

# Untersuchung Überspannungsschutzstecker

Wilhelm, DL6DCA, 16.04.2024



Heute einmal etwas ohne Hochfrequenz, aber genauso wichtig für den Schutz von Elektrogeräten und somit auch Funkgeräten gegen Überspannung.

Es ist bekannt, dass bei Ausfall der Netzspannung und dem Wiedereinschalten derselben Überspannungen im Netz auftreten können, da sich gleichzeitig viele induktive Verbraucher durch eine kurzzeitige höhere Induktionsspannung bemerkbar machen. Ein weiteres Problem stellen nahe Blitzeinschläge dar, die ebenfalls durch Induktion im Leitungsnetz zu Spannungsspitzen führen können.

Anlässlich einer Auflösung eines Elektrofachgeschäftes wurden über die Jahre gehortete Gegenstände entsorgt und ich konnte einige Überspannungsschutzstecker der Firma Kopp sichern. Was liegt da näher, als einmal einen solchen Stecker zu öffnen um festzustellen, wie der Überspannungsschutz realisiert wird.



Geräteangaben auf dem Gehäuse

Wie man der Gerätezeichnung entnehmen kann, handelt es sich um ein 4 A 220 V~ Exemplar. Die 220 V~ deuten darauf hin, dass die Stecker vor 1987 in den Verkehr gebracht wurden. Bis 1987 war die Netzspannung in Europa und somit auch in Deutschland auf 220 V~ festgelegt. Nach 1987 wurde die Netzspannung auf 230 V~  $\pm$  10 % erhöht. Für die Netzfrequenz sind 50 Hz  $\pm$  0,2 Hz nominal festgelegt. Wenn man sich die zulässige Spannungstoleranz anschaut, ist die zulässige Bandbreite von 207 V~ bis 253 V~ doch beachtlich. Insbesondere wenn man an alte Geräte wie z.B. Röhrenradios denkt, wo es kaum eine interne Spannungsregelung gab.



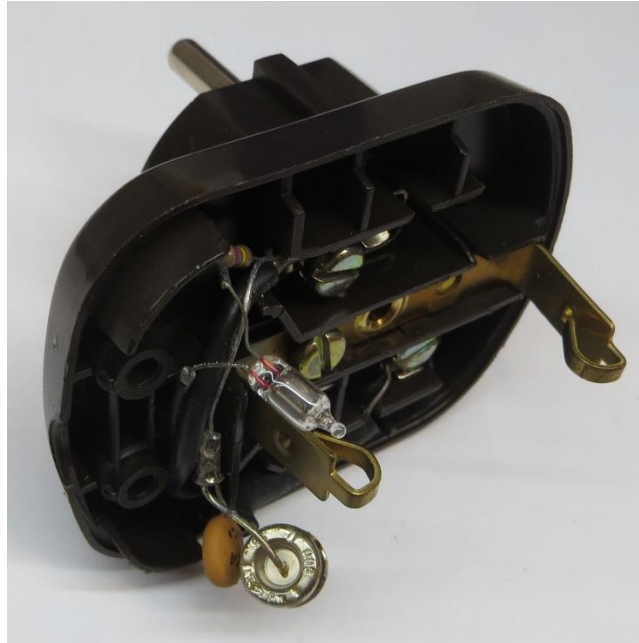
**Lage der Sicherung auf Steckerseite**

Auf der Steckerseite sieht man zwischen den Steckkontakten einen weißen Streifen hinter dem sich ein Sicherungshalter verbirgt.



**Schmelzsicherung**

Es handelt sich um eine Flinke 4 A 250 V~ Schmelzsicherung mit Granulatfüllung zum Funkenchutz.

