB-JFT 4x240 mm<sup>2</sup>



Thermoplastmantel

Zugarmierung  
verzinkte  
Flachstahldrähte

Polypropylengarn

Bleimantel

Gürtelisolation  
imprägnierte  
Papierbänder

Leiterisolation  
imprägnierte Papierbänder

verseilte  
Kupferleiter

## Strombelastbarkeit Reduktionsfaktoren

Die auf den folgenden Tabellen angegebenen Belastungswerte bei Reduktionsfaktor RF = 1,0 gelten unter der Annahme:

- Verlegung in üblichem Erdboden in 70 cm Tiefe
- Maximale Umgebungstemperatur im Boden 25 °C
- Normaler Betrieb, das heisst Maximallast täglich nicht länger als 10 Stunden und nicht über 70% der Maximallast während der restlichen 14 Stunden
- Ein Kabel oder Kabelstrang allein verlegt

### Reduktionsfaktoren zur Berücksichtigung der Verlegeart

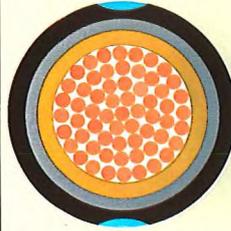
	Maximale Umgebungstemperatur in °C	Anzahl Kabelstränge* parallel verlegt			
		1	2	4	6
Im Erdboden, 70 cm tief, Verlegung in Sand, mit Deckplatten oder Decksteinen	bis 25	1,0	0,9	0,8	0,75
Im Erdboden, 70 cm tief, Verlegung ohne Sand, in Rohren oder in Kanälen, mit Deckplatten	bis 25	0,85	0,8	0,7	0,65
In Räumen ohne besondere Ventilation. Offene Verlegung auf Traversen oder Böden, an Decken oder Wänden	bis 25	0,75	0,7	0,7	0,65
	30	0,7	0,6	0,6	0,55
	35	0,55	0,5	0,5	0,45
	40	0,45	0,4	0,4	0,35
In Räumen ohne besondere Ventilation. Verlegung ohne Sand in Bodenkanälen mit Deckplatten	bis 25	0,7	0,65	0,65	0,6
	30	0,65	0,6	0,6	0,55
	35	0,55	0,5	0,5	0,45
	40	0,45	0,4	0,4	0,35

\* Je 3 einzeln verlegte Einleiterkabel in Drehstromsystemen gelten als 1 Kabelstrang

# 1-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

Leiter: Kupfer verseilt

**PPB-T**



Querschnitt mm <sup>2</sup>	Durchmesser mm	100 Meter kg
50	17	108
70	19	144
95	21	177
120	23	215
150	24	247
185	27	303
240	30	382
300	33	467
400	36	578
500	40	713

## 1-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

**PPB-T** Leiter: Kupfer verseilt

Querschnitt mm <sup>2</sup>	Belastbarkeit A*	$R_{70}$ Ω/km	$R_{60}$ Ω/km	$\omega L^*$ Ω/km	$Z_{60}^*$ Ω/km
50	270	0,379	0,439	0,16	0,47
70	325	0,262	0,304	0,16	0,34
95	380	0,189	0,219	0,16	0,27
120	445	0,150	0,174	0,16	0,23
150	500	0,122	0,142	0,15	0,21
185	550	0,0972	0,113	0,15	0,19
240	625	0,0740	0,0868	0,15	0,17
300	695	0,0590	0,0698	0,15	0,16
400	785	0,0461	0,0553	0,15	0,16
500	855	0,0366	0,0447	0,15	0,15

\* Werte für Anordnung in einer Ebene. Achsabstand 2xKabeldurchmesser  
bei Reduktionsfaktor RF = 1,0

