

**AVA** Documents  
Document Sharing Hub

## Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61000-2-10:1999-02 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-10: Umgebungsbedingungen – Beschreibung der HEMP-Umgebung – Leitungsgeführte Störgrößen“, in die die Internationale Norm IEC 61000-2-10:1998-11 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-10: Environment – Description of HEMP environment – Conducted disturbance“ unverändert übernommen worden ist.

Die Internationale Norm wurde vom SC 77C „Immunity to high altitude nuclear electromagnetic pulse (HEMP)“ des TC 77 „Electromagnetic compatibility“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Sie enthält eine Umgebungsbeschreibung bezüglich leitungsgeführter Störgrößen, verursacht durch hochfrequente impulsförmige elektromagnetische Felder, die durch außeratmosphärischen nuklear-elektromagnetischen Impuls (HEMP) erzeugt werden können.

Von den einzelnen Hauptabschnitten der Norm IEC 61000-2 bzw. EN 61000-2, die sich mit der elektromagnetischen Umgebung befassen, sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm die folgenden verabschiedet oder besitzen zumindest den Status eines Internationalen Norm-Entwurfs:

- Hauptabschnitt 1: Umgebungsbeschreibung – Elektromagnetische Umgebung bei niederfrequenten leitungsgeführten Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Stromversorgungsnetzen
- Hauptabschnitt 2:** Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen
- Hauptabschnitt 3: Umgebungsbeschreibung – Gestrahlte und nicht netzfrequenzbezogene leitungsgeführte Störgrößen
- Hauptabschnitt 4:** Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen
- Hauptabschnitt 5: Klassifizierung der elektromagnetischen Umgebungen
- Hauptabschnitt 6: Ermittlung der Störaussendungspegel in der Stromversorgung von industriellen Anlagen in bezug auf niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen
- Hauptabschnitt 7: Niederfrequente Magnetfelder in verschiedenen Umgebungen
- Hauptabschnitt 9:** Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung
- Hauptabschnitt 10: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Leitungsgeführte Störgrößen
- Hauptabschnitt 11: Klasseneinteilung von HEMP-Umgebungen
- Hauptabschnitt 12: Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Mittelspannungsnetzen

Weitere Hauptabschnitte befinden sich in Vorbereitung. Eine entsprechende Übersicht kann bei der Geschäftsstelle der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) bezogen werden.

Die Veröffentlichungen der Deutschen Fassungen erfolgen im Rahmen der Klassifikation VDE 0839.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 50 nun IEC 60050 geworden.

| Europäische Norm   | Internationale Norm | Deutsche Norm                                             | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| –                  | IEC 60050-161:1990  | E DIN IEC 60050-161:1995-07                               | –                                      |
| EN 61000-2-9:1996  | IEC 61000-2-9:1996  | <b>DIN EN 61000-2-9<br/>(VDE 0839 Teil 2-9):1996-12</b>   | VDE 0839 Teil 2-9                      |
| EN 61000-4-24:1997 | IEC 61000-4-24:1997 | <b>DIN EN 61000-4-24<br/>(VDE 0847 Teil 4-24):1997-11</b> | VDE 0847 Teil 4-24                     |

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

- |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E DIN IEC 60050-161                               | Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch –<br>Teil 161: Elektromagnetische Verträglichkeit (IEC 60050(161):1990)                                                                                                                                                |
| <b>DIN EN 61000-2-9<br/>(VDE 0839 Teil 2-9)</b>   | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen –<br>Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung –<br>EMV-Grundnorm (IEC 61000-2-9:1996);<br>Deutsche Fassung EN 61000-2-9:1996                                         |
| <b>DIN EN 61000-4-24<br/>(VDE 0847 Teil 4-24)</b> | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Meßverfahren –<br>Hauptabschnitt 24: Prüfverfahren für Einrichtungen zum Schutz gegen<br>leitungsgeführte HEMP-Störgrößen – EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-24:1997);<br>Deutsche Fassung EN 61000-4-24:1997 |

– Leerseite –

ICS 33.100.10

Deskriptoren: Elektromagnetische Verträglichkeit, Umgebung, Puls, Elektromagnetismus, nukleare Strahlung, Explosionen, Höhe, elektromagnetische Wellen, hochfrequente Störgrößen

