

# ***Vorbeugende Instandhaltung und Prüfung von elektrischen Maschinen***



Verlag diam-publish

Pretschgasse 21/2/10  
A-1110 Wien/Österreich  
Tel.: +43-(0)1-769-67-50-12  
Fax.: +43-(0)1-769-67-50-20  
Email: [office.diam-publish@diamcons.com](mailto:office.diam-publish@diamcons.com)  
[www.diamcons.com/diam-publish](http://www.diamcons.com/diam-publish)



# Vorbeugende Instandhaltung und Prüfung von elektrischen Maschinen

Alfred Mörx<sup>1</sup>

Der Bereich vorbeugende Instandhaltung und Prüfung von Betriebsmitteln, damit auch von elektrische Maschinen, und Anlagen gewinnt immer mehr an praktischer Bedeutung. Je nach der Art der eingesetzten Produktionsmittel müssen auch die Schwerpunkte im Bereich Instandhaltung gesetzt werden. Neben den gesetzlichen Anforderungen bzw. rein betriebswirtschaftlichen Überlegungen seitens des Betreibers der elektrischen Maschinen und Anlagen, stellt das gesamte Feld der Instandhaltung eine für den Elektromaschinenbauer interessante Geschäftsgrundlage dar.

## 1 Das österreichische Elektrotechnikgesetz

EG-Richtlinien lassen eine gesetzliche Verbindlichkeit von Normen und technischen Bestimmungen nicht zu. EG-Richtlinien legen hingegen wesentliche Sicherheitsanforderungen fest, bei deren Einhaltung das Inverkehrsetzen der Betriebsmittel nicht behindert werden darf.

Normen und technische Bestimmungen, insbesondere harmonisierte Normen, haben jedoch deswegen eine große Bedeutung, weil bei ihrer Einhaltung die Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen als gegeben anzusehen ist. Man spricht auch davon, daß Konformität besteht.

Bestimmungen über das Betreiben, Verwenden, Errichten, Ändern oder Instandhalten müssen hingegen jedenfalls verbindlich erklärt werden. Dies geschieht in Österreich im wesentlichen durch die Elektrotechnikverordnung.

Die Niederspannungsrichtlinie der EG geht im Zusammenhang mit der Sicherheit von Betriebsmitteln nur von deren ordnungsgemäßen Gebrauch aus. Neuere Richtlinien der EG ("New-Approach-Richtlinien") ziehen auch den zu erwartenden Mißbrauch in Betracht. Aus diesem Grund enthält § 3 des österreichischen Elektrotechnikgesetzes

---

<sup>1</sup>Eur.Phys Dipl.-Ing. Alfred MÖRX; Vorsitzender-Stellvertreter des ÖVE-FA-E, Vorsitzender des Fachunterausschusses ÖVE-IS-23E, österreichischer Delegierter bei IEC und CENELEC, Inhaber von diam-consult, Technisches Büro für Physik;  
[www.diamcons.com](http://www.diamcons.com)

eine entsprechende Formulierung hinsichtlich der Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen auf dem Gebiete der Elektrotechnik<sup>2</sup>.

*Sicherheitsmaßnahmen auf dem Gebiete der Elektrotechnik*

§ 3. (1) Elektrische Betriebsmittel und elektrische Anlagen sind innerhalb des ganzen Bundesgebietes so zu errichten, herzustellen, instandzuhalten und zu betreiben, daß ihre Betriebssicherheit, die Sicherheit von Personen und Sachen, ferner in ihrem Gefährdungs- und Störungsbereich der sichere und ungestörte Betrieb anderer elektrischer Anlagen und Betriebsmittel sowie sonstiger Anlagen gewährleistet ist. Um dies zu gewährleisten, ist gegebenenfalls bei Konstruktion und Herstellung elektrischer Betriebsmittel nicht nur auf den normalen Gebrauch sondern auch auf die nach vernünftigen Ermessen zu erwartende Benutzung Bedacht zu nehmen. In anderen Rechtsvorschriften enthaltene Bestimmungen über den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen werden durch diese Bestimmungen nicht berührt.

