

	Elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln der industriellen Prozeßautomatisierung Teil 2: Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 801-2:1991) Deutsche Fassung EN 60801-2:1993	DIN EN 60801 Teil 2
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0843 Teil 2
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 801-2 Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment; Part 2: Electrostatic discharge requirements (IEC 801-2:1991); German version EN 60801-2:1993 Ersatz für DIN VDE 0843 Teil 2/09.87 Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels; Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques (CEI 801-2:1991); Version allemande EN 60801-2:1993 Die Europäische Norm EN 60801-2:1993 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60801-2 gilt seit dem 09. Dezember 1992. Norm-Inhalt war veröffentlicht als Entwurf DIN VDE 0843 Teil 2/01.91. Nationales Vorwort Zuständig für diese Europäische Norm ist in Deutschland das UK 921.3 „Elektromagnetische Verträglichkeit“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE). Diese Europäische Norm soll zu einem späteren Zeitpunkt als Grundnorm EN 61000-4-8 mit einem erweiterten Anwendungsbereich auch für andere Betriebsmittel gelten. Die in Bild B.1 angegebene Schraubenbezeichnung ist versehentlich aus einer Werksnorm übernommen worden. Unter der gemachten Angabe sind übliche Schrauben zu verstehen. Eine Richtigstellung erfolgt bei der Überarbeitung. Fortsetzung Seite 2 und 24 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)  Docume		

Seite 2 DIN EN 60 801 Teil 2 (VDE 0843 Teil 2)

Zitierte Normen und andere Unterlagen

– in der Deutschen Fassung

IEV 50(161):1990 International Electrotechnical Vocabulary; Chapter 161: Electromagnetic compatibility

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0843 Teil 2: 09.87

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe DIN VDE 0843 Teil 2, September 1987, wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Reproduzierbarkeit des Meßverfahrens wurde verbessert
- b) Technische Verbesserung des ESD-Generators durch Erhöhung der Innenwiderstände und durch Vorschalten eines Relais

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 60801-1

März 1993

DK 621.3.011-5

Ersatz für HD 481.2 S1:1987

Deskriptoren: Leittechnik für industrielle Prozesse, elektromagnetische Verträglichkeit, Entladung statischer Elektrizität, Prüfbericht bezüglich der Entladung statischer Elektrizität, Schärfegrade bezüglich der Entladung statischer Elektrizität

Deutsche Fassung

**Elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln
der industriellen Prozeßautomatisierung**

Teil 2: Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 801-2:1991)

Electromagnetic compatibility for
industrial-process measurement and control
equipment;
Part 2: Electrostatic discharge requirements
(IEC 801-2:1991)

Compatibilité électromagnétique pour les matériels de
mesure et de commande dans le processus
industriels;
Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges
électrostatiques
(CEI 801-2:1991)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1992-12-09 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Fragebogenverfahren, das durchgeführt wurde, um festzustellen, ob die Internationale Norm IEC 801-2:1991 ohne textliche Änderungen angenommen werden kann oder nicht, hat ergeben, daß zur Annahme als Europäische Norm keine gemeinsamen Abänderungen notwendig sind.

Das Bezugsschriftstück wurde den CENELEC-Mitgliedern zur offiziellen Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60801-2 am 09. Dezember 1992 angenommen.

Es gelten folgende Daten:

- spätestes Datum der Veröffentlichung
einer identischen nationalen Norm (dop): 1993-12-01
- spätestes Datum der Zurückziehung
entgegenstehender Normen (dow): 1993-12-01

Für Erzeugnisse, die vor 1993-12-01 dem HD 481.2 S1:1987 entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen, darf diese vorhergehende Norm für die Fertigung bis 1998-12-01 noch weiter angewendet werden.