Deutsche Fassung

## Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

### Teil 2-10: Umgebungsbedingungen – Beschreibung der HEMP-Umgebung – Leitungsgeführte Störgrößen (IEC 61000-2-10:1998)

Electromagnetic compatibility (EMC) –  
Part 2-10: Environment –  
Description of HEMP environment –  
Conducted disturbance  
(IEC 61000-2-10:1998)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –  
Partie 2-10: Environnement –  
Description de l'environnement IEMN-HA –  
Perturbations conduites  
(CEI 61000-2-10:1998)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1999-01-01 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, Tschechische Republik 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

Der Text des Schriftstücks IEC 77C/61/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61000-2-10, ausgearbeitet von dem IEC SC 77C „Immunity to high altitude nuclear electromagnetic pulse (HEMP)“ des IEC TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1999-01-01 als EN 61000-2-10 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1999-10-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2001-10-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ, und die Anhänge A, B, C und D sind informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-2-10:1998 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Inhalt

|                                                                                                                                         | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b>                                                                                                                          | 2     |
| <b>Anerkennungsnotiz</b>                                                                                                                | 2     |
| <b>Einführung</b>                                                                                                                       | 4     |
| <b>1 Anwendungsbereich</b>                                                                                                              | 5     |
| <b>2 Normative Verweisungen</b>                                                                                                         | 5     |
| <b>3 Allgemeines</b>                                                                                                                    | 5     |
| <b>4 Definitionen</b>                                                                                                                   | 6     |
| <b>5 Beschreibung der HEMP-Umgebung, Parameter der leitungsgeführten Störgrößen</b>                                                     | 8     |
| 5.1 Einführende Bemerkungen                                                                                                             | 8     |
| 5.2 HEMP-Bedrohung auf Leitungen außerhalb von Gebäuden durch die E1-Komponente („Früher HEMP-Anfangsimpuls“)                           | 8     |
| 5.3 HEMP-Bedrohung auf Leitungen außerhalb von Gebäuden durch die E2-Komponente („Mittlerer HEMP-Folgeimpuls“)                          | 9     |
| 5.4 HEMP-Bedrohung auf Leitungen außerhalb von Gebäuden durch die E3-Komponente („Später HEMP-Langzeitimpuls“)                          | 10    |
| 5.5 Antennenströme                                                                                                                      | 12    |
| 5.6 HEMP-Bedrohung auf Leitungen innerhalb von Gebäuden                                                                                 | 15    |
| <b>Anhang A (informativ) Erörterung der Einkopplung der E1-Komponente des HEMP auf lange Leitungen</b>                                  | 17    |
| <b>Anhang B (informativ) Erörterung der Einkopplung der E2-Komponente des HEMP auf lange Leitungen</b>                                  | 20    |
| <b>Anhang C (informativ) Verhalten von einfachen linearen Antennen gegenüber der E1-Komponente des HEMP</b>                             | 21    |
| <b>Anhang D (informativ) Gemessene Leitungsströme in Telefongebäuden</b>                                                                | 32    |
| <b>Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen</b> | 33    |

## **Einführung**

IEC 61000 wird in mehreren Teilen veröffentlicht entsprechend der folgenden Struktur:

### **Teil 1: Allgemeines**

Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)  
Definitionen, Begriffe

### **Teil 2: Umgebung**

Umgebungsbeschreibung  
Einteilung der Umgebung in Klassen  
Verträglichkeitspegel

### **Teil 3: Grenzwerte**

Grenzwerte der Störaussendung  
Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

### **Teil 4: Prüf- und Meßverfahren**

Meßverfahren  
Prüfverfahren

### **Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen**

Installationsrichtlinien  
Abhilfemaßnahmen und Geräte

### **Teil 6: Fachgrundnormen**

### **Teil 9: Verschiedenes**

Jeder Teil ist darüber hinaus in mehrere Teile unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden; einige von ihnen wurden bereits als Hauptabschnitte veröffentlicht. Andere werden noch veröffentlicht, wobei der Teilnummer ein Bindestrich folgt und eine zweite Nummer die Unterteilung kennzeichnet.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm definiert die leitungsgeführte Bedrohung, wie sie als Folge eines durch eine Nuklearexplosion in großer Höhe erzeugten elektromagnetischen Impulses (HEMP) entstehen kann.

