

ICS 33.100.20

Ersatz für
VG 95371-10:2003-08Supersedes
VG 95371-10:2003-08

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz
gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz —
Allgemeine Grundlagen —
Teil 10: Bedrohungsdaten für NEMP und Blitz;
Text Deutsch und Englisch**

Electromagnetic compatibility (EMC) including electromagnetic pulse (EMP) and
lightning protection —
Fundamentals —
Part 10: Threat levels for NEMP and lightning;
Text in German and English

Compatibilité électromagnétique (CEM) inclus protection contre l'impulsion
électromagnétique et contre décharge atmosphérique —
Fondamentale —
Partie 10: Valeurs de menace pour l'impulsion électromagnétique nucléaire et
décharge atmosphérique;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 37 Seiten
Total extent 37 pages

Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

The English version is a translation. In case of dispute the German original will govern.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorwort	4	Foreword	4
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Normative Verweisungen	5	2 Normative references	5
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Exo-NEMP-Bedrohungsdaten	6	4 Exo-NEMP threat levels	6
4.1 Allgemeines	6	4.1 General	6
4.2 Anfangsimpuls	7	4.2 Early-time pulse	7
4.3 Folgeimpuls	10	4.3 Subsequent pulse	10
4.4 Langzeitimpuls	13	4.4 Continuing pulse	13
4.5 Amplitudendichte	16	4.5 Frequency content	16
5 Blitz-Bedrohungsdaten	17	5 Lightning threat levels	17
5.1 Blitzstrom	17	5.1 Lightning current	17
5.2 Elektromagnetisches Blitzfeld (LEMP)	36	5.2 Lightning electromagnetic pulse (LEMP)	36
Literaturhinweise	37	Bibliography	37
Bilder		Figures	
Bild 1 — Zeitlicher Verlauf der Komponenten des Exo-NEMP	6	Figure 1 — Time history of the Exo-NEMP components	6
Bild 2 — Zeitlicher Verlauf des Anfangsimpulses	9	Figure 2 — Time history of early-time pulse	9
Bild 3 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 2	9	Figure 3 — Time history of the rising edge shown in Figure 2	9
Bild 4 — Zeitlicher Verlauf des Folgeimpulses	12	Figure 4 — Time history of subsequent pulse	12
Bild 5 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 4	12	Figure 5 — Time history of the rising edge shown in Figure 4	12
Bild 6 — Zeitlicher Verlauf des Langzeitimpulses	15	Figure 6 — Time history of continuing pulse	15
Bild 7 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 6	15	Figure 7 — Time history of the rising edge shown in Figure 6	15
Bild 8 — Amplitudendichte des Anfangsimpulses, des Folgeimpulses und des Langzeitimpulses	16	Figure 8 — Amplitude frequency content of early-time, subsequent and continuing pulse	16
Bild 9 — Mögliche Alternativen der Blitzstromkomponenten bei Objekten am Erdboden	20	Figure 9 — Possible lightning current components of ground flashes (for ground-based objects)	20
Bild 10 — Mögliche Alternativen der Blitzstromkomponenten bei sehr exponierten Objekten am Erdboden	21	Figure 10 — Possible lightning current components of ground flashes (for objects rising extremely high above the ground)	21
Bild 11 — Mögliche Alternativen der Blitzstromkomponenten bei fliegenden Objekten	22	Figure 11 — Possible lightning current components of ground flashes (for flying objects)	22
Bild 12 — Zeitlicher Verlauf des Stoßstromes des positiven Erdblitzes für Bedrohungsstufe „normal“ und für Bedrohungsstufe „hoch“	23	Figure 12 — Time history of the short stroke of a positive ground flash (threat levels “moderate” and “severe”)	23

