

Ref. Nr.: **2017xx-xxx-xx**  
Datum: 2017-10

## SEMINARUNTERLAGEN

# Grundlagen und Hintergründe der Isolationskoordination sowie deren Umsetzung in Konstruktion und Prüfung

**Die wesentlichen Bestimmungen zur Kriech- und  
Luftstreckenbemessung und deren Anwendung in der Praxis**

**„Ort“**

„Datum + Uhrzeit“

„Adresse“

Gesamtseitenzahl: 48  
Beilagen: 4

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 nehmen Sie mit mir Kontakt auf, 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

Die ÖVE/ÖNORM EN 60664-1 „**Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen**“ ist eine sogenannte **Sicherheitsgrundnorm** und regelt die Mindestanforderungen zur Dimensionierung von Luft- und Kriechstrecken, sowie deren Prüfung.

Alle Produktkomitees für Niederspannungsbetriebsmittel sind angehalten diese Anforderungen entweder in ihren Produktstandards entsprechend umzusetzen oder auf diese Sicherheitsgrundnorm zu verweisen.

Daraus ergibt sich für den Entwickler elektrischer und elektronischer Geräte vielfach die Notwendigkeit sich auch mit dieser Sicherheitsgrundnorm und deren Hintergrund näher auseinanderzusetzen, um die vielfach recht allgemein gehaltenen Anforderungen richtig anwenden und interpretieren zu können. Das trifft besonders zu, wenn keine geeignete Produktnorm vorhanden ist, oder der definierte Anwendungsbe- reich einer Produktnorm verlassen wird (z.B. Anwendungen über 2 000 m Seehöhe).

## Inhalt

1	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN .....	7
1.1	Elektrotechnikgesetz (ETG) und Elektrotechnikverordnung (ETV) .....	7
1.2	Produktsicherheitsgesetz (PSG) .....	8
1.3	Niederspannungsgeräteverordnung (NspGV) .....	9
1.4	Stand der Technik – Regeln der Technik - Normen .....	11
1.4.1	Beschreibung des Begriffs „Stand der Technik“:.....	11
1.4.2	„Regel der Technik“ (ohne Beschreibung).....	12
1.4.3	Beschreibung des Begriffs „anerkannte Regeln der Technik“:.....	12
1.4.4	Beschreibung des Begriffs „allgemein anerkannte Regeln der Technik“: .....	12
1.5	Isolierungsarten .....	13
1.5.1	Isolierung .....	13
1.5.2	Funktionsisolierung.....	13
1.5.3	Basisisolierung.....	14
1.5.4	Zusätzliche Isolierung .....	14
1.5.5	Doppelte Isolierung .....	14
1.5.6	Verstärkte Isolierung.....	14
1.6	Schutzmaßnahme doppelte oder verstärkte Isolierung .....	14
1.7	Trennen versus Trennung .....	14
1.7.1	Trennen .....	14
1.7.2	Einfache Trennung .....	15
1.7.3	Sichere Trennung .....	15
1.8	Überspannungen .....	15
1.8.1	Überspannung .....	15
1.8.2	transiente Überspannung .....	15
1.8.3	zeitweilige Überspannung (vorübergehende, temporäre Überspannung) .....	16
1.8.4	periodische Spitzenspannung $U_{rp}$ → ist keine Überspannung .....	16
1.9	Besondere Anforderung an Betriebsmittel im IT-System .....	16
1.10	Zeitweilige (vorübergehende, temporäre) Überspannungen in einem Niederspannungs- Versorgungssystem .....	17
2	ISOLATIONSKOORDINATION für ELEKTRISCHE BETRIEBSMITTEL in NIEDERSpannungsANLAGEN .....	18
2.1	Normen und Richtlinien zur Isolationskoordination .....	18
2.2	Allgemeines und Anwendungsbereich .....	19
2.3	Auslegungsparameter.....	19
2.3.1	Dauerspannung .....	19
2.3.2	Weitere Spannungen .....	20
2.3.3	Überspannungskategorien .....	20
2.3.4	Mikro- und Makroumgebungsbedingungen .....	24

