

# Praxiswissen

## Schnelle Transienten

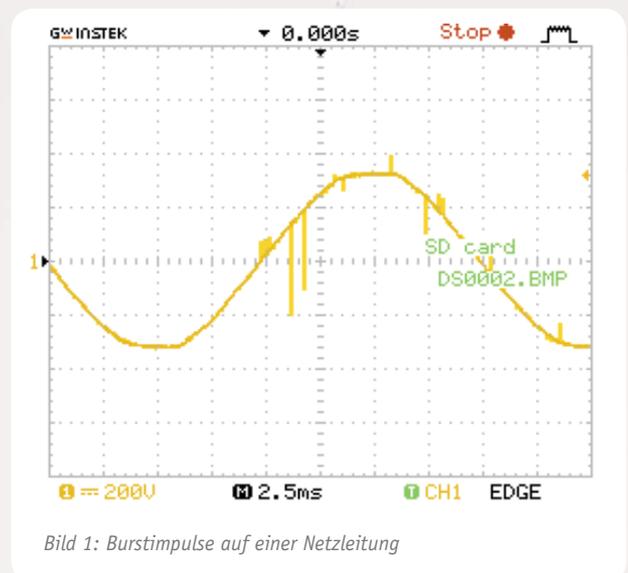


Bild 1: Burstimpulse auf einer Netzleitung

### Praxiswissen: Schnelle Transienten

Der Begriff Transient wird im Englischen als vorübergehend, kurzlebig bzw. vergänglich beschrieben. Die lateinische Sprache leitet diesen Begriff von transire ab, was hier so viel wie durchqueren oder durchziehen bedeutet. Aus beiden Ableitungen gemeinsam kann man diesen Begriff in der Elektrotechnik als „störenden Impuls“ bezeichnen. Im Fachjargon wird der Transient auch als Burstimpuls bezeichnet.

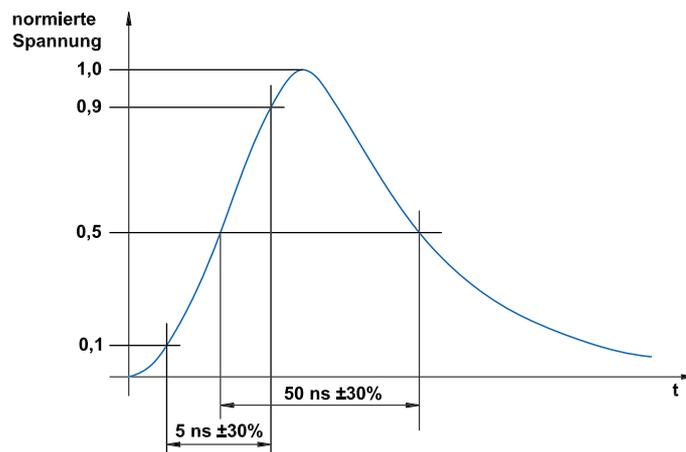


Bild 2: Der nach EN 61000-4-4 normierte Prüfimpuls für den Nachweis der Störfestigkeit elektronischer Geräte

Ein Transient ist ein Impuls, aber auch eine Reihe von Impulsen, die ein elektronisches Gerät oder eine Anlage in der Funktion beeinflussen kann. Ein derartiger Impuls kann durch einen Störer in die Spannungsversorgung oder auf Signal- und Steuerleitungen eingekoppelt werden, z. B. durch Schalthandlungen, Relais-/Schüttschaltungen usw.

Der Betrag dieser Impulse kann mitunter in der normalen Anwendungsumgebung bis zu 2 kV betragen, in industriellen Umgebungen auch bis zu 4 kV und höher – womit auch die später beschriebenen Prüfschärfegrade begründet sind.

Burstimpulse sind – wie bereits oben gesagt – schnelle, energiearme Impulse, die an Stromversorgungs-, Steuer- und Signal- sowie Erdanschlüssen eingekoppelt werden können. Beispielsweise entsteht durch das Öffnen von induktiv belasteten Kontakten diese Impulsart, die aus Paketen sehr schneller Impulse bestehen kann. Hier spielt sowohl die gespeicherte Energie der Induktivität wie auch die Impedanz des Versorgungsnetzes eine große Rolle.

