

Elektromagnetische Verträglichkeit von Meß-, Steuer- und
Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik
Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
Anforderungen und Meßverfahren Identisch mit IEC 801-2 Ausgabe 1984

DIN
VDE 0843
Teil 2

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 801-2**

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.

Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment;
electrostatic discharge requirements;
Identical with IEC 801-2 edition 1984

Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels;
prescriptions relatives aux décharges électrostatiques;
Identique à CEI 801-2 édition 1984

Die Internationale Norm IEC 801-2, 1. Ausgabe, 1984, „Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment; Part 2: Electrostatic discharge requirements“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen und vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) zum Harmonisierungsdokument 481.2 erklärt worden.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. September 1987.

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 65(CO)28/09.83, siehe Nationales Vorwort.

Nationales Vorwort

Das CENELEC-Harmonisierungsdokument 481.2 ist die Publikation IEC 801-2 der International Electrotechnical Commission (IEC). IEC 801-2 wurde vom Technical Committee 65 „Industrial-process measurement and control“ erarbeitet und von dem Arbeitskreis „Elektromagnetische Verträglichkeit“ im zuständigen deutschen Unterkomitee 911.5 „Betriebsbedingungen“ übersetzt.

Das IEC-Schriftstück 65(CO)28 sollte ursprünglich als Teil 5 der Reihe IEC 654 veröffentlicht werden. Dieser Zusammenhang konnte jedoch nicht aufrechterhalten werden, so daß hierfür die Reihe IEC 801 vorgesehen wurde.

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Deutsche Übersetzung**Elektromagnetische Verträglichkeit von Meß-, Steuer- und
Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik**Teil 2: Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität;
Anforderungen und Meßverfahren**Inhalt**

	Seite		Seite
Vorwort	2	7 Prüfaufbau	4
Einleitung	2	7.1 Prüfaufbau für direkte Entladung am Prüfling ..	4
1 Anwendungsbereich	2	7.2 Prüfaufbau für die Nachbildung von Entladungen auf Objekte, die in der Nähe des Prüflings angeordnet oder installiert sind	5
2 Zweck	2	8 Durchführung der Prüfung	5
3 Allgemeines	2	8.1 Laborbedingungen	5
4 Begriffe	3	8.2 Durchführung der Entladung statischer Elektrizität	6
5 Schärfegrade	3	8.3 Bewertung der Prüfergebnisse	6
6 Prüfgenerator	3	Bilder	7 bis 12
6.1 Merkmale und Betriebsverhalten des ESD-Generators	3	Anhang A Erläuternde Angaben	13
6.2 Nachweis der Merkmale des ESD-Generators ..	4		

Vorwort

- Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar und sind als solche von den nationalen Komitees angenommen.
- Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Empfehlungen soweit in ihre nationalen Regeln übernehmen, wie es die Gegebenheiten im jeweiligen Land gestatten. Jede Abweichung zwischen der jeweiligen IEC-Empfehlung und der entsprechenden nationalen Regel sollte in dieser, soweit möglich, deutlich gekennzeichnet sein.

Einleitung

Die Internationale Norm wurde vom Technischen Komitee 65 „Messen, Steuern und Regeln in der industriellen Prozeßtechnik“ erarbeitet.

Sie bildet den Teil 2 der Publikation IEC 801.

Die Internationale Norm basiert auf den folgenden Schriftstücken:

Sechsmonatsregel	Bericht über die Abstimmung
65(CO)28	65(CO)31

Weitere Informationen finden sich in dem in der obengenannten Tabelle genannten Bericht über die Abstimmung.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm bezieht sich auf die Beeinflussung von Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik¹⁾ durch Entladung statischer Elektrizität, die vom Bedienenden beim Berühren der Geräte oder die zwischen Objekten in der Nähe der Geräte erzeugt werden.

Darüber hinaus enthält die Norm Prüfschärfegrade und die erforderliche Durchführung der Prüfung.

2 Zweck

Zweck dieser Norm ist es, eine allgemeine Bezugsgrundlage festzulegen für die Einschätzung des Betriebsverhaltens von Einrichtungen in der Prozeßtechnik bei Entladungen statischer Elektrizität. Diese Norm schließt auch Entladungen ein, die zwischen Objekten auftreten, die in der Nähe

kritischer Geräte in Berührung gebracht werden und mit statischer Elektrizität aufgeladen sind.

