

**Hans Ferdinand Grave
W. Oesinghaus**

**Elektrische
Registriergeräte
zur Signalaufzeichnung
und Störungsaufklärung**

Elektrische Registriergeräte zur Signalaufzeichnung und Störungsaufklärung

DK 621.398:654.9

Der Beitrag befaßt sich mit zwei elektrischen Spezialschreibern, die in der Energiewirtschaft und der gesamten Industrie große Bedeutung erlangt haben, dem Signal- und Zeitschreiber und dem Störungsschreiber. Beide sind als Abwandlungen des bekannten Linienschreibers anzusehen, von dem sie sich durch konstruktive Merkmale und ihre Anwendung jedoch erheblich unterscheiden. Im Gegensatz zu den normalen Linienschreibern, die noch häufig mit Tintenregistrierung betrieben werden, registrieren die hier beschriebenen Geräte durchweg elektrisch auf Metallpapier. Dieses Verfahren wird deshalb einleitend kurz beschrieben.

1. Die elektrische Registrierung auf Metallpapier

Das bei der elektrischen Registrierung [1; 2] verwendete $40 \mu\text{m}$ dicke Papier trägt eine schwarze Lackschicht von $2 \mu\text{m}$, auf die im Vakuum eine Zink-Kadmiumschicht von etwa $1,5 \mu\text{m}$ aufgedampft ist. Eine Gleichspannung von 24 V bis 30 V, die einer eingebauten Batterie oder einem Netzgerät entnommen wird, liegt mit dem negativen Pol über eine Graphitwalze an der Metallschicht (Bild 1), während ihr positiver Pol mit einer auf dem Papier aufliegenden spitzen Wolframelektrode verbunden ist, die die Auslenkungen des Meßwerks mitmacht. Infolge von Überschlügen zwischen Elektrodenspitze und Metallfläche wird unmittelbar unter der Elektrode das Metall verdampft. Bei den üblichen Bewegungen von Elektrode und Papier entsteht daher eine feine Schreibspur, die infolge der Lackunterlage schwarz aussieht. Wegen der geringen Dicke der Lackschicht sieht man jedoch, wenn man den Streifen gegen das Licht hält, eine helle Linie. Von dem Diagramm lassen sich daher Lichtpausen herstellen. Die Strichdicke kann man durch Ändern der Schreibspannung variieren. Die empfindliche Metallschicht wird nach der Registrierung häufig durch Aufsprühen einer Lösung von Polystyrollack gegen Korrosion, insbesondere Fingerabdrücke, geschützt.

2. Der Signal- und Zeitschreiber

Der Signal- und Zeitschreiber (Bild 2) [3; 4] unterscheidet sich vom herkömmlichen Linienschreiber dadurch, daß er kein Meßwerk im üblichen Sinne aufweist. Die meisten Ausführungen enthalten an seiner Stelle sogenannte Markierwerke, die zu einem Vielfachschreibsystem mit 5 bis 40 Schreibstellen zusammengefaßt sind. Bild 3 zeigt den Innenaufbau eines Schreibers mit 20 Markierwerken, Bild 4 ein einzelnes Markierwerk. Es ist nach Art eines Relais aufgebaut. An seinem Anker ist eine Schreibelektrode befestigt. Im Gegensatz zum elektrischen Meßwerk kennt das Markierwerk nur zwei Stellungen, nämlich „Aus“ und „Ein“. Je nachdem seine Wicklung an Spannung liegt oder nicht, wird also, wie aus Bild 5a ersichtlich, die rechts liegende „Ein-Linie“ oder die links liegende „Aus-Linie“ geschrieben. Ein- und Ausschaltvorgang sind deutlich durch eine waagerechte Verbindungslinie gekennzeichnet. Das Gerät ist also geeignet, die Augenblicke des Ein- und Ausschaltens beispielsweise von Maschinen und Betriebseinrichtungen zu registrieren. Auf dem Diagramm werden somit auch ihre Betriebs- und Unterbrechungszeiten festgehalten.

Noch deutlicher als diese, als Kasten- oder Winkelschrift bezeichnete Darstellung ist die in Bild 5b wiedergegebene Bandschrift. Durch schnelles Unterbrechen des vom Markierwerk aufgenommenen Stromes werden eng aneinanderliegende waagerechte Linien eingefügt. Die Einschaltzeiten werden daher durch breite Bänder hervorgehoben.