§ 3. (2) Im Gefährdungs- und Störungsbereich elektrischer Anlagen und elektrischer Betriebsmittel sind jene Maßnahmen zu treffen, welche für alle aufeinander einwirkenden elektrischen und sonstigen Anlagen sowie Betriebsmittel zur Wahrung der elektrotechnischen Sicherheit und des störungsfreien Betriebes erforderlich sind.

### **1.1 Abgrenzung von elektrischen Betriebsmitteln und elektrischen Anlagen**

Im Vergleich zu früheren Fassungen des Elektrotechnikgesetzes wurden im Elektrotechnikgesetz 1992 die Definitionen von elektrischen Anlagen und elektrischen Betriebsmitteln neu gestaltet. Dadurch wird eine deutliche Abgrenzung dieser beiden Begriffe erwirkt.

§ 1. (1) Elektrische Betriebsmittel im Sinne dieses Bundesgesetzes sind Gegenstände, die als Ganzes oder in einzelnen Teilen zur Gewinnung, Fortleitung oder zum Gebrauch elektrischer Energie bestimmt sind. Betriebsmäßige Zusammenfassungen mehrerer elektrischer Betriebsmittel, die als bauliche Einheit in Verkehr gebracht werden und zumindest zu diesem Zeitpunkt als bauliche Einheit ortsveränderlich sind, gelten ebenfalls als elektrische Betriebsmittel.

---

<sup>2</sup> Originaltext aus Gesetzen und Verordnungen sind am Seitenrand durch senkrechte Linien gekennzeichnet.



§1 (2) Eine elektrische Anlage im Sinne dieses Bundesgesetzes ist eine ortsfeste betriebsmäßige Zusammenfassung elektrischer Betriebsmittel, soweit diese Zusammenfassung nicht nach Abs. 1 als Betriebsmittel zu betrachten ist. Als ortsfest gelten auch elektrische Anlagen auf Fahrzeugen, transportablen Bauwerken und fliegenden Bauten. Anlagen zum Potentialausgleich, Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen und Anlagen zum kathodischen Korrosionsschutz sind ebenfalls elektrische Anlagen.

## **1.2 Wesentliche Änderung, wesentliche Erweiterung von Anlagen und Betriebsmitteln**

Auch die Begriffe wesentliche Änderung und wesentliche Erweiterung von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln wurden neu definiert und besser voneinander abgegrenzt.

§1 (3) Eine wesentliche Änderung einer elektrischen Anlage liegt vor, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

1. Die Stromart(en) (Gleichstrom, Drehstrom, Wechselstrom) wird (werden) geändert.
2. Die Nennspannung(en) der Anlage wird (werden) um mehr als 20 % geändert, es sei denn, die Anlage wurde so errichtet, daß diese Änderung bei ihrer Konstruktion berücksichtigt wurde und höchstens eines bereits bei der Auslegung vorgesehenen Austausches einzelner Betriebsmittel bedarf.
3. Durch Änderungen der Schutzmaßnahme bei indirektem Berühren in einem Anlagenteil werden Auswirkungen in anderen Anlagenteilen ausgelöst.
4. Durch andere Maßnahmen werden die Voraussetzungen für die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen direktes oder bei indirektem Berühren beeinträchtigt.

§ 1 (4) Eine wesentliche Erweiterung einer elektrischen Anlage liegt vor, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

1. Die elektrische Anlage wird örtlich in Bereiche erweitert, in denen bisher keine elektrische Anlage oder eine solche mit einer anderen Anspeisung der Stromversorgung bestanden hat.
2. Die Leistung, die der Zuleitung maximal entnommen werden soll, erhöht sich so sehr, daß eine Verstärkung der Zuleitung notwendig ist.

§ 1 (5) Eine wesentliche Änderung eines elektrischen Betriebsmittels liegt vor, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

1. Eine oder mehrere der Größen oder Eigenschaften Stromart, Nennspannung, Nennstrom, Nennleistung, Nennbetriebsart, Nenndrehzahl oder Nennfrequenz der Stromversorgung werden geändert, es sei denn, das Betriebsmittel ist so gebaut, daß diese Änderung ohne baulichen Eingriff möglich ist und die Auswirkungen dieser Änderung bereits bei der Konstruktion des Betriebsmittels berücksichtigt wurden.
2. Teile des elektrischen Betriebsmittels, die dem Schutz des Benützers oder anderer Personen dienen, werden geändert oder dauernd entfernt.