Die als „normativ“ bezeichneten Anhänge gehören zum Hauptteil der Norm. Die als „informativ“ bezeichneten Anhänge sind nur zur Information angegeben. In dieser Norm ist der Anhang A informativ und die Anhänge B und ZA sind normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 801-2:1991 wurde von CENELEC als eine Europäische Norm ohne Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Allgemeines	3
4 Begriffe/Terminologie	3
5 Schärfefgrade	4
6 ESD-Prüfgenerator	5
6.1 Merkmale und Ausführung des ESD-Generators	5
6.2 Nachweis der Eigenschaften des ESD-Generators	5
7 Prüfaufbau	6
7.1 Prüfaufbau für Prüfungen im Labor	6
7.2 Prüfaufbau für Prüfungen am Einsatzort	7
8 Durchführung der Prüfung	7
8.1 Umgebungsbedingungen im Labor	7
8.2 Prüfprogramme des Prüflings	8
8.3 Durchführung der Entladungen statischer Elektrizität	8
9 Bewertung der Prüfergebnisse	9
Bilder	
1 Prinzipschaltbild des ESD-Generators	10
2 Typische Anordnung für die Prüfung der Eigenschaften des ESD-Generators	10
3 Typische Kurve des Ausgangsstromes des ESD-Generators	11
4 Entladeelektroden für den ESD-Generator	11
5 Beispiele für den Prüfaufbau von Tischgeräten, Prüfung im Labor	12
6 Beispiel für den Prüfaufbau für freistehende Betriebsmittel, Prüfung im Labor	13
7 Beispiel für den Prüfaufbau für Prüfungen am Einsatzort	14
Anhang A (informativ) Erläuternde Angaben	15
Anhang B (normativ) Einzelheiten zur Konstruktion	18
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen auf die entsprechenden europäischen Publikationen	24

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil 2 der Norm legt Störfestigkeitsanforderungen und Prüfverfahren für Betriebsmittel fest, die gegen Entladung statischer Elektrizität störfest sein müssen. Sie gelten für direkte Entladungen von Personen und für Entladungen auf benachbarte Gegenstände. Es werden Schärfegrade angegeben, die sich auf unterschiedliche Umgebungs- und Installationsbedingungen beziehen.

Diese Störfestigkeitsanforderungen sind im wesentlichen für die industrielle Prozeßautomatisierung erarbeitet worden.

Die meisten Aspekte dieser Norm, wie etwa die Simulationsparameter und Prüfaufbauten, dürfen auch für andere Betriebsmittel verwendet werden. Die Schärfegrade und die Bewertung der Prüfergebnisse müssen bei Anwendung auf andere Betriebsmittel möglicherweise differenzierter betrachtet werden.

Es ist beabsichtigt, diese Norm entsprechend dem IEC-Leitfaden 107 als „Basis-“ Norm zu deklarieren.

Der Zweck dieses zweiten Teiles der Norm ist die Festlegung von allgemeinen Bewertungskriterien für die Beurteilung des Betriebsverhaltens von Betriebsmitteln der industriellen Prozeßautomatisierung gegenüber Entladungen statischer Elektrizität. Sie umfaßt auch Entladungen von Personen auf Gegenstände in der Nähe der betreffenden Betriebsmittel.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gelten die angegebenen Ausgaben. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Anwender dieser Norm werden gebeten, die jeweils neueste Ausgabe der im folgenden genannten Normen anzuwenden. Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEV 50 (161) : 1990, International Electrotechnical Vocabulary

Chapter 161 : Electromagnetic Compatibility

3 Allgemeines

Diese Norm bezieht sich auf Betriebsmittel, Systeme, Teilsysteme und periphere Geräte, die aufgrund der Umgebungs- und Installationsbedingungen Entladungen statischer Elektrizität ausgesetzt sein können. Zu diesen Bedingungen gehören u. a. geringe relative Luftfeuchte, Bodenbeläge mit geringer Leitfähigkeit (Kunstfasern), Kleidung aus Vinylfasern, in allen Einsatzorten, die in den relevanten Normen der industriellen Prozeßautomatisierung klassifiziert sind. (Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt A.1 im Anhang A.)

Die in dieser Norm beschriebenen Prüfungen sind ein erster Schritt in Richtung allgemein anwendbarer Prüfungen für die qualitative Bewertung des Betriebsverhaltens von allen elektronischen Betriebsmitteln, auf die im Abschnitt 1 Bezug genommen wird.

ANMERKUNG: Technisch gesehen ist die Bezeichnung „Entladung statischer Elektrizität; Static Electricity Discharge“ die korrekte Bezeichnung. Da die Bezeichnung „Elektrostatische Entladung, ESD, electrostatic discharge“ aber in der technischen Welt und der technischen Literatur weit verbreitet ist, wurde der Begriff „ESD“ in dieser Norm beibehalten.

