

Straßenfahrzeuge

NiederspannungsleitungenEinadrig, ungeschirmt, mit dünnwandiger Isolierung aus PVC
Anforderungen, Prüfung**DIN****72 551**

Teil 5

Road vehicles; low-tension cables; single-core, unscreened with thin PVC-insulation;
requirements, test

Ersatz für Ausgabe 05.92

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	3.5.3 Dreißig-Minuten-Spannungsfestigkeit	4
2 Allgemeine Festlegungen	1	3.6 Elektrische Eigenschaften nach mechanischer und/oder thermischer und/oder chemischer Beanspruchung	4
3 Anforderungen, Prüfung	1	3.6.1 Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung bei 70 °C	4
3.1 Aussehen der Isolierung im Anlieferungszustand	1	3.6.2 Thermische Überlastbarkeit	5
3.2 Leitungsaufbau	2	3.6.3 Kältefestigkeit bei - 40 °C	5
3.3 Mechanische Eigenschaften im Anlieferungs- zustand	2	3.6.4 Dynamische Biegefestigkeit	5
3.3.1 Abisolierbarkeit	2	3.6.5 Beschleunigte Lebensdauerprüfung	6
3.3.2 Festsitz der Isolierung	2	3.7 Chemische Eigenschaften nach thermischer Beanspruchung	6
3.3.3 Abriebfestigkeit der Isolierung	3	3.7.1 Flammwidrigkeit	6
3.4 Mechanische Eigenschaften nach mecha- nischer und/oder thermischer und/oder chemischer Beanspruchung	3	3.7.2 Thermische Stabilität der Isolierung	6
3.4.1 Wärmeschrumpfung	3	4 Kurzprüfprogramm	7
3.4.2 Wärme-Druckbeständigkeit	3	Anhang A Prüfvorrichtungen	8
3.4.3 Wischfestigkeit der Kennzeichnung	4	Zitierte Normen	11
3.5 Elektrische Eigenschaften im Anlieferungs- zustand	4	Weitere Normen	11
3.5.1 Längenbezogener Leiterwiderstand bei 20 °C ...	4		
3.5.2 Isolationsfehler der gesamten Lieferung	4		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für einadrige, ungeschirmte Niederspannungsleitungen mit dünnwandiger Isolierung nach DIN 72 551 Teil 6 und legt die Anforderungen für PVC-Isolierung und Prüfungen fest.

2 Allgemeine Festlegungen**2.1 Proben**

Die Leitungen sind, wenn nicht anders vereinbart, im Anlieferungszustand zu prüfen. Die Proben müssen Anfang und, wenn möglich, Ende des Gebindes enthalten. Die Probenanzahl ist, wenn im folgenden nicht schon festgelegt, zwischen den Normanwendern zu vereinbaren.

2.2 Prüftemperaturen

Sofern keine anderen Prüftemperaturen festgelegt sind, ist bei Umgebungstemperatur (23 ± 5) °C zu prüfen.

2.3 Runden von Zahlenwerten

Die ermittelten Werte sind nach DIN 1333 Teil 2 auf die Stellenzahl zu runden, mit der die zugehörigen Sollwerte angegeben sind.

3 Anforderungen, Prüfung**3.1 Aussehen Isolierung im Anlieferungszustand****3.1.1 Anforderung**

Die Isolierung darf keine Knoten, Risse, Blasen oder Fremdkörpereinschlüsse enthalten.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

**Documents**

Document Sharing Hub

3.1.2 Prüfung**Sichtprüfung****3.2 Leitungsaufbau****3.2.1 Anforderungen**

Die Anforderungen zum Leitungsaufbau sind durch die Maßangaben in DIN 72 551 Teil 6 gegeben bzw. beziehen sich auf diese.

3.2.2 Anzahl der Einzeldrähte**3.2.2.1 Prüfung**

Die Anzahl der Einzeldrähte wird durch Auszählen bestimmt.

