

# PVC

## Produktinformationen Nr. 9



### Erste Wahl für Kabel und Leitungen – Isolation und Ummantelung aus PVC

Seit über 40 Jahren ist Weich-PVC in einer großen Bandbreite von verschiedensten Anwendungen das dominierende Material zur Isolation und Ummantelung von Kabeln und Leitungen. Es hat sowohl seine technische Leistungsfähigkeit als auch seine hohe Kosteneffizienz unter Beweis gestellt und zeichnet sich durch sein hervorragendes Langzeitverhalten aus.

Auch wenn die Rechnung mit Sicherheit nie exakt aufgemacht wurde, läßt sich ohne Übertreibung behaupten, dass im Zuge der Stromversorgung, zur Funktionssteuerung und zur Nachrichtenübertragung Millionen Meter Kabel unter und über der Erde sowie in Gebäuden verlegt wurden. Vor dem Hintergrund steigender technischer Ausrüstung von Produktionsstätten, Verwaltungszentren und Haushalten wird auch die Verkabelung weiter zunehmen. Weich-PVC übernimmt die wirksame Isolierung und schützende Ummantelung der Kabel.

#### Breite Anwendungspalette für PVC-Kabel

Für die Verteilung von elektrischer Energie zu den Endverbrauchern werden Installationsleitungen,

Schaltdrähte und Schaltlitzen gebraucht, die die sichere Stromzuführung zu festen und beweglichen Geräten, Maschinen und in Fahrzeugen gewährleisten. Daneben werden Spezialkabel und -leitungen für Mess-, Regel- und Steuerungstechnik verwendet, die in Bereichen mit hohen Sicherheitsanforderungen die Funktion und den Betrieb von komplizierten technischen Systemen sicherstellen. Auch für Telefax- und Telefonanschlüsse sowie für flexible Wendelschnüre an Telefonapparaten kommt PVC zum Einsatz.

#### PVC: hohes Isolierungsvermögen und gute mechanische Eigenschaften

Jedes Material für diese Einsatzzwecke muß eine Reihe von wesentlichen Anforderungen erfüllen. Dazu zählen vor allem ein hoher spezifischer Durchgangswiderstand im Bereich von 10<sup>13</sup> Ohm cm und höher für die Isolierung. Daneben sind hohe Flexibilität bei Raumtemperatur und in der Kälte, eine gute Reißfestigkeit und -dehnung sowie Schwerentflammbarkeit und eine hohe Wärmedruckbeständigkeit für Isolierung und Kabelmantel gefordert. Hohe Abriebfestigkeit und Öl- bzw. Benzinbeständigkeit sind vor allem bei Kfz-Kabeln erforderlich.



XXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX

**Konkurrenten am Markt: PVC, andere Kunststoffe und Kautschuke**

PVC in Form von Weich-PVC steht als Hauptwerkstoff zur Isolierung und Ummantelung von Kabeln und Leitungen in Konkurrenz zu einer Reihe von anderen Kunststoffen, vor allem zu Polyethylen (PE) und vernetztem Polyethylen (VPE) sowie Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPR). Dazu kommen eine Vielzahl weiterer Thermoplaste und Elastomere, die in verhältnismäßig geringem Umfang für spezielle Anwendungen eingesetzt werden. Zu solchen Spezialitäten zählen Polypropylen (PP), Ethylen-Vinylacetat (EVA), thermoplastische Polyurethane (TPU), chlorierte Produkte wie Chloropren (CP) oder chloresulfoniertes Polyethylen (CSM) und Silikone. Die verschiedenen Bauarten von Kabeln und Leitungen sind schon seit langem national und international in Organisationen wie DIN, VDE, ISO oder CENELEC genormt und garantieren so gleichbleibende Qualität.

**Rund 100.000 Tonnen PVC für den Kabelsektor in Deutschland**

Mit rund 100.000 Tonnen ist der PVC-Verbrauch im Kabelsektor in den letzten Jahren stabil und repräsentiert circa 9 Prozent des PVC-Verbrauchs in Deutschland. Die Verteilung auf die verschiedenen Bereiche vermittelt folgende Abbildung:



In Westeuropa ist der Anteil für die Kabelproduktion mit circa 10 Prozent vom gesamten PVC-Verbrauch etwas höher als in Deutschland.

**Das Eigenschaftsprofil bestimmt das Einsatzgebiet**

PVC und Polyethylen (PE), die beiden wichtigsten Isoliermaterialien, unterscheiden sich im Preis und in den Eigenschaften. PE besitzt das bessere Isoliervermögen (1017 Ohm cm gegen 1013-1015 Ohm cm beim PVC) und niedrige di-elektrische Werte, was es als Isoliermaterial für hochfrequente Ströme begünstigt. PVC hingegen hat Vorteile in der Flexibilität, den mechanischen Eigenschaften, ist von Natur aus schwerer brennbar. Bei erhöhten Anforderungen an den Brandschutz können PVC-Kabel schwerentflammbar ausgerüstet werden.

