

Ref. Nr.: **2018xx-xxx-xx**
Datum: 2019-09

SEMINARUNTERLAGEN

Niederspannungs-Betriebsmittel und deren Auswahl

unter Berücksichtigung der OVE E 8101:2019

„Ort“

„Datum + Uhrzeit“

„Adresse“

Gesamtseitenzahl: 69
Beilagen: 3

Die vorliegende Seminarunterlage ist ein Arbeitsbehelf für die Teilnehmer des auf Seite 1 genannten Seminars und ist ausschließlich für diesen Verwendungszweck bestimmt.

Bei der Zusammenstellung wurde mit größtmöglicher Sorgfalt vorgegangen, trotzdem erhebt dieser Arbeitsbehelf keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso stellt diese Seminarunterlage keine Planungs-, Ausführungs-, oder Instandhaltungsgrundlage für ein spezifisches Projekt dar.

Der Verfasser übernimmt keinerlei Verantwortung und haftet nicht für Schäden die aus Interpretationen des Inhaltes und/oder des Kontexts und der Darstellung der Inhalte in dieser Seminarunterlage resultieren.

Alle Inhalte dieser Seminarunterlage, insbesondere Texte, Fotografien und Abbildungen, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei Hubert Bachl-Hesse. Bitte fragen Sie mich, falls Sie Inhalte dieser Seminarunterlage verwenden möchten.

© Hubert Bachl-Hesse



zu meiner Person

Ing. Hubert BACHL-HESSÉ

Ich wurde 1965 in Wien geboren und absolvierte die Höhere Technische Lehranstalt, Fachrichtung Elektrotechnik, am TGM in Wien.

Meine berufliche Laufbahn begann 1985 als Prüftechniker, in weiterer Folge als leitender Prüftechniker und Qualitätsbeauftragter, im Cooperative Testing Institute - **CTI-VIENNA**. Dabei hatte ich auch Gelegenheit bei den Messungen der Körperimpedanz von Menschen und Nutztieren und deren Auswertung mitzuwirken.

1993 übernahm ich die Leitung der Entwicklung, diverse Approbationstätigkeiten und das Patentwesen bei der **EH-Schrack Components AG**.

Ende 1994 kehrte ich als **Geschäftsführer und Technischer Leiter der akkreditierten Prüfstelle** in das **CTI-VIENNA** zurück, und war in diesen Funktionen bis Mitte 2016 tätig.

Von 2007 bis 2013 war ich **Mitglied des Vorstands** der Gemeinnützigen Privatstiftung Elektroschutz – **ESF-VIENNA**.

2016 schied ich auf eigenen Wunsch aus meinen Funktionen bei CTI-VIENNA aus und gründete mein **eigenes Ingenieurbüro für Elektrotechnik**. Seither bin ich als Berater und Gutachter, sowie als **allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger** tätig.

Meine persönlichen Spezialgebiete sind der Überspannungsschutz und die Schutztechnik von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln. Im Errichtungs- und Installationsgerätebereich bin ich auch als mehrfacher Vorsitzender und Mitarbeiter in einschlägigen nationalen und internationalen Normungskomitees bei OVE, CENELEC und IEC tätig.

VORWORT

Für die Auswahl und Installation elektrischer Niederspannungs-Betriebsmittel gibt es in Österreich per Verordnung verbindlich erklärte anerkannte Regeln der Technik, die sich im Spannungsfeld mit, teilweise aktuelleren, nationalen oder europäischen anerkannten Regeln der Technik (Normen, Europeanormen oder Harmonisierungsdokumenten) befinden. Darüber hinaus hat sich der Stand der Technik bezüglich neuer Anlagenteile und Betriebsmittel (z.B. PV-Anlagen, Speichieranlagen, verschiedenste Konverter-Bauformen) in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt und wird durch die o.g. verbindlich erklärten anerkannten Regeln der Technik nur mehr unvollständig bzw. nicht ausreichend abgedeckt.

