

Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV

Hochspannungs-Lastschalter ab 52 kV

DIN
VDE 0670
Teil 302

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.

A.c. switchgear and controlgear for voltages above 1 kV;
High-voltage switches for rated voltages of 52 kV
and above
Appareillage pour courant alternatif de tension supérieure
à 1 kV;
Interrupteurs à haute tension pour tensions assignée
égale ou supérieure à 52 kV

Mit DIN 57 670 Teil 1000/
VDE 0670 Teil 1000/08.84 und
DIN VDE 0670 Teil 301/12.92
Ersatz für
DIN 57 670 Teil 3/
VDE 0670 Teil 3/09.81

Zusammenhang mit der von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) herausgegebenen Publikation IEC 265-2 und CENELEC HD 355.2 S2 des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung, siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Dezember 1992.
in Verbindung mit DIN 57 670 Teil 1000/VDE 0670 Teil 1000/08.84.
Daneben gilt DIN 57 670 Teil 3/VDE 0670 Teil 3/09.81 noch bis zum 15. September 1996.

Für Hochspannungs-Lastschalter ab 52 kV, die vor dem 15. 09. 1991 den Festlegungen nach DIN 57 670 Teil 3/
VDE 0670 Teil 3/09.81 entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen,
dürfen die Festlegungen dieser ersetzten Norm für die Fertigung bis 15. 09. 1996 noch weiter angewendet werden.

Der Norm-Inhalt war veröffentlicht als Entwurf DIN VDE 0670 Teil 302/12.88.