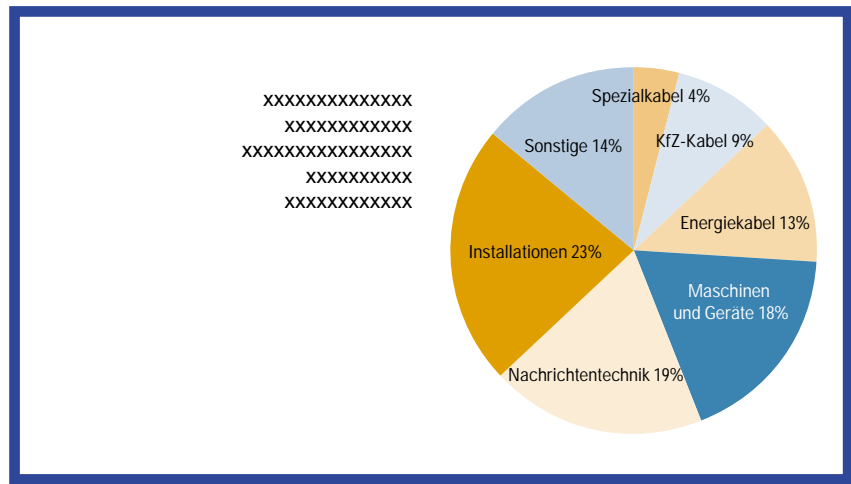
über 1.000 Volt. Weich-PVC verhält sich besonders gut bei sicherheitsrelevanten Eigenschaften, wie Wärmedruckbeständigkeit und Wärmeschockverhalten: PVC-Ummantelungen zeigen selbst bei erhöhten Temperaturen unter mechanischer Belastung nur minimale Verformung, beim Biegen von erwärmten Kabeln kommt es nicht zur Rissbildung in der Isolation. Die Eigenschaften von PVC erlauben eine besonders hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit, was zum günstigen Preis von PVC-Kabeln beiträgt.

**Beim Preis klare Vorteile für PVC**

Der Preisvergleich fällt zugunsten von PVC aus. Ersatzprodukte sind oft um ein mehrfaches teurer. So können die gesparten Investitionskosten zusätzliche Brandschutzmaßnahmen ermöglichen.

So gibt es zum Beispiel die Möglichkeit, in brandgefährdeten Bereichen eine Brandweiterleitung oder -ausweitung durch Kabelstränge mit Hilfe spezieller Brandschutzbeschichtungen (Ablationsbeschichtungen oder Dämmschichtbildner) verlässlich zu verhindern.

PVC-Kabel werden hauptsächlich für Spannungen bis 1.000 Volt verwendet. PE-Kabel im Bereich



**Ein wichtiger Faktor: das Brandverhalten von PVC**

Ergebnisse aus Brandversuchen beweisen, dass PVC-Kabel sich mit gewöhnlichen Zündquellen nur schwer entzünden lassen und die Flammenausbreitung sehr wenig unterstützen. Wenn PVC brennt, neigt es zur Bildung einer verkohlten Schutzschicht, die das restliche Material isoliert und Sauerstoff von ihm fernhält und so das Weiterbrennen erschwert.

Bei der Beurteilung der eingesetzten Werkstoffe im Brandfall spielen Flammwidrigkeit, Flammenausbreitung, Wärmeabgabe und die entstehenden Rauchgase eine wichtige Rolle.

PVC-Standardkabel sind ohne Zusatz flammhemmender Additive flammwidrig und selbstverlöschend. Die wichtigsten Nicht-PVC-Kabelmaterialien sind ohne flammhemmende Zusätze aber nicht flammwidrig, können jedoch durch entsprechende Zusätze flammwidrig gemacht werden. Selbstverständlich können auch die Brandeigenschaften von PVC-Kabeln z. B. bezüglich der Entwicklung von Rauch und korrosiven Gasen gezielt verbessert werden. Absolut brandsichere Kabel gibt es nicht. Bei höchsten Ansprüchen an Brandsicherheit müssen Kabel entweder in brandsicheren Einhausungen (Kanäle) geführt oder z. B. mit flammbeständigen Beschichtungen geschützt werden.

