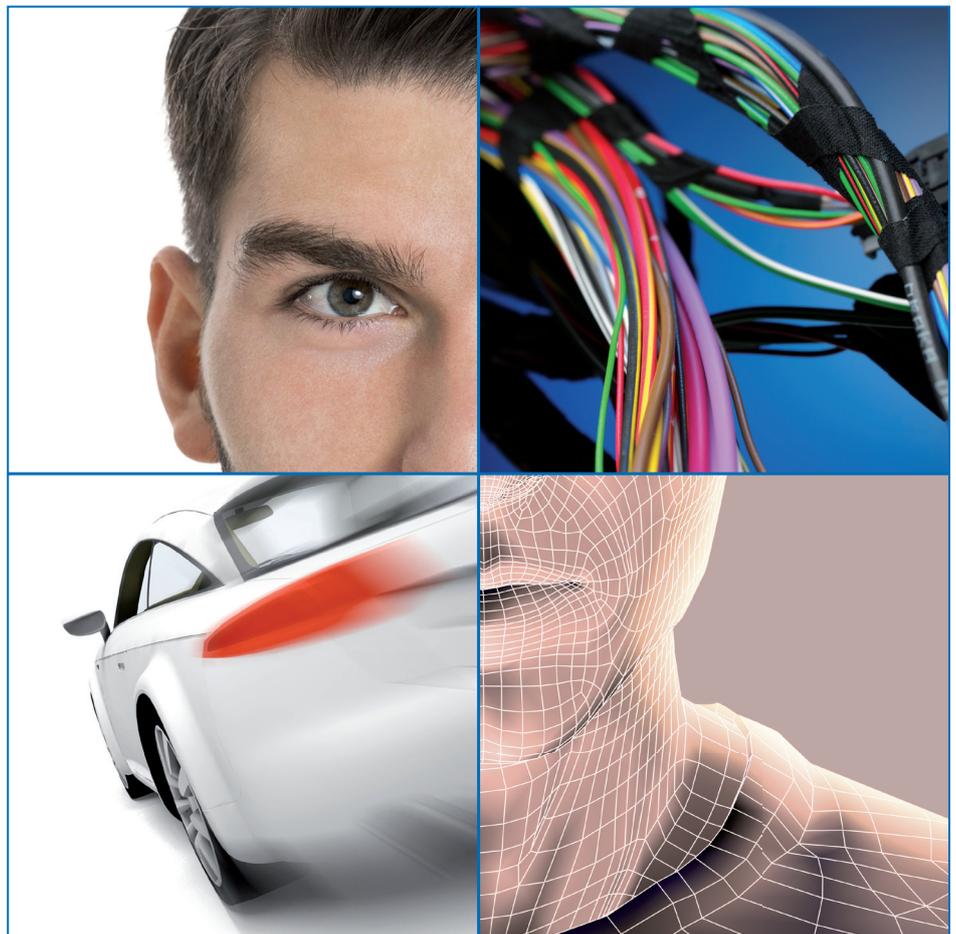


Technischer Leitfaden – TLF 0112-1:

# Prüfungen an elektrischen Leitungen für Kraftfahrzeuge

einadrige, ungeschirmte Kupferleitung

2. aktualisierte Auflage





Technischer Leitfaden – TLF 0112-1:  
**Prüfungen an elektrischen Leitungen für Kraftfahrzeuge  
einadrige, ungeschirmte Kupferleitung**

Herausgeber:  
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-  
und Elektronikindustrie e. V.  
Fachverband Kabel und isolierte Drähte  
Minoritenstraße 9–11  
50667 Köln

Verantwortlich: Dr. Thomas Brückerhoff  
Telefon: +49 221 96228-13  
E-Mail: [kabel@zvei.org](mailto:kabel@zvei.org)  
[www.zvei.org](http://www.zvei.org)

2. aktualisierte Auflage, September 2020,  
1. Auflage, Januar 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist  
urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des  
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des  
Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung,  
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und  
Verarbeitung in elektronischen Systemen.

# Inhalt

<b>1 Anwendungsbereich</b>	4
<b>2 Allgemeines</b>	4
<b>3 Prüfmatrixempfehlung für Einzeladerleitungen</b>	5
<b>4 Prüfmatrixempfehlung für Einzeladerleitungen, die ausschließlich in Mantelleitungen eingesetzt werden</b>	8
<b>5 Zusätzliche Empfehlungen zum Prüfumfang</b>	11

# 1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich ist beschränkt auf die Prüfung der Komponente elektrische Leitungen für Kraftfahrzeuge, Kupferleitung; einadrig, ungeschirmt.

Die Anforderungen der Leitungen orientieren sich an ISO 19642 und ISO 6722-1.