Hierbei werden grundsätzlich zwei Fälle unterschieden:

- Nuklearexplosionen in großer Höhe;
- Nuklearexplosionen in niedriger Höhe.

Für den Schutz von zivilen Systemen (Anlagen) muß die Explosion in großer Höhe als das höhere Gefährdungspotential angesehen werden. Hierbei treten auf der Erdoberfläche die übrigen Effekte einer Nuklearexplosion nicht auf: Druckwelle, Bodenerschütterung, thermische und ionisierende Strahlung.

Jedoch kann der durch die Explosion ausgelöste elektromagnetische Impuls Unterbrechungen und Beschädigungen in den Bereichen der Kommunikation, der elektrischen und elektronischen Stromversorgungseinrichtungen hervorrufen und somit die gesamte Infrastruktur einer modernen Gesellschaft lahmlegen.

Der Zweck dieser Norm ist es, einen allgemeinen Bezug zur HEMP-Umgebung hinsichtlich der leitungsgeführten Störgrößen herzustellen, um realistische Belastungsgrenzen bei der Festlegung der Leistungsfähigkeit der betroffenen Einrichtungen auswählen zu können.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Hauptabschnittes der Internationalen Norm IEC 61000-2 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Hauptabschnitt der Internationalen Norm IEC 61000-2 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

|                     |                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEC 60050(161):1990 | <i>International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility</i>                                                                                                    |
| IEC 61000-2-9:1996  | <i>Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance – Basic EMC publication</i>                                     |
| IEC 61000-4-24:1997 | <i>Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 24: Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance – Basic EMC publication</i> |

## 3 Allgemeines

Eine Nuklearexplosion in großer Höhe (oberhalb 30 km) erzeugt einen aus drei aufeinanderfolgenden Komponenten bestehenden Impuls, der auf der Erdoberfläche beobachtet werden kann:

- die E1-Komponente, auch „Früher Anfangsimpuls“ (schnell);
- die E2-Komponente, auch „Mittlerer Folgeimpuls“ (mittel);
- die E3-Komponente, auch „Später Langzeitimpuls“ (langsam).

Historisch konzentrierte sich das Hauptinteresse immer auf die E1-Komponente (den Frühen Anfangsimpuls), der früher einfach als „HEMP“ bezeichnet wurde. In dieser Norm werden die Ausdrücke „EMP“ oder „HEMP“ verwendet, um alle drei Impulsarten zu umfassen. Der Ausdruck NEMP<sup>1)</sup> umfaßt viele Kategorien von nuklearen EMPs einschließlich der durch eine Bodenexplosion auf der Erdoberfläche erzeugten (SREMP-)<sup>2)</sup> oder der in Weltraumsystemen entstehenden (SGEMP-)<sup>3)</sup> Impulse.

Da der HEMP durch eine Explosion in großer Höhe hervorgerufen wird, werden auf der Erdoberfläche keine anderen Begleiterscheinungen der Anwendung von Nuklearwaffen wie Gammastrahlung, Hitzestrahlung und Druckwellen beobachtet. Über den HEMP wurde bei den während der frühen 60er Jahre in großen Höhen durchgeführten Nuklearversuche der USA im Südpazifik und der UdSSR über ihrem Territorium, bei denen Beeinträchtigungen an weit vom Ort der Explosion entfernten elektronischen Einrichtungen beobachtet wurden, berichtet.

Diese Norm beschreibt die HEMP-Umgebung hinsichtlich der leitungsgeführten Störgrößen, die in metallischen Leitungen wie z. B. Kabel oder Stromversorgungsleitungen sowohl außerhalb als auch innerhalb von Anlagen und in Außenantennen induziert werden.

1) NEMP: Nuklearer elektromagnetischer Impuls

2) SREMP: Elektromagnetischer Impuls der Entstehungszone (Source Region Electromagnetic Pulse)

3) SGEMP: Systemgenerierter elektromagnetischer Impuls

#### 4 Definitionen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in IEC 60050(161) enthaltenen und die folgenden Definitionen:

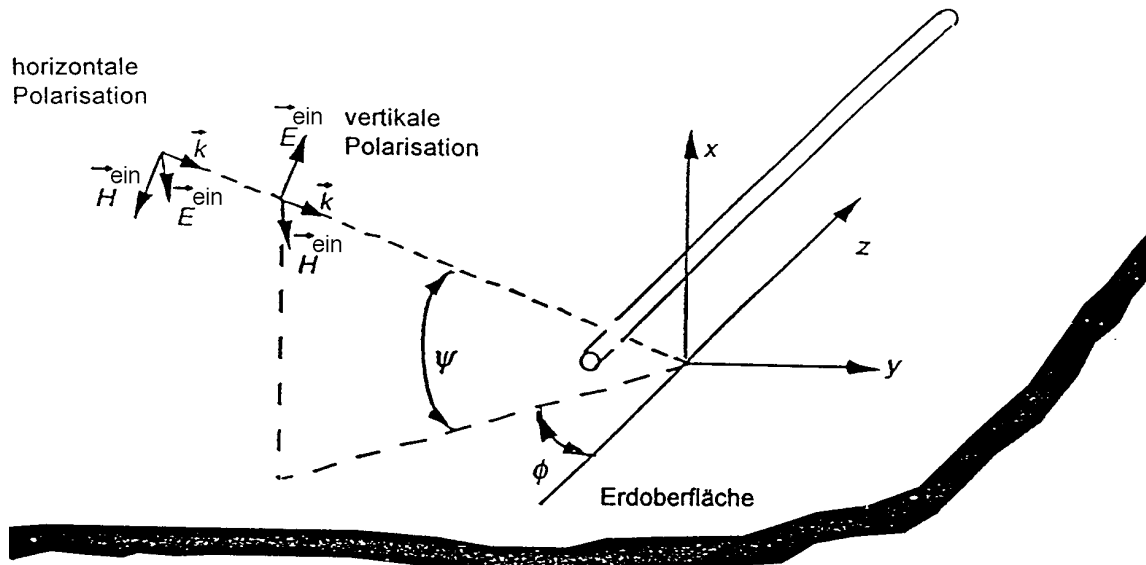


**Bild 1: Geometrische Darstellung zur Festlegung der Polarisation sowie des Elevationswinkels  $\Psi$  und des Azimutwinkels  $\Phi$**

- 4.1 Elevationswinkel in der Vertikalebene  $\Psi$ :** der Winkel  $\Psi$  wird in der Vertikalebene gemessen als Winkel zwischen einer ebenen waagerechten Fläche, z. B. der Erdoberfläche, und dem Ausbreitungsvektor der sich fort-pflanzenden, hier der einfallenden, Welle (siehe Bild 1).
- 4.2 Azimutwinkel  $\Phi$ :** Winkel zwischen dem auf die Erdoberfläche projizierten Ausbreitungsvektor und der Hauptachse des beeinflussten Objekts ( $z$ -Achse der in Bild 1 dargestellten Übertragungsleitung).
- 4.3 Zusammengesetzte Pulsform:** Pulsform, welche die Hauptmerkmale von Pulsformen maximiert.
- 4.4 Einkopplung:** Einwirkung eines HEMP-Feldes auf eine technische Einrichtung, die mit der Erzeugung von Strömen und Spannungen auf den systemeigenen (anlageeigenen) leitenden Oberflächen und Leitungen verbunden ist. Aus den induzierten elektrischen Ladungen resultieren Spannungen, die nur für niedrige Frequenzen mit Wellenlängen größer als die Abmessungen der beeinflussten Oberfläche oder vorhandenen Aperturen definiert sind.
- 4.5 Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle:** Richtung des Ausbreitungsvektors  $\vec{k}$ , senkrecht zu der von den elektrischen und magnetischen Vektoren des Feldes aufgespannten Ebene (siehe Bild 2).

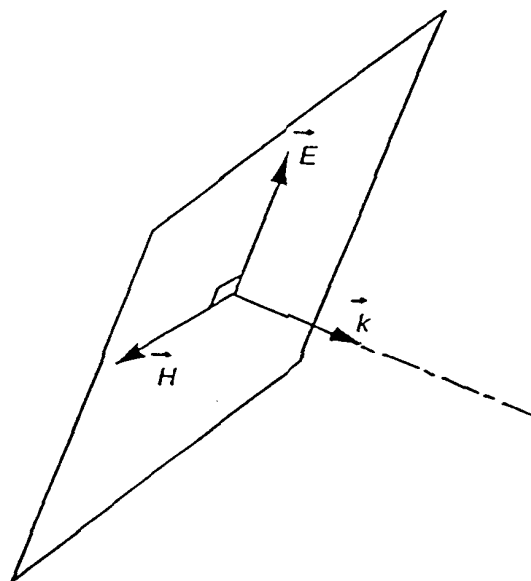


**Bild 2: Geometrie für die Definition der ebenen Welle**

**4.6  $E_1, E_2, E_3$ :** Kurzbezeichnung für die elektrischen Felder, die durch den „Frühen Anfangsimpuls“, den „Mittleren Folgeimpuls“ und den „Späten Langzeitimpuls“ erzeugt werden.

