

Transformatoren und Drosselspulen

Isolationspegel und Spannungsprüfungen

DIN
VDE 0532
Teil 3

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Transformers and reactors;
insulation levels and dielectric tests
Transformateurs et bobines d'inductance;
niveaux d'isolement et essais diélectriques

Teilweise Ersatz für
VDE 0532 Teil 1/11.71
und
VDE 0532 Teil 1b/12.78.
Siehe jedoch Übergangsfrist!

Diese Norm entspricht dem Harmonisierungsdokument HD 398.3 des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung CENELEC.

Die Norm enthält Formulierungen, die sich aus dem Aufbau und dem Charakter von IEC-Publikationen ergeben und die möglicherweise nicht in allen Einzelheiten den für das deutsche Normenwerk geltenden Regelungen entsprechen.

Zusammenhang mit der von der International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Publikation IEC 76-3 (1976) einschließlich Änderung Nr 1 (November 1981) sowie die hierzu von CENELEC/TC 14 im Harmonisierungsdokument HD 398.3 festgelegten gemeinsamen Abänderungen siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Juli 1987.

Daneben gilt VDE 0532 Teil 1/11.71 und VDE 0532 Teil 1b/12.78 noch bis auf weiteres (siehe Erläuterungen).

Entwürfe waren veröffentlicht als DIN IEC 14.39/VDE 0532 Teil 3/04.77, DIN IEC 14.39 Teil 100/VDE 0532 Teil 3a/06.79 (zurückgezogen 09.85) und DIN IEC 14(CO)51/VDE 0532 Teil 3 A2/10.80.

Anwendungsbereich

Diese Norm legt Isolationspegel und Spannungsprüfungen für Transformatoren nach DIN VDE 0532 Teil 1 fest. Sie kann auch sinngemäß angewendet werden auf Trockentransformatoren nach DIN IEC 14(CO)46/VDE 0532 Teil 6*), Drosselspulen und Sternpunktbildner nach DIN VDE 0532 Teil 20 sowie Anlaßtransformatoren und Anlaßdrosselspulen nach DIN VDE 0532 Teil 21, sofern in diesen Normen keine abweichenden Festlegungen getroffen sind.

Fortsetzung Seite 2 bis 23

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt			
	Seite		Seite
Anwendungsbereich	1	14 Schaltstoßspannungsprüfung	13
1 Begriffe	2	Anhang A – Leitfaden für die Anwendung von	
2 Allgemeines	2	Teilentladungsmessungen an Trans-	
3 Höchste Spannung für Betriebsmittel und		formatoren während der Prüfung mit	
Isolationspegel	3	induzierter Wechselspannung nach	
4 Festlegungen für einige Sonderarten von		Abschnitt 11.4	15
Transformatoren	4	Anhang B – Überspannungen, die von der Ober-	
5 Anforderungen an die Isolation und Span-		spannungswicklung auf eine Wick-	
nungsprüfungen – Grundregeln	4	lung mit kleinerer Spannung über-	
6 Prüfungen an einem Transformator mit ange-		tragen werden	17
zapfter Wicklung	9	Anhang C – Angaben über Isolation des Trans-	
7 Anforderungen an die Isolation und Prüfbe-		formators und Spannungsprüfun-	
dingungen für Trockentransformatoren	9	gen, die bei Anfrage und Bestellung	
8 Wiederholung von Spannungsprüfungen	9	zu machen sind	18
9 Isolation der Hilfsverdrahtung	9	Bilder	19
10 Prüfung mit angelegter Steh-Wechselspan-		Zitierte Normen	22
nung	9	Frühere Ausgaben	22
11 Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspan-		Änderungen	22
nung	9	Erläuterungen	22
12 Blitzstoßspannungsprüfung	11		
13 Prüfung mit abgeschnittener Blitzstoßspan-			
nung	13		

1 Begriffe

Für diese Norm gelten die nachstehenden Begriffe. Andere verwendete Begriffe haben die Bedeutung, die aus DIN VDE 0532 Teil 1 oder dem Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuch (IEC 50 I.E.V.) hervorgeht.

