

5 Schutzmaßnahmen

Personen und Sachen müssen vor schädigenden Einwirkungen durch elektrischen Strom geschützt werden, dazu sind Maßnahmen erforderlich, die den Fehlern, Mängeln und Schädigungen entgegenwirken können oder die die negativen Einflüsse erst gar nicht eintreten lassen.

Um dem Leser und Anwender einen Überblick über die Schutzmaßnahmen zu geben, die eine wichtige Funktion bei der Errichtung und dem Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel erfüllen, werden weitestgehend alle Schutzmaßnahmen nachfolgend angesprochen, klar gegliedert und erläutert.

Merke: Schutz ist die Verringerung des Risikos durch geeignete Vorkehrungen, die entweder die Eintrittshäufigkeit oder den Umfang des Schadens oder beides verringern.

5.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

Als Schutz gegen elektrischen Schlag werden alle Mittel und Maßnahmen bezeichnet, die verhindern, dass ein gefährlicher Strom den Körper eines Menschen oder Tieres durchfließt. Er wird dann als gefährlich bezeichnet, wenn dabei ein schädigender (pathophysiologischer) Effekt (elektrischer Schlag) auftritt. Bei ordnungsgemäßer Herstellung, Errichtung bzw. Aufstellung und bei bestimmungsgemäßer Verwendung dürfen elektrotechnische Erzeugnisse keine Gefahren für Personen und Tiere verursachen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen. Das Konzept der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag beruht auf dem Prinzip der zweifachen Sicherheit und ist bei besonderer Gefährdung durch eine dritte Schutzebene zu ergänzen.

Zu unterscheiden sind der:

- Basisschutz,
- Fehlerschutz,
- Zusatzschutz.

Schutz gegen gefährliche Körperströme



<p>1. Schutzebene: Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)</p>	<p>Schutz vor Gefahren, die sich aus einer Berührung mit aktiven Teilen ergeben</p>	
---	---	--



<p>2. Schutzebene: Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)</p>	<p>Schutz vor Gefahren, die sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit dem Körper oder fremden leitfähigen Teilen ergeben</p>	
--	---	--



<p>3. Schutzebene: Zusatzschutz (Schutz bei direktem Berühren)</p>	<p>Ergänzung der Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren, z. B. wenn diese unwirksam werden</p>	
--	---	--

Bild 5.1 Definitionen des Schutzes gegen elektrischen Schlag in drei Schutzebenen

Es muss verhindert werden, dass ein gefährlicher Strom den Körper eines Menschen oder eines Nutztiers durchfließt. Dazu sind Maßnahmen zu ergreifen, die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.

Wichtig: Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung U_L Wechselspannung, AC 50 V/Gleichspannung, DC 120 V

Merke:

Zwei grundsätzliche Anforderungen:

Ein **elektrischer Schlag** durch Berühren von unter Spannung stehenden Teilen muss verhindert werden durch:

Isolieren, Abdecken, Umhüllen oder Abstand zu den spannungsführenden Teilen (**Basisschutz**). Dies gilt für den Normalzustand, also den ungestörten Betrieb und bei bestimmungsgemäßer Verwendung und ohne Fehler in den Anlagen. Außerdem dürfen ebenso keine Gefährdungen entstehen, wenn durch einen Fehler in der entsprechenden Anlage, z. B. durch eine schadhafte Isolierung die Spannung auf den Körper eines Betriebsmittels verschleppt werden könnte. Der Schutz vor der Gefährdung, die sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit Körpern oder fremden leitfähigen Teilen ergeben könnte, ist der **Fehlerschutz**.

Schutzmaßnahmen zum Fehlerschutz (siehe Kapitel 5.1.2)

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung^{*)},
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung,
- Schutztrennung,
- Schutz durch Kleinspannung SELV und PELV.

^{*)} Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist die am häufigsten angewendete Schutzmaßnahme in elektrischen Anlagen

In der letzten Zeit haben sich zu den Schutzmaßnahmen verschiedene Begrifflichkeiten durch die Harmonisierung der Normen, Angleichung an die international verwendeten Begriffe und der unterschiedlichen Übergangsfristen im allgemeinen Sprachgebrauch ergeben, die evtl. zu Verwirrungen führen könnten, daher ist in **Tabelle 5.1** eine übersichtliche Darstellung verschiedener Bezeichnungen enthalten.

