

# Surge Prüfung, asymmetrische Einwirkung bei Klasse II Geräten

Dr.-Ing. Dieter Schreiber, EMC Testhaus Dr. Schreiber GmbH, Siegen

## 1. Grundlagen

Der Surge Impuls wurde in den achziger Jahren als Standardpuls gewählt, um die Auswirkungen von Schaltvorgängen bis hin zu Blitzeinschlägen zu simulieren. Die Väter der Normen legten folgende Eckwerte fest, die bis heute unstrittig sind: Die Leerlaufpulsform hat eine Anstiegszeit von  $1,2 \mu\text{s}$  und eine Dauer von  $50 \mu\text{s}$ .

Man geht davon aus, dass bei Normalumgebung ein Blitzeinschlag eine Phase gegenüber der anderen um bis zu 1 kV anheben kann. Diesem Puls schreibt man einen hohen Energiegehalt zu, gekennzeichnet durch die Parameter Innenwiderstand  $2 \Omega$  und Koppelkapazität  $18 \mu\text{F}$ . Wird durch den Blitzeinschlag die Phase gegen  $P_e$  angehoben, rechnet man mit höherer Spannung aber geringerer Energie. D.h. 2 kV in Normalumgebung; Innenwiderstand  $10 \Omega$  (+ Generatorinnenwiderstand  $2 \Omega$ ) und Koppelkapazität  $9 \mu\text{F}$ . Die Aufgabe der Surge Prüfung ist es, diese Stresdaten, die das Gerät in der Realität erleben kann, so gut wie möglich nachzubilden (Kurvenform, Innenwiderstand, Koppelkapazität).

### 1.1 Einfluss der PEN Struktur

Ein Vorgang der realen Welt ist aber noch bei der Prüfung zu berücksichtigen: Wie Bild 1b zeigt, ist der N Leiter mit dem PE Leiter verbunden, zumindest in Mitteleuropa; die Verbindungsimpedanz kann heruntergehen bis  $6 \mu\text{H}$ . Hebt der Blitzeinschlag die Leitung L um 2 kV gegenüber  $P_e$  an, so übernimmt die Strecke L – N einen erheblichen Teil der Pulsspannung. Wird die Eingangsimpedanz des Gerätes/Prüflings durch einen Trafo bestimmt, fängt sie sich sicher mehr als die Hälfte ab, also mehr als 1 kV; je größer ein X-Kondensator im Geräteeingang ist, desto geringer wird die Spannungsbelastung.

## 2. Aufbau des Prüfplatzes

Diesem Phänomen muss beim Aufbau des Surge Prüfplatzes Rechnung getragen werden. Die Bilder 1a und 2a zeigen, dass es im Koppelnetzwerk des Surge Prüfplatzes eine Impedanz zwischen N und  $P_e$  gibt, die wie in der realen Welt dazu führt, dass der Surge puls, aufgebracht zwischen L und  $P_e$  zu einer Stressbelastung zwischen L und N führt. Man kann bezweifeln, ob die Verbindungsimpedanz von N zu  $P_e$  die bestmögliche Nachbildung der Realität ist, aber in der Testpraxis zeigt sich, dass die in der Realität auftretenden Pulsbelastungen der L – N Strecken bei der L- $P_e$  Surge Prüfungen mehr als 50% ausmachen können, abhängig von der Eingangsimpedanz des Prüflings. Also eine 2 kV L- $P_e$  Surge Prüfung kann die L-N Strecke mit mehr als 1 kV belasten, 1,6 kV haben wir in der Prüfpraxis gemessen.

Die Bilder 1a und 1b sind für Klasse II Geräte/Prüflinge skizziert, die also selbst keinen  $P_e$  Anschluss haben. Der L gegen  $P_e$  Surge Puls belastet somit im Einklang mit der realen Umgebung die L gegen N Strecke, obwohl der Prüfling keinen  $P_e$  Anschluss besitzt. Bild 2a und 2b zeigen, dass die etwa gleichen Verhältnisse für die Klasse I Prüflinge/Geräte gelten. Ein eventuell vorhandener Y-Kondensator erniedrigt noch die Koppelimpedanz zwischen N und  $P_e$  und erhöht damit noch den L-N Pulsspannungswert.