Eine dritte Art der Aufzeichnung ist die in Bild 5c gezeigte Impulschrift. Sie dient der Registrierung kurzzeitiger Ereignisse. Beispielsweise stellt bei der Verkehrsüberwachung jeder waagerechte Strich das Vorbeifahren eines Fahrzeugs dar.

Die Markierwerke werden mit Gleichspannungen zwischen 4 V und 220 V oder Wechselspannungen zwischen 12 V und 220 V gespeist.

Bild 6a zeigt die übliche Schaltung mit galvanisch getrennten Schaltkreisen. In manchen Fällen ist die Dauer der Signale so kurz oder ihre Folge so schnell, daß die Aufzeichnung bei dem üblichen Papiervorschub nicht mehr deutlich zu erkennen ist. Man schaltet dann bei Auftreten eines Signals auf einen schnelleren Vorschub um. Das ermöglicht die in Bild 6b wiedergegebene Schaltung mit einpolig verbundenen Schaltkreisen und einem Hilfsrelais in der gemeinsamen Zuleitung, das den Schnellablauf auslöst. Auf die Probleme des Schnellablaufs soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden, da er ein wesentliches Merkmal des dort behandelten Störungsschreibers darstellt.

Die Metallpapierregistrierung erlaubt eine weitere, sehr einfache Art der Signalaufzeichnung. Bei nicht sehr kurzzeitigen Signalabständen kann man nämlich auf die Bewegung des Schreiborgans verzichten

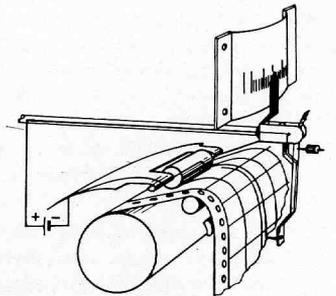


Bild 1
Prinzip der elektrischen Registrierung auf Metallpapier

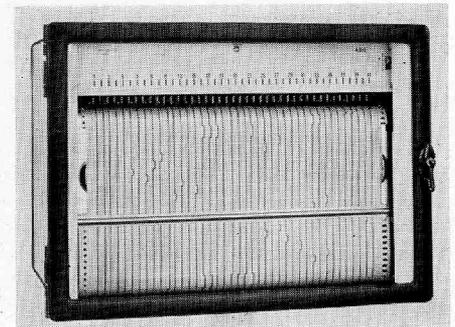


Bild 2
Zeit- und Signalschreiber mit 40 Markierwerken. Gesamte Schreibbreite 250 mm

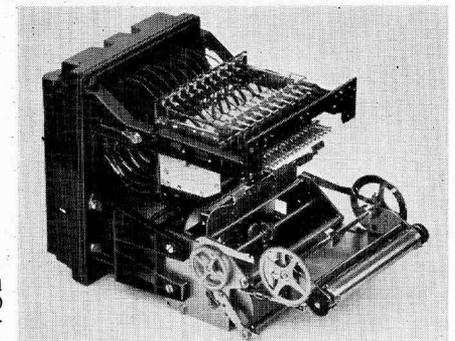


Bild 3
Innenaufbau eines Zeit- und Signalschreibers. Block mit 20 Markierwerken und Papierstreifenführung

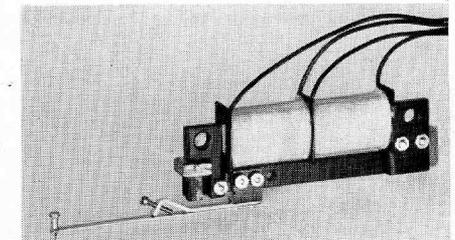


Bild 4 Markierwerk

Bild 5
Arten der Aufzeichnung bei
Signal- und Zeitschreibern
a Kasten- oder Winkelschrift
b Bandschrift
c Impulschrift
d Linienschrift