Bezeichnung nach DIN VDE 0100-410:2018-10	Frühere Bezeichnungen
Schutz gegen elektrischen Schlag, Basisschutz ^{*)}	Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen (Schutz gegen direktes Berühren/Basisschutz)
Schutz gegen elektrischen Schlag, Fehlerschutz ^{*)}	Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren/Fehlerschutz)
Schutz durch nicht leitende Umgebung	Standortisolierung
Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich	Potentialausgleich
Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs	Schutz durch Abstand
Basisisolierung von aktiven Teilen	Schutz durch Isolierung von aktiven Teilen
Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Abdeckungen und Umhüllungen	Schutz durch Abdeckungen und Umhüllungen
Schutzmaßnahme doppelte oder verstärkte Isolierung	Schutz durch Verwenden von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder gleichwertige Isolierung bzw. zeitlich davor: Schutzisolierung
Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels	Schutztrennung
Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	Schutzkleinspannung
Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene	Hauptpotentialausgleich
Schutzerdung nach DIN VDE 0100-410:2018-10 ist in der Funktion eigentlich „Erdung über den Schutzleiter“	als Schutzerdung wurde früher „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TT-System“ bezeichnet
^{*)} die Verwendung der Begriffe Basisschutz und Fehlerschutz gilt als ausreichend	

Tabelle 5.1 Bezeichnung der Begriffe Schutz gegen elektrischen Schlag

Merke: Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag

Nach DIN VDE 0100-410:2018-10 muss eine Maßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag aus einer geeigneten Kombination aus Basisschutz und Fehlerschutz bestehen. Die Norm behandelt die Anwendung und Koordinierung dieser Anforderungen auch in Beziehung zu den äußeren Einflüssen (siehe DIN VDE 0100 Gruppe 700). Die Schutzmaßnahme muss bestehen aus:

- einer geeigneten Kombination von zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen^{*)} für den Basisschutz und den Fehlerschutz oder
- einer verstärkten Schutzvorkehrung^{*)} die den Basisschutz und den Fehlerschutz bewirkt.

^{*)} Schutzvorkehrung nach DIN VDE 0140-1:2007-03 kann als Bestandteil der Schutzmaßnahme verstanden werden bzw. die Schutzvorkehrung ist die Durchführung oder Ausführung einer Schutzmaßnahme.

Anmerkung: Die DIN VDE 0100-410 aus dem Jahr 2007 ist überarbeitet und durch die DIN VDE 0100-410:2018-10 ersetzt worden. In der jetzt gültigen Norm aus dem Jahr 2018 sind die Anforderungen an die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel erweitert bzw. geändert worden. In diesem Kapitel 5 „Schutzmaßnahmen“ bzw. in anderen Kapiteln werden Hinweise zu den geänderten Anforderungen angegeben. Die Inhalte der Norm DIN VDE 0100-739:1989-06 (zurückgezogen) wurden in DIN VDE 0100-410:2018-10 eingearbeitet.

**Gültigkeiten und Fristen von
DIN VDE 0100-410:2007-06 (zurückgezogen),
DIN VDE 0100-739:1989-06 (zurückgezogen) und
DIN VDE 0100-410:2018-10**

Übergangsfrist: Bis zum 7. Juli 2020 war die Anwendung der alten Norm DIN VDE 0100-410:2007-06 (zurückgezogen), der DIN VDE 0100-739:1989-06 (zurückgezogen) neben der neuen Norm DIN VDE 0100-410 aus dem Jahr 2018 möglich. Nach der Übergangsfrist mussten Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag nur nach DIN VDE 0100-410:2018-10 errichtet werden.

Anwendungsbereich der
DIN VDE 0100-410:
2018-10 Elektrische Anlagen in Wohnungen, Gewerbeanlagen, öffentlichen Gebäuden, Industrieanlagen, landwirtschaftliche und gartenbauliche Betrieben, Fertighäusern, Caravans und Campingplätzen und ähnlichen Bereichen, Baustellen, Ausstellungen, Messen, Beleuchtungsanlagen im Freien und ähnliche Anlagen, medizinisch genutzte Bereichen, beweglichen oder transportablen elektrischen Anlagen, Photovoltaikanlagen und Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen.

Für einige der genannten Einrichtungen, Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art gelten zusätzlich zu den Anforderungen nach DIN VDE 0100-410:2018-10 anwendungsspezifische Anforderungen, die in den Normenteilen der DIN VDE 0100, Gruppe 700 ergänzend geregelt sind.

Allgemeine Anforderungen nach Abschnitt 410.3.3 der DIN VDE 0100-410:2018-10 sind zwar nicht neu, sondern ebenso in der DIN VDE 0100-410:2007-10 (zurückgezogen) enthalten, werden aber bewusst, wegen der Wichtigkeit hervorgehoben genannt.

