

Jürgen von den Driesch

# Überspannungs-Schutzbausteine automatisch geprüft

Elektronische Einrichtungen werden in wachsendem Maß durch Überspannungen gefährdet. Durch den Einsatz spezieller Schutzbausteine können sie vor Störung und Zerstörung geschützt werden. Aber: Was nutzt ein Schutz, dessen Schutzwirkung nicht überprüfbar ist? – Beschrieben wird ein Prüfgerät für Überspannungs-Schutzkaskaden, das sich auch von ungeschultem Personal bedienen läßt.

## Überspannungsschutz – Warum? – Womit?

Überspannungen entstehen z. B. durch atmosphärische Entladungen (Blitze) oder Schaltvorgänge an Induktivitäten (Schütze). Sie werden induktiv, kapazitiv oder galvanisch in elektronische Systeme eingekoppelt und können Störungen und Zerstörungen empfindlicher elektronischer Bausteine verursachen.

Um Überspannungen unschädlich zu machen, müssen sie vor der zu schützenden Schaltung auf ein ungefährliches Maß begrenzt und gegen Erde abgeleitet werden. Dies läßt sich mit gasgefüllten Überspannungsableitern, Varistoren und Suppressordioden erreichen. Für einen leistungsfähigen Schutz werden gezielte Kombinationen der genannten Elemente zu Schutzbausteinen zusammengeschaltet; die gegenseitige Entkopplung der einzelnen Schutzelemente geschieht über Widerstände oder Induktivitäten.

Die Schutzbausteine „Plugtrab“ aus dem „Trabtech“-Programm der Firma Phoenix Contact sind überwiegend aus allen drei genannten Bauelementen aufgebaut. Sie sind sorgfältig auf die unterschiedlichen zu schützenden Systeme abgestimmt. Für gängige Betriebsspannungen von 5...220 V sind ca. 60 Bausteine mit unterschiedlicher Komponentenauswahl und Schutzschaltung konzipiert. Wichtig ist dabei: Die Schutzelemente sind unvermascht in einem Steckerteil untergebracht, die zur Entkopplung verwendeten Induktivitäten im zugehörigen Basiselement (Bild 1). Der Stecker kann ohne Impedanzänderung oder gar Unterbrechung der signalführenden Leitungen gesteckt oder gezogen werden und – weil alle Bauelemente unvermascht vorliegen – auch

geprüft werden. Stecker und Basiselement sind korrespondierend nach Schaltung und Spannung mit Kunststoffstiften eindeutig codiert (Bild 2).

Diese Codierung sichert einerseits die Zuordnung eines Steckers zum zugehörigen Basiselement und identifiziert andererseits die verschiedenen Spannungs- und Schaltungstypen. Dadurch ist die automatische Überprüfung der im Stecker enthaltenen Elemente möglich.

Anlagen, deren Funktionsfähigkeit stets gesichert sein muß, verlangen die regelmäßige Kontrolle der Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Dies ist z. B. in der Großindustrie oder in Kraftwerken der Fall. Im Rahmen wiederkehrender Revisionen kann mit einem automatischen Prüfgerät eine schnelle und genaue Überprüfung

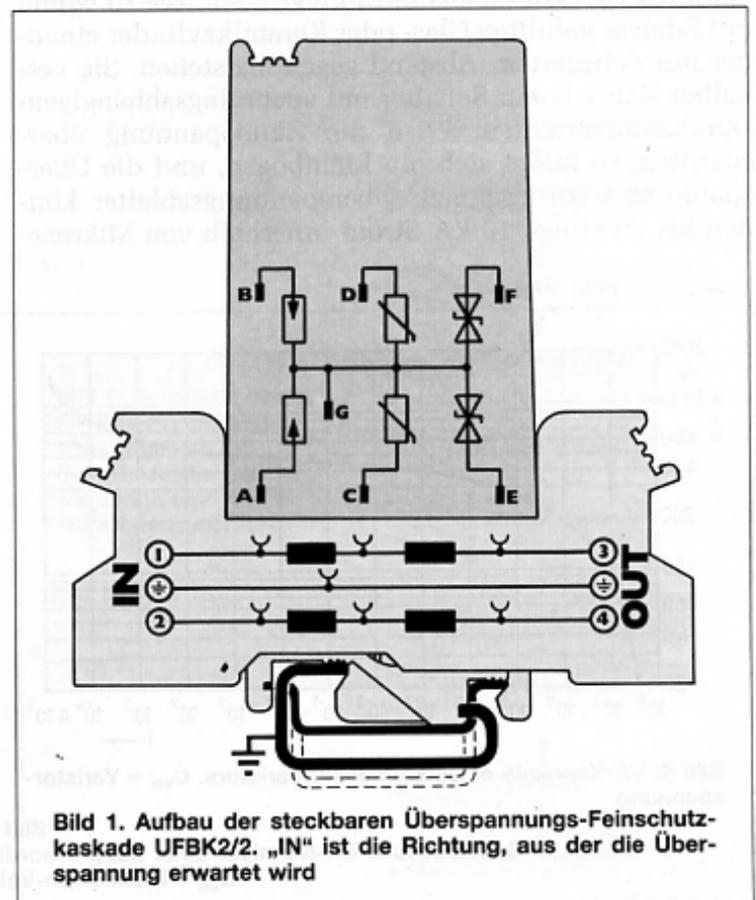
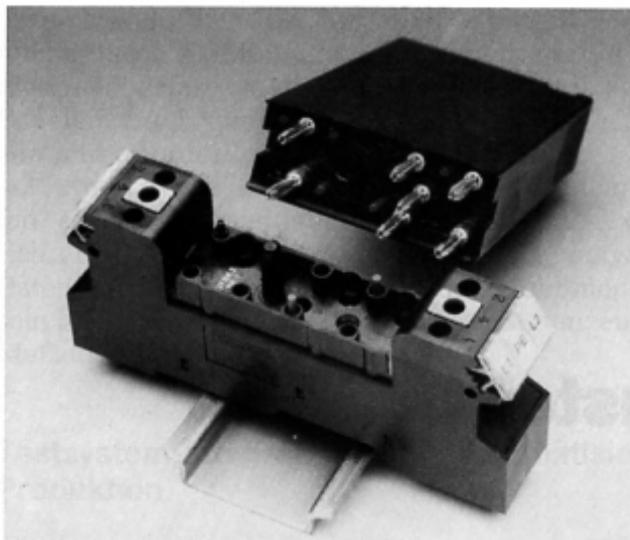


Bild 1. Aufbau der steckbaren Überspannungs-Feinschutzkaskade UFBK2/2. „IN“ ist die Richtung, aus der die Überspannung erwartet wird

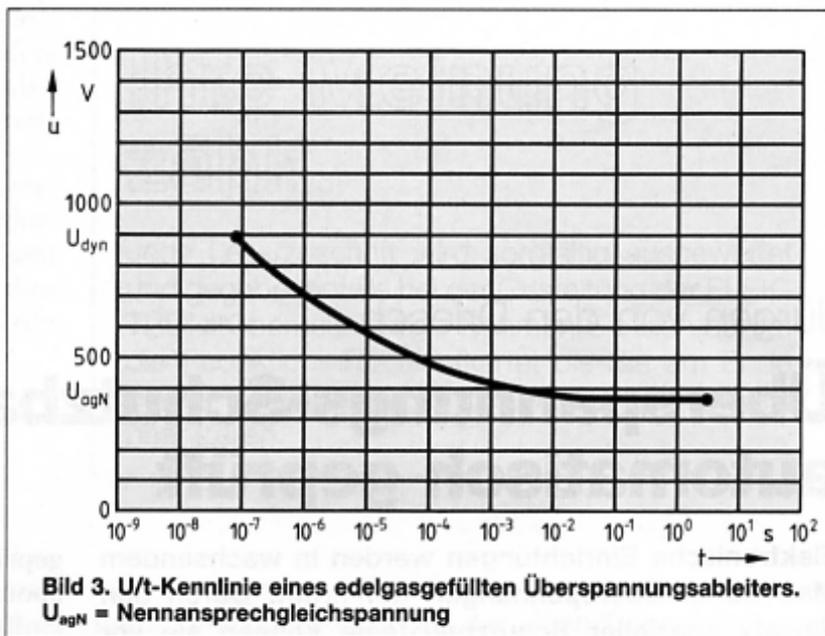


**Bild 2.** Steckbarer Überspannungsschutz „Plugtrab“ mit codiertem Stecker- und Basisteil

der eingesetzten Schutzbausteine erfolgen. Dabei kommt es auf einfache Handhabung an.

## Eigenschaften und Kenndaten der Schutzelemente

Alle genannten Schutzelemente haben – bedingt durch Aufbau und Wirkungsweise – charakteristische Kenndaten. Edelgasgefüllte Überspannungsableiter bestehen im Prinzip aus zwei Elektroden, die in einem mit Edelgas gefüllten Glas- oder Keramikzylinder einander mit definiertem Abstand gegenüberstehen. Sie verhalten sich wie ein Schalter mit spannungsabhängigem Durchzündverhalten: Wird die Zündspannung überschritten, so bildet sich ein Lichtbogen, und die Überspannung wird begrenzt. Überspannungsableiter können bis zu einige 10 kA Strom innerhalb von Mikro-

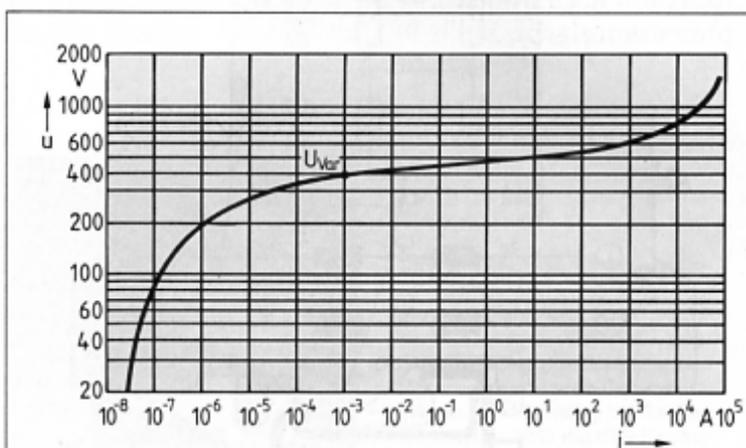


**Bild 3.** U/t-Kennlinie eines edelgasgefüllten Überspannungsableiters.  $U_{agN}$  = Nennansprechgleichspannung

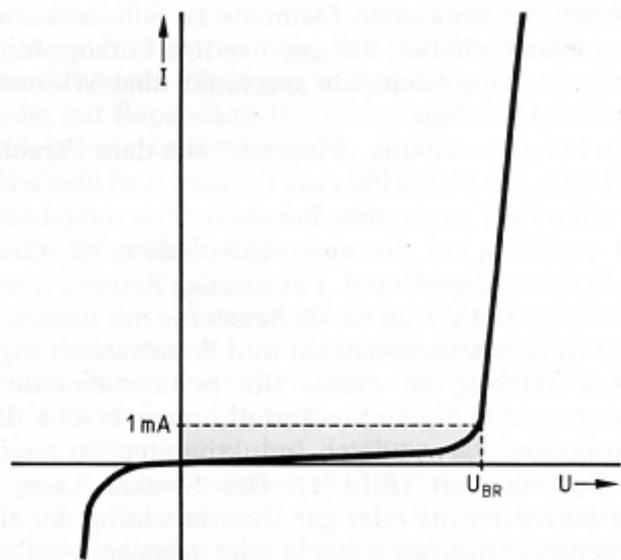
kunden ableiten. Sie besitzen eine steilheitsabhängige U/t-Kennlinie (Bild 3). Die Nennansprechgleichspannung ( $U_{agN}$ ), von den Herstellern bei 100 V/s angegeben, gibt Aufschluß über das Zündverhalten des Ableiters.

Varistoren sind spannungsabhängige Widerstände mit nichtlinearer U/I-Kennlinie (Bild 4). Sie können recht einfach mit einem Konstantstrom geprüft werden. Ihrer U/I-Kennlinie entsprechend stellt sich dabei eine am Bauelement abfallende Spannung ein. Diese Varistorspannung  $U_{var}$  wird von den Herstellern angegeben.

Die Suppressordiode ist eine auf kurze Ansprechzeit und hohes Leistungsvermögen gezüchtete Z-Diode. Ihr Kennlinienknick ist sehr ausgeprägt (Bild 5). Auch dieses Schutzelement kann ohne weiteres mit einem Konstantstrom geprüft werden. Dabei stellt sich die „Breakdown-Voltage“  $U_{BR}$  ein, die in den Datenblättern der verschiedenen Hersteller angegeben wird.



**Bild 4.** U/I-Kennlinie eines Metalloxid-Varistors.  $U_{var}$  = Varistorspannung



**Bild 5.** Schematische U/I-Kennlinie einer Suppressordiode.  $U_{BR}$  = Breakdown-Voltage

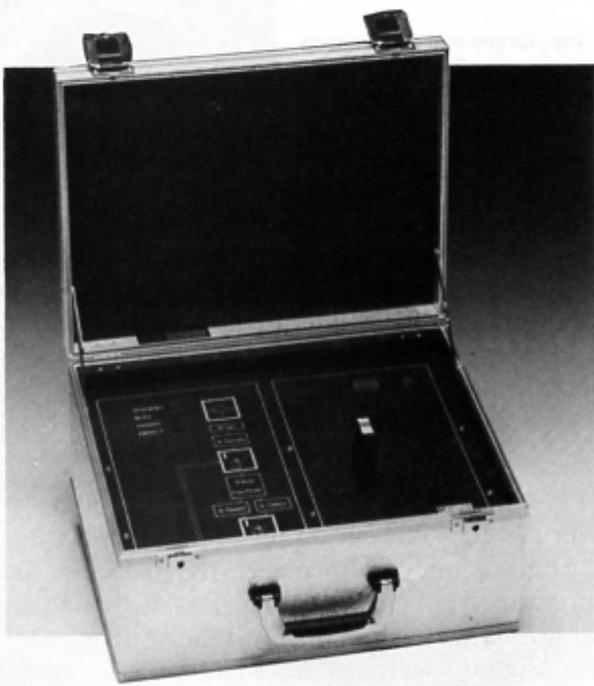


Bild 6. Außenansicht des tragbaren „Plugtrab“-Testers

## Der „Plugtrab-Tester“

Das mikroprozessorgesteuerte Prüfgerät „Plugtrab-Tester“ mißt die charakteristischen Daten aller Schutz-elemente im Stecker der Plugtrab-Bausteine nach den oben genannten Verfahren. Bild 6 zeigt die Außenansicht des in einem  $46 \times 36 \times 22 \text{ cm}^3$  großen Koffer untergebrachten Aufbaus. Das Gewicht beträgt 12 kg. Bei geöffnetem Deckel erkennt man die wenigen Bedienelemente: Netzschalter, ein Zählwerk zur Registrierung der durchgeführten Prüfungen, die Aufnahme für den Prüfling und vier Leuchtdioden, die Informationen über den Prüfling geben.

Nach dem Einschalten der Netzversorgung leuchtet zum Zeichen der Betriebsbereitschaft die Anzeige „STANDBY“. Mit dem Einstecken des Steckers der Schutzkaskade startet der Test automatisch. Sofort leuchtet die Anzeige „BUSY“ auf und die Typ-Codierung wird abgefragt. Danach erfolgt die Einstellung aller Prüfparameter. Bild 7 zeigt den Programm-Ablaufplan. Nach Abschluß aller Einzelprüfungen – das dauert typabhängig bis 45 s – erscheint das Ergebnis: Die LED „PASSED“ signalisiert, daß alle im Stecker enthaltenen Bauelemente erfolgreich geprüft wurden. Wird bei einem Schutzelement eine unzulässige Abweichung der Istwerte von den Solldaten festgestellt, so endet der Ablauf sofort mit der Anzeige „DEFECT“. Dieser Schutzbaustein sollte dann nicht wieder verwendet, sondern ausgetauscht werden. Nach Entnahme des Prüflings leuchtet wieder die Bereitschaftsanzeige für den nächsten Test auf.

Zur Protokollierung der durchgeführten Prüfungen kann an eine serielle Schnittstelle (RS 232C) ein Drucker angeschlossen werden. Dieser gibt die genaue Bezeich-

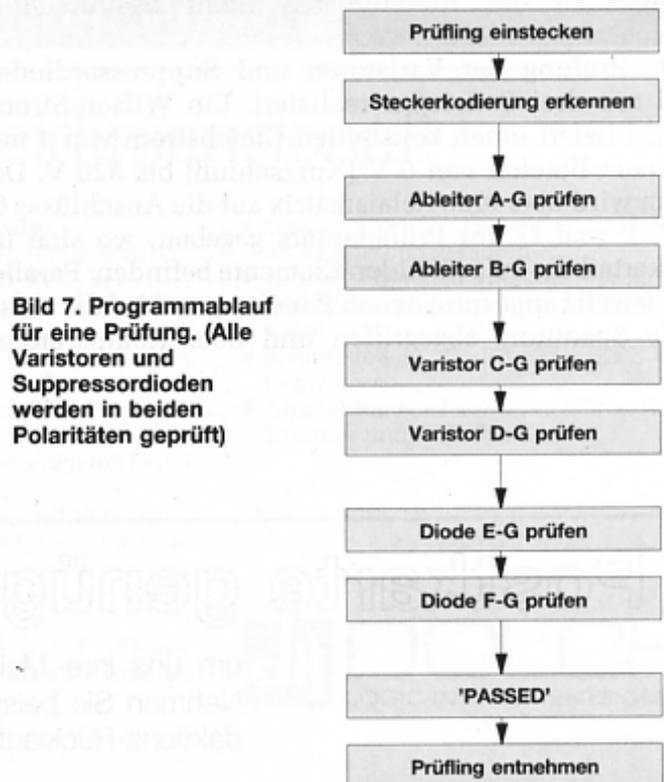
nung des Prüflings sowie die Testergebnisse der verschiedenen Bauelementeprüfungen aus. Abschließend wird das Gesamtergebnis – „PASSED“ oder „DEFECT“ – schriftlich niedergelegt. Selbstverständlich kann der Plugtrab-Tester auch an einen Personal Computer angeschlossen werden, um so mit einem vom Anwender erstellten Programm eine weitere Verarbeitung der gewonnenen Daten durchzuführen.

Das Gerät besteht aus verschiedenen Baugruppen. In der Blockschaltung (Bild 8) ist oben die Mikroprozessorstuerung erkennbar. Über Interface-Bausteine und einen Bus werden Informationen empfangen (z. B. die Steckerkodierung) und die einzelnen Stufen angesteuert (z. B. Spannungsrampe starten). Das Programm für den Prozessor ist in einem EPROM enthalten. Das Gerät ist sehr flexibel und kann durch neue Software ohne weiteres an neue Produkte angepaßt werden.

Der Aufbau für die Prüfung der gasgefüllten Überspannungsableiter besteht aus einem 100-V/s-Rampengenerator, dessen Spannung bis 1800 V ansteigen kann. Eine solche Spannungsrampe mit konstantem  $du/dt$  wird durch Aufladen einer hinreichend großen Kapazität mit einer Konstantstromquelle erzeugt. Gemäß

$$U = 1/C \int Idt = I/C \int dt$$

steigt die Spannung am Kondensator proportional mit der Zeit. Parallel zum Kondensator liegt der Prüfling, dessen Zündspannung überwacht wird. Um die verschiedenen, zwischen den Anschlüssen A, B und G angeordneten Überspannungsableiter prüfen zu können, ist eine Umschaltung mit hochspannungsfesten Relais nötig. Zündet der Ableiter nicht innerhalb eines vorge-



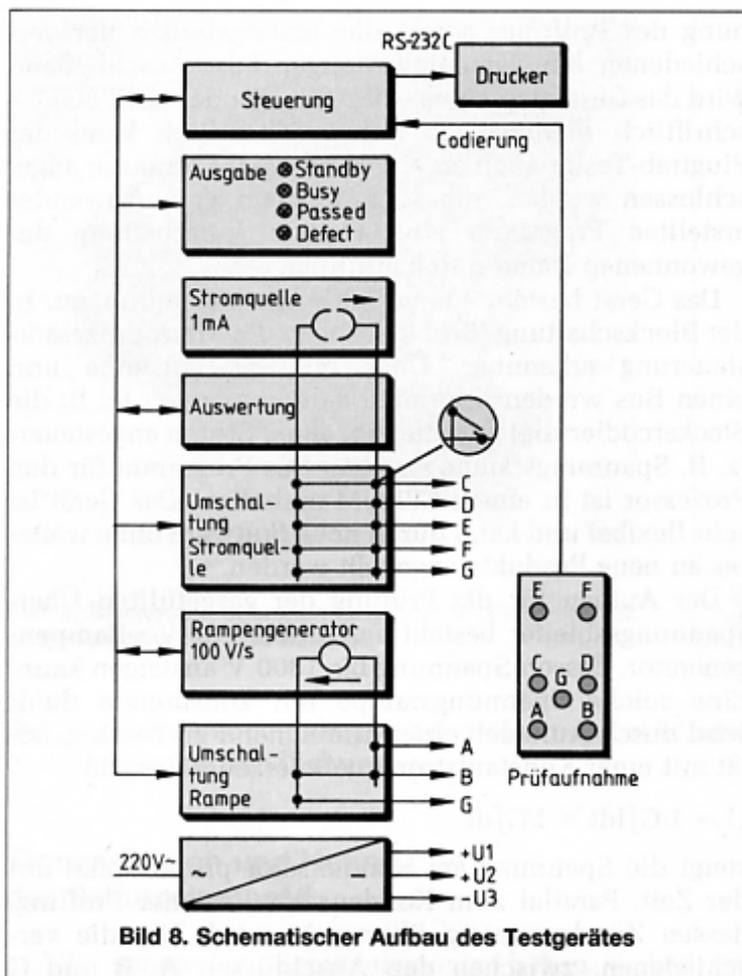
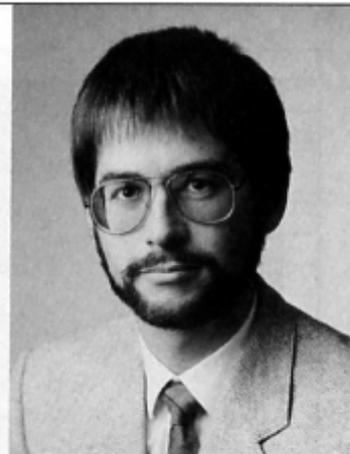


Bild 8. Schematischer Aufbau des Testgerätes

gebenen Spannungsbereiches, so leuchtet die Anzeige „DEFECT“ auf. Die strom- und spannungsmäßige Belastung der Überspannungsableiter ist bei diesem Test so gering, daß die Ableiterdaten nicht beeinträchtigt werden.

Die Prüfung der Varistoren und Suppressordioden wird mit drei Baustufen realisiert. Ein Wilson-Stromspiegel liefert einen konstanten Gleichstrom von 1 mA in einem Bereich von 0 V (Kurzschluß) bis 520 V. Der Strom wird über eine Relaismatrix auf die Anschlüsse C, D, E, F und G des Prüfadapters gegeben, wo sich im Steckerteil die zu prüfenden Elemente befinden. Parallel zum jeweils angesprochenen Bauelement wird die abfallende Spannung abgegriffen und über Komparatoren

Dipl.-Ing. Jürgen von den Driesch stammt aus dem Rheinland. Er studierte nach dem Abitur drei Jahre Nachrichtentechnik an der FH der Bundespost in Dieburg. 1983 trat er in die Entwicklung Elektronik/Überspannungsschutz bei seinem jetzigen Arbeitgeber, der Phoenix Contact in Blomberg/Lippe ein. Mittlerweile beschäftigt er sich ausschließlich mit dem umfangreichen Thema Überspannungsschutz. Seine Freizeit gestaltet er u. a. mit Literatur, Computern und Fahrradfahren.



ausgewertet. Diese erhalten ihre Vergleichswerte aus einem Digital/Analog-Umsetzer, der seinerseits vom Mikroprozessor angesteuert wird. Am Ausgang der Komparatoren steht ein für die Steuerung auswertbares digitales Signal, welches aussagt, ob die gemessene Spannung innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt.

Der Plugtrab-Tester besitzt eine jederzeit durchführbare Selbsttest-Routine. Die Anwendung geschieht ebenso einfach wie der Test eines Schutzbausteines. Ein spezieller, mit Präzisionsbauteilen bestückter Stecker wird in die Prüfaufnahme eingesetzt. Innerhalb einer Minute werden in 16 Stufen alle wichtigen Einheiten des Gerätes geprüft. Abschließend leuchtet „PASSED“, wenn das Gerät in Ordnung ist. Falls der Tester die für eine einwandfreie Funktion nötigen Spezifikationen nicht mehr erfüllt, erscheint „DEFECT“. Wie jedes hochwertige Meßgerät muß auch der Plugtrab-Tester im Abstand von einigen Jahren im Werk kalibriert werden, um einwandfreie Ergebnisse sicherzustellen.

## Literatur

- [1] Feustel, Schmidt: Sensorhalbleiter und Schutzelemente, Vogel-Verlag, Würzburg 1982.
- [2] Scheibe, K.: Überspannungsschutz elektronischer Bauteile. ETZ Band 105 (1984), Heft 8, S. 396...399.
- [3] Edelgasgefüllte Überspannungsableiter, Metalloxid-Varistoren SIOV, Firmendruckschrift der Siemens AG, München 1984.
- [4] General Semiconductor Industries Inc.: Product Data Book 1985, Tempe, Arizona 85281 (USA).

## Postkarte genügt,

um uns Ihre Meinung zu den Beiträgen dieses Heftes mitzuteilen. Nehmen Sie beispielsweise die am Ende des Heftes beigefügte Redaktions-Rücklaufkarte.