Fortsetzung Seite 2 bis 32

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	5 Konstruktion und Bau	6
1.101 Zweck	3	5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltgeräten	6
2 Normale und Sonder-Betriebsbedingungen	3	5.2 Anforderungen an Gase in Schaltgeräten	6
3 Begriffe	3	5.3 Erdung von Schaltgeräten	6
3.101 Lastschalter	3	5.4 Hilfseinrichtungen	6
3.102 Lasttrennschalter	3	5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung	6
3.103 Mehrzweck-Lastschalter	3	5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung	6
3.104 Lastschalter für begrenzte Anwendung	3	5.7 Arbeitsbedingungen für Auslöser	6
3.105 Lastschalter für spezielle Anwendung	3	5.8 Drucküberwachung	6
3.106 Lastschalter für Einzel-Kondensatorbatterie	3	5.9 Leistungsschilder	6
3.107 Lastschalter für Mehrfach-Kondensatorbatterien	3	5.101 Einschalt-Antriebe	6
3.108 Lastschalter für Drosselspulen	4	5.102 Mechanische Festigkeit	6
3.109 Ausschaltvermögen	4	5.103 Schaltstellung der beweglichen Kontakte, Schaltstellungsanzeiger und -geber	6
3.110 Netzlastausschaltvermögen	4	6 Typprüfungen	6
3.111 Transformatorausschaltvermögen	4	6.1 Dielektrische Prüfungen	7
3.112 Ringausschaltvermögen	4	6.2 Störspannungsprüfungen	7
3.113 Kabelausschaltvermögen	4	6.3 Erwärmungsprüfungen	7
3.114 Freileitungsausschaltvermögen	4	6.4 Messung des Widerstandes der Hauptstrombahn	7
3.115 Sammelschienenausschaltvermögen	4	6.5 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen	7
3.116 Einzel-Kondensatorausschaltvermögen	4	6.101 Ein- und Ausschaltprüfungen	7
3.117 Kondensatorparallelausschaltvermögen	4	6.101.1 Anordnung des Lastschalters für die Prüfungen	7
3.118 Kondensatorparalleleinschaltstrom	4	6.101.2 Erdung des Prüfkreises und des Lastschalters	8
3.119 Drosselspulenausschaltvermögen	4	6.101.3 Frequenz	8
3.120 Erdschlußausschaltvermögen	4	6.101.4 Prüfspannung für Ausschaltprüfungen	8
3.121 Kabel- und Freileitungsausschaltvermögen unter Erdschlußbedingungen	4	6.101.5 Ausschaltstrom	8
3.122 Ausschaltstrom	4	6.101.6 Anstehende Spannung vor Kurzschlußeinschaltprüfungen	9
3.123 Einschalt(stoß)strom	4	6.101.7 Kurzschlußeinschaltstrom	9
3.124 Kurzschlußeinschaltvermögen	4	6.101.8 Prüfkreise für die Ausschaltprüfungen	9
4 Einstufung	4	6.101.9 Prüfkreise für Kurzschlußeinschaltprüfungen (Prüfschaltfolge 6)	12
4.1 Nennspannung	4	6.101.10 Prüfkreise für Ausschaltprüfungen unter Erdschlußbedingungen (Prüfschaltfolgen 7 a und 7 b)	12
4.2 Nenn-Isolationspegel	4	6.101.11 Prüfungen für Mehrzweck-Lastschalter	12
4.3 Nennfrequenz	4	6.101.12 Prüfungen für Lastschalter für begrenzte Anwendung	12
4.4 Nenn(betriebs)strom und Erwärmung	4	6.101.13 Prüfungen für Lastschalter für spezielle Anwendung	13
4.5 Nenn-Kurzzeitstrom	4	6.101.14 Verhalten des Lastschalters während der Ausschaltprüfungen	13
4.6 Nenn-Stoßstrom	4	6.101.15 Zustand des Lastschalters nach den Ausschaltprüfungen	13
4.7 Nenn-Kurzschlußdauer	4	6.101.16 Zustand des Lastschalters während und nach den Kurzschlußeinschaltprüfungen	13
4.8 Nenn-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise	5	6.101.17 Typprüfberichte	14
4.9 Nennfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise	5	6.102 Mechanische Prüfungen	14
4.10 Nenn-Überdruck der Druckgasversorgung für Betätigung	5	6.103 Schalten unter schwerer Vereisung	15
4.101 Nenn-Netzlastausschaltstrom	5	6.104 Überprüfen der Betätigung bei Nennklemmenzug	15
4.102 Nenn-Ringausschaltstrom	5	7 Stückprüfungen	15
4.103 Nenn-Transformatorausschaltstrom	5	7.1 Wechsellspannungsprüfung (trocken) der Hauptstrombahn	15
4.104 Nenn-Kabelausschaltstrom	5	7.101 Prüfungen der mechanischen Funktion	15
4.105 Nenn-Freileitungsausschaltstrom	5	8 Auswahl von Lastschaltern für den Betrieb	15
4.106 Nenn-Kondensatorausschaltstrom	5	8.101 Allgemeines	15
4.107 Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom	5	8.102 Besondere zu berücksichtigende Einflußgrößen	15
4.108 Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstrom	5	8.103 Isolationskoordination	16
4.109 Nenn-Drosselspulenausschaltstrom	5		
4.110 Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom	5		
4.111 Nenn-Erdschlußausschaltstrom	5		
4.112 Nenn-Kabel- und -Freileitungsausschaltstrom unter Erdschlußbedingungen	5		
4.113 Nenn-Klemmenzug	5		
4.114 Nennwerte für Mehrzweck-Lastschalter	5		
4.115 Nennwerte für Lastschalter für begrenzte und spezielle Anwendung	6		

	Seite		Seite
9	Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen	Bilder 1 bis 7	28
9.101	Angaben in Anfragen und Bestellungen	Zitierte Normen	32
9.102	Angaben in Angeboten	Frühere Ausgaben	32
10	Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung und Instandhaltung	Änderungen	32
Tabellen I bis IX	17	Internationale Patentklassifikation	32
		Erläuterungen	32

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für dreipolige Wechselstrom-Lastschalter mit Nennspannungen von 52 kV und darüber und Nennfrequenzen bis einschließlich 60 Hz für Innenraum- und Freiluftaufstellung.

Diese Norm gilt auch für die Antriebe dieser Lastschalter und ihre Hilfseinrichtungen.

Anmerkung 1: Diese Norm gilt auch für Lastschalter in gasisolierten Schaltanlagen.

