

Elektrische Ausrüstung
von Elektro-Straßenfahrzeugen**DIN**
VDE 0122

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Electric equipment
of electrical road vehicles

Ersatz für
DIN 57122/
VDE 0122/10.82

Zusammenhang mit den Arbeiten des IEC/TC 69 siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. August 1986.

Entwurf war veröffentlicht als DIN 57122 A1/VDE 0122 A1/07.84.

Eine Anpassung bestehender elektrischer Ausrüstungen von Elektro-Straßenfahrzeugen an die Anforderungen dieser Norm wird nicht gefordert.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
3 Nenngrößen	2
3.1 Nennspannung des Antriebssystems	2
3.2 Nennspannung des Energiespeichers	2
3.3 Nenngrößen des Ladegerätes	2
3.4 Nenngrößen der Ankopplungseinrichtungen	3
3.5 Nenngrößen der Stromversorgung von Datenerfassungsgeräten	3
4 Anforderungen für den Bau, Prüfung	3
4.1 Allgemeine Anforderungen	3
4.2 Schutzmaßnahmen	3
4.3 Elektrische Betriebsmittel in Elektro-Straßenfahrzeugen	5
5 Wartung und Wechsel von Energiespeichern	12
5.1 Wartung von Energiespeichern	12
5.2 Wechsel und Transport von Energiespeichern	12
Anhang A Kennlinien und Belastungsprüfungen	13
Anhang B Netzformen und Beispiele für zulässige und nicht zulässige Kombinationen von Schutzmaßnahmen	14

Fortsetzung Seite 2 bis 18

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Teile der elektrischen Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen für Nennspannungen bis 600 V, die während des Fahrbetriebes nicht mit dem stationären Netz verbunden sind. Die elektrische Energie wird einem fahrzeugeigenen elektrochemischen Energiespeicher (im folgenden Energiespeicher genannt) entnommen.

Dazu gehören auch Ladegeräte (im Fahrzeug oder stationär), deren Rückwirkungen auf das Elektrizitätsversorgungsnetz, Ankopplungseinrichtungen von Fahrzeugen an stationäre Energieversorgungseinrichtungen, Datenerfassungsgeräte und Einrichtungen zum Wechseln von Energiespeichern.

Diese Norm gilt nicht für die elektrische Ausrüstung des Bordnetzes von Straßenfahrzeugen, für Flurförderzeuge, Krankenfahrstühle sowie Ladegeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke. Sie gilt auch nicht für Obusse.

2 Begriffe

2.1 Elektro-Straßenfahrzeug

Ein Elektro-Straßenfahrzeug ist ein Kraftfahrzeug, das elektromotorisch angetrieben wird und die elektrische Energie einem fahrzeugeigenen Energiespeicher entnimmt. Der Energiespeicher wird im Fahrzeug selbst oder in einem Anhängerfahrzeug mitgeführt.

2.2 Antriebssystem

Das Antriebssystem ist die gesamte dem Antrieb des Fahrzeuges dienende elektrische Einrichtung. Zum Antriebssystem gehören Fahrmotor(en), Leistungsstellglied(er), Regel- und Steuergeräte mit zum Betrieb und zur Überwachung notwendigen Hilfseinrichtungen. Außerdem gehören dazu Geräte der Bordnetzversorgung und elektrische Hilfsmaschinen und Einrichtungen, wenn sie mit einer Nennspannung über 24 V betrieben werden.

2.3 Energiespeicher

Ein Energiespeicher ist eine Versorgungseinheit für den Antrieb des Elektro-Straßenfahrzeuges. Sie besteht aus einer Batterie, mechanischer Halterung und Zusatzgeräten.

2.4 Ladegeräte

Ein Ladegerät ist ein Energieumformer zum gesteuerten oder geregelten elektrischen Laden einer aus galvanischen Sekundärelementen bestehenden Batterie.

2.5 Datenerfassungsgerät

Ein Datenerfassungsgerät ist eine Einrichtung zur Anzeige oder Aufzeichnung von Betriebskennwerten des Antriebssystems und des Energiespeichers.

2.6 Manuelle Ankopplungseinrichtung

Eine manuelle Ankopplungseinrichtung ist ein von Hand zu betätigendes Verbindungselement zwischen Ladegerät und Energiespeicher.