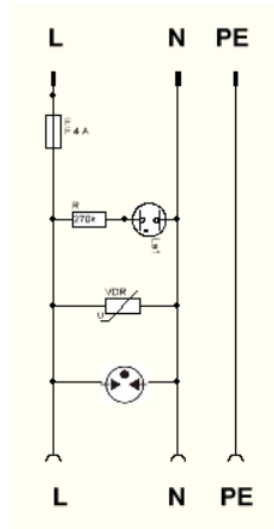


**Innenansicht #1 Steckergehäuse**



**Innenansicht #2 Steckergehäuse**

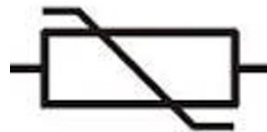
Wenn man das Gehäuse öffnet, kommen nur recht wenige Bauteile zum Vorschein. Wie man auf den Bildern erkennt liegen zwischen dem L- und N-Pol zum einen eine Glimmlampe mit 270 k $\Omega$  Vorwiderstand als Betriebsanzeige und eine Kombination aus parallelgeschaltetem Varistor und Gasableiter. Die von der Rückseite aus zugängliche Sicherung liegt zwischen einem Steckerkontakt und der Steckerbuchse.



Schaltplan

Der eigentliche Überspannungsschutz wird also durch den Varistor und den Gasableiter gebildet, die sich zwischen dem N- und L-Leiter befinden. Was sind das für Bauelemente und wie ist deren Funktion?

**Varistoren** sind vom Grundsatz her Widerstände die bei einer gewissen Spannungsbeaufschlagung hochohmig sind. Sie werden auch als VDR bezeichnet, was für **V**oltage **D**ependent **R**esistor steht; frei übersetzt: Spannungsabhängiger Widerstand.



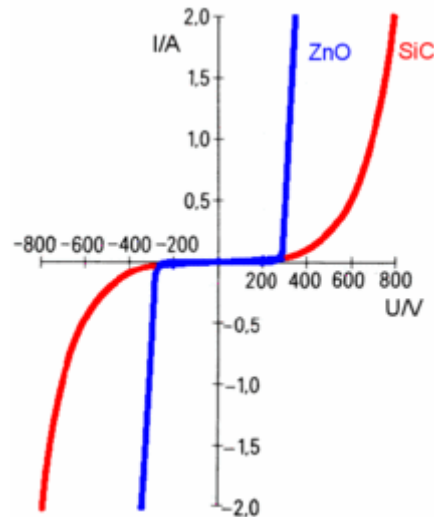
Schaltzeichen Varistor



Varistor (250 V Schwellspannung)

Normal fließt bei Spannungsbeaufschlagung ein kleiner Strom, das Bauteil ist hochohmig. Ab einer bestimmten, von der Materialmischung abhängigen Spannung, wird das Bauteil aber niederohmig; man spricht hier von der Schwellspannung.

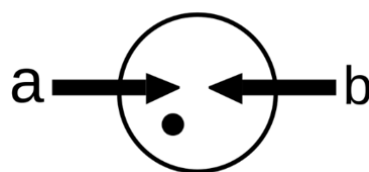
Wird diese Schwellspannung erreicht fließt durch den nunmehr kleinen Widerstand ein hoher Strom, der in unserer Schaltung praktisch für einen Kurzschluss sorgt. Sobald die Schwellspannung unterschritten wird, ist der Varistor wieder hochohmig. Varistoren werden wahlweise aus Siliziumkarbid oder Zinkoxid hergestellt, welches mit weiteren Stoffen gemischt, zu Scheiben gepresst und gesintert wird.



Typische Varistor Kennlinien aus [1]

Die Ansprechzeit von Varistoren liegt im Nanosekunden Bereich, also recht schnell. Im leitenden Zustand werden die Bauteile recht heiß und würden bei längerer Belastung sich selbst thermisch zerstören. Daher ist es wichtig, dass durch eine Sicherung der Stromfluss unterbrochen wird, um auch keine Brandgefahr zu haben. Ein weiterer Nachteil bei den Varistoren ist die Tatsache, dass die Kristallstruktur bei jedem Erreichen der Schwellspannung etwas abgebaut wird und sich damit dauerhaft selbst zerstört. Dieser Zustand ist nicht sichtbar und stellt damit eine Unwägbarkeit dar. Wer sich näher mit Varistoren beschäftigen möchte findet im Internet entsprechende Abhandlungen, u.a. [1].

**Gasableiter** bestehen im Wesentlichen aus zwei Kontaktflächen in einem Glas- oder Keramikkörper der mit einem Gasgemisch gefüllt ist. Bei Erreichen einer, von der Gas Mischung abhängigen, Zündspannung ionisiert das Gas zwischen den beiden Kontaktflächen und wird elektrisch leitend, sodass ein größerer Stromfluss zustande kommt. Diese Phase wird Glimmentladung genannt. Darauf fällt die Spannung strombedingt ab und es entsteht ein Lichtbogen mit hohem Stromfluss. Bei der Wechselspannung wird im Nulldurchgang die Ionisierung unterbrochen. Anders bei Gleichspannung wo die Ionisierung solange anhält, bis dass die Zündspannung unterschritten wird. Die Ansprechzeit von Gasableitern liegt im Mikrosekunden Bereich und ist somit deutlich langsamer als die der Varistoren. Im Vergleich zum Varistor können sie recht hohe Ströme ableiten. Zum weiteren Studium sind [2] und detaillierter [3] zu empfehlen.



Schaltzeichen Gasableiter



**Bild Gasableiter (600V Zündspannung)**

Auch Gasableiter unterliegen einem nicht sichtbaren Verschleiß, sind aber gegenüber Varistoren robuster. Vorteilhaft ist auch die geringe Kapazität des Aufbaus, wodurch solche Elemente durchaus in Hochfrequenzanwendungen zu keiner wesentlichen Impedanzverfälschung führen (siehe mein Bericht über Dioden-Limiter).

In der vorliegenden Beschaltung übernimmt der Varistor den ersten Schutz bei ca. 250 V und der Gasableiter als nächste Stufe ab ca. 600 V.

Varistoren und Gasableiter gibt es in vielen Spannungs- und Stromstärke-Variationen im einschlägigen Elektronikhandel. Seit einiger Zeit werden auch Aufbauten angeboten, die sowohl Varistor als auch Gasableiter in einem Bauteil haben. Die Kosten sind nicht sehr hoch.

Leider verfüge ich über keine regelbare Wechselspannungsquelle mit Strombegrenzung. Mittels regelbarem Trenntransformator und einem (quasi verkehrt herum) angeschlossenem 110 V~ auf 220 V~ Transformator konnte ich bis zu 480 V~ ohne Strombegrenzung erzeugen. Bei der üblichen Netzspannung von 230 V~ floss im Überspannungsschutzstecker ein Grundstrom von nur 0,65 mA (incl. Glimmlampe) der dann bei 280 V~ auf 5 mA anstieg. Bei weiterer Spannungserhöhung konnte man dann einen durch den Varistor bedingten schnellen Stromanstieg verzeichnen. Bei knapp 330 V~ verabschiedete sich angesichts der Dauerbelastung erwartungsgemäß der Varistor durch thermischen Tod mit einem Kurzschluss. Spannungsspitzen im Netz durch Induktion sind nur sehr kurze Impulse und keine Dauerbelastung, wie in meinem nicht gerade ausgeklügelten Testaufbau.

Als Erkenntnis ist festzuhalten, dass es durchaus einfache und effektive Möglichkeiten zum Überspannungsschutz gegen Impulse gibt, der auch im Rahmen unserer Funkgeräte sinnvoll ist. Einen echten Blitzeinschlag kann man dadurch nicht eliminieren, aber immerhin Spannungsüberhöhungen durch Induktionen im Netz und deren Folgen wirkungsvoll bekämpfen.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen. Kontakt bitte per Mail [dl6dca@darc.de](mailto:dl6dca@darc.de) oder Ortsfrequenz 144,575 MHz.

73 de Wilhelm DL6DCA

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Varistor>

[2] <https://de.wikipedia.org/wiki/Gasableiter>

[3] <https://citel.de/de/gasableiter-gasgefullte-funkenstrecken>