Bild 1 zeigt typische Burstimpulse auf einer Versorgungsleitung. Dieses Bild ist mit einem Burstgenerator im hausinternen ELV-Labor simuliert worden. Man erkennt hier deutlich Spannungsspitzen und Spannungseinbrüche. Diese können ein elektronisches

Gerät in der Funktion ganz wesentlich, bis hin zum Ausfall, beeinflussen. Natürlich kann man mit entsprechenden Messgeräten auch reale Störungen statt der Impulse aus dem Burstgenerator aufzeichnen, um eventuelle hochgradige Störer nachzuweisen. Hinsichtlich des möglichen Vorhandenseins dieser Störungen ist es also erforderlich, dass elektronische Geräte prinzipiell „immun“ gegen solche Störungen sein müssen!

### Die Prüfnorm und die Prüfung

Ebenso wie für andere EMV-Phänomene wie z. B. ESD (Electrostatic Discharge – elektrostatische Entladungen) usw. ist auch das Burstphänomen in einer Norm genauestens beschrieben. Die Norm EN 61000-4-4 beschreibt die Prüf- und Messverfahren, ebenso die Prüfschärfegrade. Produktnormen und Fachgrundnormen beziehen sich auf diese Norm.

Der Inhalt der EN 61000-4-4 beschreibt unter anderem, wie ein einzelner Prüfimpuls durch einen Prüfgenerator nachgebildet werden muss. Ein solcher Normimpuls ist in Bild 2 abgebildet. Gemäß EN 61000-4-4 kann mit diesem Normimpuls die Störfestigkeit an einem elektronischen Gerät nachgewiesen werden. Wie erwähnt, treten die Burstimpulse meist in einem Paket auf. Der Prüfgenerator generiert mit dem beschriebenen Normimpuls auch Burstpakete, wie in Bild 3 gezeigt.

In Tabelle 1 sind die Prüfschärfegrade (Prüfpegel) mit den zugehörigen Parametern der Prüfimpulse aufgeführt. In den einzelnen Produktnormen ist dazu festgelegt, mit welchen Schärfegraden und Wiederhol frequenzen zu prüfen ist. Ist in einer Norm der Prüfschärfegrad 3 angegeben, so sind an dem Gerät auch die Prüfschärfegrade 1 und 2 zu prüfen. Grund dafür sind eventuell eingebaute, vor Überspannung schützende Bauteile

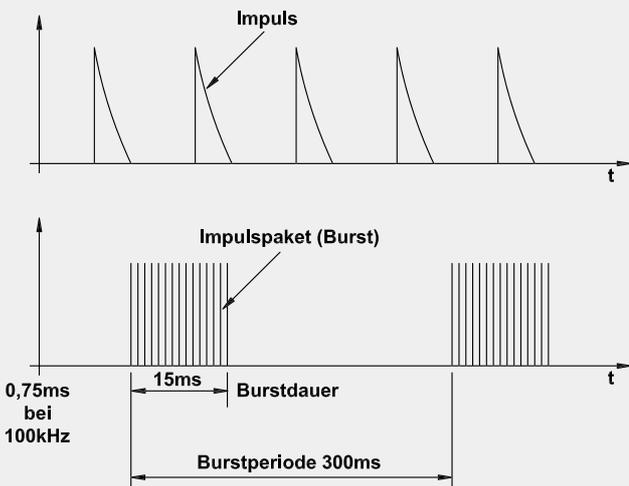


Bild 3: Ein mit dem Prüfgenerator erzeugtes Burstpaket aus normierten Einzelimpulsen

(Varistoren, Transildioden usw.), die erst ab einer definierten Spannung ansprechen. Spricht ein genanntes Bauteil erst ab 1 kV an, so kann bei dem Prüfschärfegrad 1 (0,5 kV) ein Fehler bzw. eine Fehlfunktion an dem Gerät auftreten. Dies darf nicht vernachlässigt werden.

In Bild 4 ist ein typischer Burstgenerator zu sehen. Dieser Burstgenerator besitzt intern ein Koppelnetzwerk, mit dem auf eine Netzleitung Burstpakete eingekoppelt werden können. Bild 5 zeigt die Schaltung eines vergleichbaren Koppelnetzwerkes für eine dreiphasige Wechselstromversorgung. Ebenso verfügt dieser Generator über einen koaxialen Hochspannungsausgang. An diesem Hochspannungsausgang kann eine Koppelzange angeschlossen werden. Mit deren Hilfe können alle Anschlüsse von

Signal-, Daten- und Steuerleitungen geprüft werden. Bild 6 zeigt eine derartige Koppelzange.