Allgemeine Anforderungen

In jeder Anlage, auch in jedem Teil einer Anlage, **muss eine** oder **dürfen mehrere** Schutzmaßnahmen angewendet werden. Dringend müssen dabei die Bedingungen der äußeren Einflüsse berücksichtigt werden.

Folgende Schutzmaßnahmen sind nach DIN VDE 0100-410:2018-10 allgemein erlaubt:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung,
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung,
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels,
- Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV.

Für **spezielle Anlagen und Orte besonderer Art** müssen auch besondere Schutzmaßnahmen, die jeweils in DIN VDE 0100 der Gruppe 700 genannt sind, angewendet werden, z. B. auf **Baustellen**, die DIN VDE 0100-704:2018-10.

Die Anwendung weiterer Schutzmaßnahmen/Schutzvorkehrungen^{*)} sind abhängig vom **Nutzer** und seiner **jeweiligen Qualifikation**:

- Schutz durch Hindernisse,
- Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs

dürfen nur in Anlagen angewendet werden, die nur zugänglich sind für Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen oder Personen die von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen beaufsichtigt werden.

- Schutz durch nicht leitende Umgebung,
- Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich,
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung von mehr als einem Verbrauchsmittel

dürfen nur angewendet werden, wenn die Anlagen unter der Überwachung durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen stehen und somit Änderungen an den Anlagen in den Örtlichkeiten ausgeschlossen werden können.

^{*)} Schutzvorkehrungen können als Bestandteile der Schutzmaßnahmen verstanden werden, d. h. die Schutzvorkehrung ist die Durchführung/Ausführung bzw. die Einzelmaßnahme einer Schutzmaßnahme.

Besondere und spezielle Schutzvorkehrungen nach DIN VDE 0100-410:2018-10

Voraussetzung für die Anwendung dieser Schutzvorkehrungen ist es, dass alle elektrischen Betriebsmittel einen Basisschutz haben.

Art der speziellen Schutzvorkehrung	Status	Charakteristisch ist
Schutz durch nicht leitende Umgebung	Neben den allgemein erlaubten Schutzmaßnahmen als besondere Schutzvorkehrung erlaubt, aber nur, wenn die Anlage unter Überwachung durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen steht	Die isolierende Umgebung nicht leitender Räume/Umgebung kann beim Versagen der Basisisolierung gefährliche Berührungsströme verhindern, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt werden: <ul style="list-style-type: none"> • kein gleichzeitiges Berühren der Körper unterschiedlicher Betriebsmittel oder Betriebsmittel mit fremden leitfähigen Teilen (Abstand > 2,5 m im Handbereich), • es darf kein Schutzleiter vorhanden sein, • isolierender Fußboden und isolierende Wände, 50 kΩ bei Nennspannungen bis 500 V; 100 kΩ bei Nennspannungen über 500 V, • alle Vorkehrungen müssen dauerhaft sichergestellt werden. Da die letzte Forderung im Allgemeinen nicht sichergestellt werden kann, ist es besser, eine andere Schutzmaßnahme z. B. Schutz durch Abschaltung oder Meldung zu wählen.
Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich	Neben den allgemein erlaubten Schutzmaßnahmen als besondere Schutzvorkehrung erlaubt, aber nur, wenn die Anlage unter Überwachung durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen steht	Durch den erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich kann das Auftreten einer gefährlichen Berührungsspannung verhindert werden. In den Schutzpotentialausgleich sind alle gleichzeitig berührbaren Körper und fremden leitfähigen Teile einzubeziehen. Eine Verbindung zur Erde oder zu geerdeten Teilen oder Körper muss ausgeschlossen werden. Ist dies nicht möglich, kann der Schutz durch erdfreien Schutzpotentialausgleich nicht angewendet werden. Deshalb wird diese Schutzmaßnahme selten angewendet. Stattdessen ist z. B. der Schutz durch automatische Abschaltung zu wählen.
Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung von mehr als einem Verbrauchsmittel	Neben den allgemein erlaubten Schutzmaßnahmen als besondere Schutzvorkehrung erlaubt, aber nur,	Als allgemein erlaubte Schutzmaßnahme darf die Schutztrennung nur für die Versorgung eines Verbrauchsmittels angewendet werden. Muss mehr als ein Verbrauchsmittel angeschlossen werden, so ist es eine Schutzvorkehrung mit der Bezeichnung Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel. Anforderungen:

Tabelle 5.2 Schutzvorkehrungen nach DIN VDE 0100-410

Art der speziellen Schutzvorkehrung	Status	Charakteristisch ist
	wenn die Anlage unter Überwachung durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen steht	<ul style="list-style-type: none"> • Vorsichtsmaßnahmen sind zu treffen, damit der getrennte Stromkreis vor Isolationsfehler und weiteren Beschädigungen geschützt wird (Isolierung sollte von Elektrofachkräften täglich überprüft werden), • Körper des getrennten Stromkreises müssen miteinander durch isolierte, nicht geerdete Schutzpotentialausgleichsleiter verbunden werden; diese Leiter sind nicht mit den Schutzleitern oder Körpern anderer Stromkreise verbunden, • Steckdosen: mit Schutzkontakten ausgestattet; mit dem Schutzpotentialausgleichssystem verbunden; Schutzkontakte dürfen nicht mit anderen Schutzsystemen verbunden sein, • flexible Anschlussleitungen müssen einen Schutzleiter enthalten, • Länge der Kabel- und Leitungen beachten: Produkt der Spannung in Volt und der Leitungslänge in Meter sollte der Wert 100 000 nicht überschritten werden
Schutz durch Hindernisse	Basisschutz unter besonderen Bedingungen; nur in Anlagen verwenden, die durch Elektrofachkräfte oder unterwiesene Personen überwacht werden	<p>Zweck der Maßnahme: Berühren aktiver Teile verhindern</p> <ul style="list-style-type: none"> • unabsichtliches Berühren aktiver Teile und unbeabsichtigte Berühren der aktiven Teile während des Bedienens von Betriebsmitteln im Normalbetrieb sollen verhindert werden durch Schutzleisten, Gitter, Ketten, Seile oder Geländer, • Hindernisse sollten durch Bügel o. Ä. gesichert sein, die jedoch ohne Werkzeug entfernbar sein dürfen; Kennzeichnung: auffällig in rot-weiß oder schwarz-gelb; Abstand zu den aktiven Teilen etwa 0,2 m, Höhe etwa 1,3 m
Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs	Basisschutz unter besonderen Bedingungen, nur in Anlagen verwenden, die durch Elektrofachkräfte oder unterwiesene Personen überwacht werden	<p>Zweck der Maßnahme: Berühren aktiver Teile verhindern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Handbereich ist der Bereich, der mit der Hand ohne besondere Hilfsmittel von der Standfläche aus erreicht wird; die berührbaren aktiven Teile müssen sich außerhalb des Handbereichs befinden, • gleichzeitig berührbare Teile unterschiedlichen Potentials dürfen nicht innerhalb des Handbereichs errichtet sein, d. h. sie müssen > 2,5 m voneinander entfernt angeordnet sein (siehe Bild 5.2), • sollte ein Hindernis die Abgrenzung bilden, so muss z. B. dieses Maschengitter die Schutzart IP2X oder IPXXB haben, damit das Eindringen fester Fremdkörper oder das Berühren des menschlichen Fingers nicht möglich ist

Tabelle 5.2 (Fortsetzung) Schutzvorkehrungen nach DIN VDE 0100-410

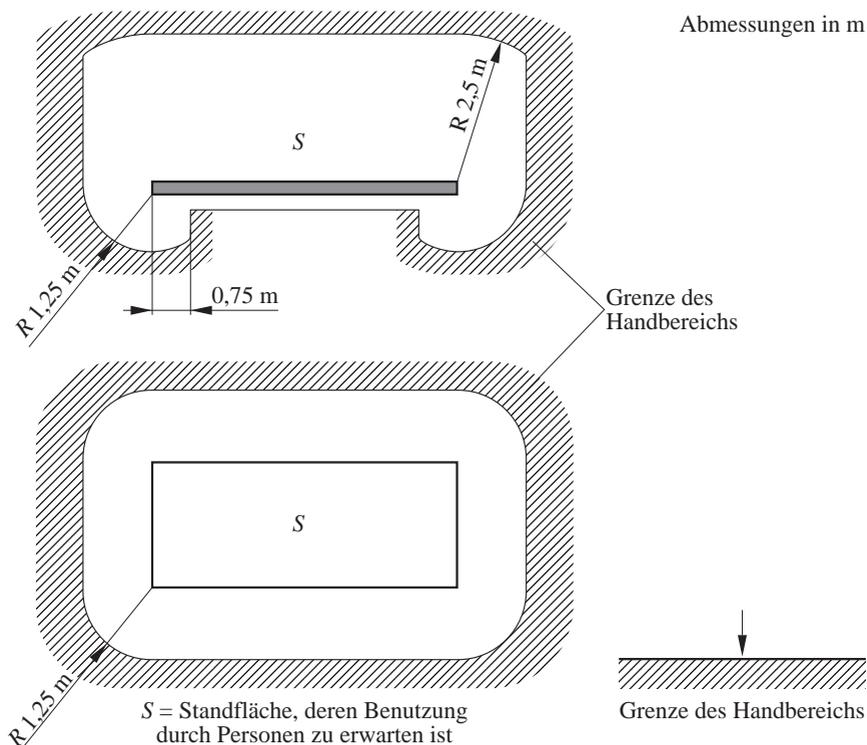


Bild 5.2 Handbereich

(Quelle: DIN VDE 0100-410:2018-10, Bild B.1)