**Toxizität von Brandgasen**

Bei der Beurteilung der Toxizität von Brandgasen ist weniger die Betrachtung der Giftigkeit einzelner Bestandteile von Interesse, sondern vielmehr die Giftigkeit der auftretenden Gemische insgesamt. Zur Toxizität von Brandgasgemischen gibt es umfangreiche Literatur. Die Ergebnisse sind ähnlich: Brandgase sind immer toxisch und enthalten auch kanzerogene Substanzen,

ob sie nun von Holz, Kunststoffen oder Wolle herrühren. Sie unterscheiden sich kaum bezüglich dieser Toxizität. Die akut-inhalations-toxischen Wirkungen von Brandgasen werden hauptsächlich vom Kohlenmonoxidanteil bestimmt. Bezüglich der Brandgastoxizität von Kabeln schneiden solche aus PVC nicht schlechter ab als halogenfreie Kabel.

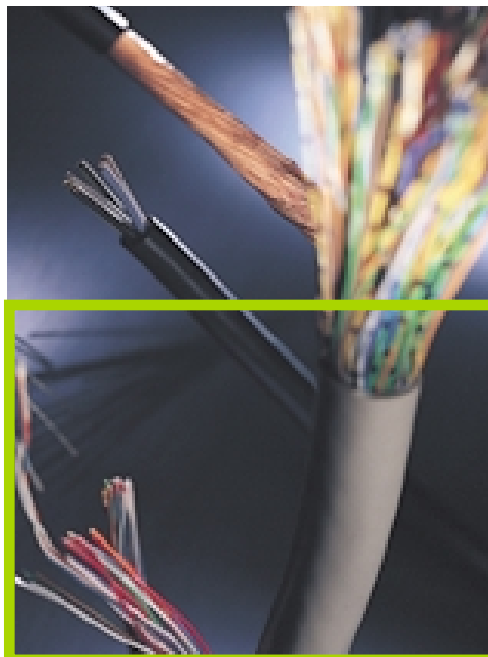
**Weichmacher garantieren die Flexibilität von PVC**

Typische Formulierungen von PVC für Kabelanwendungen enthalten zwischen 25 und 40 Prozent Weichmacher, die die Ummantelungen elastisch machen. Die wichtigsten Weichmacher für Kabel-Compounds sind Phthalate (DIDP, DINP, DEHP), sowie Trimellitate für Hochtemperaturanwendungen.

**Additive verbessern Eigenschaften und Verarbeitung**

Daneben werden Stabilisatoren, Gleitmittel, Füllstoffe und Pigmente zur Verbesserung der Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften eingesetzt. Flammenschutzmittel kommen nur für bestimmte Verwendungszwecke zur Anwendung. Aromatische halogenhaltige Flammenschutzmittel werden zur Ausrüstung von Flammfest-PVC-Typen nicht verwendet.

PVC-Kabelmischungen werden aufgrund der spezifischen technischen Anforderungen – hohe thermische Stabilität, gutes Alterungsverhalten und elektrische Isoliereigenschaften – sowie aus Sicherheitsgründen nahezu ausschließlich mit festen Bleiverbindungen (basische Bleisulfate) stabilisiert. Dadurch ist eine



xxxxxxxxxxxxxx  
 xxxxxxxxxxxxxx  
 xxxxxxxxxxxxxxxx  
 xxxxxxxxxxxxxx  
 xxxxxxxxxxxxxx

jahrzehntelange Gebrauchstüchtigkeit sehr effektiv und wirtschaftlich gewährleistet.

Calcium-Zink stabilisierte Rezepturen, die die Funktions- und Sicherheitsanforderungen für bestimmte Anwendungsbereiche erfüllen, sind bereits im Einsatz. An weiteren Verbesserungen wird gearbeitet.

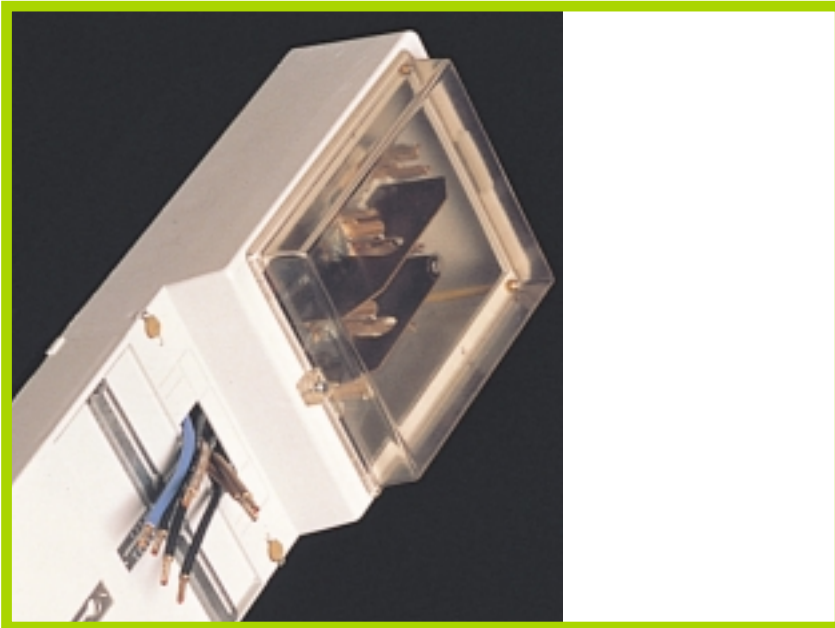
**Ökobilanz im Kabelsektor  
noch unvollständig**