**4.7 EMP:** allgemeine Bezeichnung für einen beliebigen elektromagnetischen Impuls.

**4.8 Neigungswinkel  $\Theta_{\text{dip}}$  des Vektors der geomagnetischen Induktion:** der Neigungswinkel des

Vektors für die Flußdichte  $\vec{B}_e$  des Erdmagnetfeldes, der in der magnetischen Nord/Süd-Ebene von der örtlichen Horizontalen aus gemessen wird. Am magnetischen Nordpol ist  $\Theta_{\text{dip}} = 90^\circ$ , am magnetischen Südpol ist  $\Theta_{\text{dip}} = -90^\circ$  (siehe Bild 3).

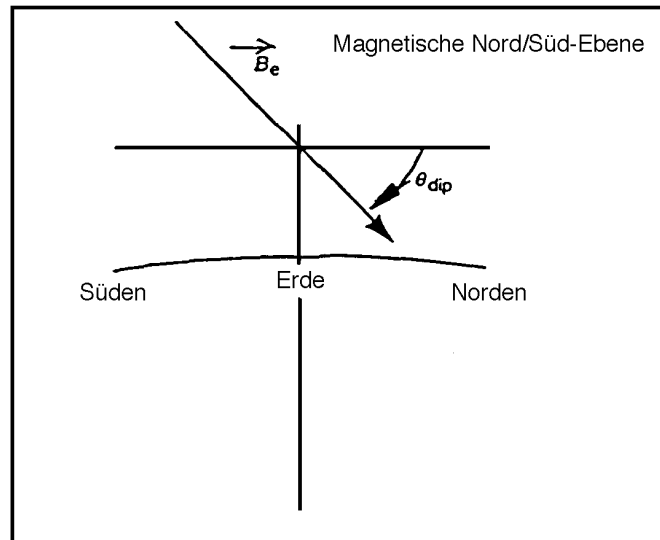


**Bild 3: Neigungswinkel  $\Theta_{\text{dip}}$  des Erdmagnetfelds**

**4.9 HEMP:** in großer Höhe erzeugter nuklear-elektromagnetischer Puls.

**4.10 Außeratmosphärisch(e Nuklearexplosion):** Nuklearexplosion in Höhen oberhalb 30 km.

**4.11 Horizontale Polarisation:** eine elektromagnetische Welle ist horizontal polarisiert, wenn der magnetische Feldvektor in der Einfallsebene und der elektrische Feldvektor senkrecht zur Einfallsebene verläuft und somit parallel zur Erdoberfläche ausgerichtet ist (siehe Bild 1). (Diese Polarisationsart wird auch als senkrecht-elektrisch oder transversal-elektrisch (TE) bezeichnet.)

**4.12 Einfallsebene:** die Ebene, die durch den Ausbreitungs-Vektor der Welle und die Erdoberfläche gebildet wird.

**4.13 Atmosphärisch(e Nuklearexplosion):** Nuklearexplosion in niedrigen Höhen unterhalb 1 km.

**4.14 NEMP:** nuklearer EMP; alle Arten von EMP, die von einer Nuklearexplosion erzeugt werden.

**4.15 Eintrittspunkt, Durchdringungspunkt (EP):** der physikalische Ort (Punkt) auf einer elektromagnetischen Begrenzungsfläche, wo elektromagnetische Energie in einen topologischen Raum eindringen oder aus ihm austreten kann, sofern keine geeignete Schutzeinrichtung am Durchdringungspunkt vorhanden ist. Ein Durchdringungspunkt ist nicht auf einen geometrischen Punkt beschränkt. Durchdringungspunkte werden entsprechend der Art des Durchtritts als Apertur-Durchdringungspunkte oder leitende Durchdringungspunkte klassifiziert. Sie werden auch entsprechend ihrer Funktion als architektonische, mechanische, strukturelle oder elektrische Durchdringungspunkte klassifiziert.