Anmerkung 2: Lastschalter, die auch die Funktion eines Trennschalters erfüllen, müssen auch DIN VDE 0670 Teil 2 entsprechen.

Anmerkung 3: Erdungsschalter sind nicht Gegenstand dieser Norm. Erdungsschalter, die Bestandteil eines Lastschalters sind, müssen DIN VDE 0670 Teil 2 entsprechen.

1.101 Zweck

Der Hauptzweck dieser Norm ist, einheitliche Anforderungen für Lastschalter festzulegen, die für Übertragungs- und Verteilungsnetze vorgesehen sind. Mehrzweck-Lastschalter müssen geeignet sein,

- ihren Nenn(betriebs)strom dauernd zu führen,
- Kurzschlußströme für eine festgelegte Zeit zu führen,
- Lastströme zu schalten,
- Ringströme zu schalten,
- Ströme unbelasteter Transformatoren zu schalten,
- unbelastete Kabel, Freileitungen oder Sammelschienen zu schalten,
- Kurzschlußströme einzuschalten.

Ein weiterer Zweck dieser Norm ist, Anforderungen für Lastschalter für begrenzte Anwendung und für Lastschalter für spezielle Anwendung festzulegen, die in Übertragungs- und Verteilungsnetzen eingesetzt werden.

Lastschalter für begrenzte Anwendung müssen eine oder mehrere der vorstehend aufgeführten Schaltaufgaben erfüllen.

Lastschalter für spezielle Anwendung können eine oder mehrere der vorstehend aufgeführten Schaltaufgaben erfüllen und müssen zusätzlich für eine oder mehrere der nachstehend aufgeführten Schaltaufgaben geeignet sein:

- Schalten von Einzel-Kondensatorbatterien,
- Schalten von Mehrfach-(Parallel-)Kondensatorbatterien,
- Schalten von Drosselspulen und von Transformatoren, die mit Drosselspulen belastet sind,
- erhöhte Anzahl von Schaltspielen,
- Schalten unter Erdschlußbedingungen in Netzen mit isoliertem Sternpunkt oder mit Erdschlußkompensation.

2 Normale und Sonder-Betriebsbedingungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 2.

3 Begriffe

Die in dieser Norm verwendeten allgemeinen Begriffe sind in IEC 50(441), DIN VDE 0111 Teil 1 und in den Normen der Reihe DIN VDE 0670 erläutert.

3.101 Lastschalter

Schaltgerät, das Ströme unter normalen Bedingungen im Stromkreis einschließlich einer angegebenen betriebsmäßigen Überlast einschalten, führen und ausschalten und auch unter angegebenen außergewöhnlichen Bedingungen, wie Kurzschluß, während einer festgelegten Zeit führen kann.

3.102 Lasttrennschalter

Lastschalter, der in offener Stellung die für eine Trennstrecke festgelegten Anforderungen erfüllt.

3.103 Mehrzweck-Lastschalter

Lastschalter, der Ströme, wie sie üblicherweise vorkommen können, ein- und ausschalten und Kurzschlußströme einschalten und führen kann, sofern die Ströme den jeweiligen Nennwert nicht übersteigen.

Anmerkung: Siehe Abschnitt 4.114, Nennwerte für Mehrzweck-Lastschalter.

3.104 Lastschalter für begrenzte Anwendung

Lastschalter, der eine oder mehrere, aber nicht alle Schaltaufgaben eines Mehrzweck-Lastschalters erfüllt.

3.105 Lastschalter für spezielle Anwendung

Lastschalter für andere Schaltaufgaben, als sie für Mehrzweck-Lastschalter festgelegt sind.

Anmerkung: Beispiele sind Schalten von Drosselspulen, Schalten unter Erdschlußbedingungen und eine erhöhte Anzahl von Schaltspielen.

3.106 Lastschalter für Einzel-Kondensatorbatterie

Lastschalter für das Schalten von Einzel-Kondensatorbatterien mit Ladeströmen bis zu seinem Nenn-Kondensatorausschaltstrom.