2.7 Automatische Ankopplungseinrichtung

Eine automatische Ankopplungseinrichtung ist eine Einrichtung, bei der die Positionierungsbewegung der elektrischen Verbindungselemente zwischen Ladegerät und Energiespeicher nicht von Hand vorgenommen wird.

2.8 Typprüfung

Eine Typprüfung ist eine Prüfung, die an einem Betriebsmittel eines neuen Baumusters oder einer neuen Fertigung vorgenommen wird.

2.9 Stückprüfung

Eine Stückprüfung ist eine Prüfung, die an allen Betriebsmitteln der gleichen Lieferung vorgenommen wird.

2.10 Bordnetz

Zum Bordnetz gehören alle Betriebsmittel der elektrischen Kraftfahrzeugausrüstung, die auch bei mit Verbrennungsmotor angetriebenen Kraftfahrzeugen Verwendung finden.

3 Nenngrößen

Nenngrößen (z. B. Nennspannung, Nennstrom, Nennleistung, Nennfrequenz) sind Größen, welche die Bemessung der Betriebsmittel und der Anlagen kennzeichnen. Angaben über Betriebseigenschaften sowie Grenz- und Prüfwerte einschließlich der zulässigen Abweichungen werden in der Regel auf diese Nenngrößen bezogen.

3.1 Nennspannung des Antriebssystems

Die Nennspannung des Antriebssystems ist gleich der Nennspannung des Energiespeichers.

3.2 Nennspannung des Energiespeichers

Energiespeicher sind vorzugsweise mit einer der im folgenden angegebenen Nennspannungen auszuführen: 48 V, 60 V, 120 V, 144 V, 180 V, 240 V, 360 V.

3.3 Nenngrößen des Ladegerätes

Die Nenngrößen des Ladegerätes sind für die Lastart Batterie (B) nach **DIN VDE 0558 Teil 1** anzugeben.

3.3.1 Nenneingangsspannung

Als Nenneingangsspannung des Ladegerätes ist der Wert der Eingangsspannung anzugeben, für den das Ladegerät ausgelegt ist.

3.3.2 Nennausgangsstrom

Als Nennausgangsstrom des Ladegerätes ist der Ladestrom anzugeben, für den das Ladegerät ausgelegt ist. Abweichend davon gilt für Ladegeräte mit W-Kennlinie DIN 41774. Es ist jeweils der arithmetische Mittelwert maßgebend.

3.3.3 Nennausgangsspannung

Als Nennausgangsspannung des Ladegerätes ist die Nennspannung der Batterie anzugeben. In Klammern ist zusätzlich die Ladespannung anzugeben, die sich auf Grund der Ladekennlinie maximal bei Nennausgangsstrom und Nenneingangsspannung ergibt.

3.3.4 Nennleistung

Als Nennleistung eines Ladegerätes ist das Produkt aus Nennausgangsspannung (Klammerwert) und Nennausgangsstrom anzugeben. Es handelt sich dabei um die Gleichstromleistung (S_d) nach DIN 41750 Teil 3.

3.3.5 Nenneingangsstrom

Als Nenneingangsstrom eines Ladegerätes ist der vom Ladegerät aufgenommene Eingangsstrom als Effektivwert nach DIN 40110 bei Nenneingangsspannung, Nennausgangsspannung (Klammerwert) und Nennausgangsstrom anzugeben.

3.3.6 Nutzungsfaktor

Der Nutzungsfaktor eines Ladegerätes ist der Quotient aus der abgegebenen Gleichstromleistung S_d und der dem Netz entnommenen Scheinleistung S_L .

3.4 Nenngrößen der Ankopplungseinrichtungen

3.4.1 Nennspannung

Ankopplungseinrichtungen sind gleichspannungsseitig vorzugsweise für eine der im folgenden angegebenen Nennspannungen auszuführen: 150 V, 250 V, 500 V.

3.4.2 Nennstrom

Als vorzugsweise zu verwendende Nennströme gelten: 32 A, 63 A, 125 A, 200 A, 400 A.

3.5 Nenngrößen der Stromversorgung von Datenerfassungsgeräten

Die Nenneingangsspannung ist gleich der Nennspannung des Energiespeichers bzw. der Nennspannung der die Geräte speisenden Energiequelle.

