

Sicheres Messen mit Multimetern

Normgerechte Multimeter, ordnungsgemäßes Bedienen

K. Bödeker, Berlin; R. Kindermann, Nürnberg

Multimeter (Bild 1) stecken in fast jeder Werkzeugtasche. Sie sind im wahrsten Sinne des Wortes „Vielfach“-Messgeräte und können – mit ihrem Zubehör (Bild 2) – fast alles. Für manchen Elektrotechniker ist es zur Selbstverständlichkeit geworden, sie überall und immer wieder schnell einmal anzuwenden, auch ohne vorher an die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu denken. Mitunter führte das zu erheblichen Personen- oder Sachschäden. Was beachtet werden sollte, wird nachstehend aufgeführt.

1 Sicherheit durch Information

Wir haben ja alle meist keine Zeit, uns vor dem Beginn einer Messung mit dem MM (Multimeter) noch einmal über seinen richtigen Einsatz zu informieren. Viele denken „Ich habe doch schon so oft gemessen; und weiß was zu tun ist“. Außerdem liegt die Betriebsanleitung ohnehin – irgendwo – zu Hause oder in der Werkstatt.

Manchem der so dachte, ist dann das MM um die Ohren geflogen. Warum? Meist stand einer der folgenden drei Gründe im Unfallbericht:

- **Schlamperei** – beim Versuch eine Spannung zu messen wurden die Messleitungen in den Strommessbuchsen belassen bzw. nach einer Strommessung vergessen, auf Spannungsmessung umzuschalten.
- **Nachlässigkeit** beim Griff in den Messgeräteschrank – das ausgewählte MM war nicht für die am Messort auftretenden Bedingungen (Überspannung, Kurzschlussleistung) geeignet.
- **Unangebrachte Sparsamkeit** – ein altes oder ein aus dem Billigangebot angeschafftes MM wurde verwendet, ohne die damit entstehenden Gefährdungen bzw. Einsatzgrenzen zu berücksichtigen.

In jedem Fall aber ist die ungenügende Information über das MM und die Grenzen seiner Anwendung als eigentliche Ursache anzusehen. Sie führte fast zwangsläufig zu einer Fehlbedienung oder falschen Anwendung, zum leichtsinnigen Nichtbeachten von Bedien- oder Warnhinweisen oder dem Überschreiten von Sicherheitsgrenzwerten. Aber auch durch das Anwenden von ungeeigneten MM mit unzuverlässigen Bauteilen, falschen Messaussagen oder mangelhaften Betriebsanleitungen kam es zu teilweise erheblichen Personen- und Sachschäden.

Autoren

Dipl.-Ing. Klaus Bödeker ist freier Fachjournalist, Berlin. Dipl.-Ing. Robert Kindermann ist Mitarbeiter der Firma Gossen-Metrawatt, Nürnberg.

Nachfolgend werden daher die wichtigsten Regeln aufgeführt, über die jeder Elektrotechniker, der MM in Starkstromanlagen verwendet, im Interesse der Sicherheit informiert sein sollte. Zu gewährleisten ist beim Messen in elektrischen Anlagen der Schutz

- **des Messenden** und anderer am Messort anwesender Personen,
- **der Anlage** oder der Anlagenteile, in/an denen gemessen wird und
- **des Messgeräts.**

Das heißt, es muss für jeden Messstromkreis und für jede Funktions- und Bereichseinstellung des jeweiligen MM ein Schutz vorhanden sein, der

- den **höchsten** am Messort auftretenden **Strombelastungen** und
- der **höchsten** möglichen **Spannungsbeanspruchung**, die in der Anlage (gegen Erde) auftreten könnte,

standhält. In der Vergangenheit war dies nicht erforderlich. Die Hersteller der MM durften bisher einzelne Messfunktionen oder Bereiche, z. B. den Widerstandsmessbereich, bezüglich der Überspannungsfestigkeit, weniger gut schützen.

2 Eignung für Messort und Messaufgabe

Wird an einem elektrischen Gerät oder im Bereich eines Endstromkreises (Werkstatt, Wohnung) gemessen, sind die MM – außer den ausgesprochenen Billigprodukten – den dort ankommenden bereits gedämpften Überspannungen bzw. begrenzten Kurzschlussströmen zumeist gewachsen. Die Sicherung im Gerät bzw. die der Anlage beherrschen die Situation. In Labors, Prüffeldern und entsprechenden Arbeitsstätten ist es ähnlich, hinzu kommt der zusätzliche Schutz durch einen dort vorhandenen FI-Schutzschalter.