Die Inhalte dieser Seminarunterlage orientieren sich daher grundsätzlich an den in Österreich verbindlich erklärten anerkannten Regeln der Technik, sind aber ergänzt um Anforderungen aus aktuelleren österreichischen Normen, insbesondere der OVE E 8101, sowie aus Richtlinien, Fachinformationen, Europeanormen und Harmonisierungsdokumenten, sowie aktuellen Publikationen und ergänzenden Informationen aus Fachdiskussionen im Expertenkreis.

Diese Seminarunterlage deckt folgende Abschnitte der OVE E 8101:2019 in Bezug auf die Auswahl elektrischer Betriebsmittel weitgehend ab:

| | |
|---------------|---|
| Aus Teil 1 | Allgemeine Grundsätze |
| | 132.2 Merkmale der zur Verfügung stehenden Stromversorgung(en) |
| | 132.5 Äußere Einflüsse (Umgebungseinflüsse) |
| | 132.8 Betriebsmittel für den Schutz (Schutzeinrichtungen) |
| | 132.9 Not-Ausschaltung |
| | 132.10 Einrichtungen zum Trennen |
| | 132.11 Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung |
| | 132.12 Zugänglichkeit elektrischer Betriebsmittel |
| | 132.13 Dokumentation der elektrischen Anlage |
| | 133 Auswahl elektrischer Betriebsmittel |
| | 133.1 Allgemeines |
| | 133.2 Merkmale |
| | 133.3 Bedingungen der Anlage |
| | 133.4 Vermeiden schädlicher Einflüsse |
| | 134.1 Errichten |
| Aus Teil 3 | Bestimmung allgemeiner Merkmale |
| | 32 Klassifizierung äußerer Einflüsse |
| | 33 Verträglichkeit |
| | 34 Instandhaltbarkeit |
| Aus Teil 4-41 | Schutz gegen elektrischen Schlag |
| | 412.2 Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) |
| Aus Teil 4-42 | Schutz gegen thermische Einflüsse |
| | 421.7 Schutz gegen die Auswirkungen von Fehlerlichtbögen |
| | 422.3.3 Räume oder Orte mit besonderem Brandrisiko |
| | 422.4 Räume oder Orte hauptsächlich aus brennbaren Baustoffen |
| Aus Teil 4-43 | Schutz bei Überstrom |
| | 431 Anforderungen entsprechend der Art der Stromkreise |
| Aus Teil 4-44 | Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen |
| | 444.4.11 Schutzeinrichtungen |
| Teil 4-46 | Trennen und Schalten |
| | 461 Allgemeines |
| | 462 Trennen |
| | 463 Betriebsmäßiges Schalten (Steuern) |

| | |
|--|--|
| 464 | Ausschalten für mechanische Instandhaltung |
| 465 | Not-Ausschaltung (Ausschalten im Notfall) |
| Aus Teil 5-51 Allgemeine Bestimmungen | |
| 510.3 | Allgemeine Anforderungen |
| 511 | Übereinstimmung mit Normen |
| 512 | Betriebsbedingungen und äußere Einflüsse |
| 513 | Zugänglichkeit |
| 514.5 | Schaltpläne und Dokumentation |
| 515 | Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung |
| 516 | Maßnahmen bezüglich Schutzleiterströmen |
| Aus Teil 5-52 Kabel- und Leitungsanlagen | |
| 521.5 | Wechselstromkreise – Elektromagnetische Beeinflussung (Vermeidung von Wirbelströmen) |
| 521.6 | Elektroinstallationsrohrsysteme, geschlossene Elektroinstallationskanalsysteme, zu öffnende Elektroinstallationskanalsysteme, Kabelträgersysteme |
| 521.7 | Mehrere Stromkreise in einem Kabel/einer Leitung |
| 525 | Spannungsabfall in Verbraucheranlagen |
| 526 | Elektrische Verbindungen |
| 528 | Nähe von Kabel- und Leitungsanlagen zu anderen technischen Anlagen |
| 529 | Auswahl und Errichtung von Kabel- und Leitungsanlagen im Hinblick auf Instandhaltung einschließlich Reinigung |
| Teil 5-53 | Schalt- und Steuergeräte ausgenommen 534 |

Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | BEGRIFFE und DEFINITIONEN | 9 |
| 1.1 | Elektrisches Betriebsmittel..... | 9 |
| 1.2 | Isolierung | 9 |
| 1.2.1 | Isolierung | 9 |
| 1.2.2 | Funktionsisolierung..... | 9 |
| 1.2.3 | Basisisolierung..... | 9 |
| 1.2.4 | Zusätzliche Isolierung | 9 |
| 1.2.5 | Doppelte Isolierung..... | 9 |
| 1.2.6 | Verstärkte Isolierung..... | 9 |
| 1.3 | Schutzklassen von Betriebsmitteln..... | 9 |
| 1.3.1 | Betriebsmittel der Schutzklasse 0 | 9 |
| 1.3.2 | Betriebsmittel der Schutzklasse I | 10 |
| 1.3.3 | Betriebsmittel der Schutzklasse II | 10 |
| 1.3.4 | Betriebsmittel der Schutzklasse III | 10 |
| 1.4 | Schutzmaßnahme doppelte oder verstärkte Isolierung..... | 10 |
| 1.5 | Trennen versus Trennung | 10 |
| 1.5.1 | Trennen | 10 |
| 1.5.2 | Einfache Trennung | 10 |
| 1.5.3 | Sichere Trennung | 11 |
| 1.6 | Überspannungen | 11 |
| 1.6.1 | Überspannung..... | 11 |
| 1.6.2 | transiente Überspannung | 11 |
| 1.6.3 | zeitweilige Überspannung (vorübergehende, temporäre Überspannung) | 11 |
| 1.7 | Not-Ausschaltung | 11 |
| 2 | GESETZLICHE GRUNDLAGEN – BETRIEBSMITTEL | 12 |
| 2.1 | Elektrotechnikgesetz (ETG) | 12 |
| 2.2 | Elektrotechnikverordnung (ETV) | 14 |
| 2.3 | Produktsicherheitsgesetz (PSG) | 14 |
| 2.4 | Niederspannungsgeräteverordnung (NspGV) | 16 |
| 2.5 | Elektromagnetische Verträglichkeitsverordnung (EMVV) | 18 |
| 3 | TECHNISCHE GRUNDLAGEN..... | 20 |
| 3.1 | Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag..... | 20 |
| 3.1.1 | Das dreistufige Schutzkonzept..... | 20 |
| 3.1.2 | Übersicht der Schutzmaßnahmen..... | 20 |
| 3.1.3 | Schutz durch automatische Abschaltung - Nullung (und Schutzerdung)..... | 22 |
| 3.1.4 | Schutz durch automatische Abschaltung – Fehlerstrom-Schutzschaltung | 22 |
| 3.1.5 | Ausschaltbedingung versus Ausschaltstromfaktor..... | 23 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.6 | Spannungsabfall in Verbraucheranlagen und zulässige Schleifenimpedanz | 24 |
| 3.1.7 | Schutzisolierung versus doppelte oder verstärkte Isolierung | 25 |
| 3.1.8 | Besondere Maßnahmen bei Einrichtungen der Leistungselektronik (USV/UPS, FU/PFC, PCE) | 26 |
| 3.2 | Besondere Anforderung an Betriebsmittel im IT-System | 27 |
| 3.3 | Zeitweilige (vorübergehende, temporäre) Überspannungen | 27 |
| 3.4 | Isolationskoordination | 28 |
| 3.4.1 | Überspannungskategorien | 28 |
| 3.4.2 | Verschmutzungsgrade..... | 31 |
| 3.5 | Trennen (Trennfunktion von Schaltgeräten)..... | 31 |
| 3.6 | Trennung von Stromkreisen | 32 |
| 3.6.1 | Bauteile zur Trennung oder zur sicheren Trennung von Stromkreisen..... | 33 |
| 4 | GRUNDLEGENDE NORMATIVE ANFORDERUNGEN | 33 |
| 4.1 | Herstellerangaben und Anweisungen..... | 33 |
| 4.2 | Erweiterung oder Änderung..... | 33 |
| 4.3 | Abweichung von den Anforderungen | 33 |
| 4.4 | Normenkonformität von Betriebsmitteln | 34 |
| 4.5 | Vorhersehbare Beeinflussung durch andere Einrichtungen / Anlagen | 34 |
| 5 | AUSWAHL- und EINFLUSSPARAMETER..... | 35 |
| 5.1 | Einsatzbedingungen und Umgebungsbedingungen..... | 35 |
| 5.2 | IP-Schutzart | 37 |
| 5.2.1 | Basisschutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen..... | 38 |
| 5.2.2 | Schutzklasse II Betriebsmittel..... | 39 |
| 5.2.3 | Schutzmaßnahme doppelte oder verstärkte Isolierung:..... | 39 |
| 5.2.4 | Schaltgerätekombinationen und Verteiler | 39 |