3 Allgemeines

Diese Norm kann für Betriebsmittel in industriellen Anlagen und Kraftwerksanlagen angewendet werden. Darüber hinaus kann sie für Systeme, Untersysteme und Peripheriegeräte angewendet werden, die aufgrund der Umgebungs- und Installationsbedingungen von Entladungen statischer Elektrizität betroffen sein können. Diese Bedingungen können in allen Einsatzorten auftreten, die nach den für die in-

¹⁾ Nationale Fußnote: Für „Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik“ wird im weiteren Verlauf der Norm nur noch „Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen“ verwendet.

dustrielle Prozeßtechnik relevanten Normen klassifiziert wurden. Zu diesen Bedingungen zählen eine niedrige relative Luftfeuchte, die Verwendung von Teppichen mit niedriger Leitfähigkeit (Kunststoffasern), auf Vinylharzen basierende Kleidungsstücke usw. Die in dieser Norm beschriebene Prüfung wird als ein erster Schritt in Richtung allgemein angewendeter Prüfungen für die qualitative Einschätzung des Betriebsverhaltens elektronischer Geräte gesehen, auf die in Abschnitt 1 Bezug genommen wird.

Anmerkung: Vom technischen Standpunkt ist „Entladung statischer Elektrizität“ die exakte Bezeichnung für das in dieser Norm behandelte Phänomen. Die Bezeichnung „ESD“ ist aber im technischen Bereich und in der technischen Literatur weit verbreitet. Es wurde deshalb entschieden, die Bezeichnung „ESD“ im Titel beizubehalten.

4 Begriffe

4.1 Elektromagnetische Beeinflussung

Elektromagnetische Beeinflussung ist der durch eine elektromagnetische Störgröße verursachte Qualitätsverlust des Betriebsverhaltens, die Fehlfunktion oder der Ausfall eines elektrischen oder elektronischen Betriebsmittels.

4.2 Qualitätsverlust

Qualitätsverlust ist die unerwünschte Änderung des Betriebsverhaltens eines Betriebsmittels auf Grund einer elektrischen Beeinflussung. Das bedeutet nicht unbedingt Fehlfunktion oder Ausfall. Die Festlegungen zur Störfestigkeit fordern, daß Kriterien für den Qualitätsverlust genannt werden.

4.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

EMV ist die Fähigkeit eines Betriebsmittels, zufriedenstellend in seiner elektromagnetischen Umwelt zu funktionieren, ohne nicht tolerierbare Störgrößen in dieser Umwelt oder für andere Betriebsmittel zu erzeugen.

4.4 Antistatisches Material

Antistatisches Material ist ein gegen die Entstehung von ESD schützendes Material mit einem Oberflächenwiderstand, der größer als $10^9 \Omega$, aber nicht größer als $10^{14} \Omega$ ist.

4.5 Energie-Speicher Kondensator

Der Kondensator des ESD-Generators, der die Kapazität des menschlichen Körpers nachbildet, der auf den Prüfspannungswert aufgeladen ist.

4.6 ESD

Bezieht sich auf die Entladung statischer Elektrizität.

4.7 EUT

Das zu prüfende Betriebsmittel.

4.8 Masse-Bezugsfläche

Eine Metallplatte, die als allgemeiner Bezugspunkt für die EUT, den ESD-Generator und die Hilfsgeräte verwendet wird.

4.9 Halte-Zeit

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

4.10 Entladung statischer Elektrizität

Die Verschiebung einer elektrostatischen Ladung zwischen Körpern mit unterschiedlichem elektrostatischem Potential.

4.11 Empfindlichkeit

Das Merkmal eines elektronischen Betriebsmittels, unerwünschte Reaktionen zu zeigen, wenn es elektromagnetischer Energie ausgesetzt ist.

5 Schärfegrade

Die folgenden Schärfegrade werden für die ESD-Prüfung empfohlen:

Schärfegrad	Prüfspannung ($\pm 10\%$)
1	2 kV
2	4 kV
3	8 kV
4	15 kV

Anmerkung: Einzelheiten über die verschiedenen Parameter, die das Spannungsniveau beeinflussen können, auf das ein menschlicher Körper aufgeladen werden kann, sind im Anhang A enthalten. Dieser Anhang enthält auch Beispiele für die Anwendung der Schärfegrade bezogen auf Umwelt-(Installations-)Klassen.

6 Prüfgenerator (ESD)

Der Prüfgenerator besteht in seinen wesentlichen Teilen aus:

- Ladewiderstand,
- Energie-Speicher-Kondensator,
- Entladewiderstand,
- Stromversorgung.

Ein vereinfachtes Schaltbild des ESD-Generators wird in Bild 1 dargestellt.