Eine umfassende Ökobilanz für den Kabelsektor gibt es derzeit nicht. PVC-Produkte schneiden aufgrund ihrer günstigen Energie- und Rohstoffbasis (57% des Polymers entstammt praktisch unerschöpflichen Salzvorräten) in ökobilanzieller Hinsicht im allgemeinen gut ab; dies gilt auch für

Tonnen Elektrokabel werden pro Jahr in Deutschland ausgemustert. Sie stammen überwiegend von der Telekom, der Bundesbahn, aus der Automobilindustrie, von Energieversorgungsunternehmen sowie aus sanierten oder abgerissenen Häusern. Gemischte Kabelabfälle können dabei durch mechanische und physikalische Verfahren in verschiedene Werkstofffraktionen wie Weich-

**PVC-Kabel: auch in  
Zukunft unverzichtbar**

PVC ist mengenmäßig der bedeutendste und am universellsten einsetzbare Werkstoff zur Isolation und Ummantelung von Kabeln und Leitungen. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ist zu erwarten, dass dies auch so bleiben wird. In Teilbereichen könnte es zu Marktverschiebungen in Richtung auf Spezialwerkstoffe kommen. Grundsätzlich ist PVC zwar durch meist wesentlich teurere Produkte zu ersetzen, die aber trotz des höheren Preises insgesamt nicht das breite Eigenschaftsspektrum erreichen. Auch hinsichtlich Ökologie, Umweltrelevanz und Recycling braucht PVC den Vergleich mit konkurrierenden Materialien nicht zu scheuen, und wird deshalb auch in Zukunft wichtigster Werkstoff für Kabelummantelungen bleiben.



Kabel, wobei dort zusätzlich Weichmacher (Erdölderivate) und große Mengen Kreide (sehr energieeffizient) eingesetzt werden.

**Keine Kabelverschmelzung  
mehr seit 1990**

1990 wurde die früher übliche „Heißzerlegung“ von Kabeln durch Abbrennen und Verschmelzen der Kunststoffisolation eingestellt, da diese Anlagen mit unzureichenden Abgasreinigungsanlagen ausgerüstet waren und hohe lokale Belastungen mit Dioxinen verursachten.

Heute werden alte Kabel mechanisch zerlegt (Kaltzerlegung) wobei man reines Kupfer und eine mit geringen Mengen Kupfer verunreinigte Kunststofffraktion zurückgewinnt. Rund 140.000

PVC und PE aufgetrennt und als Regenerat in verschiedenen Anwendungsbereichen wieder verwendet werden. So verarbeitet die Firma Nico-Metall PVC aus Altkabeln zu etwa 80.000 Quadratmeter Bodenbeläge jährlich. Ein anderes etabliertes Einsatzgebiet für PVC-Kabelregenerat sind Produkte für Verkehrsleitsysteme (z. B. Bakenfüße). PVC-Isolierungen können auch gelöst und aus der gereinigten Lösung zurückgewonnen werden. Die Qualität dieses Recyclats ist sehr hoch. Ein solches Verfahren wird z. B. von den Firmen Wietek und Delphi betrieben oder über das neuentwickelte Verfahren „Vinyloop“ des Unternehmens Solvay.

**Herausgeber:**

**PVCplus Kommunikations GmbH**  
Pleimesstrasse 3, D-53129  
Bonn, Deutschland  
Tel.: 0228/23 10 03-05  
Fax: 0228/23 10 06  
e-mail: agpu@agpu.com

**PVCH Arbeitsgemeinschaft der  
Schweizerischen PVC-Industrie**  
Guyerweg 11, CH - 5004 Aarau,  
Schweiz  
Tel.: 0041/62/8 23 07 72  
Fax: 0041/62/8 23 09 72  
e-mail: info@pvch.ch

**API PVC- und Umweltberatung  
GmbH**  
Untere Viaduktgasse 53/5 a,  
A - 1030 Wien, Österreich  
Tel.: 0043/1/7127277  
Fax: 0043/1/7127276  
e-mail: api@vip.at

Stand: Februar 2000