## 3. Trend in der Normung

Die aktuelle EN61000-4-5 (2006) erlaubt es, die asymmetrische Surge Prüfung (L -  $P_e$ ) bei Klasse II Geräten auszulassen, wenn keine Verbindung zu Erde vorliegt. Bei Versorgungsnetzen mit PEN Leiter liegt diese Verbindung jedoch immer vor. In der Realität kann die Leitung eine Länge von nur einem Meter haben. Wenige  $\mu\text{H}$ , Bruchteile

von Ohm; wenn das keine Verbindung zur Erde ist. Sie können die Prüfung also nur auslassen, wenn Sie den Einsatz des Gerätes in Mitteleuropa ausschließen können. Unverständlich ist nur, dass der neue Normentwurf (3. Edition (77B 681 CD)) diesen Test eliminieren will. Der Pe Surge Test soll bei Klasse II Geräten nur noch durchgeführt werden, wenn ein „dedicated Pe Terminal“ vorhanden ist. Ein Gerät, das diese neue Normprüfung besteht, hat keinen Nachweis erbracht, dass es die Schutzziele der Richtlinie erfüllt. Die Konsequenz ist, dass die Anzahl der Schäden bei Blitzschlag zunehmen wird, bzw schon zugenommen hat, weil im Vorgriff auf die Änderung der Norm bereits diese „Erleichterung“ angewendet wird.

Die Begründung für das Weglassen der L – Pe Surge Prüfung bei Klasse II Prüflingen ist, dass die unzureichende Definition der Koppelnetzwerke zu so unterschiedlichen Prüfbelastungen der L – N Strecke führt, dass es aus Gründen der Nichtreproduzierbarkeit der Prüfergebnisse nicht mehr vertretbar ist. Diese Begründung ist aber nicht überzeugend, so lange diese Prüfung bei Klasse I Geräten gefordert wird. Den dort treten genau die gleichen, von dem Aufbau der Koppelnetzwerke abhängigen Unterschiede der L-N Prüfbelastung auf, wie ein Vergleich der Bilder 1a und 2a zeigt.

#### **4. Vorschlag für Ergänzung des Koppelnetzwerkes**

Statt eine Prüfung, die einen in der Realität auftretenden Stress simuliert, auszulassen, sollte es das Ziel sein, die Definitionen für das Koppelnetzwerk entsprechend zu ergänzen. Eine Koppelnetzwerksimpedanz, die sich an der realen Gegebenheiten orientiert, könnte definierte Verhältnisse schaffen. Bild 3 zeigt, wie man die in der Realität vorliegende PEN Verbindung an das Koppelnetzwerk angliedern könnte. Diese Induktivität könnte man als einfache Lösung als Steckmodul vor das Koppelnetzwerk platzieren. Eine komfortable Lösung mit Schutzsteuerung wäre auch denkbar. Die N – Pe Kopplung würde dann von dem definierten Element bestimmt; der Einfluss des bisherigen Schutzfilters würde damit reduziert.

Der Ansatz die L – Pe Prüfung der Klasse II Geräte durch eine weitere L-N Prüfung mit höherem Level zu ergänzen enthält wesentliche Nachteile:

- 1.) Das bislang verschwiegene Problem bei den Klasse I Geräten wird nicht gelöst.
- 2.) Man müsste eine L - N Surge Prüfung mit dem Generatorinnenwiderstand der L-Pe Prüfung durchführen. Das ist mit den bisherigen Koppelnetzwerken nicht möglich.
- 3.) Den Effekt, dass ein Gerät den Stress durch einen Blitzeinschlag (L – Pe) durch seine eigene Eingangsimpedanz reduzieren kann, wird nur teilweise Rechnung getragen

Ich kann Ihnen nur empfehlen, unabhängig davon ob Sie diese Prüfung durchführen lassen oder nicht, denken Sie daran, dass für den Netzeingangsgleichrichter eine Sperrspannungsfestigkeit gewählt werden muss, die sich nicht an dem 1 kV Surge Puls orientieren darf, sondern, dass man mit mindestens 50% mehr rechnen muss.