1.1 Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m , bezogen auf eine Transformatorwicklung

Der höchste Effektivwert der Leiter-Leiter-Spannung, für den eine Transformatorwicklung hinsichtlich ihrer Isolation ausgelegt ist.

Anmerkung: U_m ist gleich dem Größtwert der höchsten Spannung eines Netzes, an das die Wicklung hinsichtlich ihrer Isolation angeschlossen werden darf.

1.2 Bemessungs-Isolationspegel

Zwei verschiedene Festlegungen werden verwendet:

- a) Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung und Bemessungs-Steh-Wechselspannung.

Anmerkung: Diese Festlegung gilt für alle Wicklungen mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel $U_m < 300$ kV sowie für Wicklungen mit $U_m \geq 300$ kV, für die Verfahren 1 (siehe Abschnitt 5) vorgeschrieben ist.

- b) Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung und Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung (Leiter gegen Erde).

Anmerkung: Diese Festlegung gilt für Wicklungen mit $U_m \geq 300$ kV, für die Verfahren 2 (siehe Abschnitt 5) vorgeschrieben ist.

1.3 Gleichmäßige Isolation einer Transformatorwicklung

Die Isolation einer Transformatorwicklung, bei der alle

Enden, die zu Anschlüssen herausgeführt sind, die gleiche Steh-Wechselspannung gegen Erde haben.

1.4 Abgestufte Isolation einer Transformatorwicklung

Die Isolation einer Transformatorwicklung, bei der ein Ende direkt oder indirekt mit Erde verbunden werden soll und bei der dieses erd- oder sternpunktseitige Wicklungsende für einen niedrigeren Isolationspegel ausgelegt ist.

2 Allgemeines

Die Anforderungen an die Isolation von Transformatoren und die entsprechenden Isolationsprüfungen werden unter Hinweis auf bestimmte Wicklungen und ihre Anschlüsse angegeben.

Bei Öltransformatoren gelten die Anforderungen nur für die innere Isolation. Hinsichtlich der äußeren Isolation für notwendig erachtete zusätzliche Anforderungen oder Prüfungen müssen zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart werden.

Anmerkung: Wo möglich, können diese Prüfungen Typprüfungen an einem geeigneten Modell der Isolierungsanordnung sein.

Wenn der Anwender beabsichtigt, die Anschlüsse an den Transformator so vorzunehmen, daß die am Transformator allein vorgesehenen Luftabstände verringert werden können, sollte in der Anfrage darauf hingewiesen werden.

Ist ein Öltransformator für eine Aufstellungshöhe > 1000 m vorgesehen, müssen die Luftabstände ent-

*) Z.Z. Entwurf

sprechend ausgelegt sein. Es kann dann notwendig sein, Durchführungen mit höheren Isolationspegeln vorzusehen, als der inneren Isolation der Transformatorwicklungen entspricht (siehe Publikation IEC 137 (DIN IEC 36A(CO)17/VDE 0674 Teil 99*)).

Durchführungen sind getrennten Typ- und Stückprüfungen nach Publikation IEC 137 (DIN IEC 36A(CO)17/VDE 0674 Teil 99*) zu unterziehen, die ihre äußere und innere Isolation zwischen Leiter und Erde nachweisen.

Es wird vorausgesetzt, daß Durchführungen und Stufenschalter nach den entsprechenden Normen bestellt, ausgelegt und geprüft sind. Die Isolationsprüfungen am vollständigen Transformator stellen jedoch eine Kontrolle der richtigen Anwendung und des richtigen Einbaus dieser Bauteile dar.

Die Isolationsprüfungen müssen im allgemeinen im Herstellerwerk durchgeführt werden, wobei der Transformator etwa Umgebungstemperatur hat.