§1 (6) Eine wesentliche Erweiterung eines elektrischen Betriebsmittels liegt vor, wenn dieses mit zumindest einem anderen elektrischen Betriebsmittel betriebsmäßig zusammengefaßt wird, aber dadurch weder eine elektrische Anlage nach Abs. 2 noch ein elektrisches Betriebsmittel anderer Art entsteht, es sei denn, die Betriebsmittel sind so gebaut, daß diese Zusammenfassung ohne wesentliche Änderung eines der Betriebsmittel möglich ist und die Auswirkungen dieser Zusammenfassung bereits bei der Konstruktion der Betriebsmittel berücksichtigt wurden.

### **1.3 Anpassung von Anlagen und Betriebsmitteln an den anerkannten Stand des technischen Regelwerkes**

Im Zuge von Arbeiten zur vorbeugenden Instandhaltung oder Prüfung steht der überprüfende Techniker oft vor der Frage wie und in welchem Umfang Anpassungsarbeiten der Anlage oder des Betriebsmittels an den gültigen anerkannten Stand des technischen Regelwerkes aus gesetzlicher Sicht notwendig sind. Das österreichische Elektrotechnikgesetz trifft hierzu im § 4 klare Aussagen. Dennoch sollten aus technischer oder sicherheitstechnischer Sicht erforderliche Anpassungsarbeiten, nach Beratung des Betreibers der Anlage oder der Betriebsmittel, unbedingt durchgeführt werden. In den meisten Fällen ergeben sich dadurch für den Betreiber sogar betriebswirtschaftliche Vorteile. In einige Fällen wird durch die sicherheitstechnische Umrüstung von Betriebsmitteln auch das schutztechnische Restrisiko im Betrieb der Anlage verringert.

§ 4 (1) Auf bestehende elektrische Anlagen und elektrische Betriebsmittel, welche nach den zur Zeit ihrer Errichtung beziehungsweise Herstellung in Geltung gestandenen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften errichtet beziehungsweise hergestellt wurden, finden neue elektrotechnische Sicherheitsvorschriften keine Anwendung. Für diese Anlagen und

Betriebsmittel bleiben im allgemeinen die zur Zeit ihrer Errichtung beziehungsweise Herstellung in Geltung gestandenen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften weiter in Kraft.

§ 4 (2) Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten kann jedoch generell durch Verordnung oder die Behörde (§ 13) individuell durch Bescheid bestehende elektrische Anlagen oder elektrische Betriebsmittel in den Geltungsbereich neuer elektrotechnischer Sicherheitsvorschriften einbeziehen, wenn

- a) durch die Anwendung der neuen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften erhebliche Mißstände beseitigt werden, welche die Sicherheit von Personen oder Sachen, ferner die Betriebs- und Störungssicherheit der elektrischen Anlagen und elektrischen Betriebsmittel sowie sonstiger Anlagen in ihrer Umgebung gefährden oder, wenn
- b) die Umstellung auf die neuen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften ohne größere Beeinträchtigung des Betriebes durchgeführt werden kann und die Kosten der Umstellung für den Verpflichteten verhältnismäßig gering sind.

## **2 Das Prinzip der "Verweisung auf harmonisierte Normen"**

Besondere Bedeutung erhalten die Arbeiten von CENELEC, der europäischen Normenorganisation für Elektrotechnik, durch die Annahme des "Prinzips der Verweisung auf harmonisierte Normen" in EG-Rechts- und Verwaltungsvorschriften durch den EG-Ministerrat im Jahr 1985.

Ab diesem Zeitpunkt wurde der Weg für eine "Neue Konzeption" (New-Approach) der europäischen Normen frei. Insbesondere auch deswegen, weil dieses Prinzip auch von der Europäischen Freihandelszone (EFTA) angenommen wurde.

Vor dem Jahr 1985 zielten die EG-Richtlinien darauf ab, einzelne Probleme im Zusammenhang mit Handelshemmnissen dadurch zu beseitigen, daß alle technischen Anforderungen und Prüfungen in Anhänge von EG-Richtlinien aufgenommen wurden. Heute arbeitet die Kommission Richtlinien ("New Approach-Richtlinien") aus, die ein gesamtes technisches Gebiet erfassen, die Anforderungen jedoch auf einige wesentliche Dinge (meist fundamentale Sicherheitsziele) begrenzen. Dadurch erhält die europäische Normung den nötigen Freiraum bei der Festlegung von Detailanforderungen.

Dieser nunmehr generell eingeschlagene Weg des Verweisans auf europäische Normen - immer dann, wenn es um Detailanforderungen geht - bringt für alle Verantwortungsträger die Sicherheit, daß sie dem Gesetz folgen, wenn die Produkte oder Dienstleistungen die entsprechenden europäischen Normen erfüllen.

### **2.1 Nationale Norm - Europäische Norm**

Die Beziehungen zwischen nationalen und europäischen elektrotechnischen Normen ist ähnlich geregelt wie die Beziehung zwischen Gemeinschaftsrecht und einzelstaatlichem Recht.

So wie die EG-Mitgliedstaaten nationale Gesetze, die im Widerspruch zu den Richtlinien stehen, zurückziehen müssen, so sind auch alle CENELEC-Mitglieder verpflichtet, nationale Normen, die im Widerspruch zu Europäischen Normen stehen, zurückzuziehen.

Den Herstellern und Lieferanten steht die Übernahme der Europäischen Normen grundsätzlich frei. Voraussetzung ist jedoch die unbedingte Einhaltung der in den EG-Richtlinien fixierten wesentlichen (Sicherheits-) Anforderungen.

Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß es aus den oben angeführten Gründen (wenn Einhaltung der Europeanorm - dann Erfüllung des Gesetzes) in nahezu allen Fällen bei Einhaltung der Normen Vorteile für alle Beteiligten (Hersteller, Lieferanten, Kunden) entstehen.

## **3 Was verstehen wir unter Instandhaltung?**

### **3.1 Technische Definition nach ÖVE EN 50110-1, ÖVE EN 50110-2-100/1997-06**

Instandhaltung dient dazu die elektrische Anlage oder das elektrische Betriebsmittel im geforderten Zustand zu erhalten.

Instandhaltung besteht aus

- vorbeugender Instandhaltung, auch Wartung genannt und
- Instandsetzung.

Vorbeugende Instandhaltung wird regelmäßig durchgeführt um Ausfälle zu vermeiden und die Betriebsmittel in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten.

Instandsetzung dient der Reparatur oder dem Austausch eines oder mehrerer fehlerhafter Teile.

### 3.2 Betriebswirtschaftliche Definition von Instandhaltung

Unter Instandhaltung verstehen wir die wirtschaftliche Erhaltung des Anlagekapitals investiert in Maschinen- und Produktionsanlagen. Darüber hinaus versteht man unter vorbeugender Instandhaltung die Verminderung von Betriebsunterbrechungen und Produktionsausfällen, sowie die Vermeidung von Schadensfolgekosten (Abb.-1).

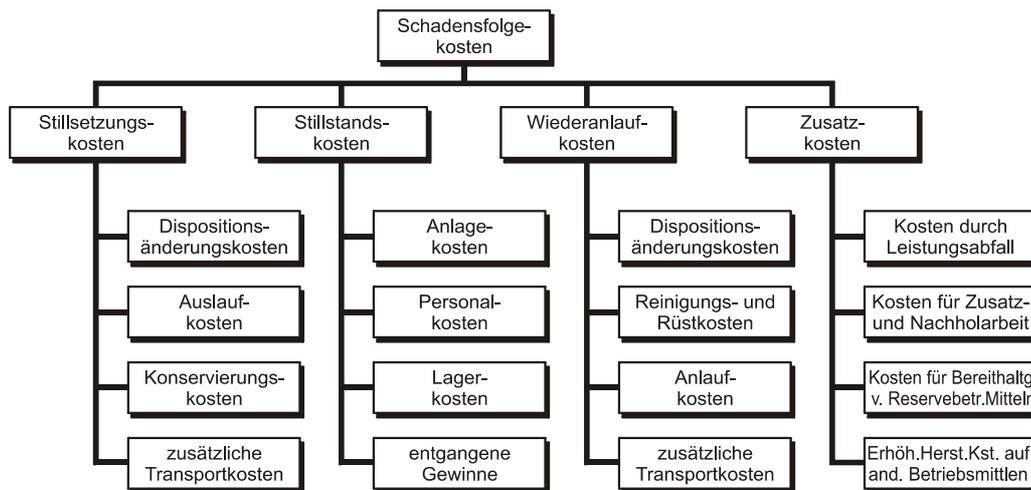


Abb.-1 Schadensfolgekosten, entnommen [1]

Darüber hinaus gelingt es, die Umweltverträglichkeit von Anlagen durch vorbeugende Instandhaltung zu verbessern.