Längs der Koppelzange wird dann eine zu prüfende Leitung gelegt, der Deckel ist während der Prüfung geschlossen.

Auf Grundlage der Norm EN 55024 (anzuwenden bei der Prüfung der Störfestigkeit von Einrichtungen der Informationstechnik) wollen wir nun als Anwendungsbeispiel ein Gerät prüfen. Zu bemerken ist hier, dass ein zu prüfendes Gerät das Bewertungskriterium einhält. Alle europäischen Normen fordern meist unabhängig von der Prüfspannung das Bewertungskriterium „B“, wobei es jedoch Ausnahmen gibt. Für die Ausnahmen können die Bewertungskriterien „A“ und „C“ angewendet werden. Wird ein Gerät nach Bewertungskriterium „A“ bewertet, so muss das Gerät auch während der Prüfung fehlerfrei arbeiten. Wird es nach Kriterium „C“ bewertet, so ist ein Funktionsausfall erlaubt, wenn sich durch Eingreifen diese wiederherstellen lässt. Gespeicherte Daten dürfen jedoch nicht verloren gehen. Die Stufe „B“ besagt, dass ein Gerät während der Prüfung in seiner Funktion beeinträchtigt werden darf.

Nach der Prüfung muss der Prüfling wieder in seinen Betriebszustand zurückkehren. Das Gerät darf dabei während der Prüfung keinen unsicheren Zustand annehmen. Als zu vermeidendes Beispiel können hier Maschinen genannt werden, die eventuell selbsttätig während der Prüfung anlaufen und dadurch Menschen gefährden können.

## Das Test-Beispiel

In unserem Beispiel wollen wir eine „Burstprüfung“ an einer Makrosteuerung aus dem FS20-Haussteuerungssystem (FS20 MST2, vorgestellt im ELVjournal 3/2011) betrachten. Bei dieser Prüfung hat sich gezeigt, dass ein korrekter Messaufbau unbedingt einzuhalten ist. Die Norm EN 55024 bezieht sich auch auf die Norm EN 61000-4-4. Hier wird der Messaufbau „weitgehend“ genau beschrieben. Ein typischer Messaufbau hierzu ist in Bild 7 zu sehen. Er zeigt eine „Burstprüfung“ mit einer Koppelzange auf einer USB-Verbindung.

Die Norm EN 61000-4-4 besagt, dass eine Entkoppelungseinrichtung zwischen der Koppelzange und den Zusatzgeräten eingefügt werden muss. In unserem Fall ist das Zusatzgerät ein Notebook. Wie die Ent-

## Leerlauf-Ausgangsprüfspannung und Wiederholrate der Impulse

| Schärfegrad | Stromversorgungsanschluss, PE |                   | E/A-(Ein-/Ausgangs-) Anschlüsse von Signal-, Daten- und Steuerleitungen |                   |
|-------------|-------------------------------|-------------------|---|-------------------|
|             | Spannungsspitzenwert kV       | Wiederholrate kHz | Spannungsspitzenwert kV   | Wiederholrate kHz |
| 1           | 0,5                           | 5 oder 100        | 0,25  | 5 oder 100        |
| 2           | 1                             | 5 oder 100        | 0,5   | 5 oder 100        |
| 3           | 2                             | 5 oder 100        | 1   | 5 oder 100        |
| 4           | 4                             | 5 oder 100        | 2   | 5 oder 100        |

Tabelle 1



Bild 4: Ein Burstgenerator kann sowohl die Einzelimpulse als auch Burstpakete für die Prüfung nach EN 61000-4-4 erzeugen.

koppeleinrichtung auszusehen hat, beschreibt die Norm jedoch nicht ausreichend, hier ist die Erfahrung und das Wissen des Prüfers zum Prüfobjekt und zu den beteiligten Geräten gefragt.

Vor der abgebildeten Prüfung wurde bereits eine Prüfung mit einer von Bild 7 abweichenden Entkoppeleinrichtung (siehe Bild 8) durchgeführt. Diese Entkopplung stellte sich als ungenügend heraus. Nach der Prüfung konnte der Prüfling nicht mehr vom Notebook angesprochen werden. Dies ist nach Bewertungskriterium „B“ nicht zulässig. Der Prüfling hätte die Prüfung nicht bestanden. Auffällig war jedoch, dass während der Prüfung der Mauszeiger auf dem Notebook-Bildschirm verschiedene Positionen einnahm – ohne Einwirkung von außen! Die Vermutung lag nahe, dass das Notebook die Verbindung zum Prüfling abgebrochen hatte. Eindeutig nachgewiesen werden konnte dieser Umstand, nachdem die Entkopplungseinrichtung, wie in Bild 7 gezeigt, erweitert wurde. Diese Entkopplungseinrichtung besteht hier aus einfachen, handelsüblichen Ringferriten (Klappferriten).

Hier zeigte sich, dass der Prüfling ohne Fehler bzw. Fehlfunktionen arbeitete, auch während der Prüfung. Eine genaue Analyse des Messaufbaus ersparte hier zeitraubende Entstörmaßnahmen im Rahmen der eigenen Entwicklung. Die Prüfung der Makrosteuerung galt somit als bestanden und konnte abgeschlossen werden. **ELV**

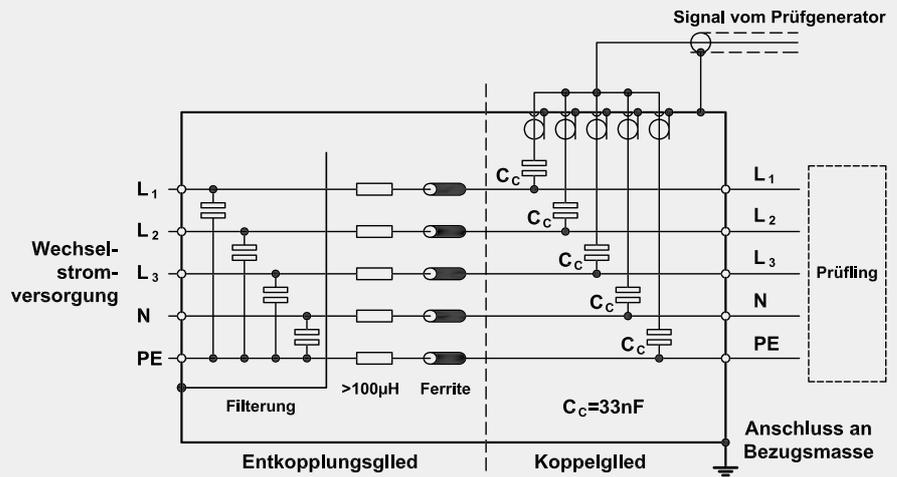


Bild 5: Über ein solches Koppelnetzwerk (3 Phasen) erfolgt das Einkoppeln der Prüfpulse.

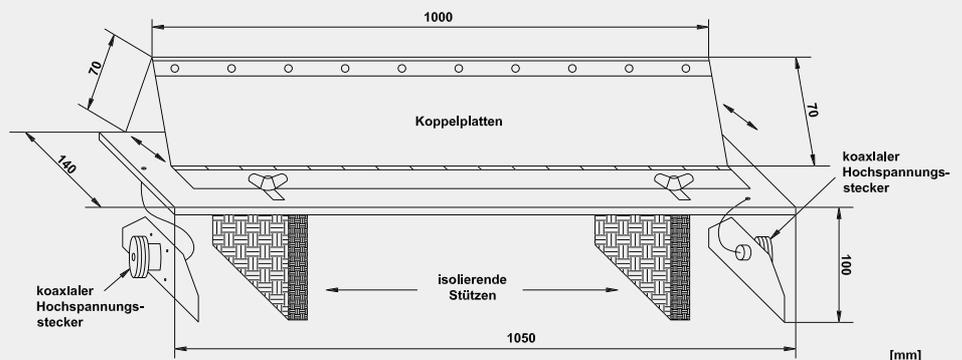


Bild 6: Eine Koppelzange für das Einkoppeln der Störpulse und ihr Aufbau



Bild 7: Typischer Messaufbau für die Prüfung: Über die Koppelzange werden die Prüfpulse eingekoppelt, eine ausreichende Anzahl an Klappferriten bildet die Entkopplungseinrichtung zum Notebook.



Bild 8: Ungenügende Entkopplungseinrichtung – die Folge war ein Ausfall der Verbindung zum Prüfling.