Der Transformator muß vollständig zusammengebaut sein wie im Betrieb. Bei Öltransformatoren ist jedoch der Anbau der äußeren Kühlanlage nicht erforderlich, während einige Überwachungseinrichtungen von Vorteil sein können.

Wenn ein Transformator seine Prüfanforderungen nicht erfüllt und der Fehler in einer Durchführung liegt, ist es zulässig, diese Durchführung zeitweilig durch eine andere zu ersetzen und die Prüfungen unverzüglich zu Ende zu führen. Einen Sonderfall stellen Prüfungen mit Teilentladungsmessungen dar, bei denen bestimmte Arten üblicherweise verwendeter Hochspannungsdurchführungen wegen ihres relativ hohen Teilentladungspegels im Dielektrikum Schwierigkeiten hervorrufen. Wenn solche Durchführungen für den Transformator festgelegt sind, ist es zulässig, sie für die Dauer der Prüfung des Transformators durch teilentladungsfreie Durchführungen zu ersetzen (siehe Anhang A).

Transformatoren mit Kabelendverschlüssen oder für direkten Anschluß an metallgekapselte SF₆-Anlagen sollten so konstruiert werden, daß die für die Isolationsprüfungen erforderlichen Anschlüsse – gegebenenfalls mit Hilfsdurchführungen – zeitweilig hergestellt werden können.

Falls der Hersteller beabsichtigt, zur Begrenzung übertragener transients Überspannungen nichtlineare Elemente oder Überspannungsableiter zu verwenden, die in den Transformator eingebaut oder außen an ihm angebracht werden, muß dies dem Anwender mitgeteilt werden.

3 Höchste Spannung für Betriebsmittel und Isolationspegel

Jeder Wicklung eines Transformators ist ein Wert der „höchsten Spannung für Betriebsmittel“ U_m zugeordnet (siehe Abschnitt 1.1). Die Festlegungen für die Isolationskoordination eines Transformators hinsichtlich transienter Überspannungen sind in Abhängigkeit von U_m unterschiedlich. Wenn Festlegungen über bestimmte Prüfungen für verschiedene Wicklungen eines Transformators widersprüchlich sind, gilt die Festlegung für die Wicklung mit der höchsten Spannung U_m .

Festlegungen für eine Anzahl von Sonderfällen enthält Abschnitt 4.

*) Z.Z. Entwurf

Genormte Werte von U_m sind in den Tabellen 2 bis 5 angegeben. Der Wert, der für eine Transformatorwicklung verwendet werden soll, ist gleich dem der Bemessungsspannung der Wicklung oder der nächsthöhere Wert.

Anmerkung 1: Einphasentransformatoren, die für Sternschaltung in einer Drehstrombank vorgesehen sind, werden durch ihre Bemessungsspannung Leiter-Erde gekennzeichnet, z.B. 400/√3 kV. Die Leiter-Leiter-Spannung bestimmt die Wahl von U_m , d.h. im vorliegenden Fall $U_m = 420$ kV.

Anmerkung 2: Es kann vorkommen, daß bestimmte Anzapfungsspannungen geringfügig über einem entsprechenden Normwert von U_m gewählt sind, während das Netz, an das die Wicklung angeschlossen wird, eine höchste Betriebsspannung hat, die unterhalb des Normwertes bleibt oder diesem entspricht. Die Anforderungen an die Isolation sind mit den tatsächlichen Netzbedingungen abzustimmen, und deshalb sollte dieser Normwert als U_m für den Transformator gewählt werden und nicht der nächsthöhere Wert.

Anmerkung 3: In bestimmten Fällen kann unter ganz besonderen Netzbedingungen die Festlegung anderer Zuordnungen von Stehspannungswerten gerechtfertigt sein. Dann soll der allgemeinen Anleitung von DIN VDE 0111 Teil 1 gefolgt werden.

Die Bemessungs-Stehspannungen einer Wicklung, die ihren Isolationspegel bilden, werden durch eine Gruppe von Spannungsprüfungen nachgewiesen, und diese Gruppe von Prüfungen ist je nach dem Wert von U_m verschieden (siehe Abschnitt 5).

