

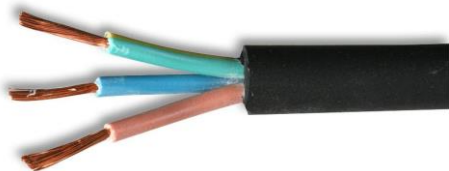
1 Kabel und Leitungen für erhöhte mechanische Beanspruchung

Unter Kabeln versteht man isolierte elektrische Leiter oder Leitungen, die fest verlegt werden und deren äußere schützende Hülle (im Unterschied zu Leitungen) so robust ist, dass sie auch in Erde und unter Wasser verlegt werden können.¹ Oft wird verallgemeinernd nur von Kabeln oder nur von Leitungen gesprochen.

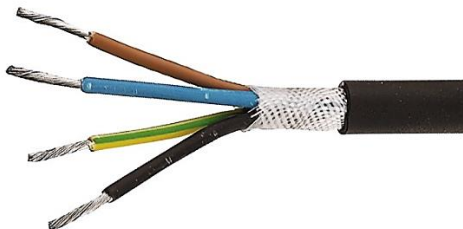
Apparatekabel (Schlauchleitungen) in der Industrie oder in der Landwirtschaft usw. müssen erhöhten mechanischen Beanspruchungen genügen.

Grundsätzlich stehen dafür unterschiedliche Kunststoffe als Isolier- und Mantelwerkstoff zur Verfügung wie zum Beispiel:

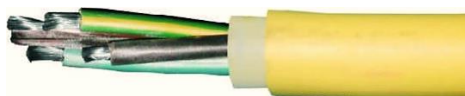
- Thermoplast (PVC)
- Gummi (EPR, Neopren)
- Polyurethan (PUR)



Gummikabel (NEOPRENE) [H07RN-F] für mittlere mechanische Beanspruchung. Zum Anschluß von Geräten in gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben wie Heizgeräte, Handleuchten, Elektrowerkzeuge und zum Anschluß von transportablen Motoren und Maschinen auf Baustellen.



Mehrerleitung **RADOX 125** für die industrielle Umgebung (zulässige Betriebstemperatur -25 bis +125 °C).



Schlauchleitung mit Polyurethanmantel [H05BQ-F] für den Einsatz unter rauen Bedingungen und für harte mechanische Beanspruchungen im Freien; gute Chemikalienbeständigkeit und ölresistent.



Steuerkabel (MR460) mit faserverstärktem PUR-Aussenmantel für hohe mechanische Beanspruchung.



Geschirmtes ölbeständiges **PVC-Kabel** [H05VVC4V5-K] für den Maschinenbau.

¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Leitung
<https://de.wikipedia.org/wiki/Kabel>

Bedeutung der Kurzbezeichnungen nach CENELEC:

- **VV** → für den Einsatz im Innenbereich; Mantel und Aderisolation aus PVC.
- **RR** → für den Einsatz in Innenräumen und kurzfristig auch im Freien; Mantel und Aderisolation aus flexiblem Natur- oder Synthetik-Kautschuk.
- **RN** → für den Einsatz im Aussenbereich; Mantel aus Neopren (Polychloropren-Gummi), Aderisolation aus flexiblem Natur- oder Synthetik-Kautschuk.

1.1 Leitungen mit Kautschukisolation

Naturkautschuk (Gummi) wurde bis auf wenige Ausnahmen durch synthetische Kautschuke verdrängt, die verbesserte Materialeigenschaften und eine höhere Reinheit aufweisen.

- EPM (Ethylen-Propylen-Kautschuk)
- EPDM (Ethylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk)
- NBR (Nitril-Butadien-Kautschuk)
- CR (Polychloropren)
- CM (Chloriertes Polyethylen)
- CSM (Chlorsulfoniertes Polyethylen)
- EVA (Ethylen Vinylacetat)
- SiR (Silikonkautschuk)

a) Synthetische Kautschuke wie **EPM** und **EPDM** bieten aufgrund ihrer sehr breit angelegten Eigenschaften sehr weite Anwendungsmöglichkeiten insbesondere bei flexiblen Leitungen. So zeichnen sie sich durch eine gute bis sehr gute Kälteresistenz aus. Sie sind bis zu einer Betriebstemperatur von +90 °C einsetzbar. NBR kann zudem als ölbeständiger Mantelwerkstoff genutzt werden.