Gleichwertige oder bessere Produkte und Prüfaufbauten sollen nicht ausgeschlossen werden, denn sie dienen der schnellen Weiterentwicklung unter Berücksichtigung der steigenden Anforderungen bei der Entwicklung von Fahrzeugen.

# 2 Allgemeines

Dieser technische Leitfaden (ZVEI-TLF) wurde in der vorliegenden Fassung von Vertretern der Kabelhersteller im ZVEI erarbeitet.

Die Hinweise in diesem ZVEI-TLF dienen der Erstellung einer individuellen Spezifikation durch den Hersteller und/oder den OEM.

Dieser ZVEI-TLF wird in den unterschiedlichen Aktualisierungsständen den Mitgliedern des Arbeitskreises Technik im Mitgliederportal „ZVEIconnects“ zur Verfügung gestellt und wird nach Bedarf des Arbeitskreises aktualisiert und erweitert. Nach Abschluss der Arbeiten wird dieser ZVEI-TLF zeitnah als Publikation des Verbands veröffentlicht.

Der ZVEI-TLF entspricht dem jeweiligen Bearbeitungsstand zum Zeitpunkt der Erstellung des Leitfadens. Er ist als unverbindliche Orientierung für die Hersteller ausgerichtet und erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Entsprechend dem Stand der Mess- und Herstellungstechnik können Prüfungen individuell angepasst werden.

### 3 Prüfmatrixempfehlung für Einzeladerleitungen

Prüfung	Freigabeprüfung		Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
	A1	A2 B2 C2							
Prüfumfang	A1	A2 B2 C2	B1	C1	D	E	F		
Farbe/Farbkennzeichnung	X	X	X	X				4.1	
Sichtprüfung/ Herstellerkennzeichnung	X	X	X	X	X	X		4.2	
Prüfung auf Isolationsfehler						X		4.3	5.2.5
<b>Prüfung Leitungsaufbau</b>									<b>5.1</b>
Leitungsaußendurchmesser und Mindestwanddicke	X	X	X	X	X	X		4.4	5.1.1
Leiternenddurchmesser	X	X	X	X	X	X		4.5	5.1.3
Leiterwiderstand	X	X	X	X	X	X		4.6	5.2.1
Abisolierbarkeitsfaktor (A-Faktor)	X	X	X	X	X	X		4.7	
<b>Physikalische und chemische Eigenschaften der Isolierung</b>									
Dichte <sup>a)</sup>	X			X	X			4.8	
Thermische Stabilität für PVC	X	X	X	X	X			4.9	
Bestimmung des Infrarot-Spektrums IR	X	X	X	X				4.10	
Bestimmung der Zugfestigkeit und Reißdehnung	X	X	X	X	X			4.11	
Weiterreißfestigkeit / Prüfung an der Platte <sup>d)</sup>	X		X	X	X			4.12	
Weiterreißfestigkeit / Prüfung an der Leitung <sup>d)</sup>	X		X	X	X			4.13	
Bestimmung des Vernetzungsgrads <sup>e)</sup>	X	X	X	X	X	X		4.14	

Prüfung	Freigabeprüfung		Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
	A1	A2 B2 C2							
Prüfumfang	A1	A2 B2 C2	B1	C1	D	E	F		
<b>Mechanische Eigenschaften im Anlieferungszustand</b>									
Abisolierbarkeit Leiterfeststz	X	X	X	X	X	X		4.15	5.3.1
Abriebfestigkeit der Isolierung	X	X	X	X	X			4.16	5.3.2
Biegekraft der Leitungen	X	X	X	X				4.17	5.3.5
Kerbfestigkeit der Isolierung	X							4.18	
Flammwidrigkeit	X	X		X	X			4.19	5.4.15
<b>Elektrische Eigenschaften im Anlieferungszustand</b>									
Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung <sup>a)</sup>	X							4.20	5.2.6
30-Minuten-Spannungsfestigkeit	X			X				4.21	5.2.3
<b>Mechanische und elektrische Eigenschaften nach mechanischer, thermischer oder chemischer Beanspruchung</b>									
Stresstest <sup>b) f)</sup>	X		X		X	X		4.22	5.4.13
Schrumpfung der Isolierung in der Wärme	X	X	X	X	X	X		4.23	5.4.6
Wärmedruckbeständigkeit der Isolierung	X							4.24	5.4.5
Derating-Kurve	X	X <sup>c)</sup>	X					4.25	
Thermische Belastbarkeit im gewickelten Zustand <sup>b)</sup>	X							4.26	
Thermische Überlast T <sub>0</sub> + 50 °C	X			X				4.27	5.4.4
Kurzzeitalterung (240 h)	X	X	X	X	X			4.28	5.4.3
Langzeitalterung (3.000 h)	X							4.29	5.4.2
Minimaler zulässiger Radius für statische Verlegung	X							4.30	