Der Wert U_m und der Isolationspegel, die jeder Wicklung eines Transformators zugeordnet werden, sind ein Teil der Angaben, die bei Anfrage und Bestellung zu machen sind. Bei einer Wicklung mit abgestufter Isolation muß der Isolationspegel des Sternpunktanschlusses ebenfalls vom Abnehmer festgelegt werden (siehe Abschnitt 5.5.3). Eine Wicklung mit abgestufter Isolation und $U_m \geq 300$ kV muß nach Verfahren 1 oder Verfahren 2 (siehe Abschnitt 5, Tabelle 1) geprüft werden. Bei Verfahren 2 müssen weitere Angaben über die Wahl bestimmter Alternativen bei der Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung (siehe Abschnitt 11.4) gemacht werden.

Die Bemessungs-Stehspannungen aller Wicklungen müssen auf dem Leistungsschild erscheinen. Die Grundsätze für die genormte Kurzbezeichnung zeigen folgende Beispiele.

Anmerkung: Die in den Beispielen 1 bis 3 verwendeten Kurzbezeichnungen haben folgende Bedeutung:

LI	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung
SI	Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung
AC	Bemessungs-Steh-Wechselspannung

Beispiel 1:

Transformator, dessen beide Wicklungen mit $U_m = 72,5$ kV gleichmäßig isoliert sind

Isolationspegel:
LI 325 AC 140 / LI 60 AC 28

Werte für verschiedene Wicklungen werden durch einen Schrägstrich getrennt; der Blitzstoßspannungspegel steht an erster Stelle.

Beispiel 2:

Transformator mit

- einer abgestuft isolierten Oberspannungswicklung in Sternschaltung mit $U_m = 245$ kV, Sternpunkt nicht für direkte Erdung;
- einer gleichmäßig isolierten Wicklung in Sternschaltung mit $U_m = 72,5$ kV;
- einer Tertiärwicklung in Dreieckschaltung mit $U_m = 24$ kV.

Isolationspegel:
LI 850 AC 360 – LI 250 AC 95 /
LI 325 AC 140 / LI 125 AC 50

Bei einer abgestuft isolierten Wicklung werden zuerst die Werte für den Leiteranschluß, dahinter und durch einen Bindestrich getrennt die Werte für den Sternpunktanschluß angegeben.

Beispiel 3:

Spartransformator mit $U_m = 420$ kV und 135 kV, nach Verfahren 2 (siehe Abschnitt 5.4); Sternpunkt für direkte Erdung. Die Tertiärwicklung hat $U_m = 24$ kV.

Isolationspegel:
SI 1050 LI 1300 – AC 38 /
LI 550 – AC 38 /
LI 125 AC 50

In diesem Beispiel bestimmt die Festlegung von Verfahren 2 auch die Prüfung der 145-kV-Wicklung, so daß es für die Leiteranschlüsse dieser Wicklung keine gesondert festgelegte Bemessungs-Steh-Wechselspannung gibt. Die Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 11.4 gilt für beide Wicklungen in Sparschaltung.

4 Festlegungen für einige Sonderarten von Transformatoren

Werden innerhalb von Transformatoren (gewöhnlich Spartransformatoren) gleichmäßig isolierte Wicklungen mit unterschiedlichen Werten von U_m miteinander verbunden, bestimmt die Wicklung mit dem höchsten Wert von U_m die Spannung für die Prüfung mit angelegter Steh-Wechselspannung.

Bei Transformatoren mit einer Oberspannungswicklung für $U_m \geq 300$ kV sind die Blitzstoßspannungsprüfungen Stückprüfungen für alle Wicklungen.