Bild 13 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 12	23	Figure 13 — Time history of the rising edge shown in Figure 12	23
Bild 14 — Amplitudendichtespektrum des Stoßstromes des positiven Erdblitzes für Bedrohungs-klasse „normal“ und Bedrohungs-klasse „hoch“	24	Figure 14 — Frequency content of the amplitude relating to the short stroke of a positive ground flash (threat levels "moderate" and "severe")	24
Bild 15 — Zeitlicher Verlauf des Stoßstromes der negativen Erstblitze für Bedrohungs-klasse „normal“ und für Bedrohungs-klasse „hoch“	26	Figure 15 — Time history of the first negative short stroke (threat levels "moderate" and "severe")	26
Bild 16 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 15	26	Figure 16 — Time history of the rising edge shown in Figure 15	26
Bild 17 — Amplitudendichtespektrum der negativen Erstblitze für Bedrohungs-klasse „normal“ und für Bedrohungs-klasse „hoch“	27	Figure 17 — Frequency content of the amplitude relating to first negative short strokes (threat levels "moderate" and "severe")	27
Bild 18 — Zeitlicher Verlauf des Stoßstromes der negativen Folgeblitze für Bedrohungs-klasse „normal“ und für Bedrohungs-klasse „hoch“	29	Figure 18 — Time history of the subsequent negative short strokes (threat levels "moderate" and "severe")	29
Bild 19 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 18	29	Figure 19 — Time history of the rising edge shown in Figure 18	29
Bild 20 — Amplitudendichtespektrum der negativen Folgeblitze für Bedrohungs-klasse „normal“ und für Bedrohungs-klasse „hoch“	30	Figure 20 — Frequency content of the amplitude relating to subsequent negative short strokes (threat levels "moderate" and "severe")	30
Bild 21 — Multiple Blitzentladung für Bedrohungs-klasse „hoch“	32	Figure 21 — Multiple-stroke discharge for threat level "severe"	32
Bild 22 — Multipler Burst	34	Figure 22 — Multiple burst	34
Bild 23 — Zeitlicher Verlauf eines Einzelimpulses	34	Figure 23 — Time history of an individual pulse	34
Bild 24 — Zeitlicher Verlauf der Stirn eines Einzelimpulses nach Bild 23	35	Figure 24 — Time history of the rising edge of an individual pulse shown in Figure 23	35

Vorwort

Diese Norm wurde von der Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, Arbeitsausschuss NA 140-00-19 AA "Schutz gegen den Nuklear Elektromagnetischen Impuls (NEMP) und Blitz", erarbeitet.

Bei der vorliegenden Norm handelt es sich um eine Grundnorm für den Bereich Schutz gegen NEMP- und Blitzschlag.

VG 95371, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Nuklear-Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz* — *Allgemeine Grundlagen* besteht aus:

siehe VG 95372, *Übersicht*.

Diese Norm ist auch anerkannt von:

- armasuisse
3003 BERN
SCHWEIZ

VG 95372 enthält eine Übersicht über die VG-Normen für EMV und zum Schutz gegen EMP und Blitz

Änderungen

Gegenüber VG 95371-10:2003-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) alternative mathematische Formulierung des Exo-NEMP aufgenommen;
- b) Bedrohungsstufe „hoch“ der Exo-NEMP-Bedrohungsdaten gestrichen;
- c) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

VG 95371-10: 1993-08, 1995-11, 2003-08
VG 96901-4: 1985-10

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist für neu zu entwickelnde und neu zu beschaffende Geräte und Systeme sowie für beizustellende Geräte für die Bundeswehr anzuwenden.

Die für ein System bzw. Gerät anzuwendende Bedrohungsstufe ist im Rahmen einer Analyse zu ermitteln und festzulegen.

Foreword

This standard has been prepared by the Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, committee NA 140-00-19 AA "Nuclear electromagnetic pulse (NEMP) and lightning protection".

The presented standard is a basic standard for nuclear electromagnetic pulse (NEMP) and lightning protection.

VG 95371, *Electromagnetic compatibility including electromagnetic pulse (EMP) and lightning protection* — *Fundamentals* consists of:

see VG 95372, *Survey*.