#### **5. Erkenntnisse für die Praxis**

Eine Prüfung kann man jedoch mit gutem Gewissen jetzt schon bei den Klasse II Prüflingen auslassen: Bei der Betrachtung von Bild 1 oben kann man sehen, dass die Belastung der L – N Strecke im Prüfling bei den Tests L gegen Pe und N gegen Pe identisch ist. Die Prüfung bei 90° L – Pe ist identisch zu 270° Prüfung N – Pe. Für Klasse II Geräte reicht die Prüfung L – Pe; N gegen Pe ist nicht erforderlich.

Aus diesen ganzen Überlegungen ergibt sich eine Erkenntnis zu Abhilfemaßnahmen bei Surgeproblemen: In der Regel gilt bei einem negativen asymmetrischen L – Pe Surgeergebnis, dass Sie in der L – Pe Strecke keine Schutzelemente einbauen können. Einen Schutzmechanismus zwischen L und Pe ist praktisch nicht möglich. Die Safetynormen fordern Isolationsprüfspannungen bis zu 1,7 kV und in den nordischen Ländern sind Varistoren an dieser Stelle prinzipiell nicht erlaubt .

Zwischen L und Pe liegt oft nur ein Y-Kondensator, den man durch einen Surge Puls im Normalfall nicht beschädigen kann. Der Schaden tritt, wie nach unseren obigen Überlegungen plausibel ist, meistens zwischen L und N auf. Dort ist der Einsatz von Varistoren möglich. Der Varistor muss dann so dimensioniert werden, dass er über 1,3 kV (1 kV plus Netzspannung) bei einem Innenwiderstand des Generators von  $2 \Omega$  aushält, sondern auch die im ungünstigsten Fall auftretenden 1,9 kV aber mit einem größeren Innenwiderstand von mindestens  $12 \Omega$ .