Bei Transformatoren mit einer oder mehreren abgestuft isolierten Wicklungen werden die Prüfspannungen für die Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung sowie gegebenenfalls für die Schaltstoßspannungsprüfung durch die Wicklung mit dem höchsten Wert von U_m bestimmt. Eventuell erhalten dann die Wicklungen mit kleineren Werten von U_m nicht ihre zugehörigen Prüfspannungen. Diese Abweichung ist im allgemeinen zulässig. Wenn die Übersetzung zwischen den Wicklungen durch Anzapfungen verändert werden kann, sollten diese dazu dienen, die Prüfspannung der Wicklung mit dem kleineren Wert von U_m möglichst nahe an den entsprechenden Wert zu bringen.

Bei Schaltstoßspannungsprüfungen sind die längs der einzelnen Wicklungen auftretenden Spannungen den Verhältnissen der Windungszahlen ungefähr proportional. Wenn mehreren Wicklungen Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannungen zugeordnet sind, ist die Lösung nach dem vorhergehenden Absatz zu treffen. Eine Wicklung mit Anzapfungen und niedrigerem Wert von U_m ohne zugeordnete Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung sollte während der Schaltstoßspannungsprüfung vorzugsweise auf die Hauptanzapfung eingestellt werden.

Die Reihenwicklungen von einstellbaren Zusatztransformatoren, Phasenschwenktransformatoren usw., deren Wicklungs-Bemessungsspannungen nur einen kleinen Teil der Netzspannung betragen, müssen einen Wert U_m entsprechend der Netzspannung haben. Es ist oft undurchführbar, derartige Transformatoren genau nach dieser Norm zu prüfen. Dann ist zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren, welche Prüfungen entfallen oder abzuändern sind.

5 Anforderungen an die Isolation und Spannungsprüfungen – Grundregeln

5.1 Allgemeines

Die Grundregeln für die Anforderungen an die Isolation und für die Steh-Spannungsprüfungen werden nachfolgend angegeben. Sie sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Angaben über die Anforderungen an die Isolation von Transformatoren und die Spannungsprüfungen müssen bei Anfrage und Bestellung gemacht werden (siehe Anhang C).

Anmerkung: Manchmal wird festgelegt, daß die Blitzstoßspannungsprüfung auch im Rücken abgeschnittene Stoßspannungen enthalten soll, insbesondere, wenn der Transformator nicht durch Überspannungsableiter geschützt wird. Diese Abänderung wird in Abschnitt 13 behandelt.

5.2 Anforderungen an die Isolation und Spannungsprüfungen von Wicklungen mit $U_m < 300$ kV und gleichmäßiger Isolation

Die Bemessungs-Stehspannungen der Wicklung sind:

- Bemessungs-Steh-Wechselspannung nach den Tabellen 2 oder 3;
- Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für die Leiteranschlüsse nach den Tabellen 2 oder 3;
- falls festgelegt, eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß mit demselben Scheitelwert wie für die Leiteranschlüsse.

Für $U_m < 52$ kV sind in Tabelle 2 zwei Listen von Steh-Blitzstoßspannungen zur Auswahl angegeben.

Für $U_m = 123, 145, 170$ und 245 kV sind in den Tabellen 2 und 3 verschiedene Werte der Steh-Wechsel- und Steh-Blitzstoßspannungen zur Auswahl angegeben.

Die Wahl zwischen Liste 1 und Liste 2 bei $U_m < 52$ kV und die Wahl zwischen den verschiedenen Bemessungs-Stehspannungen für $U_m \geq 123$ kV hängt von den im Netz zu erwartenden Überspannungsbedingungen und von der Bedeutung des betreffenden Gerätes ab. Als Leitfaden kann DIN VDE 0111 Teil 1 dienen. Die gewählten Werte sind in der Anfrage eindeutig anzugeben.