b) Bei der Konstruktion von Kabeln für den Bergbau und die Schifffahrt dominieren derzeit vor allem **CR**, **CSM** und **CM**. Der Vorteil dieser Elastomere liegt in ihrer Witterungs- und Chemikalienbeständigkeit, ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Kälte, Wärme und Flammen sowie ihrer guten Abrieb- und Reißfestigkeit. **EVA** lässt darüber hinaus Temperaturen von bis zu +110 °C zu. Das breiteste Temperaturspektrum toleriert jedoch der Silikonkautschuk: von -60 bis +180 °C. Er wird im Sonderkabelbau daher oft verwendet.²

1.2 Leitungen mit EPR/PUR-Isolation

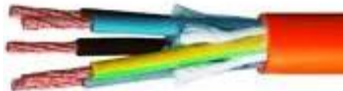
PURWIL³ Apparatkabel aus synthetischem Kautschuk (EPR) oder aus Polyurethan (PUR) werden vorwiegend für ortsveränderliche Installationen verwendet, welche extremen Umgebungseinflüssen unterliegen. Die Kabel zeichnen sich durch hohe Abriebfestigkeit, Mineralöl-, Wasser- (Brauch- und Seewasser), Ozon- sowie UV-Strahlenbeständigkeit aus. Hauptanwendungsbereiche sind die Maschinenindustrie, Baustellen, chemische Industrie, Geräte- und Apparatbau, Verkehrsbetriebe usw.

² <https://www.hradil.de/de/spezialkabel/konstruktionsprinzipien/isolation/elastomere>

³ Bezugsquelle: <http://www.bruggcables.com>

EPR/PUR HAR⁴ (gelbflex)

EPR/PUR (orangeflex)



EPR/PUR EMV (grauflex)



Purwil und **PURWIL EPR/PUR** wird vorwiegend für ortsveränderliche Installationen verwendet, welche extremen Umgebungseinflüssen unterliegen.

Robustes, flexibles und geschirmtes **Polyurethankabel** für EMV-Anwendungen. Beim Leitungstyp **PURWIL EMV** weist das Kupfergeflecht (verzinnnte Drähte) eine optische Bedeckung von ca. 90% auf, um eine optimale elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu gewährleisten.

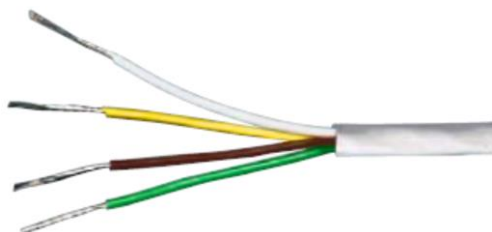
2 Kabel und Leitungen für erhöhte chemische Beanspruchung

Für Steuer- und Motorleitungen in stofflich aggressiver Umgebung (Laugen, Abwässer, galvanische Bäder usw.) werden chemisch widerstandsfähige Kabel benötigt.

Kabel und Aderleitungen aus fluorierten Kunststoffen⁵ sind resistent gegen viele chemische Einflüsse bei gleichzeitig hoher mechanischer Beständigkeit. Zudem eignen sie sich für Anwendungen im Bereich der Tief- als auch Hochtemperaturen (-90°C bis +260 °C).

- Hohe Chemikalien- und Lösungsmittelbeständigkeit
- Kälte- und Wärmebeständigkeit
- gute elektrische Isoliereigenschaften mit niedrigen nahezu frequenzunabhängigen dielektrischen Eigenschaftswerten

Mögliche Verwendungszwecke sind z.B. in der Chemischen Industrie, im Ofenbau oder in der Nachrichtentechnik zu finden.



ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen)

Temperaturbereich: -100 °C bis +150 °C; sehr gute chemische- und mechanische Eigenschaften (ähnlich wie PTFE). Verarbeitung erfolgt im Extrusionsverfahren.



FEP (Perfluor-Ethylenpropylen)

Temperaturbereich: -100 °C bis + 205 °C; Werkstoffeigenschaften bis auf den Temperaturbereich im Wesentlichen wie PTFE. Verarbeitung erfolgt im Extrusionsverfahren.

⁴ HAR = Harmonisierte Kabel und Leitungen

⁵ <https://www.sab-kabel.de/>

**PFA (Perfluoralkoxy)**

Temperaturbereich: -190 °C bis + 260 °C; Werkstoffeigenschaften wie PTFE, wird jedoch im Extrusionsverfahren verarbeitet.