| 5.2.5 | Anforderungen an bestimmte Räume, Orte oder Betriebsmittel | 40 |
| 5.2.6 | Hinweise | 40 |
| 5.2.7 | „Luftdichte Installation“..... | 40 |
| 5.3 | IK-Schutzart | 40 |
| 5.4 | Einsatzhöhe des Betriebsmittels | 41 |
| 5.5 | Anschlüsse und Verbindungen | 41 |
| 5.6 | Zugänglichkeit..... | 42 |
| 5.7 | Einrichtungen zum Schalten | 43 |
| 5.8 | Einrichtungen zum Trennen..... | 43 |
| 5.9 | Schutzleiterströme von Betriebsmitteln | 43 |
| 5.10 | Gebrauchskategorien von Schaltgeräten | 44 |
| 5.10.1 | Einschaltströme von Betriebsmitteln (Inrush-currents)..... | 45 |
| 5.10.2 | Schwachstromkontakte | 45 |
| 5.11 | Überlastschutz | 45 |
| 5.11.1 | Überlastschutz von (Licht-)Schaltern..... | 45 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.11.2 | Überlastschutz von Fehlerstrom-Schutzschaltern | 45 |
| 5.12 | Kurzschlusschutz | 46 |
| 5.13 | Elektromagnetische Beeinflussung und Wirbelströme | 46 |
| 5.14 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) | 47 |
| 6 | SCHUTZEINRICHTUNGEN GEGEN ELEKTRISCHEN SCHLAG | 47 |
| 6.1 | Überstrom-Schutzeinrichtungen | 47 |
| 6.1.1 | Sicherungen | 48 |
| 6.1.2 | Funktion von Überstrom-Schutzschaltern | 48 |
| 6.1.3 | Klassifikation von Leitungsschutzschaltern nach der Stromart | 48 |
| 6.1.4 | Typen / Charakteristiken von Leitungsschutzschaltern | 49 |
| 6.1.5 | Leistungsschalter | 49 |
| 6.2 | Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen | 49 |
| 6.2.1 | Funktion | 49 |
| 6.2.2 | Allgemeine Anforderungen | 50 |
| 6.2.3 | Typen von RCDs für die feste Installation | 51 |
| 6.2.4 | Anwendung in den Netzsystemen | 53 |
| 6.2.5 | Selektivität von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen | 53 |
| 6.2.6 | Weitere Anforderungen | 53 |
| 7 | SCHUTZEINRICHTUNGEN GEGEN ÜBERSPANNUNGEN | 54 |
| 7.1 | Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs) | 54 |
| 7.1.1 | Bauformen von SPDs | 54 |
| 7.1.2 | SPD-Typen | 54 |
| 7.2 | Schutzeinrichtung gegen netzfrequente Überspannungen (POPs) | 55 |
| 8 | EINRICHTUNGEN FÜR DEN VORBEUGENDEN BRANDSCHUTZ | 57 |
| 8.1.1 | Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für den vorbeugenden Brandschutz | 57 |
| 8.1.2 | Vorbeugender Brandschutz in IT-Systemen | 57 |
| 8.1.3 | Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AQDs, IACDs) | 57 |
| 8.1.4 | Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDDs) | 58 |
| 9 | DOKUMENTATION | 58 |
| 10 | VERSCHIEDENES | 59 |
| 10.1 | Verteiler und Schaltgerätekombinationen | 59 |
| 10.2 | Dosen | 60 |
| 10.3 | Schütze und Motorstarter | 60 |
| 10.3.1 | Typ 1 Koordination | 60 |
| 10.3.2 | Typ 2 Koordination | 60 |
| 10.3.3 | Vollständige Koordination | 60 |
| 10.4 | Automatische Wiedereinschaltgeräte (ARDs) | 61 |
| 10.4.1 | Unterspannungsauslöser / Ruhestromauslöser | 61 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 10.5 | Steckvorrichtungen | 62 |
| 10.6 | Leitungsanschlüsse und Zugentlastungsvorrichtungen | 62 |
| 10.7 | Kurz- und erdschluss sichere Anordnungen..... | 62 |
| 10.8 | Kupfer versus Aluminium..... | 62 |
| 10.8.1 | Erwärmung | 62 |
| 10.9 | Elektrochemische Korrosion..... | 63 |
| BEILAGE 1 | Minimale Stoßspannungsfestigkeit für Einrichtungen zum Trennen..... | 64 |
| BEILAGE 2 | Informationen zur Verminderung des Verschmutzungsgrades..... | 65 |
| BEILAGE 3 | Übersicht der Gebrauchskategorien von Schaltgeräten..... | 67 |