Die sich bei der Entladung ergebende Kurvenform des Pulses wird nicht im Generator vor der Entladung gebildet. Die Kurvenform hängt von der Art der Belastung ab.

Die typischen Merkmale des Entladestroms, der an einer ohmschen Last erzeugt wird, enthält Abschnitt 6.2.

6.1 Merkmale und Betriebsverhalten des ESD-Generators

Die Merkmale des ESD-Generators sind:

6.1.1 Energie-Speicher-Kondensator (C_s):

150 pF $\pm 10\%$

6.1.2 Entladewiderstand (R_d):

150 Ω $\pm 5\%$

6.1.3 Ladewiderstand (R_{ch}):

100 M Ω $\pm 10\%$

6.1.4 Ausgangsspannung (siehe Anmerkung 1):

2 kV bis 16,5 kV

6.1.5 Polarität der Ausgangsspannung:

positiv

6.1.6 Halte-Zeit (Zeitintervall, währenddessen die Gleichspannung an der Entladespitze des ESD-Generators ansteht):

5 s

6.1.7 Entladung, Betriebsart (siehe Anmerkung 2):

Einzelentladung (Zeit zwischen unmittelbar hintereinander folgenden Entladungen, mindestens 1 s)

6.1.8 Anstiegszeit des Entladestroms:

siehe Abschnitt 6.2

6.1.9 Impulsdauer (50 %) des Entladestroms:

siehe Abschnitt 6.2

6.1.10 Spitzenwert des Entladestroms:

siehe Abschnitt 6.2

Anmerkung 1: Leerlaufspannung gemessen am Energie-Speicher-Kondensator.

Anmerkung 2: Der Generator sollte lediglich für Untersuchungszwecke in der Lage sein, 20 Entladungen je Sekunde zu erzeugen.

Der Generator muß so gebaut sein, daß die Aussendung von leitungsgeführten Störgrößen (Impulse oder Dauer-Störgrößen) durch den Generator über die Starkstromleitungen verhindert wird, um den Prüfling nicht zu beeinflussen.

Der Energie-Speicher-Kondensator und der Entladewiderstand müssen der Entlade-Elektrode so nahe wie möglich angeordnet werden. Die Maße der Entlade-Elektrode enthält Bild 4.

Das Massekabel des Prüfgenerators muß ein flexibles, isoliertes Kupferband mit den folgenden Maßen sein:

- Länge: ≈ 2000 mm
- Breite: ≈ 20 mm
- Dicke: $\approx 0,1$ mm

Anmerkung: Ein genormtes Flachkabel mit der oben festgelegten Breite (alle Leiter parallel geschaltet) darf anstelle des Kupferbandes verwendet werden. Wenn runde Leiter verwendet werden, muß der Mindestquerschnitt $0,4 \text{ mm}^2$ sein (etwa $0,7$ mm Durchmesser).

6.2 Nachweis der Merkmale des ESD-Generators

Um einen Vergleich von Ergebnissen zu ermöglichen, die mit verschiedenen Prüfgeneratoren erreicht wurden, müssen die folgenden Merkmale nachgewiesen werden:

6.2.1 Anstiegszeit des Entladestroms:

$5 \text{ ns} \pm 30 \%$ bei 4 kV

6.2.2 Dauer des Entladestroms bei über 50 % der Amplitude:

$30 \text{ ns} \pm 30 \%$ bei 4 kV

6.2.3 Spitzenwert des Entladestroms

($\pm 30 \%$) bei 4 kV

9 A bei 2 kV bis 18 A bei 4 kV
37 A bei 8 kV bis 70 A bei 15 kV

Die Entladung des ESD-Generators muß an einer ohmschen Last von 2Ω oder weniger erfolgen. Die Entlade-Elektrode wird an die Last angenähert, bis die Entladung stattfindet.

Der Entlade-Stromkreis, einschließlich der Masseverbindungen, muß so kurz wie möglich sein. Die Last muß von mindestens 5 nichtinduktiven Widerständen gebildet werden (Kohlewiderstände, mindestens 1 W), die parallel geschaltet und in Kreisform angeordnet sind. Diese Widerstände müssen koaxial zum Anpaßwiderstand für den Meßstromkreis angeordnet werden.

Die empfohlene konstruktive Anordnung für die ohmsche Last, zum Nachweis der Merkmale des ESD-Generators, enthält Bild 2.

Die typische Kurvenform des Ausgangsstroms für die Durchführung des Nachweises enthält Bild 3.

Anmerkung: Die Werte für die Parameter des Entladestroms beziehen sich auf 100 MHz Bandbreite der Meßgeräte.