3.107 Lastschalter für Mehrfach-Kondensatorbatterien

Lastschalter für das Ausschalten von Ladeströmen von Kondensatorbatterien bis zu seinem Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom, wenn eine oder mehrere Kondensatorbatterien auf der Speiseseite des Lastschalters vorhanden sind. Dieser Lastschalter muß in der Lage sein, den durch die parallel an die Speiseseite geschalteten Kondensatorbatterien erhöhten Einschaltstrom bis zu seinem Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstrom einzuschalten.

3.108 Lastschalter für Drosselspulen

Lastschalter für das Schalten von Drosselspulen und von Transformatoren, die mit Drosselspulen belastet sind.

3.109 Ausschaltvermögen

Wert des unbeeinflussten Stromes, den ein Lastschalter bei einer festgelegten Spannung unter vorgegebenen Bedingungen für Anwendung und Verhalten ausschalten kann.

3.110 Netzlastausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines Laststromkreises, in welchem die Last durch Widerstände und Drosselspulen in Parallelschaltung dargestellt werden kann.

3.111 Transformatorausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines unbelasteten Transformatorstromkreises.

3.112 Ringausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines Übertragungs-Ringstromkreises oder eines Transformatorstromkreises, bestehend aus der Parallelschaltung von zwei oder mehreren Transformatoren, d. h. eines Stromkreises, in welchem beide Seiten des Lastschalters nach dem Ausschalten spannungsführend bleiben und die Spannung über die Schaltstrecken wesentlich kleiner ist als die Netzspannung.

3.113 Kabelausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines unbelasteten Kabelstromkreises.

3.114 Freileitungsausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines unbelasteten Freileitungstromkreises.

3.115 Sammelschienenausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines unbelasteten Sammelschienenstromkreises.

3.116 Einzel-Kondensatorausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines Stromkreises mit einer Kondensatorbatterie, wobei auf der Speiseseite des Lastschalters keine weitere Kondensatorbatterie in der Nähe der zu schaltenden Kondensatorbatterie vorhanden ist.

3.117 Kondensatorparallelausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines Stromkreises mit Kondensatorbatterie, wobei auf der Speiseseite des Lastschalters eine oder mehrere Kondensatorbatterien in der Nähe der zu schaltenden Kondensatorbatterie vorhanden sind.

3.118 Kondensatorparalleleinschaltstrom

Hochfrequenter Strom mit hoher Amplitude beim Schließen eines Stromkreises mit einer Kondensatorbatterie, wobei auf der Speiseseite des Lastschalters eine oder mehrere Kondensatorbatterien in der Nähe der zu schaltenden Kondensatorbatterie vorhanden sind.

Anmerkung: Frequenz und Höhe des Einschaltstromes sind abhängig von den Kapazitäten und der Größe der Induktivitäten zwischen den Kondensatorbatterien.

3.119 Drosselspulenausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Öffnen eines Stromkreises mit einer Drosselspule oder mit Transformatoren, die mit Drosselspulen belastet sind.

3.120 Erdschlußausschaltvermögen

Ausschaltvermögen im fehlerbehafteten Leiter beim Wegschalten eines Erdschlusses eines unbelasteten Kabels oder einer Freileitung auf der Lastseite des Lastschalters in Netzen mit isoliertem Sternpunkt oder mit Erdschlußkompensation.

3.121 Kabel- und Freileitungsausschaltvermögen unter Erdschlußbedingungen

Ausschaltvermögen in den fehlerfreien Leitern beim Ausschalten eines unbelasteten Kabels oder einer Freileitung mit Erdschluß auf der Speiseseite des Lastschalters in Netzen mit isoliertem Sternpunkt oder Erdschlußkompensation.

3.122 Ausschaltstrom

Strom im Pol eines Lastschalters zu Beginn des beim Ausschaltvorgang auftretenden Lichtbogens.

3.123 Einschalt(stoß)strom

Scheitelwert der ersten großen Teilschwingung des Stromes in einem Pol eines Lastschalters während des Ausgleichsvorganges nach Stromflußbeginn bei einer Einschaltung.

Anmerkung 1: Der Scheitelwert kann für die einzelnen Pole unterschiedlich sein, da er vom Zeitpunkt des Stromflußbeginns im Verlauf der Schwingung der anstehenden Spannung abhängt.

Anmerkung 2: Wenn für einen mehrphasigen Kreis ein einziger Wert des Einschaltstromes genannt wird, handelt es sich, wenn nicht anders angegeben, um den größten.

3.124 Kurzschlußeinschaltvermögen

Einschaltvermögen bei einem Kurzschluß an den Anschlußklemmen des Lastschalters.

4 Einstufung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4, mit folgenden Ergänzungen:

4.1 Nennspannung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.1.

4.2 Nenn-Isolationspegel

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.2.

4.3 Nennfrequenz

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.3.

4.4 Nenn(betriebs)strom und Erwärmung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.4.

4.5 Nenn-Kurzzeitstrom

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.5.

4.6 Nenn-Stoßstrom

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.6.

4.7 Nenn-Kurzschlußdauer

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.7.

4.8 Nenn-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.8.

4.9 Nennfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.9.

4.10 Nenn-Überdruck der Druckgasversorgung für Betätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 4.10.

4.101 Nenn-Netzlastausschaltstrom

Der Nenn-Netzlastausschaltstrom ist der größte Netzlastausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

4.102 Nenn-Ringausschaltstrom

Der Nenn-Ringausschaltstrom ist der größte Ringausschaltstrom, den ein Lastschalter ausschalten können muß. Für den Ausschaltstrom beim Öffnen eines Übertragungsringstromkreises oder eines Stromkreises mit parallelgeschalteten Transformatoren können unterschiedliche Nennwerte festgelegt werden.

4.103 Nenn-Transformatorausschaltstrom

Der Nenn-Transformatorausschaltstrom ist der größte Transformatorausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

4.104 Nenn-Kabelausschaltstrom

Der Nenn-Kabelausschaltstrom ist der größte Kabelausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

4.105 Nenn-Freileitungsausschaltstrom

Der Nenn-Freileitungsausschaltstrom ist der größte Freileitungsausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

4.106 Nenn-Kondensatorausschaltstrom

Der Nenn-Kondensatorausschaltstrom ist der größte Einzel-Kondensatorausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

4.107 Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom

Der Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom ist der größte Kondensatorparallelausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß. Dieser Ausschaltstrom gilt für das Schalten einer Kondensatorbatterie, wenn sich Parallelkondensatoren auf der Speiseseite des Lastschalters befinden, die einen Einschaltstrom gleich dem Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstrom hervorrufen.

4.108 Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstrom

Der Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstrom ist der Scheitelwert des Stromes, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung und mit einer Frequenz des Einschaltstromes, die den Einsatzbedingungen entspricht, einschalten können muß.

Die Angabe eines Nenn-Kondensatorparalleleinschaltstromes ist für Lastschalter vorgeschrieben, die einen Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom haben.

Anmerkung: Die Frequenz des Einschaltstromes von Kondensatorbatterien, denen weitere auf der Speise-

seite des Lastschalters parallelgeschaltet sind, liegt im Bereich zwischen 2 bis 30 kHz. Die Werte sind abhängig von der Größe und der Anordnung der zu schaltenden Kondensatorbatterie, den Kondensatorbatterien auf der Speiseseite und von begrenzenden Impedanzen, soweit vorhanden.

4.109 Nenn-Drosselspulenausschaltstrom

Der Nenn-Drosselspulenausschaltstrom ist der größte Drosselspulenausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

Anmerkung: Der kleinste Drosselspulenausschaltstrom, den der Lastschalter ausschalten kann, ist vom Hersteller anzugeben, wenn er größer ist als Null.

4.110 Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom

Der Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom ist der größte unbeinflusste Einschalt(stoß)strom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung einschalten können muß.

4.111 Nenn-Erdschlußausschaltstrom

Der Nenn-Erdschlußausschaltstrom ist der größte Erdschlußausschaltstrom, den ein Lastschalter bei seiner Nennspannung ausschalten können muß.