Das „Zusammenspiel“ der Schutzvorkehrungen und der Schutzmaßnahmen wird aus dem nachfolgenden **Bild 5.3**, das im Buch *Rudnik, S.; Pelta, R.: Der Lotse durch die DIN VDE 0100. VDE-Schriftenreihe Band 144. 3. Aufl. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG* als Bild 410-2 dargestellt wird, sehr deutlich und soll an dieser Stelle erneut wiedergegeben werden.

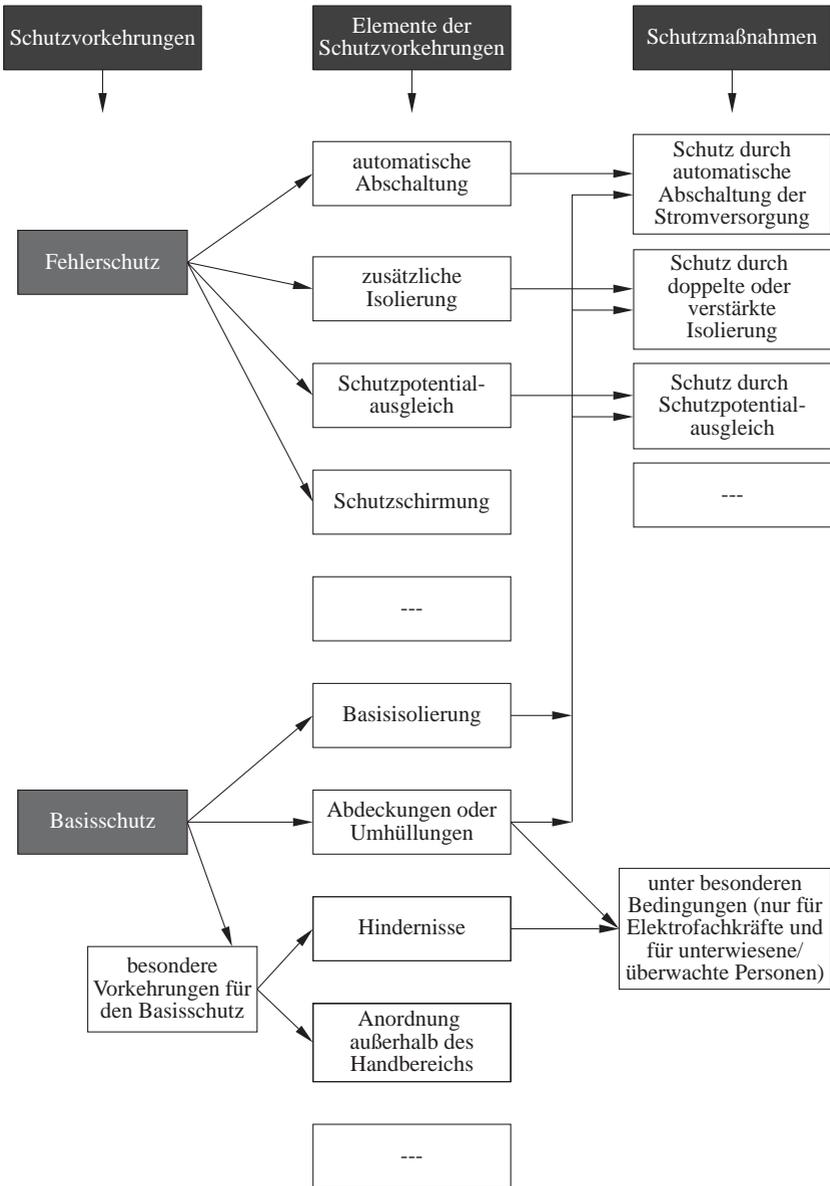


Bild 5.3 Beispiele von Schutzvorkehrungen und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen (Quelle: Bild 410-2 in: Rudnik, S.; Pelta, R.: Der Lotse durch die DIN VDE 0100. VDE-Schriftenreihe Band 144. 3. Aufl. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG)