



# Elektroinstallationen I

## Elektrische Niederspannungsanlagen gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1

2. Auflage, 2008

**Alfred Mörx**

**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)

**ANSCHRIFT DES AUTORS:**

Eur. Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx

diam-consult

Technisches Büro für Physik

Pretschgasse 21/2/10

A-1110 Wien / Österreich

Email: am@diamcons.com

www.diamcons.com

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

2. Auflage, 2008

Design by Katharina Bachl

© Verlag diam-publish, Wien 2008

**VORWORT DES VERFASSERS**

Das Fachgebiet Errichtung, Betrieb und Prüfung elektrischer Niederspannungsanlagen befindet sich – wie fast jedes Gebiet der elektrotechnischen Normung – im Spannungsfeld zwischen in Österreich gesetzlich zur Anwendung vorgeschriebenen anerkannten Regeln der Technik, den europäischen anerkannten Regeln der Technik (Europannormen oder Harmonisierungsdokumente), sowie allfälliger, in Veränderung befindlicher Europäischer Richtlinien und deren Umsetzung in Österreich und der risikotechnischen „Situation vor Ort“.

Die vorliegende Arbeitsunterlage ist ein Arbeitsbehelf für die Teilnehmer von Weiterbildungsveranstaltungen des Verfassers, und ist ausschließlich für diesen Verwendungszweck zusammengestellt.

Obwohl bei der Zusammenstellung mit größtmöglicher Sorgfalt vorgegangen wurde, erhebt dieser Arbeitsbehelf keinen Anspruch auf Vollständigkeit bezogen auf den (sehr umfassenden) Stand der Technik in diesem Fachgebiet.

Ebenso stellt diese Unterlage keine Planungs-, Ausführungs-, oder Instandhaltungsunterlage für ein spezifisches Projekt dar; die Erstellung derselben ist nur nach einer umfassenden System- und Risikoanalyse des Projektes möglich.

Alfred Mörx

## ZUM AUTOR

Eur. Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx

ÖVE, IEEE, Mitglied der New Yorker Akademie der Wissenschaften (NYAS)

eingetragen in das Register der Europäischen Physiker ; Mulhouse Cedex, France

## STUDIEN / WEITERBILDUNG

- Technische Physik, Technische Universität Wien
- Fachdidaktik, Universität Wien
- Studien zum personenzentrierten Ansatz bei Prof. Dr. Peter F. Schmid an der Nikolaus Cusanus Akademie Brixen und am Institut für Personenzentrierte Studien in Wien

## PRAKTISCHE TÄTIGKEITEN

- TU-Wien, Mitarbeit an Forschungsprojekten im Bereich Tieftemperaturphysik sowie an praxisorientierten Übungsveranstaltungen im Feld der Grundlagenphysik
- 1986/1991 Leitung des Technischen Referats der Bundesinnung der Elektrotechniker
- ab 1988 Forschungsarbeiten zur Erkundung der Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere, sowie zur Erarbeitung von Grundlagenwissen für die elektrotechnische Normung in den Bereichen Niederspannungsanlagen und Schutzschaltertechnik
- 1991/1992 Leiter des Produktmanagements für Schutzschaltgeräte und Verteiler der EH-Schrack Components Relais- und Schaltgeräte Ges.m.b.H.
- 1993/1994 Technischer Leiter der EH-Schrack Components AG.
- 1994/1995 Technischer Leiter der Felten & Guillaume Austria AG.
- 1996/2001 Technischer Vorstand der Felten & Guillaume Austria AG (ab 2000 Moeller Gebäudeautomation KG.), verantwortlich für Entwicklung und Produktion
- 1996/2001 Vertretung von Eigentümerinteressen als Mitglied oder Vorsitzender des Aufsichtsrates von Gesellschaften in Spanien, Italien, Frankreich, Tschechien, Polen, England, Singapur, Argentinien
- 1997/2003 Mitglied und Vorsitzender des Vorstandes der Gemeinnützigen Privatstiftung Elektroschutz, ESF-Vienna, Wien
- 2001 Gründung von diam-consult, Technisches Büro für Physik, das sich vor allem mit dem Fachgebiet System- und Risikoanalyse beschäftigt

## AKTUELLE TÄTIGKEITEN

- Beratung und Training zahlreicher Unternehmen, Führungskräfte und Organisationen im Fachgebiet der Produkt- und Prozesssicherheit
- Mitarbeiter in zahlreichen nationalen, europäischen und internationalen Komitees für Zuverlässigkeit, Produkt- und Prozessrisiko
- Lektor für Produkt- und Prozesszuverlässigkeit am Studiengang Produktions- und Prozessdesign der Fachhochschule Wr. Neustadt
- Lektor im Fachgebiet Elektrische Anlagen in Gebäuden an der ÖVE-Akademie, Wien
- Begründer und Leiter des Ausbildungsganges zum CE-Verantwortlichen in Unternehmen