3.2.3 Durchmesser der Einzeldrähte**3.2.3.1 Anforderung**

Jeder Einzelwert darf den vorgegebenen Höchstwert nicht überschreiten.

3.2.3.2 Prüfung

Der Drahtdurchmesser wird durch 2 am Umfang um 90° versetzte Messungen bestimmt. Es ist eine Bügelmeßschraube nach DIN 863 Teil 1 mit einem Meßbereich 0 bis 25 mm zu verwenden.

3.2.4 Leiterdurchmesser und -querschnitt, Wanddicke der Isolierung und Leitungsaußendurchmesser**3.2.4.1 Probenvorbereitung**

Leiterdurchmesser, Wanddicke der Isolierung und Leitungsaußendurchmesser werden in der Regel unter einem Meßmikroskop oder Meßprojektor mit mindestens 10facher linearer Vergrößerung ermittelt. Zur Probenvorbereitung wird der zu prüfenden Leitung eine Probe entnommen, die Isolierung mit einem geeigneten Schneidwerkzeug eben und senkrecht zur Längsachse durchschnitten und ohne Beschädigung und Deformation vom Leiter abgezogen.

In Schiedsfällen werden die Messungen grundsätzlich am metallographischen Schliff vorgenommen. Zur Probenvorbereitung hierfür werden der zu prüfenden Leitung Proben von 20 mm Länge entnommen und senkrecht in farbloses, kalthärtendes Gießharz eingebettet. Nach dem Aushärten des Gießharzes wird der Gießling an der Stirnseite der Leitungsproben plangeschliffen und poliert.

3.2.4.2 Leiterdurchmesser**3.2.4.2.1 Anforderung**

Jeder Einzelwert darf den vorgegebenen Höchstwert nicht überschreiten.

3.2.4.2.2 Prüfung

Der Leiterdurchmesser ist mit 3 Messungen zu bestimmen – an der Stelle des größten Leiterdurchmessers beginnend –, die um 60° zueinander versetzt sind.

3.2.4.3 Leiterquerschnitt**3.2.4.3.1 Prüfung**

Der Leiterquerschnitt wird überschlägig aus der Messung an den Einzeldrähten errechnet, wenn er nicht genauer ermittelt wird aus der Messung des Widerstandes nach Abschnitt 3.5.1.

3.2.4.4 Wanddicke der Isolierung**3.2.4.4.1 Anforderung**

Von beiden Meßwerten, ermittelt nach Abschnitt 3.2.4.4.2, darf weder der Mindestwert der Wanddicke, noch darf der nach Gleichung 1

$$K = (s_{\min}/s_1) \cdot 100 \quad \text{in \%} \quad (1)$$

berechnete Konzentritätsfaktor K unterschritten werden.

3.2.4.4.2 Prüfung

Die Wanddicke der Isolierung wird an der dünnsten Stelle $s_{\min}$ und der ihr gegenüberliegenden Stelle s_1 gemessen.

3.2.4.5 Leitungsaußendurchmesser**3.2.4.5.1 Anforderung**

Jeder der drei Einzelmeßwerte muß innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegen.

3.2.4.5.2 Prüfung

Die Messung erfolgt an drei, um je 60° versetzten Stellen.

3.2.5 Schlaglänge

Die Schlaglänge ist die Leiterlänge, längs derer ein außenliegender Einzeldraht eine volle schraubenförmige Drehung (360°) vollführt.

3.2.5.1 Meßlänge

Etwa 10 Schlaglängen

3.2.5.2 Prüfung

Die Probe wird an den Enden fixiert, abisoliert und daran die Schlaglänge als Mittelwert über die Meßlänge ermittelt.

3.2.6 Längenbezogenes Gewicht der Leitung**3.2.6.1 Probenlänge**

Etwa 1000 mm

3.2.6.2 Prüfung

Das Gewicht der Leitung wird durch Wiegen bestimmt.

3.3 Mechanische Eigenschaften im Anlieferungszustand**3.3.1 Abisolierbarkeit****3.3.1.1 Anforderung**

Die Isolierung muß sich einwandfrei ¹⁾ auf eine Länge von min. 20 mm abziehen lassen.