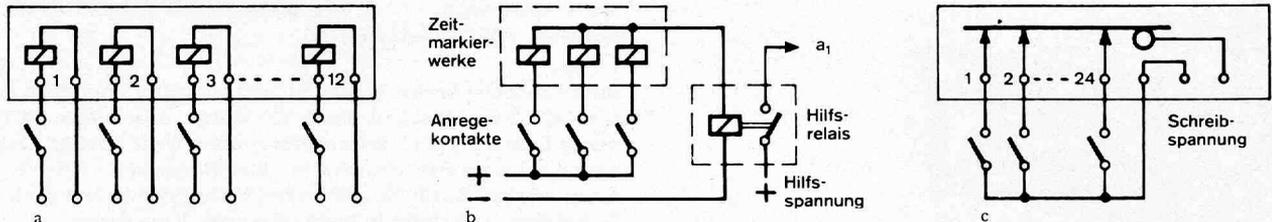
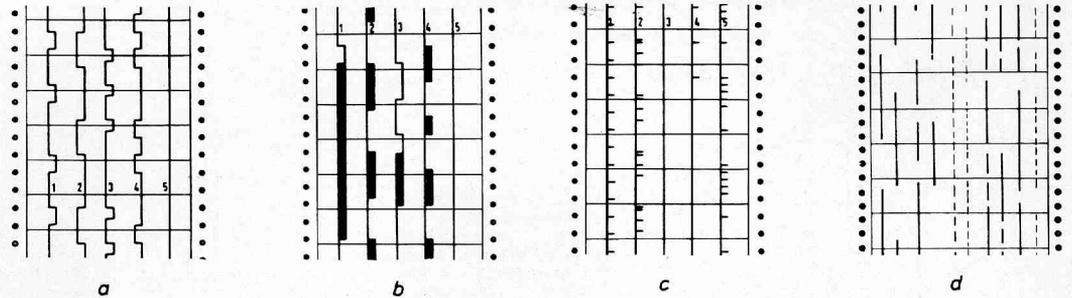


Bild 6 Schaltungen der Markierwerke und der Elektroden
a Markierwerke mit galvanisch getrennten Schaltkreisen; b Markierwerke einpolig verbunden, Hilfsrelais für Schnellablauf; c Ruhende Schreibelektroden

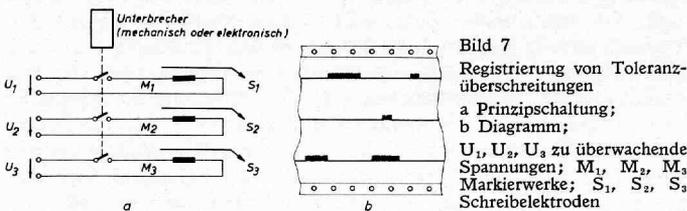


Bild 7
Registrierung von Toleranz-
überschreitungen
a Prinzipschaltung;
b Diagramm;
 U_1, U_2, U_3 zu überwachende
Spannungen; M_1, M_2, M_3
Markierwerke; S_1, S_2, S_3
Schreibelektroden

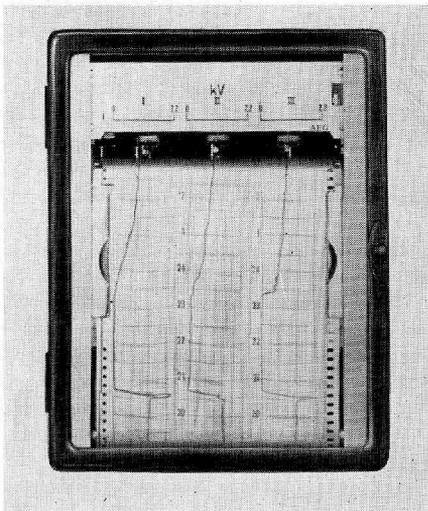


Bild 8
Dreifach-Störungsschreiber

und die Markierung allein durch Zu- und Abschalten der Schreibspannung feststehender Elektroden vornehmen. Dabei verwendet man die einfache in Bild 6c angegebene Schaltung. Das Diagramm erscheint dann in der in Bild 5d wiedergegebenen Linienschrift.

Eine der wichtigsten Anwendungen des Signal- und Zeitschreibers ist die zentrale Überwachung von Maschinen und anderen Einrichtungen eines Produktionsbetriebes. Dabei werden vor allem Maschinenlauf- und Maschinenstillstandszeiten, Takt- und Stückzahlen aufgezeichnet. Die Registrierung von Stückzahlen, die in der Impulschrift nach Bild 5c vorgenommen wird, ist einer einfachen Stückzählung überlegen, da sie die tageszeitlichen Schwankungen erkennen läßt.

Zur Ergänzung kann an der zu überwachenden Betriebseinrichtung ein Störungsmelder angebracht werden, mit dem das Bedienungspersonal eine Meldung über die Ursache einer Störung abgibt. Diese wird durch die Frequenz einer Impulsspannung gekennzeichnet, die dabei an das Markierwerk der zu überwachenden Einrichtung gelegt wird. Es erscheint somit als „kodierte Signal“ eine Rechteckkurve, deren Impulsbreite die Störungsursache erkennen läßt.