7 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau besteht aus dem Prüfgenerator, dem Prüfling und den Hilfsgeräten, die für die Durchführung der folgenden Prüfungen notwendig sind:

- direkte Entladung am Prüfling
- Nachbildung von Entladungen zwischen Objekten, die nahe dem Prüfling angeordnet oder installiert sind.

7.1 Prüfaufbau für die direkte Entladung am Prüfling

Hinsichtlich der Umgebung müssen zwei verschiedene Arten von Prüfungen unterschieden werden:

- Prüfungen in Labors
- Prüfungen am Gerät in der endgültigen Installation (am Einsatzort).

7.1.1 Prüfaufbau für Typprüfungen in Labors

Die folgenden Anforderungen gelten für Typprüfungen in Labors unter Umweltbedingungen, wie sie in Abschnitt 8.1 angegeben sind.

Der Prüfling muß auf eine Masse-Bezugsfläche gestellt werden und von dieser durch eine etwa $0,1 \text{ m}$ dicke isolierende Unterlage isoliert sein.

Die Masse-Bezugsfläche muß eine Metallfolie (Kupfer oder Aluminium) von mindestens $0,25 \text{ mm}$ Dicke sein; andere Metalle dürfen verwendet werden, müssen dann aber mindestens $0,65 \text{ mm}$ dick sein. Der Mindestumfang hängt von den Abmessungen des Prüflings ab, er muß aber mindestens 1 m^2 betragen. Die Masse-Bezugsfläche muß an jeder Seite um mindestens $0,1 \text{ m}$ über die Grundfläche des Prüflings hinausgehen. Die Masse-Bezugsfläche muß an den Schutzleiter des Erdungssystems angeschlossen werden.

Der Prüfling muß entsprechend seinen funktionellen Anforderungen angeordnet und angeschlossen werden. Ein Mindestabstand von 1 m muß zwischen den Schränken einer zu prüfenden Anlage und den Wänden des Labors und anderen metallischen Teilen vorgesehen werden.

Der Prüfling muß den Installationsvorschriften des Herstellers entsprechend mit dem Erdungssystem verbunden werden. Es sind keine zusätzlichen Erdungsverbindungen zugelassen.

Das Massekabel des ESD-Generators muß an die Masse-Bezugsfläche angeschlossen werden, die Gesamtlänge dieses Kabels ist immer 2 m .

In den Fällen, wo diese Länge die erforderliche Länge für die Ausführung der Entladungen an den ausgewählten Punkten überschreitet, muß die Restlänge auf der Massefläche gebündelt werden, um zusätzliche Schleifen im Prüfkreis zu vermeiden.

Der Anschluß des Massekabels an die Masse-Bezugsfläche und alle Masseverbindungen müssen impedanzarm sein, z.B. durch die Verwendung von Klemmvorrichtungen für Hochfrequenzanwendungen.

Zusätzliche Festlegungen für die verschiedenen Arten von Betriebsmitteln sind:

7.1.1.1 Tischgeräte

Wenn Erdungsanschlüsse am Prüfling selbst oder in der Nähe des Prüflings nicht zugänglich sind, muß die Erdung der Masse-Bezugsfläche über einen Steckdosen-Verteilerkasten erfolgen, der mit dem nächstgelegenen Steckanschluß verbunden wird.

Die Restlänge des Massekabels vom ESD-Generator muß nicht auf der Bezugsfläche gebündelt werden.

Ein Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte enthält Bild 5.

7.1.1.2 Schränke

Der Prüfling wird direkt an den Schutzleiter des Erdungssystems auf kürzest möglichem Weg angeschlossen. Schränke mit im oberen Teil befindlichem Erdungsanschluß müssen über einen isolierten Leiter mit dem Schutzleiter des Erdungssystems verbunden werden.

Ein Beispiel für den Prüfaufbau von Schränken enthält Bild 6.

7.1.1.3 Systeme (Anlagen)

Wenn Schränke und Peripheriegeräte zu einer Anlage angeordnet werden, bei der nur ein Gerät direkt mit Erde verbunden ist, müssen die Einzelgeräte isoliert von der Masse-Bezugsfläche aufgestellt werden. Die Masseleitungen und die Signalleitungen, die die Einzelgeräte miteinander verbinden, müssen in einem Abstand von 0,1 m vom Boden und der Masse-Bezugsfläche geführt werden.

Anmerkung: Schränke von zu prüfenden Anlagen dürfen auf getrennte Masse-Bezugsflächen gestellt werden; die Masse-Bezugsflächen müssen dann mittels Kupferbändern untereinander verbunden werden, wie das in Bild 7 dargestellt ist.