**PTFE (Polytetrafluorethylen)⁶**

Temperaturbereich: -190 °C bis +260 °C; Beste chemische Beständigkeit sowie sehr gute elektrische und mechanische Eigenschaften kennzeichnen diesen Werkstoff. Verarbeitung erfolgt in Bandiertechnik und Extrusion.

3 Kabel und Leitungen für erhöhte thermische Beanspruchung

Für Installationen in wärmetechnischen Anlagen (Industriebrenner, Wärmeöfen, Glühöfen) oder für Maschinen und Apparate mit erhöhter Betriebstemperatur (Heizlüfter, Schweißapparate, Elektromotoren) werden temperaturbeständige Kabel und Einzelleiter benötigt. Anwendungsgebiete finden sich bspw. in Härtereibetrieben, Giessereien und Kehrrichtverbrennungsanlagen. Isolationen aus Silikon, Glasseide und PTFE (Teflon) erfüllen die gestellten Anforderungen.



Zündkabel aus Silikon

Aderlitzen mit Besilen[®]-Außenmantel und Stahldrahtarmierung

Silikonisolierte Litze mit Glasseidenummantelung

⁶ Auch als TEFLON[®] PTFE (Markenbezeichnung von DuPont) bekannt.

4 DIN VDE Benennungen und harmonisierte Bezeichnungen

Steuerleitungen

N	Y	SL	(C)	Y	-	JB	3 x 1,5 mm ²
1	2	3	4	5	6		
1	Grundtype N Norm nach VDE (N) in Anlehnung an VDE X in Anlehnung an VDE			Schirmung (C) Cu-Abschirmgeflecht (D) Umlegung mit Cu-Drähten S Stahldrahtgeflecht			
2	Aderisolierung Y Kunststoffe X Vernetzte Kunststoffe G Elastomere (Gummi) H Halogenfreie Werkstoffe			Mantelisolierung Y Kunststoffe X Vernetzte Kunststoffe G Elastomere (Gummi) H Halogenfreie Werkstoffe			
3	Bezeichnung SL Steuerleitung LS leichte Steuerleitung FL Flachleitung			6 - JB mit Schutzleiter und bunten Adern - JZ mit Schutzleiter und nummerierten Adern - OB ohne Schutzleiter und bunten Adern - OZ ohne Schutzleiter und nummerierten Adern			

Datenleitungen

Li	Y	w	(C)	Y	ö	-	TP	(3x2x0,5 mm ²)
1	2	3	4	5	6	7		
1	Grundtype Li Litzen-Schlauchleitung A- Außenkabel J- Installationskabel			Schirmung (C) Cu-Abschirmgeflecht (D) Umlegung mit Cu-Drähten (St) Statischer Folienschirm				
2	Aderisolierung Y PVC 2Y PE 12Y TPE-E H Halogenfreie Werkstoffe			Mantelisolierung Y PVC 2Y PE 11Y PUR H Halogenfreie Werkstoffe				
3	Zusatz w wärmebeständig k kälteflexibel ö erhöht ölbeständig			6 Zusatz (wie Punkt 3)				
				7 -TP paarig verseilt (twisted pair) -KOMBI				

Harmonisierte Leitungen

H	03	V	V	H	-	F	3	G	1,5 mm ²
1	2	3	4	5	6	7			
1	Grundtype H harmonisierter Typ A in Anlehnung an <HAR>			Besonderheit 5 Rundleitung mit Mehrfachnormung H Flachleitung, teilbar H2 allgemeine Flachleitung, nicht teilbar H6 Flachleitung für Aufzüge, nicht teilbar C4 Cu-Abschirmgeflecht					
2	Nennspannung 01 100/100 Volt 03 300/300 Volt 05 300/500 Volt 07 450/750 Volt			Leiterart U eindrätig K feindrätig, fest verlegt F feindrätig, flexibel H feinstdrätig					
3	Ader/Mantelisolierung V PVC Q PUR R Gummi N Neoprengummi			7 G mit Schutzleiter X ohne Schutzleiter					