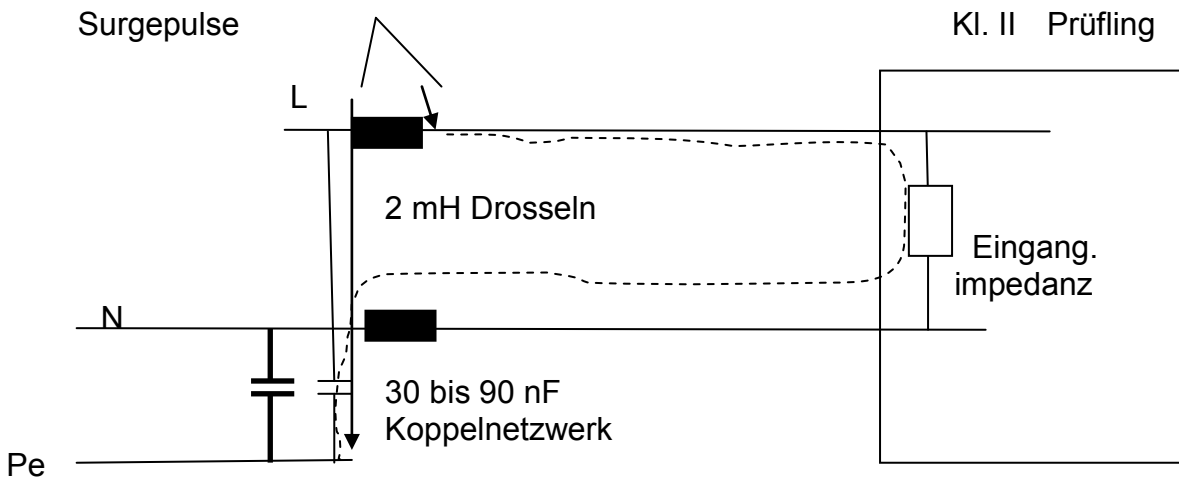


Bild 1a: Prüfplatzstruktur für Klasse II Prüflinge

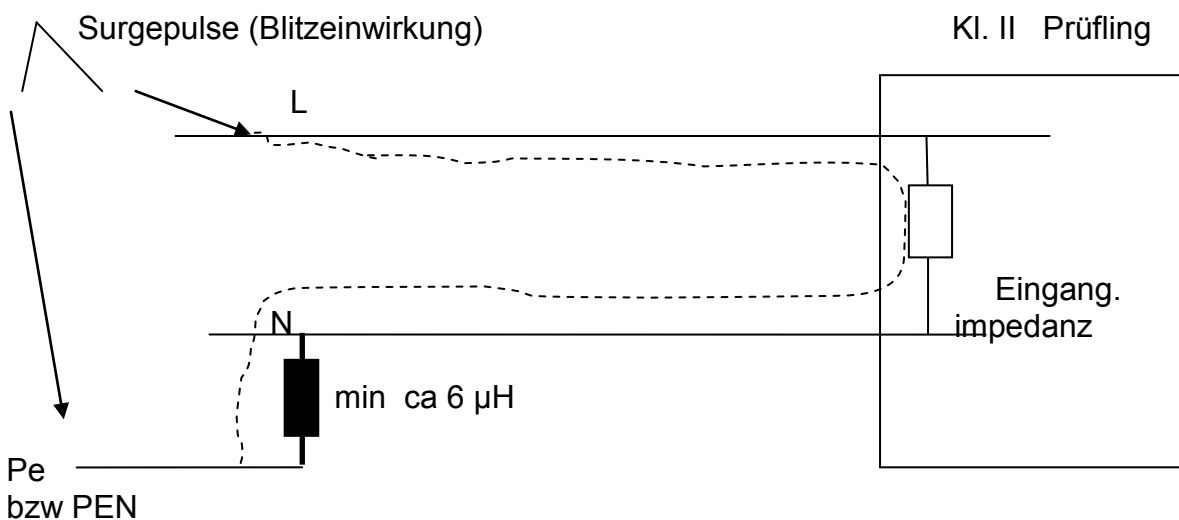


Bild 1b: Klasse II Gerät/Prüfling bei realer Anwendung