Anmerkung: Die Beanspruchung durch die Einschwingspannung in einem Netz mit isoliertem Sternpunkt führt zu härteren Beanspruchungen als die in einem Netz mit Erdschlußkompensation, auch bei Fehlkompensation.

4.112 Nenn-Kabel- und -Freileitungsausschaltstrom unter Erdschlußbedingungen

Der Nenn-Kabel- und -Freileitungsausschaltstrom unter Erdschlußbedingungen ist der größte Ausschaltstrom in den fehlerfreien Leitern, den der Lastschalter bei seiner Nennspannung unterbrechen können muß.

Anmerkung: Der größte Ladestrom eines Kabels oder einer Freileitung unter Erdschlußbedingungen ist $\sqrt{3}$ mal dem unter Normalbedingungen auftretenden Ladestrom. Dies berücksichtigt auch den härtesten Fall von Radialfeldkabeln.

4.113 Nenn-Klemmenzug

Nach DIN VDE 0670 Teil 2, Abschnitt 4.103.

4.114 Nennwerte für Mehrzweck-Lastschalter

Ein Mehrzweck-Lastschalter muß die folgenden Nennwerte haben:

- Der Nenn-Netzlastausschaltstrom ist gleich dem Nenn(betriebs)strom.
- Der Nenn-Transformatorausschaltstrom beträgt 1 % des Nenn(betriebs)stromes.
- Der Nenn-Ringausschaltstrom ist gleich dem Nenn(betriebs)strom.
- Der Nenn-Ringausschaltstrom für parallelgeschaltete Transformatoren beträgt 50 % des Nenn(betriebs)stromes.
- Nenn-Kabelausschaltstrom siehe Tabelle I.
- Nenn-Freileitungsausschaltstrom siehe Tabelle I.
- Der Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom ist gleich dem Nenn-Stoßstrom.

Die Nennwerte sind aus der R10-Reihe auszuwählen.

Anmerkung 1: Koordination zwischen Nennströmen und Nennspannungen ist nicht Zweck dieser Norm.

Anmerkung 2: Koordination zwischen Nennströmen und Nenn-Kurzzeitströmen ist nicht Zweck dieser Norm.

4.115 Nennwerte für Lastschalter für begrenzte und spezielle Anwendung

Ein Lastschalter für begrenzte Anwendung sollte, soweit zutreffend, die gleichen Nennwerte haben, wie sie für einen Mehrzweck-Lastschalter festgelegt sind. Werden andere Nennwerte festgelegt, so sollten diese aus der R10-Reihe ausgewählt werden.

Für Lastschalter für spezielle Anwendung sind keine Nennwerte festgelegt. Wenn Nennwerte angegeben werden, sollten sie aus der R10-Reihe ausgewählt werden.

5 Konstruktion und Bau

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5, mit folgenden Ergänzungen:

5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltgeräten

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.1.

5.2 Anforderungen an Gase in Schaltgeräten

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.2.

5.3 Erdung von Schaltgeräten

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.3.

5.4 Hilfseinrichtungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.4.

5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.5.

5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.6.

5.7 Arbeitsbedingungen für Auslöser

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.7.

5.8 Drucküberwachung

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.8.

5.9 Leistungsschilder

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 5.9.

Lastschalter und ihre Antriebe müssen Leistungsschilder mit Angaben nach Tabelle II haben.

5.101 Einschalt-Antriebe

Lastschalter, die einen Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom haben, müssen mit Einschalt-Antrieben mit Kraftspeicherbetätigung oder mit abhängiger Kraftbetätigung ausgerüstet sein.

5.102 Mechanische Festigkeit

Lastschalter müssen nach ihrem Einbau entsprechend den Angaben des Herstellers ihren Nenn-Klemmenzug und die elektrodynamischen Kräfte (im Kurzschlußfall) ertragen, ohne daß ihre Zuverlässigkeit und Stromtragfähigkeit vermindert werden.