Tabelle 1. Grundregeln für Anforderungen und Prüfungen der verschiedenen Wicklungskategorien

Wicklungskategorie	Stehspannungen, die den Isolationspegel bilden	Ab-schnitt	Tabelle	Prüfungen	Ab-schnitt
$U_m < 300$ kV gleichmäßige Isolation	— Wechselspannung	5.2	2 oder 3	— Prüfung mit angelegter Wechselspannung (Stückprüfung)	10
	— Blitzstoßspannung (wahlfrei für Trockentransformatoren)	5.2	2 oder 3	— Prüfung der Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (Typprüfung)	12
	— Blitzstoßspannung für Sternpunktanschluß, falls festgelegt	5.5.3		— modifizierte Blitzstoßspannungsprüfung des Sternpunktanschlusses (Sonderprüfung)	12.3.2
				— Prüfung mit induzierter Wechselspannung (Stückprüfung)	11.2
$U_m < 300$ kV abgestufte Isolation	— Wechselspannung für Leiteranschlüsse	5.3	2 oder 3	— Prüfung mit angelegter Wechselspannung entsprechend dem Isolationspegel des Sternpunktanschlusses (Stückprüfung)	10
	— Blitzstoßspannung für Leiteranschlüsse	5.3	2 oder 3	— Prüfung der Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (Typprüfung)	12
	— Wechselspannung für Sternpunktanschluß	5.5		— modifizierte Blitzstoßspannungsprüfung des Sternpunktanschlusses (Sonderprüfung)	12.3.2
	— Blitzstoßspannung für Sternpunktanschluß, falls festgelegt	5.5.3		— Prüfung mit induzierter Wechselspannung (Stückprüfung)	11.3
$U_m \geq 300$ kV abgestufte Isolation Verfahren 1 nach Abschnitt 5.4.1	— Wechselspannung für Leiteranschlüsse	5.4.1	4	— Prüfung mit angelegter Wechselspannung entsprechend dem Isolationspegel des Sternpunktanschlusses (Stückprüfung)	10
	— Blitzstoßspannung für Leiteranschlüsse	5.4.1	4	— Prüfung der Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (Stückprüfung)	12
	— Wechselspannung für Sternpunktanschluß	5.5		— modifizierte Blitzstoßspannungsprüfung des Sternpunktanschlusses (Sonderprüfung)	12.3.2
	— Blitzstoßspannung für Sternpunktanschluß, falls festgelegt	5.5.3		— Prüfung mit induzierter Wechselspannung (Stückprüfung)	11.3
$U_m \geq 300$ kV abgestufte Isolation Verfahren 2 nach Abschnitt 5.4.2	— Blitzstoßspannung für Leiteranschlüsse	5.4.2	5	— Prüfung mit angelegter Wechselspannung entsprechend dem Isolationspegel des Sternpunktanschlusses (Stückprüfung)	10
	— Schaltstoßspannung für Leiteranschlüsse	5.4.2	5	— Prüfung der Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (Stückprüfung)	12
	— Wechselspannung für Sternpunktanschluß	5.5		— modifizierte Blitzstoßspannungsprüfung des Sternpunktanschlusses (Sonderprüfung)	12.3.2
	— Blitzstoßspannung für Sternpunktanschluß, falls festgelegt	5.5.3		— Prüfung der Leiteranschlüsse mit Schaltstoßspannung (Stückprüfung)	14
				— Prüfung mit induzierter Wechselspannung mit Teilentladungsmessung (Stückprüfung)	11.4

Die Bemessungs-Stehspannungen werden durch folgende Spannungsprüfungen nachgewiesen:

- Prüfung mit angelegter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 10 (Stückprüfung).

Diese Prüfung soll die Wechselspannungsfestigkeit der geprüften Wicklung gegen Erde und gegen die übrigen Wicklungen nachweisen.

- Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 11.2 (Stückprüfung).

Diese Prüfung soll die Wechselspannungsfestigkeit längs der geprüften Wicklung und zwischen ihren Wicklungen nachweisen.

- Prüfung der Leiteranschlüsse mit voller Steh-Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12 (Typprüfung).

Diese Prüfung soll die Blitzstoßspannungsfestigkeit jedes Leiteranschlusses gegen Erde und gegen die übrigen Wicklung sowie längs der geprüften Wicklung nachweisen.

