

	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 2: Umgebungsbedingungen Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung EMV-Grundnorm (IEC 1000-2-9:1996) Deutsche Fassung EN 61000-2-9:1996	DIN EN 61000-2-9
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 0839 Teil 2-9
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 1000-2-9 ICS 29.020 Deskriptoren: Elektrotechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit, Umgebungsbedingung, Störstrahlung, Nukleartest Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance Basic EMC Publication (IEC 1000-2-9:1996); German version EN 61000-2-9:1996 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 9: Description de l'environnement IEMN-HA – Perturbations rayonnées Publication fondamentale en CEM (CEI 1000-2-9:1996); Version allemande EN 61000-2-9:1996 Die Europäische Norm EN 61000-2-9:1996 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61000-2-9 wurde am 1996-03-05 angenommen. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839 Teil 2-9):1996-04. Fortsetzung Seite 2 und 20 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61000-2-9 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen – Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung – EMV-Grundnorm“, Ausgabe 1996-05, in welche die Internationale Norm IEC 1000-2-9 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance – Basic EMC Publication“, Ausgabe 1996-02 unverändert übernommen worden ist.

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

Sie enthält eine Umgebungsbeschreibung bezüglich hochfrequenter impulsförmiger elektromagnetischer Felder, die durch außeratmosphärischen nuklear-elektromagnetischen Impuls (HEMP) erzeugt werden können.

Von den einzelnen Hauptabschnitten der Norm IEC 1000-2 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 netzfrequenz-bezogene 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 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung
- 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.

Der Zusammenhang der in dieser Norm zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

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.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 50-161:1990	E DIN IEC 50-161:1995-07	–

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

- | | |
|------------------|--|
| E DIN IEC 50-161 | Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch –
Teil 161: Elektromagnetische Verträglichkeit (IEC 50(161):1990) |
|------------------|--|

DK 29.020

Deskriptoren: Umgebung, Puls, Elektromagnetismus, Explosion, Kernreaktion, Nuklearenergie, Elektromagnetische Verträglichkeit, elektromagnetische Wellen, Wellenformen, Beschreibung

Deutsche Fassung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Teil 2: Umgebungsbedingungen

Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung
EMV-Grundnorm (IEC 1000-2-9:1996)

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 2: Environment –
Section 9: Description of HEMP environment –
Radiated disturbance
Basic EMC Publication
(IEC 1000-2-9:1996)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 2: Environnement –
Section 9: Description de l'environnement
IEMN-HA – Perturbations rayonnées
Publication fondamentale en CEM
(CEI 1000-2-9:1996)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-03-05 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

Der Text des Schriftstücks IEC 77C/27/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 1000-2-9, 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 1996-03-05 als EN 61000-2-9 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): 1996-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1996-12-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 1000-2-9:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Anerkennungsnotiz	2
1 Anwendungsbereich und Zweck	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Allgemeines	3
4 Definitionen	3
5 Beschreibung der HEMP-Umgebung, Strahlungsparameter	5
5.1 Explosionen in großer Höhe	5
5.2 Intensitätsverteilung des HEMP auf der Erdoberfläche	6
5.3 Zeitlicher Verlauf des HEMP	6
5.4 Magnetische Feldkomponente	13
5.5 Amplituden- und Energieflußspektrum des HEMP	13
5.6 Bewertung des „Frühen Anfangsimpulses“, des „Mittleren Folgeimpulses“ und des „Späten Langzeitimpulses“	15
5.7 Reflexion und Einstrahlung	16
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen auf die entsprechenden europäischen Publikationen	20

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Hauptabschnitt der IEC 1000-2 definiert die Umgebung eines in großer Höhe erzeugten elektromagnetischen Impulses (HEMP), wie er als Folge einer Nuklearexplosion entsteht.

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 Strahlung und nukleare ionisierende Strahlung. Jedoch kann der durch die Explosion ausgelöste elektromagnetische Impuls Unterbrechungen und Beschädigungen in den Bereichen der Telekommunikation, der Stromversorgung und in jeglichen elektronischen Einrichtungen hervorrufen und somit die gesamte Infrastruktur einer modernen Gesellschaft lahmlegen.

Der Zweck dieser Norm ist es, einen allgemeinen Bezug für die HEMP-Umgebung herzustellen, um realistische Anforderungen auswählen zu können, die auf die betroffenen Einrichtungen für die Ermittlung ihrer Leistungsfähigkeit anzuwenden sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Hauptabschnittes der Internationalen Norm IEC 1000-2 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Hauptabschnitt der Internationalen Norm IEC 1000-2 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 50(161):1990 *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

3 Allgemeines

Eine Nuklearexplosion in großer Höhe (oberhalb 30 km) erzeugt auf der Erdoberfläche drei Arten von elektromagnetischen Impulsen:

- den „Frühen Anfangsimpuls“ (schnell);
- den „Mittleren Folgeimpuls“ (mittel);
- den „Späten Langzeitimpuls“ (langsam).

Historisch konzentrierte sich das Hauptinteresse immer auf den Frühen Anfangsimpuls, der früher einfach als „HEMP“ bezeichnet wurde. Im folgenden beinhalten die Ausdrücke „EMP“ oder „HEMP“ alle drei Impulsarten. Der Ausdruck NEMP ¹⁾ umfaßt viele Kategorien des EMP einschließlich des durch eine Bodenexplosion auf der Erdoberfläche (SREMP) ²⁾ erzeugten oder des in Weltraumsystemen entstehenden (SGEMP) ³⁾ Impulses.

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, Druckwellen und Bodenerschütterungen beobachtet. Über den HEMP wurde bei den in großen Höhen durchgeführten Nuklearversuchen der USA im Südpazifik während der frühen 60er Jahre, bei denen Beeinträchtigungen an weit vom Ort der Explosion entfernten elektronischen Einrichtungen beobachtet wurden, berichtet.

4 Definitionen

4.1 Elevationswinkel in der Vertikalebene Ψ : Der Winkel Ψ wird in der Vertikalebene dargestellt als Winkel zwischen einer ebenen waagerechten Fläche, z. B. der Erdoberfläche, und dem Ausbreitungsvektor der sich fort-pflanzenden, hier einfallenden Welle.

4.2 Azimuthwinkel Φ : Winkel zwischen der auf die Erdoberfläche projizierten Linie des Ausbreitungsvektors und der Hauptachse des Bezugsobjekts (Z-Achse der in [Bild 1](#) dargestellten Übertragungsleitung).

1) NEMP: nuklearer elektromagnetischer Impuls

2) SREMP: Quellgebiets-elektromagnetischer Impuls

3) SGEMP: systemerzeugter elektromagnetischer Impuls

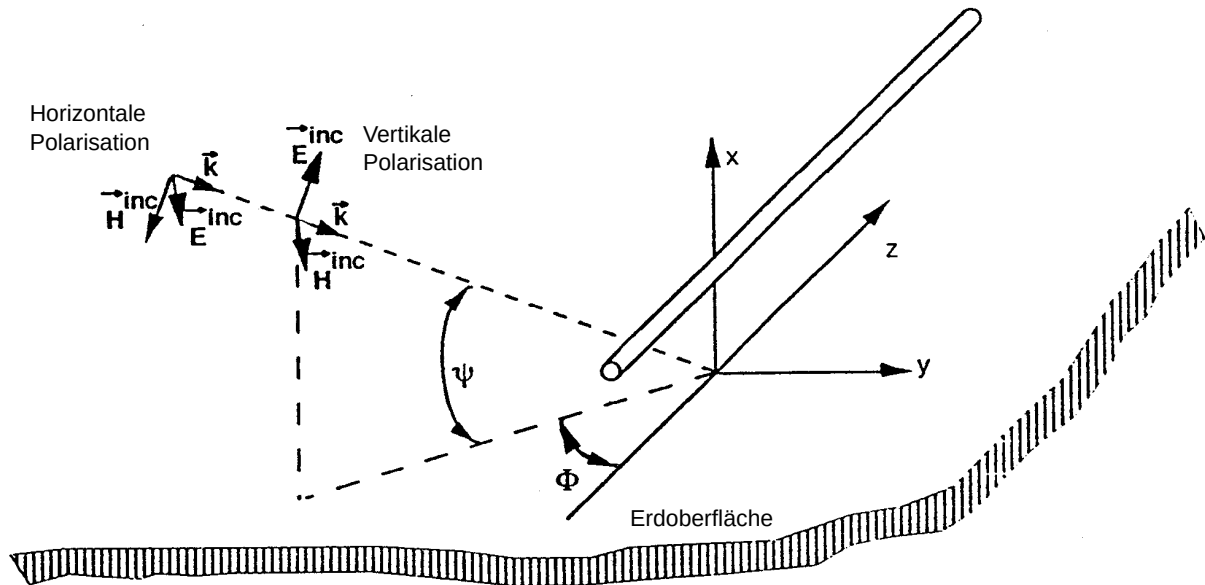


Bild 1: Geometrische Darstellung zur Festlegung der Polarisation sowie des Elevationswinkels ψ und des Azimuthwinkels Φ

4.3 Zusammengesetzte Pulsform: Pulsform, welche die Hauptmerkmale einer Gruppe von Pulsformen maximiert.

4.4 Einkopplung: Einwirkung eines HEMP-Feldes auf ein System (eine Anlage), die mit der Erzeugung von Strömen und Spannungen auf den systemeigenen (anlageeigenen) leitenden Oberflächen und Leitungen verbunden ist. Spannungen resultieren aus den induzierten elektrischen Ladungen und werden nur bei niedrigen Frequenzen mit Wellenlängen größer den mechanischen Abmessungen der beeinflussten Oberfläche oder vorhandener Aperturen angegeben.

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).

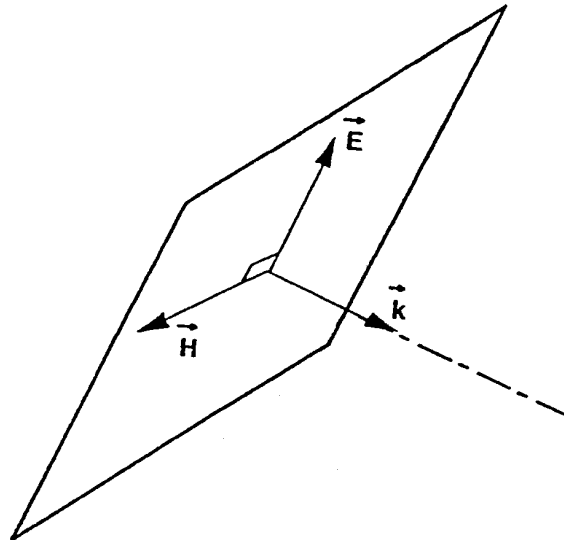


Bild 2: Darstellung der Definition der ebenen Welle

4.6 E_1 , E_2 , E_3 : Kurzbezeichnung für die elektrischen Felder des „Frühen Anfangsimpulses“, des „Mittleren Folgeimpulses“ und des „Späten Langzeitimpulses“.

4.7 EMP: Allgemeine Bezeichnung für einen beliebigen elektromagnetischen Impuls.

4.8 Energieflußdichte: Integral des Poyntingschen Vektors über die Zeit, dargestellt in Einheiten von J/m^2 .

4.9 Neigungswinkel θ_{dip} des Vektors der geomagnetischen Induktion: Der Neigungswinkel des Vektors für die Flußdichte 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 $\theta_{\text{dip}} = -90^\circ$.