Prüfung	Freigabeprüfung		Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
	A1	A2 B2 C2							
Wickelprüfung bei Niedrigtemperatur (−40 °C)	X	X	X	X	X			4.31	5.4.7
Schlagprüfung bei niedriger Temperatur (−15 °C)	X							4.32	5.4.8
Wischfestigkeit der Leitungskennzeichnung <sup>a)</sup>	X							4.33	5.4.12
Biegewechselbeständigkeit	X							4.34	5.3.4
Abknickprüfung <sup>b)</sup>	X							4.35	
Elektrische Eigenschaften bei Wasserlagerung	X							4.36	5.4.10
Wechseltest Temperatur Feuchte	X							4.37	5.4.9
Ozonbeständigkeit <sup>a)</sup>							X	4.38	5.4.14
Mykologische Prüfung <sup>a)</sup>							X	4.39	
<b>Verträglichkeitsprüfungen</b>									
Beständigkeit gegen Chemikalien <sup>g)</sup>	X							4.40	5.4.11

<sup>a)</sup> Ist für jedes Compound nur an einem Leitungsquerschnitt durchzuführen.

<sup>b)</sup> Ist für Leitungsquerschnitte > 6 mm<sup>2</sup> nicht durchzuführen.

<sup>c)</sup> Derating, außer C2.

<sup>d)</sup> Nur für Silikonleitungen, z. B. Weiterreißfestigkeit.

<sup>e)</sup> Nur für strahlenvernetzte Leitungen, z. B. Bestimmung des Vernetzungsgrads.

<sup>f)</sup> Nur für Fluorpolymere, z. B. Stresstest.

<sup>g)</sup> Wird am Prüfling der geringsten Wandstärke der Isolation des jeweiligen Compounds durchgeführt.

## 4 Prüfmatrixempfehlung für Einzeladerleitungen, die ausschließlich in Mantelleitungen eingesetzt werden

Prüfung	Freigabeprüfung		Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
	A1	A2 B2 C2							
Prüfumfang	A1	A2 B2 C2	B1	C1	D	E	F		
Farbe/Farbkennzeichnung	X	X	X	X				4.1	
Sichtprüfung/ Herstellerkennzeichnung	X	X	X	X	X	X		4.2	
Prüfung auf Isolationsfehler						X		4.3	5.2.5
<b>Prüfung Leitungsaufbau</b>									5.1
Leitungsaußendurchmesser und Mindestwanddicke	X	X	X	X	X	X		4.4	5.1.1
Leiternendurchmesser	X	X	X	X	X	X		4.5	5.1.3
Leiterwiderstand	X	X	X	X	X	X		4.6	5.2.1
Abisolierbarkeitsfaktor (A-Faktor)	X			X	X	X		4.7	
<b>Physikalische und chemische Eigenschaften der Isolierung</b>									
Dichte <sup>a)</sup>	X			X	X			4.8	
Thermische Stabilität für PVC	X	X	X	X	X			4.9	
Bestimmung des Infrarot-Spektrums IR <sup>c)</sup>	X	X	X	X				4.10	
Bestimmung der Zugfestigkeit und Reißdehnung	X	X	X	X	X			4.11	
Weiterreißfestigkeit / Prüfung an der Platte <sup>d)</sup>	X		X	X	X			4.12	
Weiterreißfestigkeit / Prüfung an der Leitung <sup>d)</sup>	X		X	X	X			4.13	
Bestimmung des Vernetzungsgrads <sup>e)</sup>	X	X	X	X	X	X		4.14	

Prüfung	Freigabeprüfung		Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
	A1	A2 B2 C2							
<b>Prüfumfang</b>	A1	A2 B2 C2	B1	C1	D	E	F		
<b>Mechanische Eigenschaften im Anlieferungszustand</b>									
Abisolierbarkeit	X	X	X	X	X	X		4.15	5.3.1
Leiterfestigkeit									
<b>Elektrische Eigenschaften im Anlieferungszustand</b>									
Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung <sup>a)</sup>	X							4.20	5.2.6
30-Minuten-Spannungsfestigkeit	X			X				4.21	5.2.3
<b>Mechanische und elektrische Eigenschaften nach mechanischer, thermischer oder chemischer Beanspruchung</b>									
Stresstest <sup>b) f)</sup>	X		X		X	X		4.22	5.4.13
Schrumpfung der Isolierung in der Wärme	X	X	X	X	X	X		4.23	5.4.6
Wärmedruckbeständigkeit der Isolierung	X							4.24	5.4.5
Thermische Überlast T <sub>0</sub> + 50 °C	X			X				4.27	5.4.4
Wickelprüfung nach Kurzzeitalterung (240 h)	X	X	X	X	X			4.28	5.4.3
Wickelprüfung nach Langzeitalterung (3.000 h)	X							4.29	5.4.2
Minimaler zulässiger Radius für statische Verlegung	X							4.30	
Wickelprüfung bei Niedrigtemperatur (-40 °C)	X	X	X	X	X			4.31	5.4.7
Abknickprüfung <sup>b)</sup>	X							4.35	
Elektrische Eigenschaften bei Wasserlagerung	X							4.36	5.4.10
Wechselstest Temperatur Feuchte	X							4.37	5.4.9