ABBILDUNGEN

| | |
|---|----|
| Abbildung 1 - Dreistufiges Schutzkonzept zum Schutz gegen gefährliche Berührungsströme | 20 |
| Abbildung 2: Zuordnung der Überspannungskategorien nach OVE E 8101 am Beispiel einer 230/400 V Installation | 30 |
| Abbildung 3 – „Wie es sicher nicht sein sollte“ Duschkopf mit Einzelader-Zuleitung und offenem Ein-/Ausschalter (Ecuador) | 34 |
| Abbildung 4 - „Wie es sicher nicht sein sollte“ „am Kopf stehender LSS“ in einer Reihe ordnungsgemäß montierter Schalter | 37 |
| Abbildung 5 – Schwer/nicht zugängliche Klemmen im Vorzählerbereich | 42 |
| Abbildung 7 – Typische Bauformen von SPDs und ihr Ansprech-/Begrenzungsverhalten..... | 56 |
| Abbildung 8 – Elektrochemische Korrosion an einem AI-Verteilergehäuse | 63 |

TABELLEN

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 – Vereinfachter Überblick über die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und die dafür erforderlichen Maßnahmen..... | 20 |
| Tabelle 2 – Maximale Ausschaltzeiten in Verbraucheranlagen bei Nullung | 23 |
| Tabelle 3 – Ausschaltstromfaktoren m | 23 |
| Tabelle 4 – Höchste Ströme, die innerhalb von 5 s sicher zu einem Ansprechen (pre-arcing) von gG-Sicherungseinsätzen führen | 24 |
| Tabelle 5 - Zulässige betriebsfrequente Spannungsbeanspruchungen..... | 28 |
| Tabelle 6 - Geforderte Bemessungs-Stoßspannung von Betriebsmitteln | 30 |
| Tabelle 7 – Beispiel typischer Einsatzbedingungen für eine Schutzeinrichtung | 36 |
| Tabelle 8 – Schutzarten - IP-Code | 38 |
| Tabelle 9 – Schutzarten - IK-Code | 41 |
| Tabelle 10 – Maximaler Schutzleiterstrom von AC Verbrauchsmitteln für Frequenzen bis 1 kHz..... | 43 |
| Tabelle 11 – Maximaler DC-Schutzleiterstrom von AC Verbrauchsmitteln..... | 44 |
| Tabelle 12 – Gebrauchskategorien für (elektronische) Schalter für den Hausgebrauch | 44 |
| Tabelle 13 – Zusätzliche neue Gebrauchskategorien für Schaltgeräte in PV-Anwendungen | 44 |
| Tabelle 10 – Maximale Bemessungsströme von gG Sicherungseinsätzen für den Überlastschutz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, wenn keine Herstellerangabe vorliegt | 46 |
| Tabelle 11 – Vergleich der elektrischen Leitfähigkeit und der Wärmeleitfähigkeit von Cu und Al..... | 63 |
| Tabelle 12: Minimale Stoßspannungsfestigkeit für Einrichtungen zum Trennen in Abhängigkeit von der Nennspannung..... | 64 |