Diese Prüfung wird eine Stückprüfung, wenn die betreffende Wicklung zu einem Transformator gehört, bei dem mindestens eine Wicklung höchste Spannung für Betriebsmittel $U_m \geq 300$ kV hat.

- Prüfung des Sternpunktanschlusses mit Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12.3.2 (Sonderprüfung), falls eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß festgelegt worden ist.

Diese Prüfung soll die Blitzstoßspannungsfestigkeit des Sternpunktanschlusses gegen Erde und gegen die übrigen Wicklungen nachweisen.

Anmerkung: Verteilungstransformatoren in ländlichen oder Vorstadt-Netzen sind in manchen Ländern stark Überspannungen ausgesetzt. In solchen Fällen dürfen höhere Prüfspannungen oder zusätzliche, hier nicht erwähnte Prüfungen zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart werden.

5.3 Anforderungen an die Isolation und Spannungsprüfungen von Wicklungen mit $U_m < 300$ kV und abgestufter Isolation

Die Bemessungs-Stehspannungen der Wicklung sind:

- Bemessungs-Steh-Wechselspannung für die Leiteranschlüsse nach den Tabellen 2 oder 3;
- Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für die Leiteranschlüsse nach den Tabellen 2 oder 3;
- Bemessungs-Steh-Wechselspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5);
- falls festgelegt, eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5.3).

Bezüglich der Listen 1 und 2 in Tabellen 2 und der in den Tabellen 2 und 3 zur Wahl gestellten Werte für $U_m > 123$ kV siehe Abschnitt 5.2.

Die Bemessungs-Stehspannungen werden durch folgende Spannungsprüfungen nachgewiesen:

- Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 11 (Stückprüfung).

Diese Prüfung soll die Wechselspannungsfestigkeit der Leiteranschlüsse gegen Erde und gegen die übrigen Wicklungen sowie die Festigkeit zwischen den Wicklungssträngen und längs der geprüften Wicklungen nachweisen. Die Prüfung wird nach Abschnitt 11.3 ausgeführt.

- Prüfung der Leiteranschlüsse mit voller Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12 (Typprüfung).
Der Zweck der Prüfung ist in Abschnitt 5.2 angegeben.

Diese Prüfung wird eine Stückprüfung, wenn die betreffende Wicklung zu einem Transformator gehört, bei dem mindestens eine Wicklung eine höchste Spannung für Betriebsmittel $U_m \geq 300$ kV hat.

- Prüfung des Sternpunktanschlusses mit angelegter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 10 (Stückprüfung).

Diese Prüfung soll die Wechselspannungsfestigkeit des Sternpunktanschlusses gegen Erde nachweisen.

- Prüfung des Sternpunktanschlusses mit Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12.3.2 (Sonderprüfung), falls eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß festgelegt worden ist.

Der Zweck der Prüfung ist in Abschnitt 5.2 angegeben.

Tabelle 2. **Bemessungs-Stehspannungen für Transformatorwicklungen mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel $U_m < 300$ kV**

Serie I (nach der derzeitigen Praxis außer in der USA und einigen anderen Länder)

Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Wechselspannung (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung (Scheitelwert) Liste 1 Liste 2 kV	
$\geq 1,1$	3	—	—
3,6	10	20	40
7,2	20	40	60
12	28	60	75
17,5	38	75	95
24	50	95	125
36	70	145	170
52	95	250	
72,5	140	325	
	150	380	
100	185	450	
123	230	550	
145	275	650	
170	325	750	
245	360	850	
	395	950	
	460 ¹⁾	1050 ¹⁾	

¹⁾ Für Maschinentransformatoren nach Abschnitt 3, Anmerkung 3

5.4 Anforderungen an die Isolation und Spannungsprüfungen von Wicklungen mit $U_m \geq 300$ kV und abgestufter Isolation

Zur Spezifikation und Prüfung von Transformatoren mit Wicklungen dieser Kategorie gibt es zwei verschiedene Verfahren. Das gewählte Verfahren ist bei Anfrage und Bestellung anzugeben und, falls Verfahren 2 gewählt

Tabellen 3. **Bemessungs-Stehspannungen für Transformatorwicklungen mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel $U_m < 300$ kV**

Serie II (nach der derzeitigen Praxis in den USA und einigen anderen Ländern)

Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Wechselspannung (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung (Scheitelwert)	
		Verteilungs-transformatoren kV	sonstige Transformatoren kV
4,40	19	60	75
13,20 13,97 14,52	34	95	110
26,4	50		150
36,5	70		200
72,5	140		350
	185		450
123	230		550
145	275		650
170	325		750
245	360		825
	395		900

wurde, sind auch Angaben über die Wahl bestimmter Alternativen zu machen (siehe Abschnitt 11.4).

Verfahren 1 (siehe Abschnitt 5.4.1) der Spezifikation und Prüfung verwendet eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung und eine Bemessungs-Steh-Wechselspannung. Die letztgenannte Spannung dient auch zum Nachweis einer ausreichenden Festigkeit gegen Schaltstoßspannungen.

Verfahren 2 (siehe Abschnitt 5.4.1) verwendet eine Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung und eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung. Die Prüfung mit induzierter Wechselspannung bezieht sich nur auf Beanspruchungen bei üblichen Betriebsbedingungen und zeitweiligen Überspannungen. Die Durchführung der Prüfung mit induzierter Wechselspannung unterscheidet sich von der nach Verfahren 1 darin, daß sie länger dauert, die Prüfspannung Leiter-Erde niedriger ist und daß sie nach den im Transformator gemessenen Teilentladungen beurteilt wird.

5.4.1 Verfahren 1

Die Bemessungs-Stehspannungen der Wicklung sind:

- Bemessungs-Steh-Wechselspannung für die Leiteranschlüsse nach Tabelle 4;
- Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für die Leiteranschlüsse nach Tabelle 4;
- Bemessungs-Steh-Wechselspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5);
- falls festgelegt, eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5.3).

Die Bemessungs-Stehspannungen werden durch folgende Spannungsprüfungen nachgewiesen:

- Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 11 (Stückprüfung).
Die Prüfung wird nach Abschnitt 11.3 ausgeführt. Der Zweck dieser Prüfung ist in Abschnitt 5.3 angegeben.
- Prüfung der Leiteranschlüsse mit voller Steh-Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12 (Stückprüfung).
Der Zweck dieser Prüfung ist in Abschnitt 5.2 angegeben.
- Prüfung des Sternpunktanschlusses mit angelegter Steh-Wechselspannung nach Abschnitt 10 (Stückprüfung).
Der Zweck dieser Prüfung ist in Abschnitt 5.3 angegeben.
- Prüfung des Sternpunktanschlusses mit Blitzstoßspannung nach Abschnitt 12.3.2 (Sonderprüfung), wenn für den Sternpunktanschluß eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung festgelegt worden ist. Die Prüfung wird an allen Einheiten der betreffenden Bestellung ausgeführt.
Der Zweck der Prüfung ist in Abschnitt 5.2 angegeben.

Tabelle 4. **Prüfspannungen für die Leiteranschlüsse von Wicklungen mit $U_m \geq 300$ kV, für die Verfahren 1 nach Abschnitt 5.4.1 festgelegt worden ist**

Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Wechselspannung (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung (Scheitelwert) kV
300	395 460	950 1050
362	460 510	1050 1175
420	570 630 700 ¹⁾	1300 1425 1550 ¹⁾
¹⁾ Für Maschinentransformatoren nach Abschnitt 3, Anmerkung 3		

5.4.2 Verfahren 2

Die Bemessungs-Stehspannungen der Wicklung sind:

- Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung für die Leiteranschlüsse nach Tabelle 5;
- Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für die Leiteranschlüsse nach Tabelle 5;
- Bemessungs-Steh-Wechselspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5);
- falls festgelegt, eine Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für den Sternpunktanschluß (siehe Abschnitt 5.5.3).