Der Begriff Instandhaltung ist, im weiteren Sinn, ein Oberbegriff, zu dem nachstehende Bereiche gehören:

- die Inspektion, Erfassen des IST-Zustandes durch Prüfen und Messen;
- die Wartung, Pflegen der Anlagen gemäß Betriebsvorschrift;



- die Instandsetzung, die eigentliche Reparatur.

In den Bereich der Inspektion fallen die Arbeiten

- Prüfen,
- Messen und Erfassen,

in den Bereich der Wartung

- die Reinigung und Pflege,

in den Bereich Instandsetzung Arbeiten, wie

- Reparieren,
- Erneuern,
- Ausbessern.

Die Theorie der vorbeugenden Instandhaltung formuliert auch noch ein wesentliches betriebswirtschaftliches Ziel, das zu erreichen ist: Die Summe aus den Kosten für die Instandhaltung und der Kosten für den Produktionsausfall muß ein Minimum erreichen.

#### **4 Instandhaltungskonzepte im Überblick**

Nach der Begriffseingrenzung und der Formulierung von wirtschaftlichen Zielen für die vorbeugende Instandhaltung nun zur Umsetzung in die Praxis. Für die Realisierung dieser Ziele gibt es drei verschiedene Strategien, die oftmals kombiniert angewendet werden.

Vorbeugende Instandhaltung kann demnach

- schadensorientiert,
- zeitorientiert oder
- zustandsorientiert

erfolgen.

Bei der schadensorientierten Strategie wartet man so lange bis ein Schaden tatsächlich eintritt. Diese Strategie ist bei untergeordneten Anlagenteilen durchaus sinnvoll, vor allem dann, wenn das beschädigte Teil problemlos (durch entsprechende Lagerhaltung) ersetzt werden kann oder im System mehrfach (redundant) vorhanden ist. Diese Strategie wird im privaten Bereich in überwiegendem Maße angewandt.

Eine zeitorientierte Instandhaltungsphilosophie geht von der Instandhaltung in fest vorgegebenen Zeitintervallen aus. Als Beispiel sei hier die Maschinenüberholung während der Betriebsferien oder - als Beispiel im privaten Bereich - das Kraftfahrzeug genannt.

Als zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie bezeichnet man eine solche, bei der Instandsetzung nur dann einsetzt, wenn die Inspektion einen sich anbahnenden Schaden feststellt.

Zum engeren Bereich der vorbeugenden Instandhaltung zählen die beiden letzten Strategien. Eine zeit- oder zustandsorientierte Instandhaltung läßt sich planen; eine Instandsetzung kann somit vor Eintritt eines Schadens vorgenommen werden. Die beiden Strategien unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Kosten. In der Regel ist die zustandsorientierte Instandhaltung die kostengünstigere.

## **5 Abnutzungsvorrat und Instandhaltungsplanung**

Der Begriff Abnutzungsvorrat gibt Auskunft über die Nutzbarkeit und Funktionsfähigkeit von Anlagen und Betriebsmittel.

Abb.-2 zeigt schematisch die Nutzbarkeit eines elektrischen Betriebsmittels. Der Abnutzungsvorrat am Beginn der Nutzung beträgt 100 %. Durch Verschleiß und sonstige Einflüsse sinkt der Abnutzungsvorrat in Richtung Schadensgrenze. Beim Erreichen der Toleranzgrenze nach der Zeit  $t$  setzt Instandsetzung ein. Dadurch wird der Abnutzungsvorrat wieder nahezu auf 100 % angehoben.