4 Anforderungen für den Bau, Prüfung

4.1 Allgemeine Anforderungen

4.1.1 Spannungsgrenzen

Innerhalb der Spannungsgrenzen des Energiespeichers von 0,75 bis 1,3 U_N muß das gesamte Antriebssystem mit dem maximalen Strom betriebsfähig sein. Außerhalb dieser Grenzen muß das Antriebssystem eingeschränkt betriebsfähig bleiben, soweit es der Energiespeicher erlaubt, wobei jedoch durch besondere Vorkehrungen, z. B. in der Regelung, sichergestellt sein muß, daß die uneingeschränkte Betriebsfähigkeit wieder erreicht wird, sobald der vorgenannte Spannungsbereich eingehalten wird.

Prüfung als Typprüfung:

Betrieb und Untersuchung mit 0,75 bzw. 1,3 U_N in allen jenen Kriterien, bei denen ein Sinken oder Steigen der Betriebsspannung auf deren Grenzwerte eine Beeinträchtigung im Sinne dieser Norm auslösen kann.

Für Datenerfassungsgeräte ist bei Versorgung durch die Fahrzeugbordnetz-Batterie mit folgenden Spannungsschwankungen zu rechnen:

Mittelwert der Eingangsspannung zwischen dem 0,875fachen und dem 1,2fachen der Nenneingangsspannung.

Spannungserhöhungen über dem 1,2fachen bis zum 1,35fachen der Nenneingangsspannung für die Dauer von 10 ms.

Bei der Spannungsversorgung aus Wechselspannungs- und Gleichspannungsnetzen gelten die Spannungsgrenzen nach **DIN VDE 0160**.

4.1.2 Umgebungsbedingungen

Betriebsmittel für Elektro-Straßenfahrzeuge sind für folgende Umgebungsbedingungen auszulegen:

Höchste Temperatur der Außenluft +40 °C

Tiefste Temperatur der Außenluft -25 °C

Relative Luftfeuchte bis 100 %

Höhe über NN bis 1500 m

In Innenräumen von Fahrzeugen können Lufttemperaturen von max. +60 °C auftreten.

Bei Betriebsmitteln in Gehäusen, die sich ungeschützt im Freien befinden, sind gegebenenfalls höhere Temperaturen festzulegen.

Es ist zu beachten, daß die elektrischen Betriebsmittel aggressiven Medien ausgesetzt sein können, die einen leitenden Belag und Korrosion zur Folge haben können.

Die elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen, die unter hiervon abweichenden härteren Umgebungsbedingungen betrieben werden, müssen nachweislich den zusätzlichen Beanspruchungen genügen. Letztere sind gegebenenfalls dem Hersteller anzugeben.

4.2 Schutzmaßnahmen

4.2.1 Schutz gegen direktes Berühren

Bei Nennspannungen über 60 V Gleichspannung müssen die aktiven Teile elektrischer Betriebsmittel entweder in ihrem ganzen Verlauf isoliert (Basisisolierung) oder durch ihre Bauart, Lage, Anordnung oder durch besondere Vorrichtungen gegen direktes Berühren geschützt sein.

Zugängliche aktive Teile müssen durch geeignete Vorrichtungen gegen direktes Berühren geschützt sein. Schutzvorrichtungen dürfen nur mit Werkzeugen zu entfernen sein. Türen, Klappen und Hauben, die Zugang zu aktiven Teilen gewähren, dürfen nur mit Schlüssel oder Werkzeug zu öffnen sein.

Lack- oder Emailüberzug, Oxidschicht sowie Faserstoffumhüllungen (Umspinnung, Umklöppelung, Gewebebänder), auch wenn sie getränkt sind, gelten nicht als Isolierung im Sinne des Schutzes gegen direktes Berühren.

Abdeckungen durch Gitter, gelochte Bleche usw. gelten nur dann als Schutzvorrichtungen gegen direktes Berühren aktiver Teile, wenn an keiner Stelle Durchgriffsöffnungen vorhanden sind (mindestens Schutzart IP 2X nach DIN 40050). Abdeckungen, Schutzgitter, Gehäuse und dergleichen müssen zuverlässig befestigt und mechanisch widerstandsfähig sein.