4 Begriffe/Terminologie

Für den Anwendungsbereich dieser Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

4.1 Funktionsminderung (IEV 161-01-19): Beeinträchtigung der Funktion einer Einrichtung, die zwar nicht vernachlässigbar ist, aber als zulässig akzeptiert wird.

ANMERKUNG: Eine Funktionsminderung kann ein zeitlicher oder dauernder Funktionsfehler sein.

4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (IEV 161-01-07): Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.

4.3 Antistatisches Material: Material mit Schutzwirkung gegen statische Aufladung mit einem spezifischen Oberflächenwiderstand größer als 10^5 , aber nicht größer als 10^{11} Ω /Flächeneinheit.

4.4 Energiespeicher kondensator (Lade kondensator): Der Kondensator des ESD-Generators, der die Kapazität des menschlichen Körpers nachbildet und auf den Prüfspannungswert aufgeladen wird. Er kann durch ein diskretes Bauteil oder durch eine verteilte Kapazität realisiert werden.

4.5 ESD: Entladung statischer Elektrizität

4.6 EUT: Prüfling

4.7 Bezugserde (IEV 161-04-36): Eine ebene leitfähige Oberfläche, deren Potential als gemeinsames Bezugspotential benutzt wird.

4.8 Koppelfläche: Metalltafel oder Metallplatte, auf die statische Elektrizität entladen wird, um Entladungen auf Gegenstände nachzubilden, die sich in der Nähe des Prüflings befinden. HCP: horizontale Koppelplatte; VCP: vertikale Koppelplatte.

4.9 Haltezeit: Das Zeitintervall, in dem die Abnahme der Prüfspannung infolge von Verlusten vor der Entladung nicht größer als 10% ist.

4.10 Elektrostatische Entladung (IEV 161-01-22): Der Ausgleich elektrischer Ladungen zwischen Körpern verschiedenen elektrischen Potentials bei Annäherung oder Berührung.

4.11 Störfestigkeit (IEV 161-01-20): Die Fähigkeit eines Bauteiles, eines Gerätes oder Systems bei Vorhandensein einer elektromagnetischen Störgröße ohne Funktionsminderung einwandfrei zu arbeiten.

4.12 Kontaktentladung: Ein Prüfverfahren, bei der die Elektrode des Prüfgenerators mit dem Prüfling in Kontakt gebracht und die Entladung durch den im Generator befindlichen Entladungsschalter ausgelöst wird.

4.13 Luftentladung: Ein Prüfverfahren, bei dem die Elektrode des Prüfgenerators an den Prüfling angenähert wird und die Entladung durch einen Überschlag erfolgt.

4.14 Direkte Entladung: Die Entladung erfolgt direkt auf den Prüfling.

4.15 Indirekte Entladung: Die Entladung erfolgt auf eine Koppelfläche in der Nähe des Prüflings und simuliert eine Personenentladung auf Gegenstände, die neben dem Prüfling angeordnet sind.

5 Schärfegrade

Für die ESD-Prüfung werden die in Tabelle 1 aufgelisteten Schärfegrade empfohlen. Alle jeweils niedrigeren Werte müssen vom Prüfling ausgehalten werden.

Einzelheiten zu den verschiedenen Parametern, die die Spannungshöhe beeinflussen, auf die der menschliche Körper aufgeladen werden kann, sind in Anhang A.2 bis A.4 erläutert. Dieser enthält auch Anwendungsbeispiele für die Schärfegrade, bezogen auf Umgebungs- bzw. Installationsklassen.

Tabelle 1: Schärfegrade

Schärfegrad	Prüfspannung	
	Kontaktentladung	Luftentladung
1	2 kV	2 kV
2	4 kV	4 kV
3	6 kV	8 kV
4	8 kV	15 kV
x ¹⁾	spezial	spezial
¹⁾ „x“ ist ein offener Schärfegrad. Er wird in gegenseitigen Absprachen festgelegt und in den jeweiligen Gerätespezifikationen festgehalten. Falls höhere Schärfegrade als die empfohlenen festgelegt werden, sind möglicherweise spezielle Prüfgeräte erforderlich.		

Die Kontaktentladung ist das bevorzugte Prüfverfahren. Luftentladungen werden dort angewendet, wo die Kontaktentladung nicht möglich ist. Spannungswerte für jedes Prüfverfahren sind in Tabelle 1 aufgelistet. Sie sind für jedes Verfahren unterschiedlich. Die Prüfschärfe beider Verfahren ist nicht äquivalent.