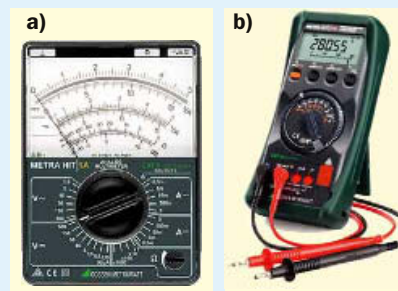
Wenn allerdings an einem Verteiler, im Bereich der **Hauptverteilungen**, am **Hausanschluss** oder gar direkt im **Versorgungsnetz** gemessen wird, muss mit höheren Überspannungen und Kurzschlussströmen gerechnet

Ungeeignete Multimeter

Multimeter als „Billigprodukte“, dürfen in Starkstromanlagen überhaupt nicht zum Einsatz kommen, auch nicht durch Elektrofachkräfte. Diese „leichtgewichtigen“ Multimeter verfügen erfahrungsgemäß nicht über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen und Schutzvorrichtungen, durch die Gefährdungen oder die Folgen einer Fehlbegrenzung begrenzt werden.

werden, denen nicht jedes MM gewachsen ist. Wer mit seinen Werkstatt- oder Laborerfahrungen und seinem bisher allen Anforderungen genügenden MM nun an diesen Stellen misst, kann eine böse Überraschung erleben.

Mit dem Erscheinen der Norm DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1): 04-2002 „Allgemeine Bestimmungen für elektrische Messgeräte“ (auch häufig als „IEC 61010-1: 2th edition“ bezeichnet) [2] wurden aus den genannten



1 Beispiele für Multimeter

- a) Digitalmultimeter (GMC)
- b) Analogmultimeter (GMC)



2 Beispiele für das Zubehör der Multimeter

- a) Spannungstastkopf
- b) Zangenstromwandler
- c) Temperaturfühler
- d) Strom- und Leistungsmessadapter

Tafel 1 Zuordnung der Messkategorien zu den Messorten

Mess-kategorie	Bedingung	Messobjekte
CAT I	Messobjekte, • die nicht mit der Netzversorgung verbunden sind • vom Netz abgeleitete Stromkreise, die besonders gegenüber Überspannungen geschützt sind	Beispiele sind Messungen an Stromkreisen, • die nicht vom Netz abgeleitet sind • vom Netz abgeleitete Stromkreise, die besonders gegenüber Überspannung geschützt sind • Batterieanlagen
CAT II	Messungen an • Stromkreisen, die elektrisch direkt • und Betriebsmittel, die über Steckverbinder mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind. (vorgeordnete Sicherung ≤ 35 A)	Endstromkreise z. B. mit • ortsfesten Gebrauchsgescherten • ortsvernderliche Haushaltsgescherten • tragbare Werkzeuge und hnliche Gescherten • Steuerungen • Gescherten der Informationstechnik
CAT III	Messungen an der elektrischen Gebudeinstallation im Bereich der Zhlher und Verteiler, an Endstromkreisen (vorgeordnete Sicherung ≤ 80 A)	Feste Installation in Gebuden; Verteilertafeln, Leistungsschalter, Verteilungen, Schutzeinrichtungen, Gescherten im industriellen Einsatz sowie andere Gescherten, z. B. stationre Motoren mit dauerndem Anschluss an die feste Installation
CAT IV	Messungen in Netzen, am Speisepunkt der NS-Installation Messungen im Bereich des Hausanschlusses bis einschlielich der Hauptverteilung	Sekundrseite von MS-Transformatoren, Freileitungs- und Kabel-Verteilungsnetze Einspeisung von Abnehmeranlagen/Werksttten/Grogescherten

Grnden nun neue schrfere Vorgaben fr die Sicherheit und eine dem entsprechende Kennzeichnung auch der MM eingefhrt. Seit Anfang 2004 drfen nur MM in Verkehr gebracht werden, die den Vorgaben dieser Norm genugen. Nur diese entsprechen dann den Festlegungen des Gescherten- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG) [1]. Dies gilt auch fr das Zubehr der MM, das nunmehr (ab Anfang 2005) der Norm DIN EN 61 010-031 (VDE 0411 Teil 031):11-2004 [3] „Sicherheitsbestimmungen fr handgefhrtes Messzubehr zum Messen und Prfen“, entsprechen muss. In der neuen Norm [2] heiit es u. a.:

- „Vielfachmessgescherten und hnliche Gescherten drfen in jeder mglichen Kombination der angegebenen Eingangsspannungen, Funktions- und Bereichseinstellungen **keine Gefhrdung verursachen**. Mglige Gefhrdungen schlieden elektrische Schlge, Feuer, Funkenbildung und Explosion mit ein.“
- Und dann zum Nachweis der Konformitt (bereinstimmung):
- „Die hchste angegebene Bemessungsspannung fr irgendeine Funktion wird an jedes Paar der Anschlsse nacheinander angelegt, in jeder Kombination von Funktion und Bereichseinstellung Whrend und nach der Prfung darf keine Gefhrdung auftreten.“

3 berspannungs- und Messkategorien

Um die innerhalb einer Starkstromanlage unterschiedlichen Beanspruchungen der Anlage und ihrer Betriebsmittel durch berspannungen bercksichtigen zu knnen, wurden dort die so genannten **berspannungskategorien** eingefhrt (Bild 1). Dementsprechend gelten nunmehr [2] auch fr die Messgescherten und in diesem Fall fr die Multimeter (Tafel 1) sog. **Messkategorien**.

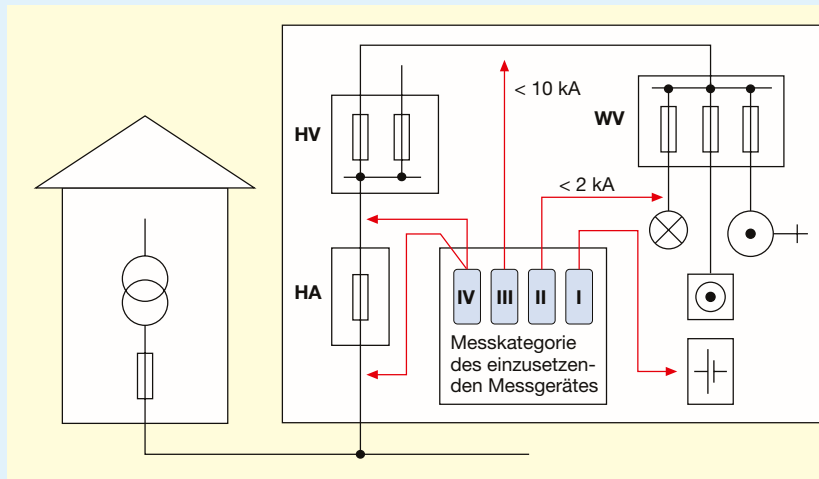
Beim Festlegen der berspannungskategorien wurde bercksichtigt, dass die Gefhrdung umso grer ist, je hher die berspannung, d. h. je krzer die dmpfende Leitungsstrecke zwischen der Messstelle und dem Entstehungsort der berspannung ist. Bei Messungen an Anlageteilen mit einer hohen berspannungskategorie – z. B. am Speisepunkt einer Anlage – ist die Gefhrdung somit wesentlich grer als bei einer Messung am Verteiler oder an den Anschlussstellen/Gebrauchsgescherten der Endstromkreise. An diesen Stellen ist ein MM mit der entsprechend hohen Messkategorie zu verwenden.

Im Unterschied zur **berspannungskategorie**, die nur die Gefhrdung durch berspannungen an der Messstelle bercksichtigt, bestimmt die **Messkategorie** zusstzlich noch die Hhe des Kurzschlussstroms, dem das MM an der Messstelle bei einer Fehlbedienung widerstehen muss (z. B. bei dem Versuch einer Spannungsmessung bei eingestelltem Strommessbereich). Der Schutz fr den Messenden muss somit bei den „neuen“ nach [2] herzustellenden MM durch Schutzmaßnahmen/-einrichtungen „im“ MM erbracht werden, d. h.

- durch eine Kurzschlsse weitgehend verhinodernde und berspannungen widerstehende Gestaltung sowie
- durch eine die sichere Abschaltung gewhrleistende Schutzeinrichtung (Anwendung geeigneter Geschertensicherungen).

Beim Zuordnen der Messkategorien der MM zu den Messstellen und damit der den Orten/Teilen der Anlage (Bild 3 und Tafel 1) wurden auch andere, blicherweise dort vorhandene Sicherheitseigenschaften/Schutzeinrichtungen der Anlagen (z. B. Absicherung mit berstromsicherungen bestimmter Nennstromstrke) mit bercksichtigt.

Damit gilt: An Messorten/Anlagenteilen – mit einer bestimmten Gefhrdung (bestimmt durch die Messkategorie CAT I ... V – siehe Tafel 1), drfen nur MM mit einer zur Abwehr



3 Zuordnung der Messkategorien zu den Messorten/Messobjekten

HA Hausanschlusskasten, HV Hauptverteiler, WV Wohnungsverteiler

dieser Gefährdung erforderlichen oder einer höheren Messkategorie verwendet werden. Die nunmehr nach den neuen Vorgaben hergestellten MM der Messkategorien II, III und IV müssen daher in der Nähe der Anschlüsse von den Messkreisen des MM

- mit der entsprechenden **Messkategorie** („CAT II“, „CAT III“ oder „CAT IV“) für die das MM bestimmt ist, und zusätzlich
- mit der **Bemessungsspannung** und/oder **Bemessungsstrom**

gekennzeichnet werden (Bild 4).

Die Angaben müssen sich in der Nähe der Messanschlüsse befinden. Alle Anschlüsse von Messkreisen der gleichen Messkategorie müssen auch die gleiche Bemessungsspannung aufweisen.

4 Konsequenzen für den Einsatz von MM in Starkstromanlagen

Für jeden, der ein MM verwendet, und vor allem für jeden, der für den Einsatz der MM als Arbeitsmittel [4] Verantwortung trägt, hat dies folgende Konsequenzen:

- Es ist eine Inventur des Messgeräteparks durchzuführen.
- Ältere MM ohne Angabe der Messkategorie CAT (in Verbindung mit der Angabe der Bemessungsspannung) bzw. MM, die nicht der Ausgabe April 2002 von DIN EN 61010-1 bzw. „IEC 61010-1: 2th edition“) entsprechen, sind zu kennzeichnen. Sie dürfen nur im Anwendungsbereich der Messkategorie I zur Anwendung kommen.

In den Anwendungsbereichen II bis IV – d. h. in Starkstrombereichen – dürfen

- MM der Messkategorie I nicht zur Anwendung kommen und
- nur MM der entsprechenden oder höheren Messkategorie angewendet werden.

Es muss außerdem auf den zulässigen Einsatzort (Anwendungsbereich) der MM und auf die Übereinstimmung der auf dem MM angegebenen zulässigen Bemessungsspannung mit der Bemessungsspannung gegen Erde der betreffenden Anlage geachtet werden.

Spannungsbereiche von MM, die über die angegebenen Bemessungsspannungen der Messkategorien der MM hinausgehen, sind für Messungen von Spannungen (gegen Erde) über der Bemessungsspannung nur für Messkategorie I zu verwenden, es sei denn das MM wird bei der Messung isoliert gegen Erde betrieben.

Die Bemessungsspannung oder der Bemessungsstrom werden bei den MM immer als Effektivwert angegeben, wenn es sich um Wechselgrößen handelt.

Die möglichen Gefährdungen beim Einsatz der Multimeter und die vorstehend genannten Maßnahmen zu deren Abwehr müssen Gegenstand der **Gefährdungsbeurteilung** [4] des jeweiligen Unternehmens sein. Über die Bedeutung der CAT-Kennzeichnung der Multimeter und die dann jeweils zulässigen Einsatz-/Anwendungsgebiete sind die Mitarbeiter zu unterweisen.

Am einfachsten und sichersten ist es, nur ein – allerdings teureres – MM der Messkategorie CAT IV zu benutzen und MM mit anderen Messkategorien oder ältere MM ohne diese Angabe, nur gezielt bei bestimmten Prüfobjekten oder Prüfverfahren zu verwenden.

5 Überlastungsschutz

Die Multimeter müssen nach der neuen Sicherheitsnorm [2] auch in den Strombereichen vor Überlastungen sicher geschützt sein. Dies ist bei den Modellen, die vor dem 1. Januar 2003 [2] in Verkehr gebracht wurden, nicht immer der Fall. Besonders bei Analogmultimetern (AMM) sind deren Strombereiche meist nicht geschützt.