Mit der Einführung automatisierter Großmaschinen, wie z. B. Extruderanlagen und automatisierter Fertigungsanlagen, hat die Ver-

wendung von Signal- und Zeitschreibern in Industriebetrieben stark zugenommen, da die Aufzeichnung laufend Auskunft über Ablauf und Stand der Fertigung gibt und Störungen leicht und vor allem frühzeitig erkennen läßt.

Auch zur Netzüberwachung wird das Gerät in großem Umfang angewendet. Es zeichnet Netzkommandosignale und ihre Quittierung auf, ferner Ansprech- und Abfallzeiten der Relais sowie Schaltvorgänge in Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetzen.

Besonderes Interesse verdient eine Anwendung des Zeit- und Signal-schreibers, die den meßtechnischen Aufwand für die Überwachung einer Vielzahl von Meßstellen drastisch herabsetzt. Sollen beispielsweise mehrere Spannungen überwacht werden, was unter anderem bei Großgleichrichtern, Schweißautomaten und Lichtbogenöfen der Fall ist, so reicht dazu häufig eine Registriereinrichtung aus, die lediglich das Überschreiten einer Toleranz zeitlich aufzeichnet. Es ist naheliegend, hierzu den Signal- und Zeitschreiber zu verwenden. Dabei ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, daß zwar der Ansprechwert des Markierwerkes genau definiert ist, der Abfallwert jedoch sehr stark streut. Man kann sie umgehen, indem man die Stromzuführung periodisch unterbricht und so das Halteverhältnis auf den optimalen Wert Eins bringt. Bild 7a zeigt die bei diesem Verfahren angewendete Schaltung. Das in Bild 7b wiedergegebene Diagramm erscheint in Bandschrift. Die Toleranzüberschreitungen werden also hervorgehoben.

3. Der Störungsschreiber

Während der Zeitschreiber, wie oben erläutert, unter anderem zur Registrierung anomaler Betriebszustände verwendet wird, dient der Störungsschreiber [5; 6], wie schon sein Name sagt, hauptsächlich diesem Zweck. Er hat nämlich die Aufgabe, unerwünschte und unvorhergesehene Betriebsvorfälle, vor allem Störungen in elektrischen Netzen in ihren elektrischen und zeitlichen Zusammenhängen zu klären. Die Aufzeichnung, die den gesamten Ablauf der Störung enthält, läßt die Fehler und ihre Ursachen erkennen und erlaubt es somit, Maßnahmen zu ihrer künftigen Vermeidung zu treffen. Aufgezeichnet werden zumindest die drei Leiter-Erdspannungen, vielfach auch die verketteten Spannungen, weiterhin oft die Verlagerungsspannung, häufig auch die Leiterströme. Die Störungsschreiber enthalten daher drei bis acht Meßwerke in verschiedenen Kombinationen, die nebeneinander auf dem gleichen Streifen aufzeichnen. Bild 8 zeigt eine Ausführung mit drei Meßwerken. Die Geräte werden in großem Umfang in Hoch- und Mittelspannungsnetzen eingesetzt, haben aber auch weite Verbreitung in der industriellen Fertigung, in Großgleichrichteranlagen, Walzenstraßen und Anlagen mit großen Schweißmaschinen gefunden.

Da die zu beobachtenden Vorgänge sehr schnell verlaufen, sind normale Linienschreiber mit ihren trägen Meßwerken und langsamen Papiervorschüben für den geschilderten Zweck völlig ungeeignet. Kennzeichen der Störungsschreiber sind daher Meßwerke mit Einstellzeiten von etwa 40 ms und Papiervorschüben von 20 oder gar 60 mm/s. Da ein Dauerbetrieb unter diesen Umständen einen sehr

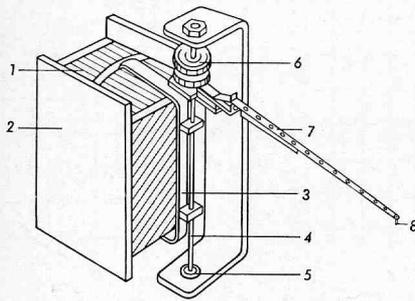


Bild 9
Spezial-Drehpulmeßwerk
für Störungsschreiber
1 Magnet, 2 Rückschluß-
platte, 3 Drehspule, 4 Achse,
5 Lagerschraube, 6 Rück-
stellfeder, 7 Schreibarm,
8 Schreibelektrode