2.3.5	Verschmutzungsgrade und Mikro-Umgebungsbedingungen .....	25
2.3.6	Isolierstoffe und deren Klassifizierung in Abhängigkeit der Kriechwegbildung .....	25
2.3.7	Einsatzhöhe des Betriebsmittels .....	26
2.3.8	Frequenz.....	26
2.4	Bemessung von Luftstrecken .....	26
2.4.1	Mindestwerte und Risikobetrachtung .....	27
2.4.2	Mehrere Teil-Luftstrecken.....	27
2.5	Bemessung von Kriechstrecken .....	27
2.5.1	Mindestwerte und Risikobetrachtung .....	28
2.5.2	Kriechstrecke mit mehreren Isolierstoffen oder Verschmutzungsgraden.....	28
2.5.3	Unterteilte Kriechstrecken (durch potentialfreie leitende Teile).....	29
2.5.4	„Brückung“ eines Nutbodens (Innenecken) mit einer Breite X .....	29
2.6	Feste Isolierung .....	29
2.6.1	Teilentladungen .....	31
2.7	Ausführung von doppelter/verstärkter Isolierung.....	31
2.7.1	Luftstrecken .....	31
2.7.2	Kriechstrecken .....	31
2.8	Allgemeine Richtlinien .....	31
2.9	Berücksichtigung und Beurteilung von Bauteilen auf Printplatten.....	32
2.10	Mehrlagige Leiterplatten und Mindestdicke von Isolierung .....	32
2.11	Bauteile zur Trennung oder zur sicheren Trennung von Stromkreisen.....	33
2.12	Prüfungen .....	34
2.12.1	Prüfparameter.....	34
2.12.2	Luftstrecken .....	38
2.12.3	Kriechstrecken .....	38
2.12.4	Feste Isolierung .....	39
2.12.5	Vollständige Betriebsmittel .....	40
2.12.6	Prüfung der Trennfunktion (von Schaltgeräten) .....	41
2.13	Die IEC TS 62993 – eine neue Philosophie? .....	41
2.14	Neue Erkenntnisse und angeregte Projekte für zukünftige Festlegungen .....	41
BEILAGE 1:	Minimale Stoßspannungsfestigkeit für Einrichtungen zum Trennen .....	43
BEILAGE 2:	Informationen zur Verminderung des Verschmutzungsgrades .....	44
BEILAGE 3:	Informationen zu Prüfspannungen in Abhängigkeit der Höhe .....	46
BEILAGE 4:	RECHENBEISPIEL für Luftstrecken bis 5000m nach EN 60664-1 .....	48

Abbildung 1: Beispiel einer transienten Schaltüberspannung .....	20
Abbildung 2: Beispiel für periodisch wiederkehrende Spannungsspitzen .....	20
Abbildung 3: Zuordnung der Überspannungskategorien nach ÖVE/ÖNORM EN 60664-1 am Beispiel einer 230/400 V Installation.....	21
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen der Durchschlagsspannung fester Isolierungen und der Dauer der Spannungsbeanspruchung .....	30
Abbildung 5: Beispiel einer Leiterplatte mit Relais zur sicheren Trennung .....	32
Abbildung 6: Stoßspannung 1,2/50 $\mu$ s ( $T_1=1,2\mu$ s $\pm 30\%$ , $T_2=50\mu$ s $\pm 20\%$ , Scheitelwert $\pm 3\%$ ) .....	35
Abbildung 7: Stoßstrom 8/20 $\mu$ s ( $T_1=8\mu$ s $\pm 20\%$ , $T_2=20\mu$ s $\pm 20\%$ , Scheitelwert $\pm 10\%$ ) .....	36
Abbildung 8: Idealisierter Vergleich der Belastung Hybridgenerator – Restspannung eines SPDs .....	37
Tabelle 1: Zugelassene betriebsfrequente Beanspruchung .....	17
Tabelle 2: Geforderte Bemessungs-Stoßspannung von Betriebsmitteln .....	23
Tabelle 3: Höhenkorrekturfaktoren .....	26
Tabelle 4: Zusammenhang Verschmutzungsgrad und Mindest-Teilkriechstrecke .....	29
Tabelle 5: Mindestabstände beim Schutz vom Typ 2.....	33
Tabelle 6: Minimale Stoßspannungsfestigkeit für Einrichtungen zum Trennen in Abhängigkeit von der Nennspannung.....	43
Tabelle 7: Prüfspannungen über die offenen Kontakte von Geräten mit Trennfunktion .....	43
Tabelle 8: Prüfspannungen zur Prüfung von Luftstrecken in verschiedenen Höhen .....	46
Tabelle 9: Stoßspannungen für die Prüfung der Isolationsfestigkeit.....	46
Tabelle 10: Korrekturfaktoren für Prüfspannungen von Luftstrecken in Abhängigkeit der Höhe des Prüflabors .....	47