Wenn eine Überlastung zum Auslösen der aus diesem Grund vorgesehenen Schutzeinrichtung oder zum Servicefall führt, darf damit nach der Norm [2] keine Gefährdung von Personen oder Sachen verbunden sein. Die in den MM zum Einsatz kommenden Gerätesicherungen müssen darum ein Abschaltvermögen haben, das ihrer jeweiligen Messkatego-

rie und damit dem am zugelassenen Messort im Kurzschlussfall höchstens zu erwartenden Kurzschlussstrom entspricht.

In der zz. in Beratung befindlichen NORM IEC 61010-2-30, in der die Bedingungen für die Messkreise festgelegt werden sollen, sind zz. folgende Bedingungen für die vorausgesetzten Kurzschlussströme festgelegt:

CAT II..... 2 kA, CAT III..... 10 kA, CAT IV.... 20 kA
Voraussetzung für das sichere Anwenden der MM in der Praxis ist deshalb, die vom Hersteller vorgeschriebenen Gerätesicherungen zu verwenden. Dies setzt ebenfalls voraus, dass die vom Hersteller angegebenen Sicherungen für die Messkategorie benannte Bemessungsspannung und Abschaltfähigkeit geeignet ist. Dies ist bei den „Billigprodukten“ häufig nicht der Fall.

Wichtig ist auch, dass vom Anwender immer einige der vom Hersteller vorgeschriebenen Sicherungen bereitgehalten werden.

6 Normgerechte Gestaltung der MM

Um sicher zu sein, dass neu angeschaffte MM den genannten Schutzprinzipien und damit den Normen vollständig entsprechen genügt es aber nicht, nur auf die Kennzeichnung bzw. die Angaben in der Betriebsanleitung zu achten. Folgendes ist außerdem zu berücksichtigen:

- Mit einem am Gerät angebrachten CE-Zeichen bestätigt der Hersteller oder Importeur „lediglich“ die Übereinstimmung mit den jeweiligen EU-Richtlinien.
- Mit dem GS-Zeichen für das MM wird hingegen bestätigt, dass
 - die Prüfung durch eine neutrale und staatlich zugelassene Prüfstelle erfolgte,
 - eine Übereinstimmung mit allen ergebnisbezogenen und allgemeinen für das Erzeugnis geltenden aktuellen Sicherheitsnormen, d. h. mit den Anforderungen der Normen[2][3], besteht und
- durch turnusmäßige Kontrolle der Prüfstelle überwacht wird, dass die jeweils produzierten Geräte den aktuellen Normenvorgaben entsprechen.

7 Sicherheit durch richtiges Bedienen

Der Prüfer hat viele Möglichkeiten, ein Multimeter mit dem Messobjekt zu verbinden. Nur eine ist richtig, mindestens eine kann zum Totalausfall des MM oder anderen Schäden führen. Für den geübten Prüfer sind die Anschlüsse am MM eindeutig. Wer zum ersten Mal oder nach langer Zeit wieder einmal misst, kann sich aber schnell einmal irren. Sicherheitshalber sollte man ein MM erst dann an das Messobjekt anschließen, wenn man

- sich selbst oder einem Mitarbeiter die Bedeutung aller Anschlüsse des MM erklären kann und



④ Gegenseitige mechanische Verriegelung der Messbuchsen sowie Beispiel für die Kennzeichnung mit der Messkategorie und der höchstzulässigen Bemessungsspannung (gegen Erde) des Messobjekts

- nachdem man die Messschaltungen für die Spannungsmessung bzw. die Strommessung aufgebaut und sich den Messablauf in einer „Trockenübung“ eingeprägt hat.

Wirklich sicheres Messen ist nur dem möglich, der die in den Normen enthaltenen Vorgaben sowie die auf dem Gerät und die in der **Betriebsanleitung** genannten **Sicherheitshinweise des Herstellers** vollständig beachtet. Er erhält dadurch Hinweise u. a. auf besondere Gefahren, Grenzen der Anwendungsbereiche und der Belastbarkeit, über die Art und den richtigen Einsatz der Verschleißteile (Gerätesicherungen), sowie über die Bedingungen eines richtigen und sichereren Umgangs mit dem Gerät. Es ist darum auch wichtig, dass er sich mit dem Multimeter

- vor Beginn der Arbeit und dann
- vor dem Anschluss des Geräts an einen Messkreis

mit den Vorgaben der Betriebsanleitung vertraut macht.