This standard is also recognized by:

- armasuisse
3003 BERNE
SWITZERLAND

VG 95372 contains an overview of the VG-standards for EMC and EMP/lightning protection.

Amendments

Compared with VG 95371-10:2003-08 the following amendments have been adopted:

- a) alternative mathematical presentation of Exo-NEMP included;
- b) threat level „severe“ of Exo-NEMP threat levels deleted;
- c) standard revised editorially.

Previous editions

1 Scope

This standard shall apply to equipment and systems to be developed or procured for, or to be furnished to the German Armed Forces (Bundeswehr).

The threat levels to be applied to a system or equipment shall be determined and specified by an analysis.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839 Teil 2-9), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 2: Umgebungsbedingungen; Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP- Umgebung; Störstrahlung; EMV-Grundnorm*

VG 95371-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Allgemeine Grundlagen — Teil 2: Begriffe*

VG 95371-10 Bbl. 1, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Allgemeine Grundlagen — Teil 10: Bedrohungsdaten für den NEMP und Blitz, Erläuterung der Blitzbedrohungsdaten für Erdblitz*

VG 95371-10 Bbl. 2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Allgemeine Grundlagen — Teil 10: Bedrohungsdaten für den NEMP und Blitz, Erläuterung der Blitz-Bedrohungsdaten für multiple Blitzentladungen und multiple Bursts*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach VG 95371-2 und der folgende Begriff.

3.1

Objekt

Objekt im Sinne dieser Norm ist der Oberbegriff für Geräte und Systeme.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839-2-9), *Electromagnetic Compatibility (EMC) — Part 2: Environment; section 9: Description of HEMP environment; radiated disturbance; basic EMC publication*

VG 95371-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) including electromagnetic pulse (EMP) and lightning protection — Fundamentals — Part 2: Terminology*

VG 95371-10 Bbl. 1, *Electromagnetic Compatibility (EMC) including Electromagnetic Pulse (EMP) and lightning protection — Fundamentals — Part 10: Threat levels for NEMP and lightning, comments on lightning threat levels for ground flashes*

VG 95371-10 Bbl. 2, *Electromagnetic Compatibility (EMC) including Electromagnetic Pulse (EMP) and lightning protection — Fundamentals — Part 10: Threat levels for NEMP and lightning, comments on lightning threat levels for multiple strokes and multiple bursts*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions according to VG 95371-2 and the following apply.

3.1

Object

In this standard, the term object is used as a generic term for systems and equipment.

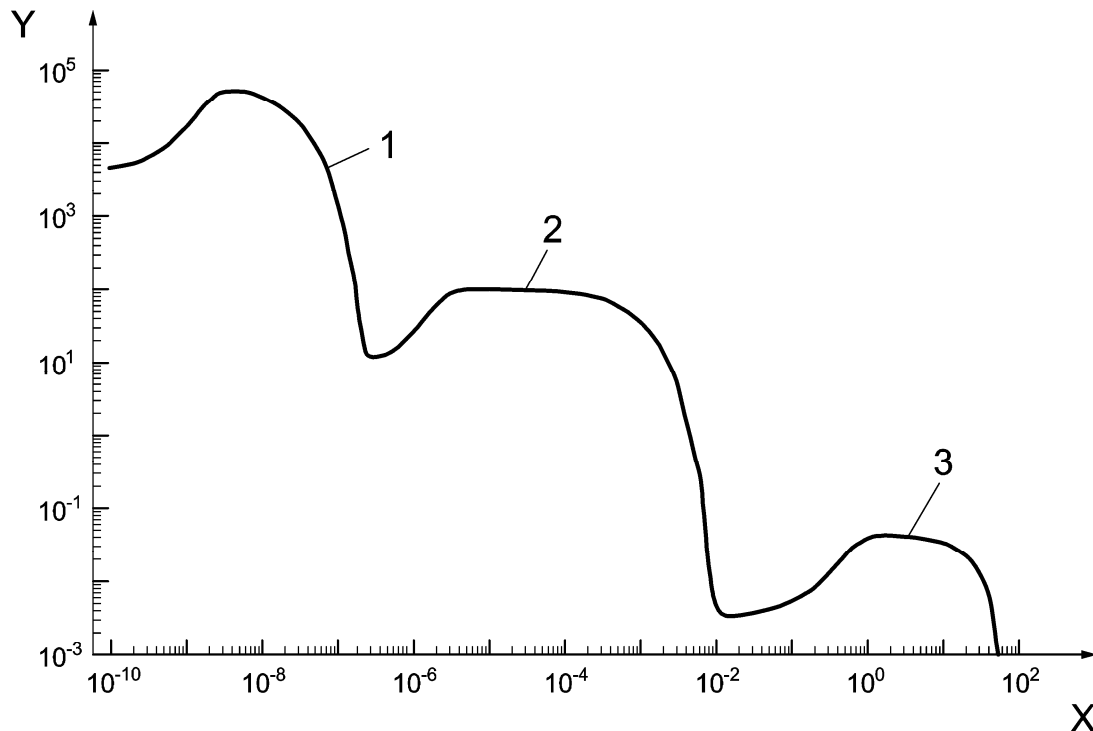
4 Exo-NEMP-Bedrohungsdaten

4.1 Allgemeines

Der Exo-NEMP besteht aus den drei Komponenten

- Anfangsimpuls ¹⁾,
- Folgeimpuls ²⁾ und
- Langzeitimpuls ³⁾.

Der zeitliche Verlauf des Exo-NEMP ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- X Zeit in s
Y elektrische Feldstärke in V/m
1 Anfangsimpuls
2 Folgeimpuls
3 Langzeitimpuls

Key

- X time in s
Y electrical field strength in V/m
1 early-time pulse
2 subsequent pulse
3 continuing pulse

Bild 1 — Zeitlicher Verlauf der Komponenten des Exo-NEMP
Figure 1 — Time history of the Exo-NEMP components

¹⁾ Der Anfangsimpuls entspricht dem "Frühen Anfangsimpuls" nach DIN EN 61000-2-9

²⁾ Der Folgeimpuls entspricht dem "Mittleren Folgeimpuls" nach DIN EN 61000-2-9

³⁾ Der Langzeitimpuls entspricht dem "Späten Langzeitimpuls" nach DIN EN 61000-2-9

¹⁾ The early-time pulse corresponds to the early HEMP according to DIN EN 61000-2-9

²⁾ The subsequent pulse corresponds to the intermediate HEMP according to DIN EN 61000-2-9

³⁾ The continuing pulse corresponds to the late HEMP according to DIN EN 61000-2-9

4.2 Anfangsimpuls

Der Anfangsimpuls wird durch die Tabelle 1 und die Gleichungen 1 und 2 beschrieben.

$$E_{AP}(t) = \frac{E_{AP/\max}}{\eta} \times \frac{\left(\frac{t + t_{AP/\text{off}}}{T_{AP}}\right)^{10}}{1 + \left(\frac{t + t_{AP/\text{off}}}{T_{AP}}\right)^{10}} \times e^{-\left(\frac{t + t_{AP/\text{off}}}{\tau_{AP}}\right)} \quad \text{für Zeit } t \geq -t_{AP/\text{off}} \quad (1)$$

$$H_{AP}(t) = \frac{E_{AP}(t)}{\Gamma_0} \quad (2)$$

wobei

t	Zeit in s;
E_{AP}	elektrische Feldstärke des Anfangsimpulses in V/m;
$E_{AP/\max}$	Maximalwert der elektrischen Feldstärke des Anfangsimpulses in V/m;
H_{AP}	magnetische Feldstärke des Anfangsimpulses in A/m;
Γ_0	Wellenwiderstand des freien Raumes (377 Ω);
τ_{AP}	Zeitkonstante der abfallenden Signalfanke des Anfangsimpulses in s;
T_{AP}	Kennwert für die Stirnzeit des Anfangsimpulses in s;
$t_{AP/\text{off}}$	Zeitkorrekturfaktor des Anfangsimpulses in s;
η	Anpassungsfaktor.