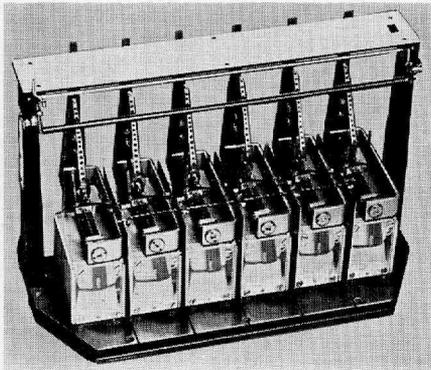


Bild 10
Sechsfach-Meßwerkblock

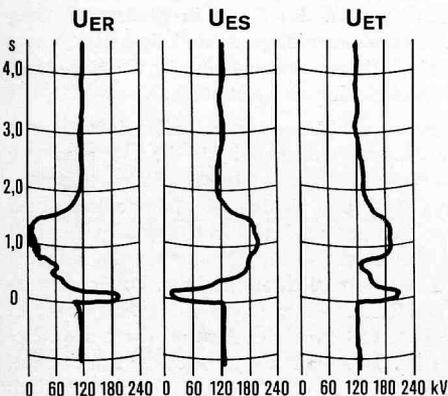


Bild 11
Diagramm einer Netzstö-
rung, aufgezeichnet durch
einen Dreifach-Störungss-
schreiber mit einem Papier-
vorschub von 20 mm/s

hohen Papierverbrauch zur Folge haben würde, wird das Gerät im Normalzustand mit dem bei Linienschreibern üblichen Vorschub von 20 mm/h betrieben. Tritt eine Netzstörung, etwa eine starke Spannungsabsenkung oder ein Überstrom auf, so wird von einem Anregerelais ein Signal an den Störungsschreiber gegeben, der daraufhin auf die 3600- bis 10800fache Geschwindigkeit umschaltet. Diese Umschaltung muß in möglichst kurzer Zeit erfolgen, damit der Beginn der Störung nicht verlorengeht. In einem modernen Gerät dauert sie etwa 30 ms. Dazu ist die Anrezeit des Relais zu addieren, die rund 25 ms beträgt. Der Schnellvorschub wird demnach etwa 55 ms nach Eintreten der Störung erreicht.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die konstruktiven Besonderheiten des Störungsschreibers bei den Meßwerken und dem Papierantrieb zu suchen sind.

Da für den beabsichtigten Zweck eine große Schreibbreite nicht erforderlich und übrigens wegen der Mehrfachregistrierung auch nicht möglich ist, kann ein mechanisch und magnetisch besonders günstig aufgebautes Spezial-Drehpulmeßwerk verwendet werden. Wie Bild 9 zeigt, liegt die Drehachse der Spule außerhalb des Magneten. Da somit nur ein Luftspalt erforderlich ist, konnte die beträchtliche Flußdichte von 5000 Gauss und bei einer Stromaufnahme von nur 20 bis 30 mA ein Drehmoment von 800 p cm/90° erreicht werden. Die Tatsache, daß nur eine Spulenseite wirksam ist, hat auf die Dreh-

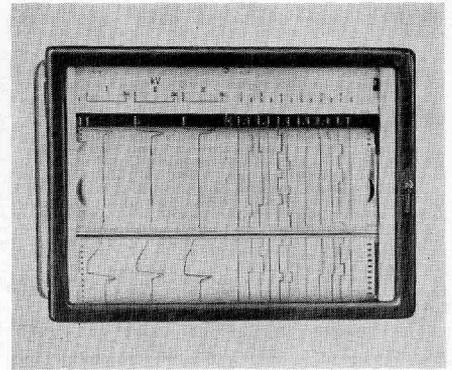


Bild 12
Dreifach-Störungsschreiber
mit 12 Markierwerken
Werkbilder: AEG/Telefunken; H & B

momentbildung keinen Einfluß, da der Hebelarm doppelt so groß ist wie bei Meßwerken herkömmlicher Bauart. Die annähernd aperiodische Dämpfung wird auf rein elektrischem Wege erreicht. Das Meßwerk, von dem stets mehrere in einer Baugruppe (Bild 10) vereinigt werden, ist für Schreibbreiten bis zu 35 mm verwendbar. Die Aufzeichnung erscheint in leicht gebogenen Koordinaten.