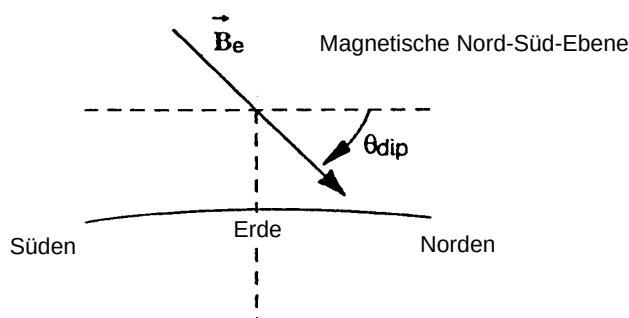


Bild 3: Neigungswinkel θ_{dip} des Vektors der geomagnetischen Induktion

4.10 Explosionsfußpunkt: Punkt auf der Erdoberfläche lotrecht unter dem Explosionspunkt, der manchmal auch „Oberflächen-Nullpunkt“ genannt wird.

4.11 HEMP: In großer Höhe erzeugter nuklear-elektromagnetischer Puls.

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

4.13 HOB: Explosionshöhe.

4.14 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 gerichtet ist (siehe Bild 1). (Diese Polarisationsart wird auch als senkrecht-elektrisch oder transversal-elektrisch (TE) bezeichnet.)

4.15 Einfallsebene: Die Ebene, welche durch den Vektor der sich ausbreitenden Welle und die Normale zur Erdoberfläche gebildet wird.

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

4.17 NEMP: Nuklearer EMP; alle Arten von EMP, die von einer Nuklearexplosion erzeugt werden.

4.18 Polarisation: Orientierung des elektrischen Feldvektors.

4.19 Prompte Strahlung: Die Nuklearenergie, die von einer Explosion innerhalb 1 μs abgegeben wird.

4.20 SREMP: Quellgebiets-NEMP; ein NEMP, der innerhalb der Region erzeugt wird, in welcher durch die Anwesenheit der prompten Strahlung elektrische Ströme (Quellen) in der Atmosphäre erzeugt werden.

4.21 Tangentenpunkt (Explosionshorizont): Jeder Ort auf der Erdoberfläche, von dem aus eine zum Explosionspunkt gezogene Linie eine Tangente zur Erde bildet.

4.22 Tangentenradius: Die Entfernung auf der Erdoberfläche zwischen einem Tangentenpunkt und dem Explosionsfußpunkt.

4.23 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 gerichtet ist (siehe Bild 1). (Diese Polarisationsart wird auch als magnetisch-parallel oder transversal-magnetisch (TM) bezeichnet.)

5 Beschreibung der HEMP-Umgebung, Strahlungsparameter

5.1 Explosionen in großer Höhe

Wenn sich eine Nuklearexplosion in großer Höhe ereignet, wird die Energie der prompten Strahlung (d. h. sofortige Abstrahlung von Röntgenstrahlung, Gammastrahlung, Neutronenstrahlung) in den dichteren Luftschichten unterhalb des Explosionpunktes absorbiert. Innerhalb dieser Absorptionsschicht (Quellregion) werden durch Wechselwirkung der Gammastrahlung mit den Luftmolekülen Compton-Elektronen erzeugt. Diese Elektronen werden in kohärenter Weise durch das Erdmagnetfeld abgelenkt. Diese transversalen Elektronenströme erzeugen wiederum transversale elektrische Felder, die sich zur Erdoberfläche nach unten ausbreiten. Dieser Wirkungsmechanismus beschreibt die Entstehung des „Frühen Anfangsimpulses“ (siehe Bild 4), der durch einen hohen Spitzenwert der elektrischen Feldstärke (bis zu einigen 10 kV/m), eine extrem schnelle Anstiegszeit (im Nanosekundenbereich), eine kurze Impulsdauer (bis etwa 100 ns) und eine Wellenimpedanz von 377 Ω gekennzeichnet ist. Der „Frühe Anfangsimpuls“ bestrahlt die Erdoberfläche innerhalb des Sichtbereichs, vom Explosionsort aus gesehen, und ist senkrecht zur Wellenausbreitungsrichtung und dem Erdmagnetfeld innerhalb der örtlichen Quellregion polarisiert. In nördlichen und südlichen Breiten (d. h. weit vom Äquator entfernt) bedeutet dies, daß das elektrische Feld hauptsächlich horizontal polarisiert ist (horizontale Polarisation).