- Durchführung von System- und Risikoanalysen von technischen Produkten, Systemen, Prozessen und Anlagen, Erstellung von interdisziplinären, ganzheitlichen Risikogutachten
- Beratung zu Fragen der Interpretation von nationalen, europäischen und internationalen anerkannten Regeln der Technik im Fachgebiet Hoch- und Niederspannungsanlagen

#### PUBLIKATIONEN

- Über 230 Publikationen (Fachartikel, interpretative Arbeiten technischer und normativer Grundlagen für KMUs, Lehrbücher, wissenschaftliche Originalarbeiten, Ausbildungsunterlagen für den Fernunterricht in gewerblich-technischen Berufen)
- Mitglied des Redaktionsteams und Autor des Elektrojournal, offizielles Fachblatt der Bundes- und aller Landesinnungen der Elektrotechniker, Radio- und Videoelektroniker Österreichs

#### NORMUNGSARBEIT

- Vorsitzender des Österreichischen Komitees Elektrische Niederspannungsanlagen im Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE)
- Vorsitzender-Stellvertreter des Österreichischen Komitees für Installationsmaterial und Schaltgeräte im Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE)
- Vorsitzender des Subkomitees für Schutzschalter Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE)
- Mitarbeiter des Komitees UK 221.1 Schutz gegen elektrischen Schlag im Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE)
- Fachlicher Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees im europäischen Komitee CLC TC 64 Elektrische Niederspannungsanlagen, Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung, Brüssel
- Fachlicher Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees im europäischen Komitee CLC TC 23 E, Selbstschalter und ähnliche Geräte für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen, Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung, Brüssel
- Fachlicher Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees im internationalen Komitee IEC TC 64 Electrical Installations and Protection against Electric Shock, International Electrotechnical Commission (IEC), Genf
- Fachlicher Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees im internationalen Komitee IEC TC 64 Circuit-breakers and similar equipment for household, International Electrotechnical Commission (IEC), Genf
- Vorsitzender der ständigen trilateralen Arbeitsgruppe (D-A-CH) der Länder Deutschland, Österreich, Schweiz zu Fragen der Errichtung von Niederspannungsanlagen
- Mitglied des Elektrotechnischen Beirats des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit
- Mitglied des Technischen Beirats des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik (OVE)
- Mitglied des Vorstandes der Sektion Prüfwesen und Zertifizierung (P&Z) des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik (OVE)

**INHALTSVERZEICHNIS**

1.	Wirkungen des Stromes auf Menschen und Nutztiere .....	9
1.1.	Begriffe und Definitionen.....	9
1.2.	Wirkungen des Stromes auf Menschen und Nutztiere.....	10
1.3.	Der Schutz bei direktem Berühren.....	11
1.4.	Elektrisierung und Gefährdung .....	11
1.4.1.	Ist nun die Spannung oder der Strom gefährlich?.....	12
1.5.	Stromweg und Körperwiderstand.....	13
1.6.	Berührung aktiver Teile in Niederspannungsnetzen .....	14
1.7.	Die Gefahrgrenzen für den tödlichen Elektrounfall.....	15
1.7.1.	Herzstromfaktoren .....	16
1.8.	Gefahrgrenzen bei Nutztieren .....	16
1.9.	Wirkungen des Stromes auf Lebewesen – Zusammenfassung.....	18
2.	Das österreichische Elektrotechnikgesetz.....	19
2.1.	Abgrenzung von elektrischen Betriebsmitteln und elektrischen Anlagen .....	20
2.2.	Wesentliche Änderung, wesentliche Erweiterung von Anlagen und Betriebsmitteln .....	20
2.3.	Anpassung von Anlagen und Betriebsmitteln an den anerkannten Stand des technischen Regelwerkes.....	21
3.	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen bis 1 kV .....	23
3.1.	Verbindliche anerkannte Regeln der Technik.....	23
4.	Dreistufiges Schutzkonzept in der Praxis .....	26
4.1.	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) .....	27
4.2.	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) .....	28
4.2.1.	Anwendung des Fehlerschutzes .....	28
4.2.2.	Einteilung der Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren.....	29
4.3.	Zusatzschutz .....	30
4.4.	Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahmen .....	30
5.	Schutzmaßnahme Nullung .....	31
5.1.	Historische Entwicklung und Installationspraxis.....	31
5.2.	Die Erdung des PEN-Leiters.....	31
5.3.	Spannungsverteilung am PEN-Leiter gegen Erde .....	32