3.3.1.2 Prüfung

Die Prüfung wird auf den für die Verarbeitung der Leitung vorgesehenen Vorrichtungen vorgenommen.

3.3.2 Festsitz der Isolierung**3.3.2.1 Anforderung**

Die zum Abziehen der restlichen Isolierung von (50 ± 1) mm Länge benötigten Kräfte müssen innerhalb der Werte der Tabelle 1 liegen.

¹⁾ Wegen der Vielzahl der möglichen Abisoliervorrichtungen und ihrer Einstellparameter zwischen den Normanwendern zu vereinbaren.

Tabelle 1.

Nennleiterquerschnitt mm ²		0,35	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6
Abziehungskraft	N min.	3	5			10		15	
	N max.	30	40			80		120	

3.3.2.2 Prüfung

Probenlänge: (150 ± 5) mm.

Die Probe bis auf eine Länge von (50 ± 1) mm abisolieren und das abisolierte Leiterende durch ein Blech mit einer Bohrung von Leiterdurchmesser zuzüglich 0,1 mm mit einer Abziehgeschwindigkeit von 50 bis 100 mm/min hindurchziehen, wobei die restliche Isolierung abgezogen wird.

3.3.3 Abriebfestigkeit der Isolierung

Abriebfestigkeit wird durch Anzahl der Zyklen beschrieben, mit denen die Isolierung durch Schaben abgetragen werden kann.

3.3.3.1 Anforderung

Die Anzahl Zyklen, mit denen die Isolierung abgeschabt wird, muß mindestens die Werte in Tabelle 2, letzte Zeile, betragen.

3.3.3.2 Prüfung**3.3.3.2.1 Probenlänge**

Etwa 300 mm

3.3.3.2.2 Prüfvorrichtung

Nach Abschnitt A.1

Schabewerkzeug: Runder Federdraht mit 0,45 mm Durchmesser nach DIN 2076, Maßgenauigkeit C, Stahlsorte X12CrNi17 7 nach DIN 17 224, starr im Träger und quer zu dessen Hubbewegung befestigt.

Träger: führt Hin- und Herbewegungen (Doppelhübe – Zyklen) längs zur Probe aus, mit festen oder einstellbaren Werten für Hub, Geschwindigkeitsprofil je Hub, Zyklen/Zeiteinheit, Auflagekraft auf Probe.

Die Prüfvorrichtung muß enthalten: Zählleinrichtung für Anzahl Zyklen, automatische Abschaltvorrichtung bei metallischer Berührung Schabewerkzeug/Leiter.

3.3.3.2.3 Durchführung

Die Probe so auf eine ebene Unterlage spannen, daß sie beim Schaben ruhig liegenbleibt. Die Prüfung auf jeder Probe an vier Stellen (bis Abschalten Hubvorrichtung) durchführen. Die vier Prüfstellen sollen um je 50 mm entfernt liegen und die Probe dazu um je 90° in einer Richtung um die Längsachse verdreht aufgespannt werden.

Tabelle 2.

Nennleiterquerschnitt	mm ²	0,35	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6
Hub	mm	10 ± 2							
Zyklen	min ⁻¹	50 bis 60							
Geschwindigkeit je Hub	–	konstant oder sinusförmig zu- und abnehmend							
Auflagekraft	N	$7 \pm 0,05$							
Anzahl Zyklen bis Abschalten (an jeder Prüfstelle)	min.	200	300	350	500	1500			

Tabelle 3.

Nennleiterquerschnitt	mm ²	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6
Belastungsgewicht einschließlich Gewicht des Prüfrahmens	g	50	80	85	90	95	115	135	145
minimale Restwanddicke	Typ A	0,10	0,14	0,15			0,18	0,20	
	Typ B	0,12							

Der Draht ist vor jeder Prüfung zu erneuern.

Prüfparameter nach Tabelle 2.