Weitere Informationen enthalten die Anhänge A.3, A.4 und A.5 im Anhang A.

6 ESD-Prüfgenerator

Der Prüfgenerator besteht im wesentlichen aus den folgenden Teilen:

- Ladewiderstand R_{ch}
- Energiespeicherkondensator C_s
- Verteilte Kapazität C_d
- Entladewiderstand R_d
- Spannungsanzeige
- Entladeschalter
- Austauschbare Spitze der Entlade-Elektrode (siehe Bild 4)
- Rückleitung für den Entladekreis
- Stromversorgung

Das Prinzipschaltbild des ESD-Generators ist in Bild 1 angegeben. Konstruktive Einzelheiten werden nicht genannt. Der Generator muß den Festlegungen in 6.1 und 6.2 entsprechen.

6.1 Merkmale und Ausführung des ESD-Generators

- Energiespeicherkondensator ($C_s + C_d$): 150 pF $\pm$ 10%
- Entladewiderstand (R_d): 330 Ω $\pm$ 10%
- Ladewiderstand (R_{ch}): zwischen 50 und 100 M Ω
- Ausgangsspannung (siehe Anmerkung 1): bis 8 kV für Kontaktentladung,
bis 15 kV für Luftentladung
(beide Werte sind Nominalwerte)
- Toleranzen der Ausgangsspannungsanzeige: $\pm$ 5%
- Polarität der Ausgangsspannung: positiv und negativ
- Haltezeit: mindestens 5 s
- Kürzestes Zeitintervall bei Einzelentladung
(Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Entladungen) (siehe Anmerkung 2) < 1 s
- Kurvenform des Entladestromes: siehe 6.2

ANMERKUNG 1: Ausgangsspannung am offenen Ausgang, gemessen am Energiespeicherkondensator.

ANMERKUNG 2: Der Generator sollte in der Lage sein, eine Wiederholrate von 20 Entladungen je Sekunde für Untersuchungszwecke zu erzeugen.

Der Generator muß so konstruiert sein, daß keine unbeabsichtigten Störgrößen (leitungsgeführt, Felder, weder pulsformig noch kontinuierlich) abgegeben werden, die den Prüfling oder die Hilfsgeräte beeinflussen.

Der Energiespeicherkondensator, der Entladewiderstand und der Entladeschalter müssen so nahe wie möglich bei der Entladeelektrode angeordnet werden. Die Abmessungen der Entladespitze sind in Bild 4 angegeben. Für die Prüfung mit der Luftentladung wird der gleiche Prüfgenerator verwendet. Bei dieser Prüfung muß das Relais geschlossen sein. Als Entladespitze muß die abgerundete IEC-Spitze verwendet werden.

Die Rückleitung im Entladekreis des Prüfgenerators muß im allgemeinen 2 m lang und so ausgeführt sein, daß die festgelegte Stromkurve des ESD-Generators eingehalten wird. Das Kabel muß ausreichend isoliert sein, um eine Verzweigung des Entladestromes zur Bedienperson oder auf leitende Oberflächen während der Prüfung zu vermeiden.

In Fällen, in denen die Kabellänge von 2 m nicht ausreicht, z. B. bei großen Prüflingen, sollten 3 m nicht überschritten werden. Auch hier muß darauf geachtet werden, daß die festgelegte Stromkurve eingehalten wird.

6.2 Nachweis der Eigenschaften des ESD-Generators

Um einen Vergleich der Prüfergebnisse mehrerer Prüfgeneratoren zu ermöglichen, müssen die Eigenschaften (Werte) aus Tabelle 2 nachgewiesen werden. Beim Nachweis muß die Rückleitung für den Entladekreis verwendet werden, die auch bei der Prüfung verwendet wird.

Die Kurvenform des Ausgangsstromes des Prüfgenerators muß beim Nachweis der Generatoreigenschaften mit der Kurvenform nach Bild 3 übereinstimmen. Die Werte der Parameter des Entladestromes müssen mit Meßeinrichtungen ermittelt werden, die eine Bandbreite von 1000 MHz haben.