Das elektrische Feld des Anfangsimpulses ist in Europa horizontal polarisiert mit einer maximalen Abweichung von 30°.

4.2 Early-time pulse

The early-time pulse is specified by Table 1 and equations 1 and 2.

where

t	time in s;
E_{AP}	electrical field strength of early-time pulse in V/m;
$E_{AP/\max}$	maximum value of electrical field strength of early-time pulse in V/m;
H_{AP}	magnetic field strength of early-time pulse in A/m;
Γ_0	wave impedance of free space (377 Ω);
τ_{AP}	time constant of falling edge of early-time pulse in s;
T_{AP}	nominal front time in s;
$t_{AP/\text{off}}$	time correction factor of early-time pulse in s;
η	scaling factor.

In Europe the electrical field of the early-time pulse is polarized horizontally with a maximum deviation of 30°.

Tabelle 1
Table 1

$E_{AP/\max}$	η	T_{AP}	τ_{AP}	$t_{AP/\text{off}}$
V/m		s	s	s
50×10^3	0,6822	$6,67 \times 10^{-9}$	$26,8 \times 10^{-9}$	$5,096 \times 10^{-9}$

Aus den Gleichungen 1 und 2 und den Werten der Tabelle 1 ergeben sich die in der Tabelle 2 angegebenen Daten.

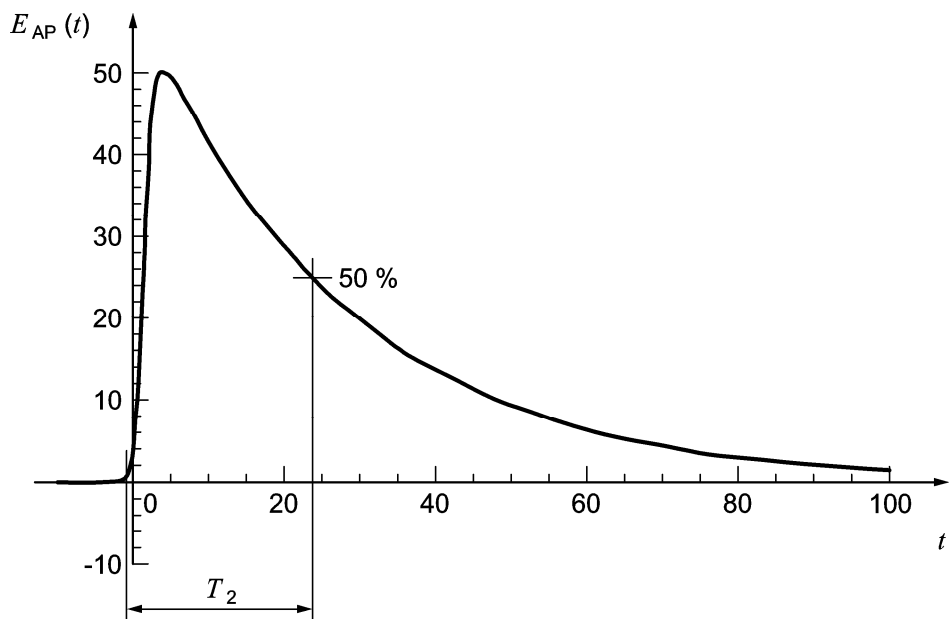
The data given in Table 2 are obtained by the equations 1 and 2 and the values of Table 1.