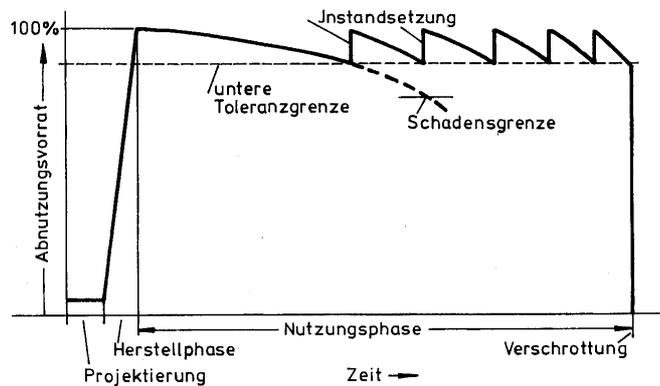


Abb.-2 Nutzbarkeit und Abnutzungsvorrat eines elektrischen Betriebsmittels (schematisch); entnommen [2]

Zum Vergleich ist in Abb-3 die Nutzbarkeit eines elektrischen Betriebsmittels dargestellt, das nicht instandgesetzt wird.

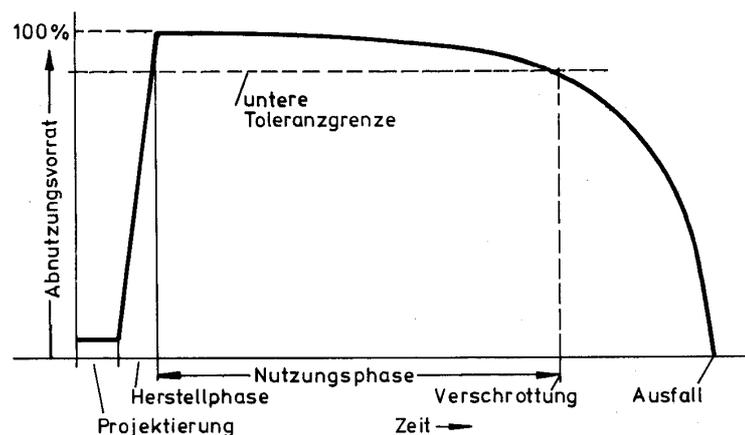


Abb.-3 Nutzbarkeit eines elektrischen Betriebsmittels, das nicht instandgesetzt wird (schematisch); entnommen [2]

## 6 Zusammenfassung - Ausblick

Aus diesem Überblick wird einerseits klar, dass das Gesamtgebiet „vorbeugende Instandhaltung“ durch das in Österreich gültige Elektrotechnikgesetz und die zugehörigen nationalen und europäischen Normen und EG-Richtlinien gut erfaßt und abgedeckt ist.

Vorbeugende Instandhaltung im Elektromaschinenbau heißt in erster Linie Instandhaltungsplanung sowie Erfassung des Zustandes der elektrischen Betriebsmittel. Dies führt nicht zuletzt zu einem optimalen Einsatz der verfügbaren Mittel und zu einer



Steigerung der Qualität. Andererseits entsteht durch die Tätigkeit in der Diagnose ein immer bedeutender werdendes Arbeitsfeld des Elektromaschinenbauers. Es ist letztlich Aufgabe des Praktikers, den jeweiligen Kunden so zu beraten, daß zwischen dem Aufwand für die Diagnose und dem verbleibenden Restrisiko das richtige Maß gefunden wird.

## 7 Weiterführende Literatur

- [1] Junge, H.-D; Müller G.; Elektrotechnik, VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim 1994.
- [2] Lapp, Heinz; Instandhaltung von elektrischen Anlagen; Planung und Durchführung für Handwerk und Industrie; Pflaum Verlag München, 1988
- [3] Winkler A., Linienklaus E., Rontz A.; Sicherheitstechnische Prüfungen in elektrischen Anlagen mit Spannungen bis 1000 V; VDE-Schriftenreihe 47, 1991
- [4] ÖVE EN 50110-1 (EN 50110-2-100 eingearbeitet)/Ausgabe 1997-06; Betrieb von elektrischen Anlagen, Teil 1 Europäische Norm, Teil 2-100 Nationale Ergänzungen
- [5] Biegelmeier, G.; Gabriel, Ch., Mörx, A.; Stärker, H; Elektroinstallation in Gebäuden Band, 2002, Österreichischer Wirtschaftsverlag, Wien; Bestellscheine erhalten Sie nach einer kurzen Mitteilung an [office.diam-publish@diamcons.com](mailto:office.diam-publish@diamcons.com)