Tabelle 2: Parameter

Niveau (Pegel) Schärfegrad	Angezeigte Spannung kV	Erste Entlade- Stromspitze $\pm 10\%$ A	Anstiegszeit t_r mit Entlade- schalter	Strom ($\pm 30\%$)	
				bei 30 ns	bei 60 ns
1	2	7,5	0,7 bis 1 ns	4 A	2 A
2	4	15	0,7 bis 1 ns	8 A	4 A
3	6	22,5	0,7 bis 1 ns	12 A	6 A
4	8	30	0,7 bis 1 ns	16 A	8 A

Eine geringere Bandbreite ergibt Einschränkungen bei den Meßergebnissen der Anstiegszeit und der Amplitude der ersten Stromspitze.

Für den Nachweis muß die Spitze der Entladeelektrode direkt an den Meßwertaufnehmer geführt und der Generator in der Kontaktentlademethode betrieben werden.

Die konstruktive Anordnung des Meßwertaufnehmers für den Nachweis der Generatoreigenschaften ist in Bild 2 angegeben.

Weitere Einzelheiten über einen möglichen Aufbau des Meßwertaufnehmers enthält Anhang B.

Andere Anordnungen, die die Verwendung von Faradaykäfigen mit von Bild 2 abweichenden Abmessungen einschließen, sind zulässig. Auch die Trennung von Faradaykäfig und Montageplatte für Meßwertaufnehmer ist zugelassen, aber in beiden Fällen muß die Entfernung zwischen Meßwertaufnehmer und dem Erdanschlußpunkt für den Generator (1m) eingehalten werden. Das gilt auch für die Anordnung der Rückleitung im Entladekreis.

Der Generator muß, in Übereinstimmung mit anerkannten Qualitätssicherungssystemen, in festgelegten Zeitabschnitten kalibriert werden.

7 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau besteht aus dem Prüfgenerator, dem Prüfling und den Zusatzgeräten, die für die Ausführung der direkten und indirekten Entladung auf den Prüfling notwendig sind. Dabei werden die beiden folgenden Verfahren unterschieden:

- a) Kontaktentladung auf leitende Oberflächen und auf die Koppelflächen
- b) Luftentladung auf isolierende Oberflächen.

Zwei Prüfverfahren werden unterschieden:

- Typ-(Konformitäts-)Prüfung im Labor
- Prüfung am Einsatzort in der endgültigen Installation.

Die Typprüfung im Labor ist das bevorzugte und gleichzeitig das für den Nachweis der Übereinstimmung mit dieser Norm akzeptierte Prüfverfahren.

Die Anordnung des Prüflings muß weitestgehend mit der am zukünftigen Einsatzort übereinstimmen.

7.1 Prüfaufbau für Prüfungen im Labor

Die folgenden Festlegungen gelten für Prüfungen im Labor unter Umgebungsbedingungen, wie sie in 8.1 beschrieben sind.

Eine Bezugserde muß auf dem Boden des Labors angeordnet sein. Dazu dient eine Metallfläche (Kupfer oder Aluminium) von 0,25 mm Dicke. Andere Metalle dürfen verwendet werden, die Dicke muß dann aber mindestens 0,65 mm betragen. Die Mindestfläche der Bezugserde beträgt 1 m^2 , die Gesamtfläche hängt von der Größe des Prüflings ab. Die Bezugserde muß den Prüfling auf allen Seiten um mindestens 0,5 m überragen und muß an das Schutzleitersystem angeschlossen sein. Örtliche Sicherheitsvorschriften müssen grundsätzlich eingehalten werden.

Der Prüfling ist entsprechend den funktionellen Anforderungen anzuordnen und anzuschließen.

Ein Abstand von 1 m zwischen Laborwand und metallischen Teilen auf der einen Seite und dem Prüfling auf der anderen Seite muß eingehalten werden.

Der Prüfling muß entsprechend den Installationsvorschriften an das Schutzleitersystem angeschlossen werden. Zusätzliche Erdverbindungen sind nicht erlaubt.

Die Anordnung der Leistungs- und Signalkabel muß eingeführter Installationspraxis entsprechen.

Die Rückleitung im Entladekreis des ESD-Generators muß an die Bezugserde angeschlossen werden. Die Gesamtlänge des Kabels beträgt im allgemeinen 2 m. In den Fällen, in denen die Länge dieses Kabels die erforder-