Tabelle 2
Table 2

$E_{AP/\max}$	T_1^a	T_2	$\int_0^\infty E \cdot dt$	$\frac{1}{\Gamma_0} \int_0^\infty E^2 \cdot dt$
kV/m	ns	ns	Vs/m	J/m ²
50	3,09	24,1	$1,52 \times 10^{-3}$	0,114
^a Anstiegszeit $T_a = 0,8 \times T_1$ (siehe Bild 3)				
^a Rise time $T_a = 0,8 \times T_1$ (see Figure 3)				

Die Bilder 2 und 3 zeigen den zeitlichen Verlauf des Anfangsimpulses nach Gleichung 1.

Figures 2 and 3 show the time history of early-time pulse in accordance with equation 1.



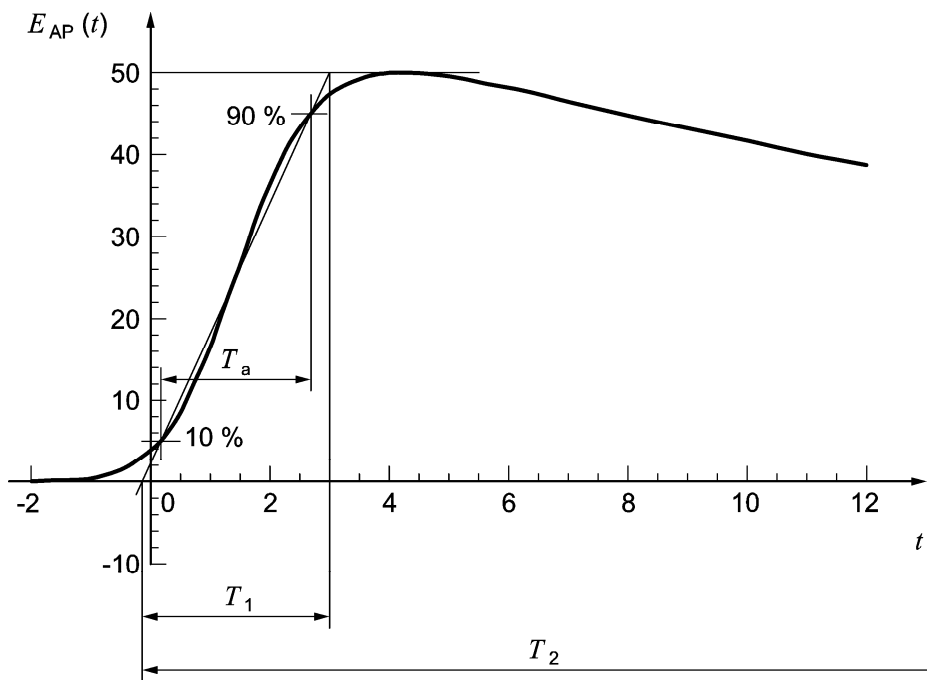
Legende

$E_{AP}(t)$ elektrische Feldstärke in kV/m
 t Zeit in ns
 T_2 siehe Tabelle 2

Key

$E_{AP}(t)$ electrical field strength in kV/m
 t time in ns
 T_2 refer to Table 2

Bild 2 — Zeitlicher Verlauf des Anfangsimpulses
Figure 2 — Time history of early-time pulse



Legende

$E_{AP}(t)$ elektrische Feldstärke in kV/m
 t Zeit in ns
 T_1 , T_2 und T_a siehe Tabelle 2

Key

$E_{AP}(t)$ electrical field strength in kV/m
 t time in ns
 T_1 , T_2 and T_a refer to Table 2

Bild 3 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 2
Figure 3 — Time history of the rising edge shown in Figure 2

4.3 Folgeimpuls

Der Folgeimpuls wird durch die Tabelle 3 und die Gleichungen 3 und 4 beschrieben.