---

5.4.	Ausschaltbedingung .....	33
5.4.1.	Das Problem der langen „Leitungen“ .....	35
5.4.2.	Erdungsbedingung .....	36
5.4.3.	Verlegebedingung.....	37
5.4.4.	In welchen Fällen darf genullt werden? .....	38
6.	Schleifenimpedanz und Fehlerstrom-Schutzschaltung .....	39
6.1.	ÖVE/ÖNORM E 8001-1 seit dem Jahr 2000 .....	39
6.2.	Fehlerstrom-Schutzschaltung .....	40
7.	Schutztrennung und Ersatzstromversorgungsanlagen .....	42
7.1.	Einleitung.....	42
7.2.	Risikobetrachtung und Schutzmaßnahmen .....	42
7.3.	Schutzmaßnahme Schutztrennung .....	42
7.3.1.	Wodurch ergibt sich die Schutzwirkung der Schutztrennung? .....	43
7.3.2.	Maßnahmen im Sekundärkreis.....	44
7.3.3.	Schutztrennung für Service- und Montagearbeiten.....	46
7.3.4.	Wann wirkt die Schutztrennung nicht? .....	47
7.4.	Zusammenfassung .....	48
8.	Das Isolationsüberwachungssystem .....	49
8.1.	Das Prinzip des Isolationsüberwachungssystems .....	49
8.2.	Erdungs- und Ausschaltbedingung.....	50
8.3.	Isolationsüberwachung .....	51
8.4.	Vorteile des Isolationsüberwachungssystems .....	51
9.	ÖVE/ÖNORM E 8001-1, E 8001-1/A1 und E 8001-1/A2 .....	53
9.1.	Häufig gestellte Fragen .....	53
9.1.1.	ÖVE/ÖNORM E 8001-1 ist mit Ausgabedatum 1. März 2000 als nationale österreichische Norm herausgegeben worden. Welche praktische Bedeutung hat dies für den Planer bzw. für den ausführenden Elektroinstallateur? .....	53
9.1.2.	Ist die ÖVE/ÖNORM E 8001-1 nun verbindlich im Sinne des Elektrotechnikgesetzes (ETG)? .....	53
9.1.3.	Ist diese Norm nun eine harmonisierte Norm?.....	53
9.1.4.	Gilt die ÖVE/ÖNORM E 8001-1 nur für Hausinstallationen?.....	54
9.1.5.	Für welche Starkstromanlagen gilt die ÖVE/ÖNORM E 8001-1 nicht? .....	54
9.1.6.	Was gilt für die so genannten „besonderen Räume“? .....	54

---

9.1.7.	War das nicht auch schon bisher so? Wo liegt denn da der wesentliche Unterschied?.....	55
9.1.8.	Ist es richtig, dass die vereinbarte Grenze der gefährlichen Berührungsspannung von 50 V auf 65 V angehoben wurde?.....	55
9.1.9.	Ist dann eigentlich der Wert 50 V a.c. oder 25 V a.c. als dauernd zulässige Berührungsspannung zu hoch gewählt? .....	55
9.1.10.	Wie berechnet man nun den maximal zulässigen Erdungswiderstand bei Anwendung der Schutzmaßnahme Fehlerstrom-Schutzschaltung? .....	56
9.1.11.	Gibt es in ÖVE/ÖNORM E 8001-1 Änderungen hinsichtlich der erlaubten Erderwerkstoffe? .....	56
9.1.12.	Was hat sich im Bereich des Zusatzschutzes durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit Nennfehlerstrom 30 mA geändert? .....	56
9.1.13.	Was bedeutet dies für Stromkreise mit Steckvorrichtungen über 16 A Nennstrom? .....	57
9.1.14.	Müssen bei Anwendung der Schutzmaßnahme Fehlerstrom-Schutzschaltung unbedingt zwei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen hintereinander geschaltet werden? .....	57
9.1.15.	Welche anerkannten Regeln der Technik gelten für den Überspannungsschutz?.....	57
9.1.16.	Welche Verbraucheranlagen sind durch Überspannungsableiter zu schützen? .....	57
9.1.17.	Was ist bei der Installation von Überspannungsableitern zu beachten?.....	57
10.	Anhang – I: Nullungsverordnung.....	59
10.1.	Gegenstand .....	59
10.2.	Begriffsbestimmungen .....	59
10.3.	Umstellung öffentlicher Verteilungsnetze zur Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung (TN-System) in den Verbraucheranlagen; Meldung.....	60
10.4.	Technische Grundsätze für Maßnahmen in Verteilungsnetzen mit der Nennspannung 400/230 V zur Freigabe der Schutzmaße Nullung.....	61
10.5.	Technische Grundsätze für Verbraucheranlagen zur Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung .....	62
10.6.	Anlage zur Nullungsverordnung.....	64
11.	Stichwortverzeichnis .....	66
12.	Abbildungsverzeichnis .....	69
13.	Literaturverzeichnis .....	71



## 1. WIRKUNGEN DES STROMES AUF MENSCHEN UND NUTZTIERE

Wie bei vielen technischen Systemen ist es auch bei der Beurteilung der Gefahren des elektrischen Schlages wichtig und oft schwierig, alle Einflussparameter auf eine beobachtete Reaktion zu analysieren und in ihren komplexen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen darzustellen.

