

Ref. Nr.: **201808-xxx-xx**
Datum: 2020-01-15

SEMINARUNTERLAGEN

Überspannungsschutz

„Ort“

„Datum + Uhrzeit“

„Adresse“

Gesamtseitenzahl: 56
Beilagen: 2

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 den Überspannungsschutz, die Auswahl und die Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen 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) 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 den Überspannungsschutz weitgehend ab:

Aus Teil 1	Allgemeine Grundsätze
	133.2.1 Spannung
	131.3 Schutz gegen thermische Einflüsse
	131.6 Schutz bei Überspannungen, Unterspannungen und Maßnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse
	134.1 Errichten
	1.NE.2.3 Zeichnungen, Pläne und Diagramme
Aus Teil 4-44	Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen
	443 Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen
	444.4.2 Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen
	444.4.5 IT-System
	444.4.8 In einem Gebäude eingeführte Versorgungseinrichtungen
	444.4.13.AT Verbindung des Schutzleiters mit der örtlichen Potentialausgleichsanlage
	444.5.1 Verbinden von Erdern untereinander
	444.5.2 Verbindung von Netzwerken und Potentialausgleichsanlagen in Gebäuden
	444.5.7.Z1 Erdungsverbindungen in Kommunikations-Schränken und –Rahmen
Aus Teil 5-51	Allgemeine Bestimmungen
	512.1.Z1 Bemessungs-Stoßspannung
Teil 5-53	Schalt- und Steuergeräte
	531.3.2 Vermeidung von unerwünschten Auslösungen
	534 Einrichtungen zum Schutz bei Überspannung
Teil 6	Prüfung
	600.4.3.3 Isolationswiderstand der elektrischen Anlage
Teil 7-705	Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten
	705.443 Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder durch Schalthandlungen
Teil 7-712	Photovoltaische Anlagen (PV-Anlagen)
	712.443 Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse und von Schaltvorgängen
	712.534 Einrichtungen zum Schutz bei Überspannungen
	712.537.2.105 Maßnahmen zur Verhinderung der Trennung unter Last auf der DC-Seite
Teil 7-722	Schalt- und Steuergeräte
	722.443 Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen

Inhalt

1	BEGRIFFE und DEFINITIONEN	8
1.1	Isolierung	8
1.1.1	Isolierung	8
1.1.2	Funktionsisolierung	8
1.1.3	Basisisolierung	8
1.1.4	Zusätzliche Isolierung	8
1.1.5	Doppelte Isolierung	8
1.1.6	Verstärkte Isolierung	8
1.2	aktives Teil	8
1.3	Schutzmaßnahme doppelte oder verstärkte Isolierung	8
1.4	Trennen versus Trennung	9
1.4.1	Trennen	9
1.4.2	Einfache Trennung	9
1.4.3	Sichere Trennung	9
1.5	Spannungen	9
1.5.1	Überspannung	9
1.5.2	transiente Überspannung	9
1.5.3	zeitweilige Überspannung (vorübergehende, temporäre Überspannung)	10
1.5.4	periodische Spitzenspannung U_{rp}	10
1.5.5	Gegentaktspannung (differential mode voltage)	10
1.5.6	Gleichtaktspannung (common mode voltage)	10
1.6	Überspannungs-Schutzeinrichtungen	10
1.6.1	Überspannungs-Schutzeinrichtung (SPD)	10
1.6.2	SPD-Kombination	11
1.6.3	Abtrennvorrichtung einer Überspannungs-Schutzeinrichtung (SPD-Abtrennvorrichtung)	11
1.6.4	Schutzpfad (einer Überspannungs-Schutzeinrichtung)	11
1.7	Blitzschutz	11
1.7.1	direkte Blitzeinwirkung	11
1.7.2	indirekte Blitzeinwirkung	11
2	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	12
2.1	Elektrotechnikgesetz (ETG)	12
2.2	Elektrotechnikverordnung (ETV)	14
2.3	Produktsicherheitsgesetz (PSG)	14
2.4	Niederspannungsgeräteverordnung (NspGV)	16
2.5	Verpflichtender Überspannungsschutz	18
3	TECHNISCHE GRUNDLAGEN	18
3.1	Induktivität - Frequenz - Spannungsabfall	18

3.2	Anlagen und Netzsysteme.....	18
3.2.1	Strom/Spannungs-Kennlinie.....	18
3.2.2	Stromart und Frequenz.....	19
3.2.3	Besondere Anforderung an Betriebsmittel im IT-System	20
3.3	Zeitweilige (vorübergehende, temporäre) Überspannungen.....	20
3.4	Zusammenfassung wichtiger Anlagenparameter für die SPD-Auswahl.....	22
3.5	Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.....	23
3.5.1	Das dreistufige Schutzkonzept.....	23
3.5.2	Schutzisolierung versus doppelte oder verstärkte Isolierung	23
3.5.3	Besonderheiten in genullten Anlagen (TN-System)	24
3.5.4	Besonderheiten in direkt geerdeten Anlagen (TT-System).....	25
3.6	Anschlussarten für SPDs.....	25
3.6.1	Anschlussart 1 oder 4+0 Schaltung.....	26
3.6.2	Anschlussart 2 oder 3+1 Schaltung.....	27
3.6.3	Vor- und Nachteile der Anschlussarten	28
3.7	Isolationskoordination	28
3.7.1	Überspannungskategorien	28
3.8	Schutzziele im Hinblick auf den Überspannungsschutz.....	31
3.9	Erdung und Potentialausgleich.....	31
3.10	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	33
3.11	Überspannungskategorien und Stehstoßspannungen versus Störfestigkeit von Einrichtungen und Geräten	33
3.12	Stehstoßspannungen von Geräten und Schutzpegel von SPDs.....	34
4	SCHUTZEINRICHTUNGEN GEGEN TRANSIENTE ÜBERSPANNUNGEN - Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs).....	35
4.1.1	Bauformen von SPDs	35
4.1.2	SPD-Typen	38
5	SCHUTZEINRICHTUNGEN GEGEN NETZFREQUENTE ÜBERSPANNUNGEN (POPs) .	39
6	AUSWAHLPARAMETER FÜR SPDs.....	39
6.1	höchste Dauerspannung U_C	39
6.2	Schutzpegel (einer Überspannungs-Schutzeinrichtung) U_p	39
6.3	Nennableitstoßstrom I_n und Blitzstoßstrom I_{imp}	40
6.4	Kurzschlussfestigkeit und Folgestromlöschvermögen	41
6.5	Koordination von SPDs.....	42
6.5.1	Koordination von SPDs untereinander	42
6.5.2	Koordination mit Überstrom-Schutzeinrichtungen.....	42
6.5.3	Koordination mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen und Vermeidung von unerwünschten Auslösungen	43
6.5.4	Koordination zum Schutz von Betriebsmitteln	44
6.5.5	Nachträgliche Erweiterungen an elektrischen Anlagen.....	44