Zu betätigende bzw. einzustellende Bauteile und Sicherungen in der Nähe aktiver Teile müssen gefahrlos zugänglich sein, auch wenn Spannung ansteht. Dies ist z. B. zu erreichen durch Anordnung von benachbarten, aktiven, unter Spannung stehenden Teilen hinter Abdeckungen, die nur mittels Werkzeug entfernt werden können.

Für die Anordnung von Betätigungselementen in der Nähe berührungsgefährlicher Teile gilt **DIN VDE 0106 Teil 100**, sofern es sich um Betätigungselemente handelt, die der Wiederherstellung der Sollfunktion dienen.

Prüfung als Typprüfung:

Besichtigung, Handprobe.

Falls der erforderliche Schutz gegen direktes Berühren erst beim Einbau in das Elektro-Straßenfahrzeug erreicht wird, ist die Prüfung im betriebsbereiten Zustand des Elektro-Straßenfahrzeuges vorzunehmen.

Elektrische Prüfung der Isolierung (Isolation) nach **Abschnitt 4.2.3**.

4.2.2 Schutz bei indirektem Berühren

4.2.2.1 Allgemeines

Für Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen durch Auftreten von Isolationsfehlern ist durch zuverlässigen Bau der Betriebsmittel zu sorgen, insbesondere durch einwandfreies Isolieren der aktiven Teile (Basisisolierung) und durch sorgfältiges Errichten der elektrischen Anlagen. Es gelten die in **DIN VDE 0100 Teil 410** zugelassenen Schutzmaßnahmen.

Zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen ist eine gut leitende und dauerhafte Verbindung entsprechenden Querschnitts zum Potentialausgleich aller berührbaren leitfähigen Teile, die im Fehlerfall Spannung annehmen können, vorzusehen.

Als zu hohe Berührungsspannungen im Sinne dieser Norm gelten Spannungen über 50 V Wechselspannung (Effektivwert) und 120 V Gleichspannung. Besondere Schutzmaßnahmen an den elektronischen Betriebsmitteln sind nach **DIN VDE 0160** vorzunehmen.

Prüfung als Stückprüfung:

Die Anforderungen werden durch Besichtigung geprüft, dabei ist insbesondere zu ermitteln, ob die Verbindungen der berührbaren leitfähigen Teile die erforderlichen Querschnitte haben, einwandfrei und ohne Unterbrechung verlegt und sorgfältig angeschlossen sind.

4.2.2.2 Energieversorgungseinrichtungen für Energiespeicher (Ladegeräte)

Anmerkung: Es ist zu beachten, daß zwei verschiedene Spannungsquellen, einmal die des Versorgungsnetzes und zum anderen die des Energiespeichers, entweder getrennt oder gleichzeitig auf die gesamte Ausrüstung oder bestimmte Ausrüstungsteile einwirken können (siehe [Anhang B](#)).

Zum Schutz bei indirektem Berühren ist bei stationären Ladegeräten eine der folgenden Schutzmaßnahmen vorzusehen:

- Schutzklasse III (Schutzkleinspannung).
- Schutztrennung
(mit Trenntransformator der Schutzklasse II einschließlich schutzisoliertem Eingangsstromkreis und Potentialausgleichsleiter zur Verbindung der Körper des Ladegerätes und des Elektro-Straßenfahrzeuges).

Anmerkung: Diese Schutzmaßnahme entspricht **DIN VDE 0100 Teil 410/11.83, Abschnitt 6.5**.

- Schutz durch Verwendung von Ladegeräten der Schutzklasse I
(Ladegeräte mit Potentialausgleichsleiter zur Verbindung des Körpers des Ladegerätes, des Elektro-Straßenfahrzeuges und des Schutzleiters des Netzes).
- Schutz durch Verwendung von Ladegeräten der Schutzklasse I mit galvanischer Trennung
(Ladegeräte mit Potentialausgleichsleiter zur Verbindung des Ladegerätes, des Elektro-Straßenfahrzeuges und des Schutzleiters des Netzes).
- Schutz durch Verwendung eines Ladegerätes der Schutzklasse II oder gleichwertiger Isolierung mit einem durchgeführten schutzisolierten Schutzleiter des Netzes.

Anmerkung: Diese Schutzmaßnahme entspricht **DIN VDE 0100 Teil 410/11.83, Abschnitt 6.2.8**.