$$E_{FP}(t) = \frac{E_{FP/\max}}{\eta} \times \frac{\left(\frac{t + t_{FP/\text{off}}}{T_{FP}}\right)^{10}}{1 + \left(\frac{t + t_{FP/\text{off}}}{T_{FP}}\right)^{10}} \times e^{-\left(\frac{t + t_{FP/\text{off}}}{\tau_{FP}}\right)} \quad \text{für Zeit } t \geq -t_{FP/\text{off}} \quad (3)$$

$$H_{FP}(t) = \frac{E_{FP}(t)}{\Gamma_0} \quad (4)$$

wobei

t	Zeit in s;
E_{FP}	elektrische Feldstärke des Folgeimpulses in V/m;
$E_{FP/\max}$	Maximalwert der elektrischen Feldstärke des Folgeimpulses in V/m;
H_{FP}	magnetische Feldstärke des Folgeimpulses in A/m;
Γ_0	Wellenwiderstand des freien Raumes (377 Ω);
τ_{FP}	Zeitkonstante der abfallenden Signalfanke des Folgeimpulses in s;
T_{FP}	Kennwert für die Stirnzeit des Folgeimpulses in s;
$t_{FP/\text{off}}$	Zeitkorrekturfaktor des Folgeimpulses in s;
η	Anpassungsfaktor.

4.3 Subsequent pulse

The subsequent pulse is specified by Table 3 and the equations 3 and 4.

where

t	time in s;
E_{FP}	electrical field strength of subsequent pulse in V/m;
$E_{FP/\max}$	maximum value of electrical field strength of subsequent pulse in V/m;
H_{FP}	magnetic field strength of subsequent pulse in A/m;
Γ_0	wave impedance of free space (377 Ω);
τ_{FP}	time constant of falling edge of subsequent pulse in s;
T_{FP}	nominal front time of subsequent pulse in s;
$t_{FP/\text{off}}$	time correction factor of subsequent pulse in s;
η	scaling factor.

Tabelle 3
Table 3

$E_{FP/\max}$	η	T_{FP}	τ_{FP}	$T_{FP/\text{off}}$
V/m		s	s	s
100	0,983	$8,05 \times 10^{-6}$	$0,98 \times 10^{-3}$	$6,3 \times 10^{-6}$

Aus den Gleichungen 3 und 4 und den Werten der Tabelle 3 ergeben sich die in der Tabelle 4 angegebenen Daten.

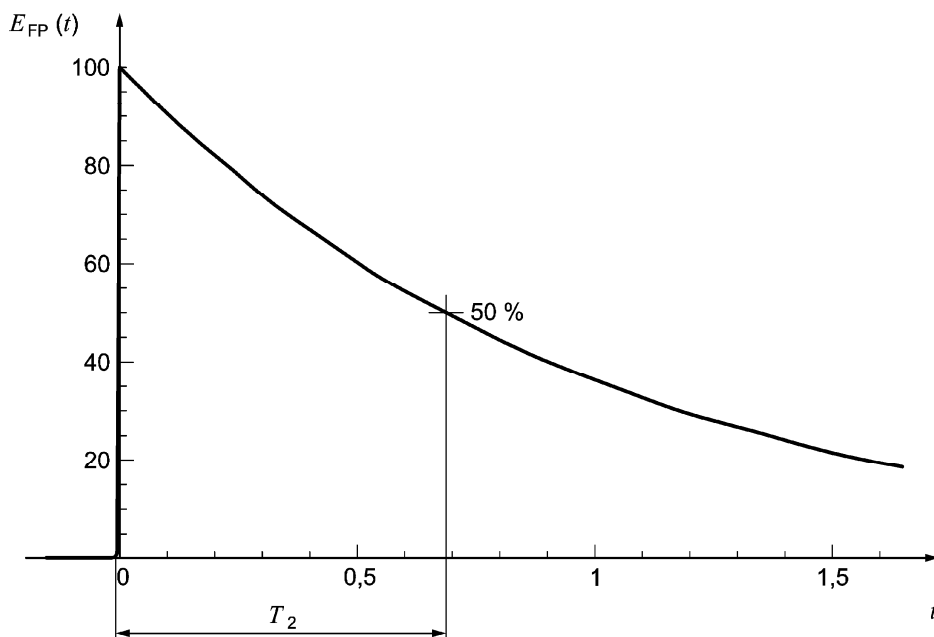
The data given in Table 4 are obtained by the equations 3 and 4 and the values of Table 3.