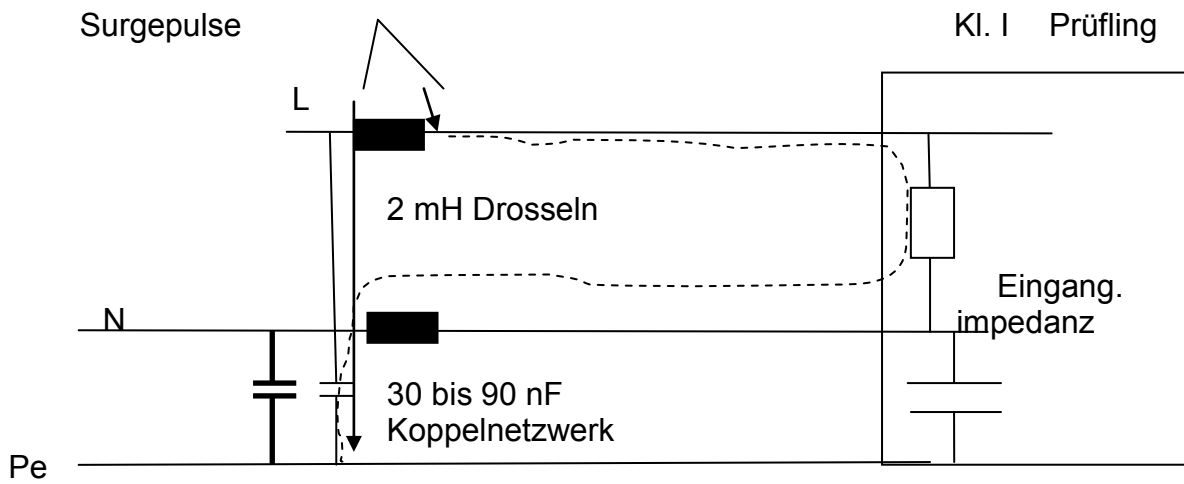


Bild 2a: Prüfplatzstruktur für Klasse I Prüflinge

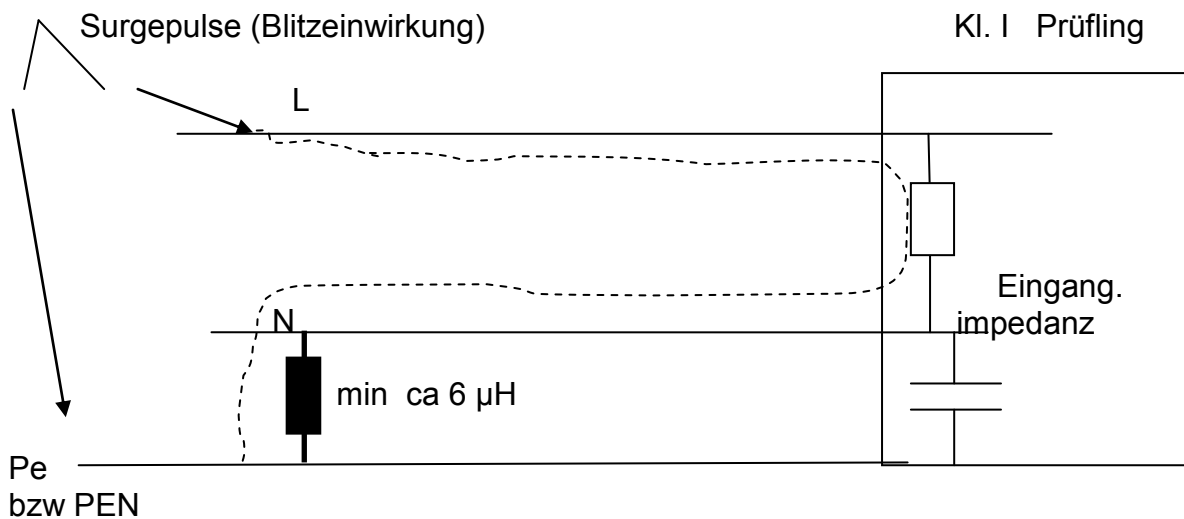


Bild 2b: Klasse I Gerät/Prüfling bei realer Anwendung

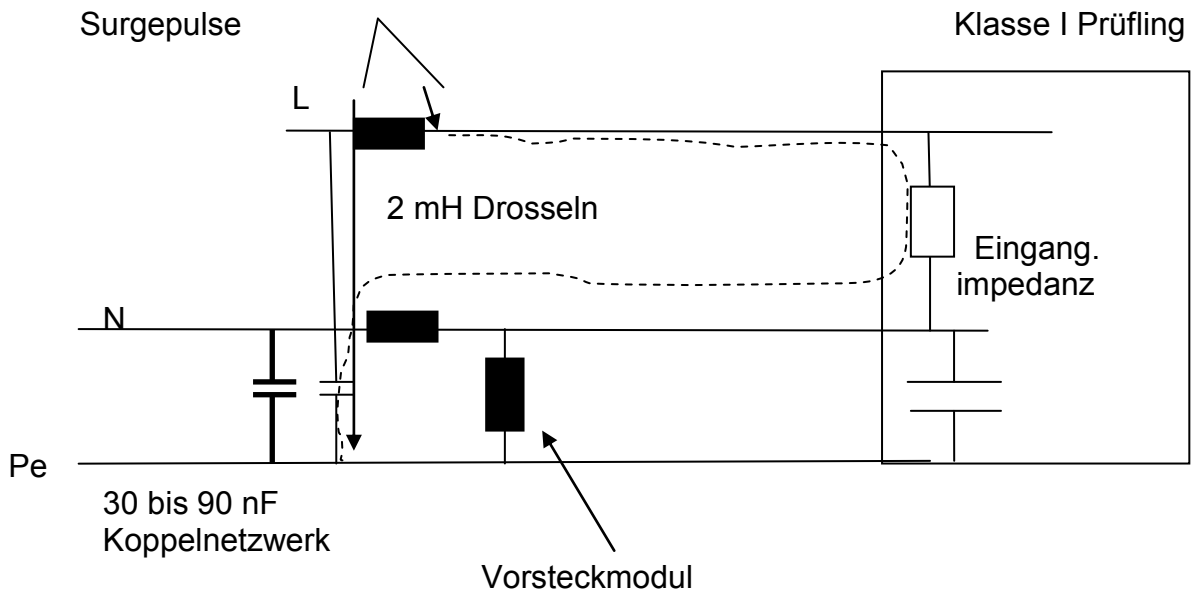