Beispiele der Kombination verschiedener Schutzmaßnahmen werden im [Anhang B](#) erläutert.

Wird das Ladegerät in Schutzklasse I ohne galvanische Trennung ausgeführt, so ist sicherzustellen, daß die Schutzorgane zur automatischen Abschaltung, die in dem wechsellspannungsseitigen Eingang des Ladegerätes vorhanden sein müssen, nicht in unzulässiger Weise durch Abweichen des Fehlerstromes von der Sinusform beeinflusst werden (z. B. durch einen Halbschwingungsfehlerstrom). Darüber hinaus ist sicherzustellen, daß die Verwendung von Überstromschutzvorrichtungen nicht

durch die strombegrenzende Wirkung des angewandten Stellverfahrens eingeschränkt wird.

Falls letzteres nicht möglich ist, muß zur automatischen Abschaltung in den wechsellspannungsseitigen Ladegeräteeingang eine Schutzeinrichtung eingebaut werden, die den Schutzleiterstrom überwacht.

Anmerkung: Bei Ladegeräten ohne galvanische Trennung ist zu beachten, daß im Netz befindliche FI-Schutzschalter durch Gleichstromanteile im Fehlerstrom in ihrer Funktion beeinträchtigt werden können.

Der Gleichstromausgang des Ladegerätes muß mit zweipoligen Sicherungen ausgerüstet werden, die entsprechend der maximalen Abschaltzeit nach **DIN VDE 0100 Teil 410/11.83, Abschnitt 6.1.1.3**.

Der Energiespeicher ist als Betriebsmittel der Schutzklasse I oder der Schutzklasse II auszuführen.

Die vorgenannten Schutzmaßnahmen können in jeder Kombination in allen üblichen Niederspannungsnetzen verwendet werden.

Ein Potentialausgleich zwischen den Körpern aller Betriebsmittel ist vorzusehen. Ausgenommen sind Schutzisolierung und Schutzkleinspannung.

Bei Ladegeräten, die für den Einbau in Elektro-Straßenfahrzeuge oder Energiespeicher vorgesehen sind, muß ein Potentialausgleich zwischen dem Schutzleiterpotential des Netzes und berührbaren leitfähigen Fahrzeugteilen erfolgen. Weitere Festlegungen für die Schutzmaßnahmen sind in Vorbereitung.

Ist ein Potentialausgleich zwischen Netz und Elektro-Straßenfahrzeug während des Ladevorganges aus zwingenden Gründen nicht durchführbar, sind die folgenden Ersatzmaßnahmen notwendig, wenn das Ladegerät eine galvanische Trennung zum speisenden Elektrizitätsversorgungsnetz besitzt oder wenn dieses Elektrizitätsversorgungsnetz ungeerdet ist:

- Isolationsüberwachung auf der Ladegeräte- und Energiespeicherseite.
- Beide Überwachungseinrichtungen müssen unabhängig voneinander arbeiten und dürfen sich nicht gegenseitig beeinflussen.
- Die Zuschaltung auf der Ladegeräte- und Energiespeicherseite muß von einem ausreichenden Isolationswiderstand abhängig gemacht werden.
- Der Isolationswiderstand der Anlage muß mindestens so groß sein, daß zwischen berührbaren leitfähigen Fahrzeugteilen und Erde kein größerer Strom als 20 mA fließen kann.
- Eine Überschreitung dieses Grenzstromwertes während des Ladevorganges muß unmittelbar zur Abschaltung des speisenden Wechselstromnetzes und des Energiespeichers führen.

Prüfung als Stückprüfung:
Besichtigung und Messung.

4.2.2.3 Datenerfassungsgeräte

Für Datenerfassungsgeräte ist **DIN VDE 0410** anzuwenden. Datenerfassungsgeräte sind schutzisoliert auszuführen, sofern sie galvanisch mit dem Energiespeicher verbunden sind. Ist dies nicht möglich, so gelten die Schutzmaßnahmen entsprechend den [Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2.1](#).

Zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen und zum Schutz der Geräte ist eine galvanische Trennung oder eine gleichwertige Maßnahme zwischen der Versorgungsspannung und der Meßspannung erforderlich, sofern diese nicht anderweitig galvanisch verbunden sind.