## 4-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

Leiter: Kupfer massiv oder verseilt

Querschnitt mm <sup>2</sup>	PPB-T		PPB-JCT		PPB-JF		PPB-TF		PPB-JFT	
	∅ mm	100 Meter kg								
10	19	123	28	185	24	186	22	178	28	203
16	22	165	30	234	26	235	24	226	30	254
25	27	239	35	323	31	323	29	313	36	346
35	30	304	38	395	34	395	32	386	38	421
50	33	383	41	483	37	481	35	473	42	512
70	38	515	48	679	42	626	40	619	47	662
95	43	680	53	865	46	802	46	799	52	843
120	47	825	57	1023	50	955	49	953	56	1000
150	51	976	61	1190	54	1115	53	1115	60	1167
185	56	1193	67	1475	59	1344	59	1347	65	1404
240	63	1525	74	1837	65	1688	66	1696	72	1758

## 4-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel mit reduziertem Nulleiter

Leiter: Kupfer massiv oder verseilt

Querschnitt mm <sup>2</sup>	PPB-T		PPB-JCT		PPB-JF		PPB-TF		PPB-JFT	
	∅ mm	100 Meter kg								
3x 25+ 16	25	220	33	300	30	300	28	291	35	322
3x 35+ 25	29	288	37	377	33	376	31	368	37	402
3x 50+ 25	32	336	38	380	35	393	32	381	39	407
3x 70+ 35	36	441	45	465	40	553	37	536	44	569
3x 95+ 50	41	615	51	790	44	729	43	726	50	767
3x120+ 70	44	739	55	928	48	863	47	858	54	903
3x150+ 95	49	879	58	1083	52	1011	50	1009	57	1057
3x185+ 95	52	1048	63	1314	56	1190	55	1189	62	1223
3x240+ 150	60	1360	72	1645	62	1536	63	1520	69	1566

## 4-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel

**PPB-T** Leiter: Kupfer massiv oder verseilt

Querschnitt mm <sup>2</sup>	Belastbarkeit A*	$R_{20}$ Ω/km	$R_{60}$ Ω/km	$\omega L$ Ω/km	$Z_{60}$ Ω/km
10 16 25	80 110 135	1,810 1,150 0,727	2,09 1,33 0,841	0,10 0,099 0,094	2,1 1,3 0,85
35 50 70	165 200 245	0,524 0,387 0,268	0,606 0,448 0,311	0,092 0,090 0,087	0,61 0,46 0,32
95 120 150	295 340 390	0,193 0,153 0,124	0,225 0,179 0,146	0,086 0,086 0,085	0,24 0,20 0,17
185 240	445 515	0,0991 0,0754	0,118 0,0910	0,085 0,084	0,14 0,12

## 4-Leiter-Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabel mit reduziertem Nulleiter

**PPB-T** Leiter: Kupfer massiv oder verseilt

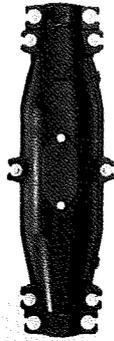
Querschnitt mm <sup>2</sup>	Belastbarkeit A*	$R_{20}$ Ω/km	$R_{60}$ Ω/km	$\omega L$ Ω/km	$Z_{60}$ Ω/km
3x 25+ 16 3x 35+ 25 3x 50+ 25	135 165 200	0,727 0,524 0,387	0,841 0,606 0,448	0,092 0,090 0,087	0,85 0,61 0,46
3x 70+ 35 3x 95+ 50 3x 120+ 70	245 295 340	0,268 0,193 0,153	0,311 0,225 0,179	0,085 0,084 0,084	0,32 0,24 0,20
3x 150+ 95 3x 185+ 95 3x 240+ 150	390 445 515	0,124 0,0991 0,0754	0,146 0,118 0,0910	0,083 0,083 0,082	0,17 0,14 0,12

\* bei Reduktionsfaktor RF = 1,0

## Zubehör zu Niederspannungs-Haftmasse-Papierbleikabeln

Sämtliche Daten und Abmessungen sind dem Kabelzubehörcatalog zu entnehmen.