**4.16 Impulsbreite:** der Zeitabschnitt zwischen den Punkten der Anstiegsflanke und des abklingenden Teiles eines Impulses, bei denen der Augenblickswert jeweils 50 % der Impulsamplitude beträgt, sofern nichts anderes angegeben ist.

**4.17 Impuls-Integral (en.: rectified pulse):** das Integral des Absolutwertes der Amplitude einer über die Zeit aufgetragenen Wellenform für einen festgelegten Zeitabschnitt.

**4.18 Anstiegszeit (eines Impulses):** Zeitabschnitt zwischen den Zeitpunkten, an denen der Augenblickswert eines Impulses zuerst eine bestimmte untere Grenze und dann eine bestimmte obere Grenze erreicht, nämlich 10 % und 90 % der Impulsamplitude, sofern nichts anderes angegeben ist.

**4.19 Kurzschlußstrom:** die Stärke des Stromes, der bei kurzgeschlossenen Ausgangsanschlüssen eines Stromkreises fließt. Dieser Strom ist üblicherweise von Interesse, wenn die Funktion von Überspannungsschutzeinrichtungen geprüft wird.

**4.20 Quellenimpedanz:** die Impedanz, die an den Eingangsanschlüssen einer Energiequelle, einer technischen Einrichtung oder eines Netzes vorgefunden wird.

**4.21 Vertikale Polarisation:** eine elektromagnetische Welle ist vertikal polarisiert, wenn der elektrische Feldvektor innerhalb der Einfallsebene und der magnetische Feldvektor senkrecht zur Einfallsebene verläuft und somit parallel zur Erdoberfläche ausgerichtet ist (siehe Bild 1). (Diese Polarisationsart wird auch als parallel-magnetisch oder transversal-magnetisch (TM) bezeichnet.)

## 5 Beschreibung der HEMP-Umgebung, Parameter der leitungsgeführten Störgrößen

### 5.1 Einführende Bemerkungen

Das durch eine in großer Höhe stattfindende Nuklearexplosion erzeugte elektromagnetische Feld, wie es in IEC 61000-2-9 beschrieben wird, kann in allen metallischen Strukturen Ströme und Spannungen induzieren. Diese Ströme und Spannungen, die sich in Leitern ausbreiten, repräsentieren die Umgebung hinsichtlich der leitungsgeführten Störgrößen. Dies bedeutet, daß die leitungsgeführte Bedrohung ein Sekundärphänomen als Folge des gestrahlten Feldes darstellt.

Alle metallischen Strukturen (z. B. Drähte, Leiter, Rohre, Schächte usw.) werden durch den HEMP beeinflusst. Die Bedrohung durch leitungsgeführte Störgrößen ist bedeutsam, da hierdurch HEMP-Energie in empfindliche Elektroniken durch Signal-, Stromversorgungs- und Erdverbindungen geleitet werden kann. Es sollte beachtet werden, daß zwei unterschiedliche Arten von Leitern betrachtet werden müssen: äußere und innere Leiter (im Hinblick auf ein Gebäude oder ein anderes Gehäuse). Auch wenn dies vereinfacht erscheinen mag, ist diese Trennung wesentlich im Hinblick auf die Information, die durch diese Norm bereitgestellt wird.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Arten von Leitern werden durch die elektromagnetische Topologie erklärt. Im allgemeinen sind äußere Leiter solche, die außerhalb eines Gebäudes verlegt und vollständig der gesamten HEMP-Umgebung ausgesetzt sind. Diese Art schließt Stromversorgungs-, metallische Kommunikationsleitungen, Antennenkabel sowie Wasser- und Gasrohre (sofern sie metallisch sind) ein. Für die Anwendung dieser Norm können die Leiter außerhalb der Erde verlegt oder in der Erde vergraben sein. Innere Leiter sind solche, die innerhalb eines teilweise oder vollständig geschirmten Gebäudes angeordnet sind, so daß die HEMP-Felder durch die Schirmwirkung des Gebäudes verringert werden. Dies ist eine sehr viel komplexere Situation, weil die Wellenformen der HEMP-Felder durch den Gebäudeschirm bedeutsam geändert werden und als Konsequenz die Einkopplung in innere Drähte und Kabel sehr schwer zu berechnen ist, obwohl von HEMP-Simulationsprüfungen einige Meßdaten verfügbar sind.