	Prüfung		Freigabeprüfung	Standortprüfung	Veränderung Vormaterialien	Interne Requalifizierung	Interne Prozessprüfung	Sonderprüfung	Prüfbedingungen und Anforderungen TLF 0112-1a	Informativer Bezug ISO 19642-2 (10-2018)
Prüfumfang	A1	A2	B1	C1	D	E	F			
		B2								
		C2								
<b>Verträglichkeitsprüfungen</b>										
Beständigkeit gegen Chemikalien <sup>9)</sup>	X								4.40	5.4.11

<sup>a)</sup> Ist für jedes Compound nur an einem Leitungsquerschnitt durchzuführen.

<sup>b)</sup> Ist für Leitungsquerschnitte > 6 mm<sup>2</sup> nicht durchzuführen.

<sup>c)</sup> Nur im Anlieferzustand.

<sup>d)</sup> Nur für Silikonleitungen, z. B. Weiterreißfestigkeit.

<sup>e)</sup> Nur für strahlenvernetzte Leitungen, z. B. Bestimmung des Vernetzungsgrads.

<sup>f)</sup> Nur für Fluorpolymere, z. B. Stresstest.

<sup>9)</sup> Wird am Prüfling der geringsten Wandstärke der Isolation des jeweiligen Compounds durchgeführt.

# 5 Zusätzliche Empfehlungen zum Prüfumfang

## Dokumentation:

Die Dokumentation der Prüfungen nach Prüfumfang A, B und C ist an den OEM zu senden. Für den Prüfumfang D, E und F ist die Dokumentations- und Archivierungspflicht grundsätzlich beim Leitungshersteller vorgesehen.

## Prüfumfang / allgemeine Angaben:

Die reduzierten Prüfumfänge sind zulässig, wenn die zugrunde liegende erteilte Freigabe mit dem kompletten Prüfumfang nicht älter als zehn Jahre ist. Ist eine erteilte Freigabe älter als zehn Jahre, kann eine Prüfung nach dem Prüfumfang D, nach dem aktuellsten Stand der ZVEI-TLF, vom OEM gefordert werden. In diesem Fall wird die Leitung mit dem kleinsten Querschnitt des jeweiligen Compounds geprüft. Andere Vereinbarungen sind zulässig.

## Prüfumfang A1/A2:

Prüfung für den Hauptfertigungsstandort, Vorstellung

- neuer Leitungen oder
- bekannter Leitungen mit neuem Compound.

Die Vorgehensweise bei geringfügigen Compound-Änderungen ist im Einzelfall gesondert zu klären.

## Prüfumfang B1/B2:

Gleiches Compound, anderer Standort des gleichen Leitungsherstellers.

## Prüfumfang C1/C2:

Bei unveränderter Compound-Zusammensetzung und

- chemisch identischen Vormaterialien von anderen Unterlieferanten oder
- Änderung des Compound-Herstellstandorts.

## Prüfumfang D:

Requalifikation.

## Prüfumfang E:

Empfohlene prozessbegleitende Prüfung (z. B. chargenbezogen oder kontinuierlich). Für die Prozesssicherheit ist der Lieferant verantwortlich.

## Prüfumfang F:

Die Durchführung ist optional.

## Querschnittszuordnung:

### Prüfumfang

A1/B1/C1: In diesem Fall wird die Leitung mit dem kleinsten Querschnitt des jeweiligen Compounds geprüft.

### Kurzprüfung

A2/B2/C2: Wird an allen anderen Leitungsquerschnitten des jeweiligen Compounds geprüft.

## Leiteraufbau:

Prüfergebnisse von Leitungen mit gleichem Querschnitt aber anderen Leiteraufbauten können übernommen werden.



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-  
und Elektronikindustrie e.V.

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0

Fax: +49 69 6302-317

E-Mail: [zvei@zvei.org](mailto:zvei@zvei.org)

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)