7.1.2 Prüfaufbau für Prüfungen am Einsatzort

Das Betriebsmittel oder die Anlage müssen unter den Bedingungen ihrer endgültigen Installation geprüft werden. Zusätzliche Festlegungen für die verschiedenen Arten der Betriebsmittel sind:

7.1.2.1 Tischgeräte

Es darf keine Masse-Bezugsfläche verwendet werden. Das Massekabel des ESD-Generators muß an den nächstgelegenen Erdanschlußpunkt angeschlossen werden; z.B. an die Schutzleiter des Starkstromanschlusses.

Anmerkung: Das Massekabel des ESD-Generators kann z.B. an den Schutzleiter über einen Steckdosen-Verteilerkasten, wie in Bild 8 dargestellt, angeschlossen werden.

7.1.2.2 Schränke

Es darf keine Masse-Bezugsfläche verwendet werden. Das Massekabel des ESD-Generators muß an den nächstgelegenen Erdanschluß, vorzugsweise an den Erdanschlußpunkt des Schrankes angeschlossen werden.

Anmerkung: Wenn der Erdanschlußpunkt des Prüflings nicht zugänglich ist, sollte ein Steckdosen-Verteilerkasten, wie in Bild 8 dargestellt, verwendet werden.

Ein Beispiel für den Prüfaufbau von Schränken enthält Bild 9.

7.1.2.3 Anlagen

Anlagen, die aus mehreren Schränken und Peripheriegeräten bestehen und bei denen jeder Schrank entsprechend den Vorschriften des Herstellers direkt mit Erde verbunden ist, gehören zu der Kategorie in Abschnitt 7.1.2.2.

Für Anlagen, die aus mehreren Schränken und Peripheriegeräten bestehen und bei denen nur ein Einzelgerät direkt mit Erde verbunden ist, muß eine Masse-Bezugsfläche vor den Schränken vorgesehen werden.

Anmerkung: Die Masse-Bezugsfläche kann z.B. aus einem Kupferband bestehen mit folgenden Maßen: 0,3 mm dick und 300 mm breit.

Die Masse-Bezugsfläche muß mit dem Erdungsanschluß der zu prüfenden Anlage verbunden werden. Das Massekabel des ESD-Generators muß mit der Masse-Bezugsfläche nahe des zu prüfenden Einzelgerätes verbunden werden.

Ein Beispiel für den Prüfaufbau von Anlagen enthält Bild 10.

7.2 Prüfaufbau für die Nachbildung von Entladungen auf Objekte, die in der Nähe des Prüflings angeordnet oder installiert sind

Dieser Prüfaufbau muß für die Prüfung von Betriebsmitteln mit nichtleitenden Gehäusen, auf die keine Entladungen durchgeführt werden können, verwendet werden, ebenso für die Untersuchung des Einflusses von Entladungen zwischen Objekten, die in der Nähe des Betriebsmittels angeordnet sind.

Die Art der Verwendung und Anordnung einer Masse-Bezugsfläche ist die gleiche Anordnung, wie sie in Abschnitt 7.1.1 angegeben ist. Die Masse-Bezugsfläche ist nur für Typprüfungen und für Prüfungen an Anlagen am Einsatzort zu verwenden, wie sie in Abschnitt 7.1.2.3 beschrieben sind.

8 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung der Prüfung beinhaltet folgende Punkte:

- Umgebungsbedingungen im Labor,
- Durchführung der Entladungen statischer Elektrizität,
- Bewertung der Prüfergebnisse.

8.1 Laborbedingungen

Um den Einfluß der Umweltparameter auf die Prüfergebnisse auf ein Minimum herabzusetzen, muß die Prüfung unter klimatischen und elektromagnetischen Bedingungen durchgeführt werden, wie sie in den Abschnitten 8.1.1 und 8.1.2 festgelegt sind.

8.1.1 Klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen müssen den folgenden Anforderungen entsprechen:

- | | |
|------------------------|---|
| – Umgebungstemperatur | 15 bis 35 °C |
| – relative Luftfeuchte | 45 bis 75 % |
| – Luftdruck | 68 kPa (680 mbar) bis
106 kPa (1060 mbar) |

Anmerkung: Andere Werte dürfen in Abstimmung mit dem Hersteller, Anwender und unabhängigen Labors festgelegt werden.

8.1.2 Elektromagnetische Bedingungen

Die elektromagnetische Umgebung im Labor darf die Prüfergebnisse nicht beeinflussen.