### Verbindungsmuffen



Gussmuffe  
Typ M

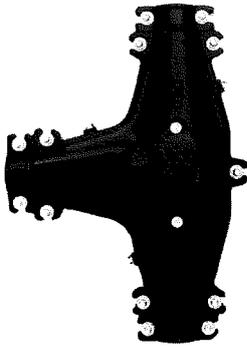


Schrumpf-Muffe  
Typ VT

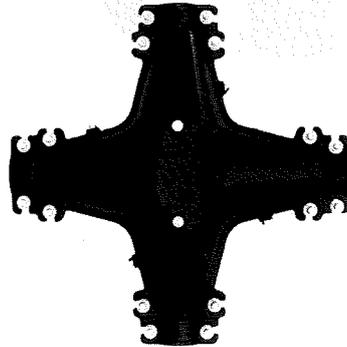


Giessharz-Muffen  
Typ M

### Abzweigmuffen



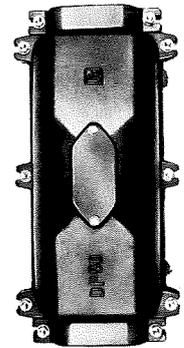
Typ D



Typ K



Typ Y

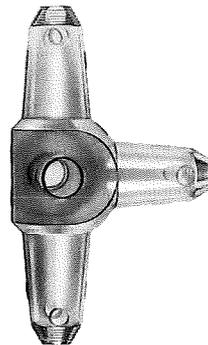


Typ DP

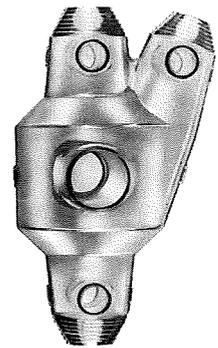
### Abzweigmuffen



Schrumpf-  
Abzweigmuffe



Giessharz  
Typ T

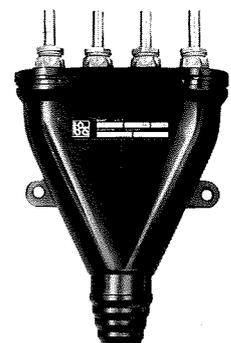


Giessharz  
Typ Y

### Innenraum-Endverschlüsse

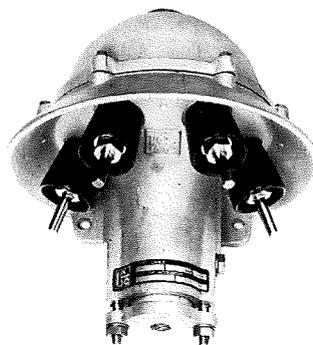
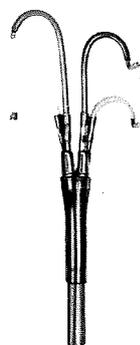
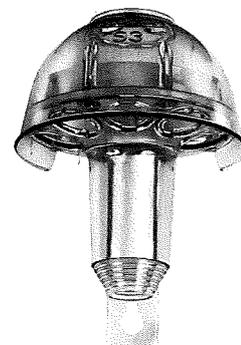


Schrumpf-Endverschluss  
Typ ET

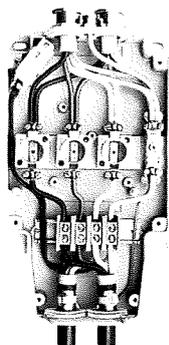


Vertikal-Endverschluss  
Typ AJ

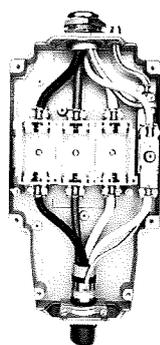
## Freiluft-Endverschlüsse

Mast-Endverschluss  
Typ PRSchrumpf-Endverschluss  
Typ ETGießharz-Mast-Endverschluss  
Typ S

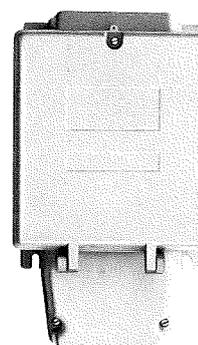
## Hausanschlusskasten



Typ HSE 60



Typ HSE 160/DIN



Typ HSE 160/DIN