4.1 Starkstromkabel und -leitungen nach VDE 0250

Beispiel : NYSLYCYÖ-J



1	2	3		4	5		6	7	8
N	Y	SL	Y	C	Y	-	J	12	1,5

1 Grundtyp

N VDE-Typ

2 Isolierwerkstoff

Y PVC

2X vernetztes PE

G Elastomere

HX halogenfreie Werkstoffe

3 Leitungsbezeichnung

A Aderleitung

D Massivdraht

AF Aderleitung, feindrätig

F Fassungsader

L Leuchtröhrenleitung

LH Anschlussleitung, leichte mechanische Belastung

MH Anschlussleitung, mittlere mechanische Belastung

SH Anschlussleitung, schwere mechanische Belastung

SSH Anschlussleitung für spezielle Belastung

SL Steuerleitung

S Steuerleitung

LS leichte Steuerleitung

FL Flachleitung

Si Silikonleitung

Z Zwillingsleitung

GL Glasseide

Li Litzenleiter nach VDE 812

LiF Litzenleiter feindrätig nach VDE 812

4 Besonderheiten

T Tragorgan

Ö erhöht ölbeständig u flammwidrig

w wärme-/witterungsbeständig

FE Isolationserhalt

- C geschirmt
S Stahldrahtbewehrung

5 Mäntel

s. Pkt 2 Isolierstoffe

- P Polyurethan

6 Schutzleiter

- O ohne Schutzleiter
J mit Schutzleiter

7 Aderzahl**8 Leiterquerschnitt****4.2 Starkstromkabel nach VDE 276 Teil 603, 604, 620, 622**

Beispiel : NAYCWY



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	A	Y	CW	x	x	Y	x	x	x	4	120/70 SE

1 Grundtyp

- N Normtyp

2 Leiter

- Kupfer
A Aluminium

3 Isolierwerkstoff

- Y PVC
2Y PE
2X VPE⁷
H Halogenfreier Werkstoff

4 Konzentrischer Leiter

- C im Längsschlag
CW wellenförmig

5 Schirm

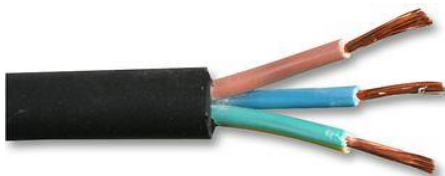
- S gemeinsamer Schirm
SE jede Ader geschirmt

⁷ VPE = Vernetztes Polyethylen

- 6 Metallmantel**
- K Blei
- 7 Kunststoffmantel oder innere Schutzhülle**
s. 3. Isolierwerkstoff
- 8 Bewehrung**
- F Stahlflachdraht
- R Stahlrunddraht
- G Stahlband
- 9 Außenmantel**
s. 3. Isolierhülle
- 10 Schutzleiter**
- J mit Schutzleiter
- O ohne Schutzleiter
- 11 Aderanzahl**
- 12 Leiterquerschnitt**
- RE rund, eindräftig
- RM rund, mehrdräftig
- SE sektorförmig, eindräftig
- SM sektorförmig, mehrdräftig

4.3 Harmonisierte Leitungen nach VDE 0281/0282

Beispiel : H07RN-F



1	2	3	4		5	6	7	8	9
H	07	R	N	-	x	F	3	G	1,5

- 1 Grundtyp**
- H Harmonisierter Typ
- A Nationaler Typ
- 2 Nennspannung**
- 01 100 V
- 03 300/300 V
- 05 300/500 V
- 07 450/750 V

3 Isolierwerkstoff

V	PVC
V2	PVC (90 °C)
V3	PVC kältebeständig
B	EPR
E	PE
R	Gummi
S	Silikonkautschuk
X	VPE

4 Mantelwerkstoff

V	PVC
V2	PVC (90 °C)
V3	PVC kältebeständig
V5	PVC ölbeständig
R	Gummi
S	Silikonkautschuk
X	VPE
N	Chloroprenkautschuk
J	Glasfasergeflecht
T	Textilgeflecht
Q	Polyurethan

5 Besonderheiten

C4	Schirmgeflecht
H	Flachleitung, teilbar
H2	Flachleitung, nicht teilbar
H8	Spiralleitung

6 Leiterart

U	eindräftig
R	mehrdräftig
K	feindräftig (fest verlegt)
F	feindräftig (flexibel)
H	feinstdräftig
Y	Lahnlitze
D	feindräftiger Leiter für Schweißleitungen
E	feinstdräftiger Leiter für Schweißleitungen

7 Aderzahl**8 Schutzleiter**

X	ohne Schutzleiter
G	mit Schutzleiter

9 Leiterquerschnitt