

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 Zulentlastungsvorrichtungen	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