4.2.3 Isolation und Spannungsfestigkeit

Alle aktiven Teile von Elektro-Straßenfahrzeugen müssen gegeneinander und gegenüber Körper ausreichend isoliert sein.

4.2.3.1 Isolation

Die Isolierung aller aktiven Teile von Elektro-Straßenfahrzeugen einschließlich der Zusatzgeräte des Energiespeichers muß ausreichend spannungsfest sein.

Prüfung als Stückprüfung:

Durch Anlegen folgender Prüfwechselspannung zwischen aktiven Teilen und Körper bei trockenem, fabrikanem Betriebsmittel und abgetrenntem Energiespeicher:

Nennspannung des Antriebssystems	Prüfwechselspannung	Prüfzeit
bis 48 V	500 V	} 1 min
über 48 V bis 110 V	1000 V	
über 110 V	2 U + 1000 V mindestens 1500 V	

Die Prüfwechselspannung ist als Effektivwert einer üblichen sinusförmigen Spannung zwischen 25 und 100 Hz angegeben.

Verbindungen zwischen Zellen oder Zellengruppen in Batterien sowie alle unter Spannung stehenden Teile des Energiespeichers müssen bei einer Nennspannung des Energiespeichers größer 60 V berührungsgeschützt in Schutzart IP 24 nach DIN 40050 ausgeführt werden.

Können Dioden und Transistoren oder ähnliche Bauteile beim Prüfen der Isolation durch einen Fehlerstrom beschädigt werden, so ist die Baugruppe insgesamt oder teilweise zu überbrücken oder herauszunehmen und für sich zu prüfen.

Wird die Wechselspannungsprüfung wiederholt, so ist nur der 0,8fache Wert der Prüfwechselspannung anzuwenden. Das Isoliervermögen von ausgebesserten Betriebsmitteln ist mit dem 0,7fachen Wert der Prüfwechselspannung nachzuweisen.

4.2.3.2 Kriech- und Luftstrecken

Die Kriech- und Luftstrecken von elektrischen Betriebsmitteln müssen mit der nachstehenden Ausnahme der Isolationsgruppe C nach DIN VDE 0110 entsprechen. Kriech- und Luftstrecken in allen Stromkreisen des Energiespeichers (einschließlich der Zusatzgeräte) müssen der Isolationsgruppe D nach DIN VDE 0110 entsprechen.

Prüfung als Typprüfung:

Besichtigung und Messung.

4.2.3.3 Isolationswiderstand

Die Isolierung der elektrischen Ausrüstung des Elektro-Straßenfahrzeuges muß einen ausreichenden Isolationswiderstand haben.

Stückprüfung:

Elektrische Ausrüstung und Energiespeicher sind getrennt zu prüfen.

Die Meßspannung soll mindestens 100 V betragen.

Der Isolationswiderstand aller aktiven Teile des Elektro-Straßenfahrzeuges gilt als ausreichend, wenn er mindestens 1000 Ohm je Volt Nennspannung gegen Körper beträgt.

Für die Auslieferung betriebsfähiger Energiespeicher ist ein Isolationswiderstand von 500 Ohm je Volt Nennspannung nachzuweisen.

Anmerkung: Im Betrieb gilt der Isolationswiderstand des Energiespeichers als ausreichend, wenn er 50 Ohm je Volt Nennspannung gegen Körper beträgt.

4.2.4 Spannungen an Kondensatoren

Spannungen an Kondensatoren, insbesondere in den Leistungsstellgliedern, sollen nach Abschalten des Stromrichtergerätes innerhalb von 5 s auf weniger als 65 V abgesunken sein.

Ist dies nicht zu erreichen, muß ein besonderer Hinweis am Gerät gegeben werden.

Prüfung als Typprüfung:

Messung, Besichtigung.

4.2.5 Schutzart der elektrischen Ausrüstung

Die Schutzart der elektrischen Ausrüstung nach DIN 40050 muß, sofern in dieser Norm nichts anderes festgelegt ist, dem Einbau- bzw. Aufstellungsort entsprechen.

4.3 Elektrische Betriebsmittel in Elektro-Straßenfahrzeugen

4.3.1 Allgemeines

Der Leistungsteil ist frei von Körpern anzuschließen. Jeder einzelne Stromkreis ist gegen Überlastung durch Ströme, die über betriebsmäßige Ströme hinausgehen, zu schützen, z. B. durch

Sicherungen,
Schutzschalter,

Überstromschutzorgane in Verbindung mit Schaltern.

Haupt- und Steuerstromleitungen sind getrennt zu verlegen. Der Nennstrom von Sicherungen zum Schutz von Leitungen ist im [Abschnitt 4.3.9, Tabelle 2](#), angegeben.

Für Stromkreise mit Betriebsmitteln, deren Stromaufnahme stark veränderlich ist, genügt ein gemeinsamer Kurzschlußschutz nach [Abschnitt 4.3.9, Tabelle 2](#).

Für mehrere parallele Stromkreise genügt ein gemeinsamer Überstromschutz, solange die betriebsmäßige gemeinsame Stromaufnahme 10 A nicht überschreitet.

Werden zwei Fahrmotoren in Reihen-Parallelschaltung betrieben, so dürfen sie einen gemeinsamen Überstromschutz erhalten.

Dem Überstromschutz dienende Schalter dürfen zugleich als Teile der Fahrzeugsteuerung benutzt werden.

Der Überstromschutz muß so nahe wie möglich an der Einspeisestelle des zu schützenden Stromkreises liegen.

Prüfung als Typprüfung:

Besichtigung und Handprobe.

Der elektrische Antrieb muß so geschaltet sein, daß bei Störungen in der Anlage keine gefährdenden Betriebszustände auftreten können.

Im Hauptstromkreis müssen Schaltmittel vorhanden sein, die es im Fehlerfall gestatten, den Hauptstromkreis zu unterbrechen.

Die Hauptstromkreise müssen im Querschnitt so ausgelegt werden, daß sie durch den Batterieüberstromschutz geschützt sind.

Alle anderen Stromkreise müssen entsprechend [Abschnitt 4.3.9, Tabelle 2](#), ausgeführt und geschützt werden.

Beträgt die Nennspannung des Hauptstromkreises mehr als 60 V, so müssen alle mit ihm galvanisch verbundenen Betriebsmittel frei von Körpern angeschlossen sein.

Als vom Hauptstromkreis getrennt gelten Betriebsmittel, die über Widerstände, welche den durch sie im ungünstigsten Fall fließenden Strom auf 1 mA Scheitelwert begrenzen, oder über Trenntransformatoren oder Berührungsschutzkondensatoren mit dem Hauptstromkreis verbunden sind.

Die in Elektro-Straßenfahrzeugen verwendeten elektrischen Betriebsmittel und Leitungen müssen den für sie geltenden Normen entsprechen, sofern hier nichts anderes festgelegt ist. Die elektrischen Betriebsmittel von Elektro-Straßenfahrzeugen sind so auszuwählen, daß sie hinsichtlich ihrer Nennwerte und hinsichtlich aller bei bestimmungsgemäßem Gebrauch auftretenden elektrischen, mechanischen und thermischen Beanspruchungen den Anforderungen dieser Norm genügen. Bei ihrem Einbau ist auch auf gegenseitige Beeinträchtigungen, z. B. durch Erwärmung, elektromagnetische Beeinflussung, auf den Schutz gegen mechanische Beschädigung und schädigende Feuchtigkeitseinflüsse zu achten. Die elektrischen Betriebsmittel müssen so gebaut sein, daß Kondenswasser keine schädigende Wirkung haben kann.

Elektrische Betriebsmittel müssen so erschütterungsfest gebaut sein, daß sie beim Fahrbetrieb auftretende Stöße und Schwingungen ohne Schaden und ohne Beeinträchtigung ihrer Funktion aushalten. Schaltgeräte dürfen unter dem Einfluß von Stößen und Schwingungen ihren jeweiligen Betriebszustand nicht von selbst ändern.

Leistungsanschlüsse an elektrischen Betriebsmitteln müssen so ausgeführt sein, daß sie sich bei den im Fahrbetrieb vorkommenden mechanischen Stoß- und Schwingungsbeanspruchungen nicht selbsttätig lockern und lösen.

Befestigungsschrauben und Schrauben an Kontaktverbindungen müssen gegen selbsttätiges Lockern und Lösen gesichert sein. Außerdem gilt DIN 46200.