6.6	Anschluss.....	44
6.6.1	V-förmiger Anschluss.....	45
6.6.2	Querschnitte der Anschluss- und Verbindungsleitungen	45
7	SCHUTZBEREICH VON SPDs	46
8	VERBRAUCHERANLAGEN.....	46
8.1	Verbraucheranlagen mit Freileitungsanspeisung	47
9	FREILEITUNGEN	47
10	BESONDERE ANLAGEN.....	47
10.1	Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten.....	47
10.2	Medizinisch genutzte Bereiche	48
10.3	PV-Anlagen.....	48
10.3.1	SPD Auswahlparameter	48
10.3.2	SPD Typen	48
10.3.3	SPD Bauformen.....	48
10.3.4	Schutzbereich	49
10.3.5	SPD Installation	49
10.3.6	Schutzmaßnahme.....	49
10.4	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	49
10.5	Anlagen mit Power-Line-Communication (PLC).....	49
10.6	Einflussbereich elektrischer Bahnen und von Hochspannungsanlagen	50
10.7	Bauwerke mit informationstechnischen Anlage.....	50
11	DOKUMENTATION.....	50
12	PRÜFUNG	50
BEILAGE 1	Stoßstromtragfähigkeit von Überstrom-Schutzeinrichtungen	51
BEILAGE 2	Mindestquerschnittsforderungen in verschiedenen Normen	53
BEILAGE 3	Normen zum Überspannungs- und Blitzschutz.....	54

Abbildungen

Abbildung 1 – lineare Kennlinie einer Stromquelle (z.B. Netzanspeisung)	19
Abbildung 2 – nichtlineare Kennlinie einer Stromquelle (z.B. PV-Anlage)	19
Abbildung 4 - Beispiel eines Erdschlusstromes bei einem Fehler auf L+ einer PV-Anlage mit nicht isolierendem Wechselrichter (mit symmetrischem Filter und symmetrischer Schalttaktung)	20
Abbildung 5 - Dreistufiges Schutzkonzept zum Schutz gegen gefährliche Berührungsströme	23
Abbildung 6 - Verschleppung des Spannungsfalls am PE-Leiter über den Neutralleiter in die geschützte Verbraucheranlage	25
Abbildung 7 - Anschlussart 1 oder 4+0-Schaltung	26
Abbildung 8 - Anschlussart 2 oder 3+1 Schaltung	28
Abbildung 9 - Zuordnung der Überspannungskategorien nach OVE E 8101 am Beispiel einer 230/400 V Installation	30
Abbildung 10 – Extrembeispiel einer NICHT ordnungsgemäßen Ausführung von SPD Anschlussleitungen.....	32
Abbildung 11 – Unnötige und Schutzpegel verschlechternde Schleifenbildung	32
Abbildung 12 - Idealisierter Vergleich der Belastung Hybridgenerator – Restspannung eines SPDs	35
Abbildung 13 – Typische Bauelemente von SPDs und ihr Ansprech-/Begrenzungsverhalten	37
Abbildung 14 - Verschleppung des Spannungsfalls am PE-Leiter über den Neutralleiter in die geschützte Verbraucheranlage	45
Abbildung 15 - Verhalten von NEOZED- und DIAZED gG-Sicherungen bei Beanspruchung mit Stoßströmen der Wellenform 8/20 μ s	51
Abbildung 16 – gG-Sicherungen AC, Stoßstromtragfähigkeit bei Wellenform 8/20 μ s, einmalige Beaufschlagung, keine Auslösung	51
Abbildung 17 – gG-Sicherungen AC, Stoßstromtragfähigkeit bei Wellenform 10/350 μ s.....	52

Tabellen

Tabelle 1 - Zulässige betriebsfrequente Spannungsbeanspruchungen	21
Tabelle 2 - Geforderte Bemessungs-Stoßspannung von Betriebsmitteln	30
Tabelle 3 - Überspannungsschutzgeräte-Klassifikation gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61643-11	38
Tabelle 4 – Veraltete Ableiter-Klassifikation gemäß ÖVE-SN 60, Teil 1:1990.....	38
Tabelle 5 – Mindestwerte des Blitzstoßstromes I_{imp} für Typ 1 SPDs (ohne Risikoanalyse).....	41
Tabelle 6 - Blitzstoßstrom I_{imp} für Typ 1 SPDs bei direktem Naheinschlag in die speisende Freileitung....	41