Bild 3a: Prüfplatzstruktur für Klasse I Prüflinge mit vorgeschlagener Änderung

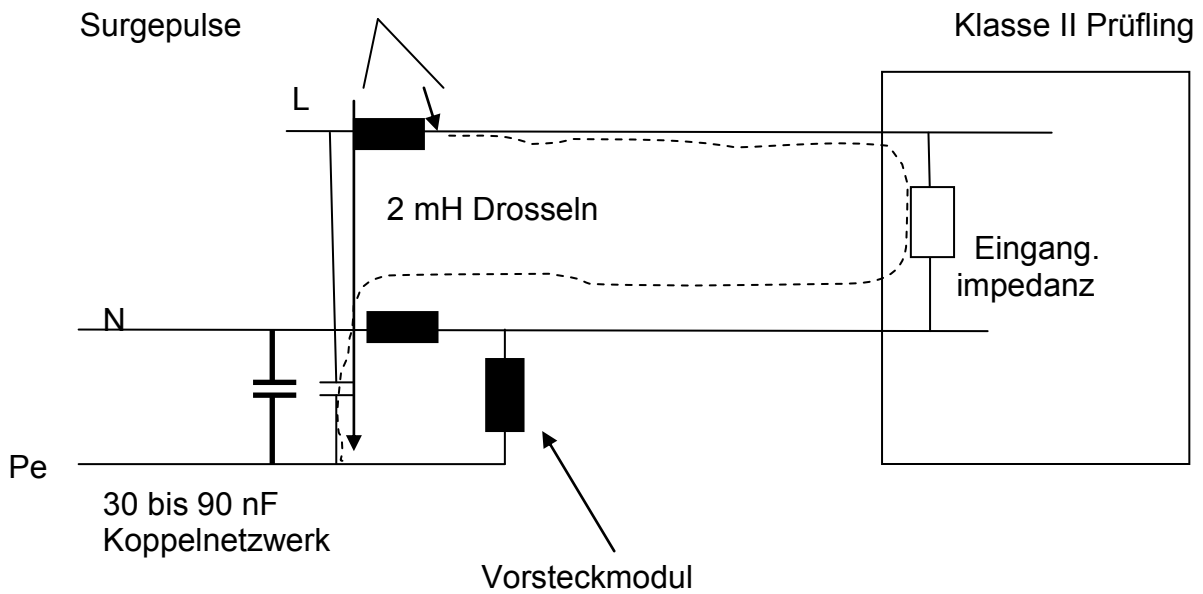


Bild 3b: Prüfplatzstruktur für Klasse II Prüflinge mit vorgeschlagener Änderung