Die Prüfung ist bei einer Umgebungstemperatur von (23 ± 2) °C durchzuführen.

3.4 Mechanische Eigenschaften nach mechanischer und/oder thermischer und/oder chemischer Beanspruchung

3.4.1 Wärmeschrumpfung**3.4.1.1 Anforderung**

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur darf die Isolierung in der Länge höchstens um 4 % geschrumpft sein. Risse dürfen nicht entstanden sein.

3.4.1.2 Prüfung

Probenlänge: (200 ± 10) mm.

Vor der Prüfung genau die Länge der Probe bei Raumtemperatur messen. Die Probe in waagerechter Lage in einem Wärmeschrank mit natürlicher Durchlüftung nach DIN 50 011 Teil 12 so lagern, daß die Luft von allen Seiten frei zirkulieren kann. Die Prüfdauer beträgt 15 min bei einer Prüftemperatur von (150 ± 2) °C.

Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur ist die Länge wieder zu messen.

3.4.2 Wärme-Druckbeständigkeit**3.4.2.1 Anforderung**

Die Restwanddicke darf nach der Prüfung die Werte nach Tabelle 3 nicht unterschreiten.

3.4.2.2 Prüfung

Probenlänge: (100 ± 5) mm.

Prüfvorrichtung: Nach Abschnitt A.2²⁾.

Die Probe in die Prüfvorrichtung einlegen, mit dem in Tabelle 3 vorgeschriebenen Gewicht belasten und 4 h bei einer Prüftemperatur (80 ± 2) °C – an der Probe gemessen – in einem Wärmeschrank mit natürlicher Durchlüftung nach DIN 50 011 Teil 12 lagern.

²⁾ Zugelassen sind auch andere Prüfeinrichtungen, die zu vergleichbaren Meßergebnissen führen.

Nach der Wärmebehandlung Probe aus dem Prüfraumen nehmen und innerhalb von 10 s durch Eintauchen in Leitungswasser von $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$ abkühlen.

Anschließend ist an der Eindruckstelle der Isolierung die Restwanddicke an einem Schnitt, der zweckmäßig quer zur Leiterlängsachse in der Mitte der Eindruckstelle ausgeführt wird, mit einem Meßmikroskop auf 0,01 mm zu messen.

3.4.3 Wischfestigkeit der Kennzeichnung

3.4.3.1 Anforderung

Die Kennzeichnung muß nach der Prüfung noch gut les- bzw. erkennbar sein.

3.4.3.2 Prüfung

3.4.3.2.1 Probenlänge

Etwa 300 mm

3.4.3.2.2 Prüfvorrichtung

Zwei sich gegenüberstehende Filzplatten mit Filzhärte DIN 61 200 – F4, Maße $20\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 3\text{ mm}$, aufgebracht auf 2 feste Platten an einer Prüfeinrichtung ähnlich DIN VDE 0472 Teil 606.

3.4.3.2.3 Durchführung

Die Probe nacheinander oberflächlich mit FAM-Prüfflüssigkeit DIN 51 604 – B, ASTM-Öl Nr 3 nach DIN 53 521 und DOT-4 Bremsflüssigkeit einsprühen und mit anhängenden Prüfmedien 48 h in einem Wärmeschrank mit natürlicher Durchlüftung nach DIN 50 011 Teil 12 bei einer Temperatur von $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ lagern. Danach die Probe mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 mm/s zweimal zwischen den beiden Filzplatten auf einer Länge von etwa 200 mm so hindurchziehen, daß die zu prüfende Kennzeichnung möglichst direkt einer Platte zugewandt ist. Dabei soll die Andruckkraft beider Platten $(10 \pm 1)\text{ N}$ betragen.

Die Filzplatten sind vor jeder Prüfung zu erneuern.

3.5 Elektrische Eigenschaften im Anlieferungszustand

3.5.1 Längenbezogener Leiterwiderstand bei 20°C

3.5.1.1 Probenlänge

Etwa 1000 mm

3.5.1.2 Anforderungen

Nach DIN 72 551 Teil 6

3.5.1.3 Prüfung

Die Prüfung ist vorzunehmen mit einer Meßeinrichtung der Klasse 0,5 für die Bestimmung des Gleichstromwiderstandes.

Weicht die Leitertemperatur von der Bezugstemperatur von 20°C ab, muß der Meßwert korrigiert werden.

Für Kupferleitungen gilt:

$$R_{20} = R_t \frac{1}{1 + 0,0039 (t - 20)} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

R_{20}	der Widerstand bei 20°C	mΩ/m
R_t	der gemessene Leiterwiderstand	mΩ/m
t	die Temperatur des Leiters zum Zeitpunkt der Widerstandsmessung	$^\circ\text{C}$

3.5.2 Isolationsfehler der gesamten Lieferung³⁾

3.5.2.1 Anforderung

Beim Durchziehen der geerdeten, trockenen Leitung durch die Elektrode der Prüfvorrichtung darf kein Durchschlag auftreten.

3.5.2.2 Prüfung

3.5.2.2.1 Prüfvorrichtung

Als Spannungsquelle kann ein Transformator mit sinusförmiger Wechselspannung nach Tabelle 4 dienen. Die Prüfvorrichtung muß eine Spannungsquelle mit geeigneter Spannungsanzeige, eine geeignete Prüfelektrode sowie eine Signal- und Zählereinrichtung für die Fehlerstellenerfassung enthalten.

Als Prüfelektrode darf entweder eine Kugelschalen-, Metallbürsten- oder eine andere Elektrode verwendet werden.

Gleichwertige Prüfvorrichtungen sind zulässig.

3.5.2.2.2 Durchführung

Vor Anlegen der Prüfspannung ist sicherzustellen, daß die Leitung auf ihrer gesamten Länge Durchgang hat. Dann wird die Leitung mit ihrer ganzen Länge durch die Prüfelektrode gezogen.

Die Durchlaufgeschwindigkeit der Leitung durch das elektrische Feld der Prüfelektrode ist so zu wählen, daß jeder Punkt der zu prüfenden Leitung abhängig von der Elektrodendlänge und der Frequenz mit mindestens 18 Spannungshöchstwerten (Absolutwerten) belastet wird.

3.5.3 Dreißig-Minuten-Spannungsfestigkeit

3.5.3.1 Anforderung

An der Leitung darf bei keiner der angelegten Prüfspannungen ein Durchschlag auftreten.

3.5.3.2 Prüfung

Probenlänge: $(1200 \pm 60)\text{ mm}$.

Prüfvorrichtung: Nach Abschnitt A.3.

Die Probe 4 h in Salzlösung – $(30 \pm 5)\text{ g NaCl}$ in 1 l Lösung – bei Raumtemperatur tauchen, Enden herausragend, und dann 30 min eine sinusförmige Prüfspannung mit 1 kV Effektivwert (Frequenz (50 oder 60) Hz) zwischen Leiter und Lösung anlegen.

Anschließend die Spannung mit einer Rate von 0,5 kV/s steigern, bis die Spannung einen Wert von 3 kV (Nennleiterquerschnitt $< 0,5\text{ mm}^2$) bzw. 5 kV (Nennleiterquerschnitt $\geq 0,5\text{ mm}^2$) erreicht hat.

3.6 Elektrische Eigenschaften nach mechanischer und/oder thermischer und/oder chemischer Beanspruchung

3.6.1 Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung bei 70°C

3.6.1.1 Anforderung

Der aus dem gemessenen Durchgangswiderstand nach Gleichung 3 berechnete spezifische Durchgangswider-

³⁾ Als gesamte Lieferung ist die Gesamtlänge der Leitung auf z. B. einer Trommel oder in einem Gebinde zu verstehen.

Tabelle 4.

Nennleiterquerschnitt		mm ²	$< 0,5$	$\geq 0,5$
Sinusspannung	Effektivwert	kV	3	5
	Frequenz	Hz	50 bis 1000	