In dieser Norm wurden die äußeren Umgebungen der leitungsgeführten Gleichtakt-Störgrößen mit Hilfe von vereinfachten Leitergeometrien und den HEMP-Bedrohungsparametern für die E1-, E2- und E3-Komponente berechnet. Es ist vorgesehen, diese äußeren Umgebungen der leitungsgeführten Störgrößen zu verwenden, um die Leistungsfähigkeit von Überspannungsschutzeinrichtungen außerhalb eines Gebäudes zu beurteilen; die Auswirkungen auf Transformatoren und Telefon-Verzweigungseinrichtungen werden aufgrund der Vielfalt in Telekommunikations- und Stromversorgungssystemen hier nicht betrachtet. Dieser Vorgang resultiert in angenäherten, aber gut definierten Kurvenformen, die in genormter Weise für die Prüfung von Schutzelementen in äußeren Leitern benötigt werden. Für die inneren Leiter wird ein Verfahren festgelegt, um die für die Prüfung der Einrichtungen geeigneten Bedrohungen zu bestimmen. Für ungeschirmte Mehrdrahtleitungen wird angenommen, daß Ströme zwischen Leiter und Masse (Erde) die gleiche Größe wie der Gleichtakt-Strom haben.

### 5.2 HEMP-Bedrohung auf Leitungen außerhalb von Gebäuden durch die E1-Komponente („Früher HEMP-Anfangsimpuls“)

Das durch die E1-Komponente erzeugte elektrische Feld hoher Amplitude koppelt wirksam in Antennen und jegliche andere dem HEMP ausgesetzte Leitungen wie z. B. Stromversorgungs- und Telefonleitungen ein. Der Einkoppelmechanismus in Antennen ist sehr unterschiedlich und von den Einzelheiten der Antennenkonstruktion abhängig. In vielen Fällen ist es ratsam, die Prüfung einer Antenne durch Beaufschlagung mit einem HF-Dauersignal (CW) zu untersuchen und das Antennenantwortverhalten durch Faltung der Übertragungsfunktion mit der HEMP-Bedrohung zu gewinnen. In dieser Norm werden jedoch auch einfache Gleichungen zur Verfügung gestellt, um die Antwort von elektrisch dünnen Antennen zu berechnen (siehe 5.5). Bei langen Leitungen ist es möglich, eine vollständige Berechnung der Gleichtakt-Störgrößen durchzuführen, die zuverlässig ist und nur von einigen wenigen Parametern abhängt. Diese Parameter schließen die Leiterlänge, die Expositionssituation (ober- oder unterirdisch) und die Leitfähigkeit der Erdoberfläche (für kleinere Tiefen als 5 m) ein. Da die HEMP-Einkopplung vom Einfallswinkel und der Polarisation (siehe Bild 1) abhängt, ist es zusätzlich möglich, die Wahrscheinlichkeit der Erzeugung von bestimmten Stromstärkepegeln statistisch zu untersuchen.

Die nachfolgende Tabelle 1 gibt die berechneten, eingekoppelten, Gleichtakt-Kurzschlußströme und die „Thévenin“-äquivalenten Quellenimpedanzen (die zur Bestimmung der Leerlaufspannungen verwendet werden) als Funktion des Bedrohungshärtgrades, der Leiterlänge und der Bodenleitfähigkeit an. Diese Ergebnisse sind für die Gleichtakt-Ströme auf blanken Drähten, isolierten Freileitungen und Schirmen von geschirmten Kabeln oder koaxialen Übertragungsleitungen geeignet. Bei geschirmten Kabeln sollten gemessene oder festgelegte Kopplungs-Impedanzen verwendet werden, um die inneren Kabelströme und -spannungen zu bestimmen. Obwohl für verschiedene Expositionsgeometrien Variationen der Wellenformen auftreten, wird eine einzelne zeitabhängige Wellenform für oberirdische Leitungen festgelegt. Die Wellenform wird in Abhängigkeit von der Anstiegszeit (10 % auf 90 %) und der Impulsbreite (bei halbem Amplitudenwert) definiert; wenn die Pulseigen-