Wichtig ist auch, dass die Messleitungen und das Zubehör der MM nur zu verwenden sind, wenn sie von den Herstellern der MM bereitgestellt oder benannt werden. Man kann dann (mit Ausnahme von „Billigprodukten“) davon ausgehen, dass sie den Sicherheitsnormen [2][3] entsprechen. Auch diese Teile müssen mit der zulässigen Bemessungsspannung gegen Erde und der Messkategorie sowie mit der max. zugelassenen Strombelastung gekennzeichnet sein. Bei neueren Messleitungen bzw. anderem Zubehör muss die Kennzeichnung direkt auf der Leitung bzw. dem Zubehör aufgebracht sein. Auch hier gibt ein GS-Zeichen die Gewissheit, dass die Forderungen der zuständigen Sicherheitsnorm [3] erfüllt sind.

8

Richtiges Bedienen

Typische Fehlhandlungen beim Messen mit Multimetern sind das

- Benutzen eines Strommesskreises, in dessen Buchsen sich noch die Messleitungen befinden zu einer „Spannungsmessung“ und
- Einstellen eines Messbereichs, dessen Endwert wesentlich kleiner ist als der Messwert.

Beim Gestalten der MM wurden diese zu

erwartenden Fehlhandlungen weitgehend berücksichtigt. Dadurch und durch ihre Gerätesicherungen werden Schäden weitgehend vermieden. Bei Messungen an Anlagen mit sehr hohen Kurzschlussleistungen oder unzureichenden Schutzeinrichtungen können sie allerdings nicht immer verhindert werden. Auf jeden Fall darf nach den Anforderungen der Norm [2] keine Gefährdung des Bedienenden oder Dritter entstehen.

Vorbeugende Sicherheitsmaßnahme sind außerdem

- die mechanische Verriegelung der Messbuchsen, mit der das Umschalten auf einen Spannungsmessbereich verhindert wird, wenn sich in den Buchsen der Strommesskreise noch Messleitungen befinden (Bild ④) oder
- eine akustische Warnung beim Umschalten von einem Strom- auf einen Spannungsmesskreis.

Beides kann einen Irrtum mit seinen Folgen natürlich nicht in jedem Fall, aber doch weitgehend verhindern. Der Prüfer selbst kann derartigen Fehlhandlungen und/oder deren Folgen entgegenwirken, indem er folgende Hinweise beachtet:

- Nur solche Multimeter – einschließlich Zubehör – verwenden, die den neuesten Sicherheitsanforderungen [2][3] entsprechen.
- Beginn jeder Strommessung mit dem höchsten Strommessbereich des MM, bevor dann bis zu dem für den Messwert günstigsten Bereich heruntergeschaltet wird. Bei sinnvoll konstruierten MM werden die Strombereiche überbrückend geschaltet, sodass beim Umschalten keine Unterbrechung des Stroms erfolgt.
- Verwenden der auch als Zubehör vorhandenen Strommesszangen, wenn Wechselströme von einigen Ampere zu messen sind.
- Spannungsmessungen an leistungsstarken Stromquellen oder Stromkreisen ausschließlich unter Verwendung eines Spannungstastkopfs (Bild ②), durch den bei Fehleinstellungen der Kurzschlussstrom begrenzt und ein etwa entstehender Lichtbögen sofort gelöscht wird.

Bei einer durch den Tastkopf entstandenen Erweiterung des Messbereichs ist gegebenenfalls zu beachten, dass in Abhängigkeit von der für das MM angegebenen Bemessungsspannung (Bild ④) möglicherweise eine isolierte Aufstellung der Messanordnung mit dem MM gegenüber Erde erforderlich ist.

Literatur

- [1] Gesetz zur Neuordnung der Sicherheit von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten (GPSG).
- [2] DIN (EN) 61010-1 (VDE 0411 Teil 1) Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- [3] DIN (EN) 61010-031 (VDE 0411 Teil 031) –; Sicherheitsbestimmungen für handgeführtes Messzubehör zum Messen und Prüfen.
- [4] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). ■