Nach dem heutigen Stand des Wissens können die Einflussparameter drei Gruppen zugeordnet werden:

- dem Wissen über die Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere,
- den Erfahrungen, die aus elektrischen Unfällen abgeleitet werden können, einschließlich aussagekräftiger Unfallstatistiken,
- der Abschätzung der Zuverlässigkeit und des Restrisikos der verwendeten Schutzrichtungen unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Möglichkeiten.

Für die analytische Betrachtung und die daraus folgenden Schlussfolgerungen ist nicht nur große Erfahrung, sondern auch vernetztes Denken erforderlich. Dadurch erhält man eine Ganzheitsbetrachtung die mehr aussagt als die bloße Aneinanderreihung der Einzelerkenntnisse.

Wie komplex die Aufgabe in der Praxis ist, kann schon durch die Nennung der Einflussfaktoren zur Festlegung von Grenzwerten für die Gefährdung von Menschen und Nutztieren durch die Wirkungen des Stromes erkannt werden.

- Bei dieser Aufgabe sind folgende Parameter und ihr Zusammenwirken zu beachten:
- Fehlerspannung, berührbare Teilfehlerspannung, Berührungsspannung, Körperimpedanz, Standort und sonstige Zusatzwiderstände im Berührungsstromkreis
- Wirkungen des Berührungsstromes, wobei nicht nur Herzkammerflimmern, sondern auch starke unwillkürliche Muskelreaktionen berücksichtigt werden müssen, und zwar in Abhängigkeit von der Dauer der Stromeinwirkung,
- das jeweils als vertretbar angesehene Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages.

### 1.1. Begriffe und Definitionen

Für das Verständnis der Zusammenhänge ist die Kenntnis einiger grundlegender Definitionen hilfreich. Zur Vermeidung von Meinungsverschiedenheiten in Fachdiskussionen sind folgende Definitionen von grundsätzlicher Bedeutung:

*Vertretbares Risiko* (auch: höchstes vertretbares Risiko, Grenfrisiko, tolerable risk)

Verbleibendes Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages bei Einhaltung der Normen für den Schutz gegen elektrischen Schlag (siehe IEC/ISO Guide 51)

### *Restrisiko (residual risk)*

Unter dem vertretbaren Risiko liegendes Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages in einer elektrischen Anlage unter den vorhandenen technischen Bedingungen.

Das Restrisiko liegt meist unter dem vertretbaren Risiko, weil bei der Errichtung von Anlagen sinnvollerweise zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, die über die anerkannten Regeln der Technik (aRdT) hinausgehen, getroffen werden oder vorhanden sind.

Wesentlich für alle Überlegungen (und auch die Weiterentwicklung des Wissens) ist, dass das vertretbare Risiko (Grenzrisiko) durch konventionelle Vereinbarungen in den anerkannten Regeln der Technik für den Schutz gegen elektrischen Schlag festgelegt wird.

So werden z.B. von den einschlägigen Normen zulässige Höchstwerte (vertretbares Risiko) für Erdungswiderstände vorgeschrieben. Diese Höchstwerte werden bei den in den Anlagen ausgeführten Erdungsanlagen meist unterschritten.

Damit sinkt im tatsächlichen Betrieb das durch die Normen vorgegebene vertretbare Risiko auf das Restrisiko.

### *Schädlicher elektrischer Schlag*

Elektropathologische Wirkungen, die vorübergehend oder dauernd die Gesundheit eines Menschen oder Nutztieres beeinträchtigen können.

Sekundärwirkungen, die durch unwillkürliche Muskelreaktionen hervorgerufen werden (z.B. Sturz von einer Leiter infolge einer Elektrisierung) sind in dieser Definition grundsätzlich enthalten. Elektrisierungen, die nur eine Schreckreaktion verursachen, sind nach dieser Definition kein schädlicher elektrischer Schlag.

## **1.2. Wirkungen des Stromes auf Menschen und Nutztiere**

Die Bedeutung des Wissens um die Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere für die Beurteilung des Grenz- und Restrisikos in Niederspannungsanlagen ist international unbestritten.

Eine Arbeitsgruppe<sup>1</sup> der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bemüht sich seit vielen Jahren dieses Wissen zu sammeln, um Ergebnisse eigener Untersuchungen zu ergänzen und diese in Form so genannter „Technical Reports“ zu veröffentlichen.

---

<sup>1</sup> IEC-Technical Committee 64 (TC64): Electrical Installations and Protection against Electric Shock; Working Group 4 (WG4): Effects of current passing through the body