Die andere wichtige Baugruppe, das Papierantriebswerk mit Umschalteinrichtung ist die Kombination eines langsam und eines sehr schnell ablaufenden Uhrwerks, die mit je einem Gangregler ausgestattet sind. Die gemeinsame Antriebsfeder wird kurzfristig aufgezogen. Dadurch erreicht man eine hohe Reserve für den Schnellablauf und eine große Ganggenauigkeit. Der Schnellablauf ist auf eine, zwei oder drei Perioden von 8, 12 oder 24 s begrenzt. Das Verhältnis der Vorschübe und die Dauer der Ablaufperioden sind so gewählt, daß das Papier nach dem Zurückschalten auf kleinen Vorschub zeitrichtig weiterläuft. Tritt nach dem Zurückschalten ein neuer Fehler auf, geht beispielsweise ein Erdschluß in einen Kurzschluß über, so findet ein neuer Schnellablauf statt.

Bild 11 zeigt das Diagramm eines Störungsschreibers, der die drei Leiter-Erdschaltungen eines Drehstromnetzes aufzeichnet. Es läßt erkennen, daß der Schnellablauf durch einen Erdschlußwischer in Phase S ausgelöst worden ist. Er hat Spannungserhöhungen in den Phasen R und T auf den $\sqrt{3}$ -fachen Wert zur Folge. In Phase R wird dadurch ein Überschlag hervorgerufen, der wiederum Spannungserhöhungen in den Phasen S und T bewirkt. Etwa 1,5 s nach ihrem Auftreten ist die Störung durch Abtrennen des kranken Netzteils beseitigt worden.

Außer den Meßwerken enthalten die meisten Störungsschreiber Markierwerke mit Einstellzeiten von nur 10 ms. Sie registrieren Schalter- und Relaiszeiten, Schalterstellungen, Auslösekommandos und andere Vorgänge, die mit der zu untersuchenden Störung in Zusammenhang stehen. Bild 12 zeigt als Ausführungsbeispiel einen großen Störungsschreiber mit drei Meßwerken und zwölf Markierwerken.

Obwohl in den letzten Jahrzehnten zahlreiche nach anderen Prinzipien arbeitende, dem gleichen Zweck dienende Einrichtungen wie beispielsweise das Magnetbandgerät in die Praxis eingeführt worden sind, hat der Störungsschreiber seine führende Stellung in der Netzüberwachung beibehalten. Dazu haben vor allem seine Zuverlässigkeit und ständige Betriebsbereitschaft, die einfache Wartung und auch die sofortige Sichtbarkeit und Auswertbarkeit seiner Aufzeichnungen beigetragen.

Schrifttum

- [1] Oesinghaus, W.: Registriergeräte mit tintenloser Aufzeichnung. AEG-Mitt. 42 (1952) S. 188/190.
- [2] Grave, H. F.: Registriergeräte der Starkstromtechnik. Elektrizitätswirtsch. 55 (1956) H. 21, S. 766/771.
- [3] Grave, H. F.: Zeitschreiber und ihre Anwendung. Energie u. Techn. 8 (1956) H. 9, S. 237.
- [4] Oesinghaus, W.: Zeit- und Signalschreiber. Aufbau und Anwendungen. Industrie-Anz. (1965) Nr. 82, S. 1977/1980.
- [5] Oesinghaus, W.: Störungsschreiber für Hoch- und Mittelspannungsnetze. ATM (1957) J 036 — 10 u. 11.
- [6] Oesinghaus, W.: Neue AEG-Schnellschreiber für die Störungsaufklärung. AEG-Mitt. 46 (1956) H. 3/4, S. 106/110.



Hartmann & Braun · Meß- und Regeltechnik

☒ Hartmann & Braun AG · 6 Frankfurt 90 · Postfach 900507 · ☎ (0611) 7991 Frankfurt/M. · ✉ 414071 hbfm d sowie
☒ Hartmann & Braun AG · 5628 Heiligenhaus/Bez. Düss. · Postfach 25 · ☎ (021 24) 6891 Heiligenhaus · ✉ 08-51 68 78 hbhgs d
☒ Hartmann & Braun AG · Vertrieb Minden · 495 Minden/Westf. · Postfach 1535 · ☎ (0571) 831 Minden/Westf. · ✉ 97867 hbsfmi d