Elektrische Betriebsmittel sind so einzubauen, daß sich durch thermische Wirkungen, die von ihnen ausgehen, brennbare Teile nicht entzünden können.

Die der Abnutzung unterliegenden und der Wartung bedürftenden Teile von elektrischen Betriebsmitteln müssen leicht und gefahrlos zugänglich sowie auswechselbar sein.

Prüfung als Typprüfung:

Besichtigung und Handprobe.

4.3.2 Elektrische Maschinen

4.3.2.1 Kennzeichnung

Zur Kennzeichnung der elektrischen Maschinen müssen mindestens folgende Angaben dauerhaft und gut lesbar angebracht sein:

Name des Herstellers,
Typbezeichnung und Seriennummer,
Nennspannung,
Isolierstoffklasse.

Die Kennzeichnung soll in jedem Fall so angebracht sein, daß sie auch in eingebautem Zustand der Maschine abgelesen werden kann.

4.3.2.2 Grenzübertemperatur am Kommutator

Die Grenzübertemperatur am Kommutator beträgt 120 K.

4.3.2.3 Kennlinien

Die Kennlinien der elektrischen Maschinen enthalten die Beziehung zwischen Strom, Drehzahl, Drehmoment und Wirkungsgrad bei verschiedenen Spannungen und Erregergraden. Sie sind an der warmen Maschine möglichst bei Bezugstemperatur aufzunehmen.

Die Belastungsprüfungen dienen dem Nachweis der thermischen Festigkeit der elektrischen Maschine, dem Nachweis der elektrischen Festigkeit des Kommutators und dem Nachweis, daß die vorgeschriebenen elektrischen Betriebsbedingungen eingehalten werden. Die Prüfungen werden mit den im [Anhang A](#) aufgeführten Lastpunkten durchgeführt. Dabei ist die im Betrieb vorgesehene Kühlart anzuwenden; die Schutzart des Prüflings darf für die Prüfung nicht verändert werden.

Die in den einzelnen Lastpunkten je nach Prüfungsart zugeordneten Werte von Leistung und Drehzahl sind durch den Hersteller zu spezifizieren.

Die Prüfung in den einzelnen Lastpunkten kann entfallen, wenn antriebsbedingt ein entsprechender Betriebszustand im Elektro-Straßenfahrzeug nicht auftreten kann. Diese antriebsbedingte Einschränkung ist im Prüfprotokoll anzugeben.

Anmerkung: Die Lastpunkte wurden so festgelegt, daß sie einerseits unabhängig von der Art der Erregung des vorzugsweise betrachteten Gleichstromfahrmotors sind und andererseits eine für die Fahrzeuganwendung nützliche Aussage ermöglichen.

Wird beispielsweise ein Gleichstromreihenschlußmotor mit seiner natürlichen Kennlinie ohne Feldschwächung betrieben, so fällt Lastpunkt 2 mit 1 zusammen. In ähnlicher Weise kann beim Gleichstromnebenschlußmotor Lastpunkt 3 mit 2 zusammenfallen, wenn nicht infolge der Kommutierung bei höheren Drehzahlen eine Leistungsrücknahme erfolgt, die sich dann in verschiedenen Lastpunkten 2 und 3 widerspiegelt.

Die Zahlenwerte der interessierenden Größen der einzelnen Lastpunkte sind erst durch die zusätzliche Angabe der zeitlichen Dauer- bzw. der Temperaturbedingungen der Prüfung eindeutig bestimmt.

Prüfung der thermischen Festigkeit als Typprüfung:

Einhaltung der Grenzübertemperaturen nach der Isolierstoffklasse der Maschine entsprechend [DIN VDE 0535 Teil 1/12.79, Abschnitt 31, Tabelle 2](#), mit der Ausnahme nach [Abschnitt 4.3.2.2](#) bei Prüfung mit den im [Anhang A](#) aufgeführten Lastpunkten.

Prüfung der elektrischen Festigkeit des Kommutators als Typprüfung:

Bei Prüfung mit den im [Anhang A](#) aufgeführten Lastpunkten darf keine mechanische Verschlechterung, Rundfeuer, Überslag oder bleibende Beschädigung auftreten, wobei eine bleibende Beschädigung einen Schaden darstellt, der den einwandfreien Lauf der Maschine nach Beendigung der Prüfung beeinflussen würde.