Tabelle 4
Table 4

$E_{FP/max}$	T_1^a	T_2	$\int_0^\infty E \cdot dt$	$\frac{1}{\Gamma_0} \int_0^\infty E^2 \cdot dt$
V/m	μs	μs	Vs/m	J/m ²
100	4,58	693	$98,87 \times 10^{-3}$	$13,2 \times 10^{-3}$
^a Anstiegszeit $T_a = 0,8 \times T_1$ (siehe Bild 5)				
^a Rise time $T_a = 0,8 \times T_1$ (see Figure 5)				

Die Bilder 4 und 5 zeigen den zeitlichen Verlauf des Folgeimpulses nach Gleichung 3.

Figures 4 and 5 show the time history of the subsequent pulse in accordance with equation 3.

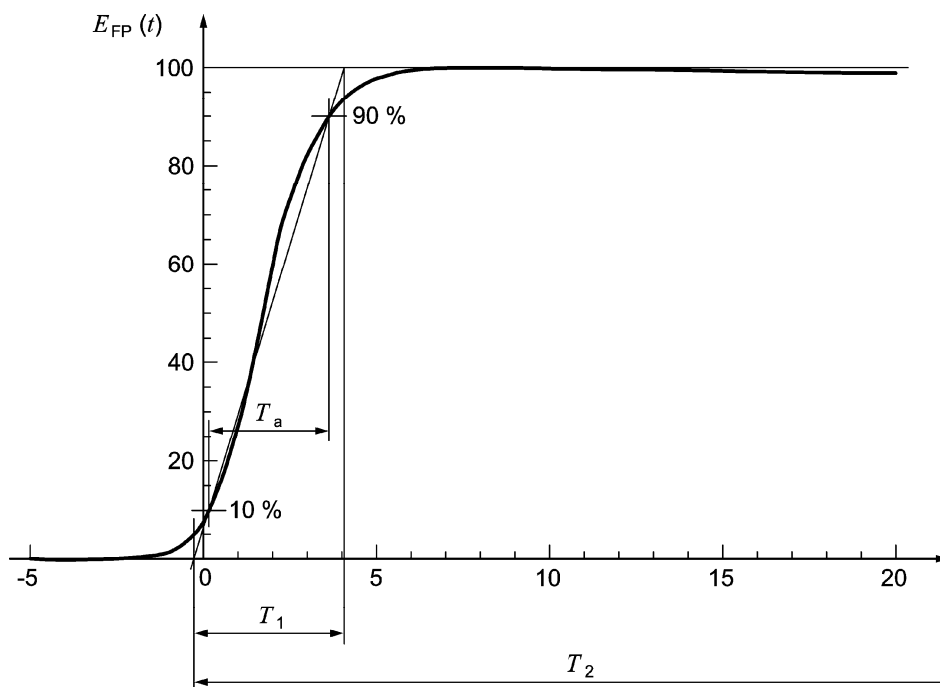
**Legende**

$E_{FP}(t)$ elektrische Feldstärke in V/m
 t Zeit in ms
 T_2 siehe Tabelle 4

Key

$E_{FP}(t)$ electrical field strength in V/m
 t time in ms
 T_2 refer to Table 4

Bild 4 — Zeitlicher Verlauf des Folgeimpulses
Figure 4 — Time history of subsequent pulse

**Legende**

$E_{FP}(t)$ elektrische Feldstärke in V/m
 t Zeit in μ s
 T_1 , T_2 und T_a siehe Tabelle 4

Key

$E_{FP}(t)$ electrical field strength in V/m
 t time in μ s
 T_1 , T_2 and T_a refer to Table 4

Bild 5 — Zeitlicher Verlauf des Anstiegs der Kurve nach Bild 4
Figure 5 — Time history of the rising edge shown in Figure 4