5.103 Schaltstellung der beweglichen Kontakte, Schaltstellungsanzeiger und -geber

5.103.1 Sicherung der Schaltstellung

Lastschalter einschließlich ihrer Antriebe müssen so gebaut sein, daß sie nicht durch Schwerkraft, Schwingungen, mäßige Stöße, zufälliges Berühren der Antriebsge-

stänge oder durch elektromagnetische Kräfte aus der offenen oder geschlossenen Stellung gebracht werden können. Lastschalter oder deren Antriebe müssen so gebaut sein, daß Mittel angewandt werden können, die unbefugtes Betätigen verhindern.

5.103.2 Schaltstellungsanzeige

Die Schaltstellungen des Lastschalters müssen deutlich angezeigt werden. Dieser Anforderung ist entsprochen, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- die Schaltstrecke oder Trennstrecke ist sichtbar,
- die Stellung aller beweglichen Kontakte wird durch eine zuverlässige Vorrichtung angezeigt.

Anmerkung 1: Sichtbare bewegliche Schaltstücke dürfen als Anzeigevorrichtung dienen.

Anmerkung 2: Wenn alle Pole eines Lastschalters so gekuppelt sind, daß sie als Einheit betätigt werden, ist eine gemeinsame Anzeigevorrichtung zulässig.

5.103.3 Hilfskontakte zur Schaltstellungsgabe

Die Schaltstellungsgabe für die geschlossene Stellung darf erst dann erfolgen, wenn sicher ist, daß die beweglichen Schaltstücke eine Stellung erreichen werden, in der Nenn(betriebs)strom, Nenn-Stoßstrom und Nenn-Kurzzeitstrom sicher geführt werden können.

Die Schaltstellungsgabe für die offene Stellung darf erst dann erfolgen, wenn die beweglichen Schaltstücke eine Stellung erreicht haben, die mindestens 80 % der gesamten Schalt- oder Trennstrecke entspricht, oder wenn es sicher ist, daß die beweglichen Schaltstücke die offene Stellung voll erreichen werden.

6 Typprüfungen

Typprüfungen haben den Zweck, die Eigenschaften der Hochspannungs-Lastschalter, ihrer Antriebe und ihrer Hilfseinrichtungen nachzuweisen.

Diese Typprüfungen umfassen:

a) Typprüfungen

- Dielektrische Prüfungen, die Blitz- und Schaltstoßspannungsprüfungen, Wechselspannungsprüfungen und Wechselspannungsprüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen einschließen
- Erwärmungsprüfungen
- Messung des Widerstandes der Hauptstrombahn
- Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen
- Einschalt- und Ausschaltprüfungen mit den festgelegten Strömen
- Mechanische Schaltprüfungen.

Diese Prüfungen sollten an einem vollständigen Hochspannungs-Lastschalter und an seinen Antrieben und Hilfseinrichtungen durchgeführt werden. (Der Lastschalter muß dabei mit den festgelegten Arten und Mengen von Flüssigkeit oder Gas bei festgelegtem oder, falls verlangt, vermindertem Druck gefüllt sein.)

Der für die Prüfung bestimmte Hochspannungs-Lastschalter muß in allen wesentlichen Einzelheiten mit den Zeichnungen des betreffenden Typs übereinstimmen.

b) Typprüfungen nach besonderer Anforderung des Betreibers

- Einschalt- und Ausschaltprüfungen mit Strömen, die vom Betreiber festgelegt sind und die über den Rahmen der normalen Typprüfung hinausgehen
- Schalten unter Erdschlußbedingungen in Netzen mit Erdschlußkompensation oder isoliertem Sternpunkt
- Schalten unter schwerer Vereisung
- Prüfung mit künstlicher Verschmutzung
- Nachweis der Eignung für hohe Schaltspielzahl
- Störspannungsprüfungen
- Teilentladungsprüfungen
- Schalten bei Nenn-Klemmenzug.

6.1 Dielektrische Prüfungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 6.1, mit folgender Abweichung:

6.1.9 Teilentladungsprüfungen

Am vollständigen Hochspannungs-Lastschalter wird eine Teilentladungsprüfung nicht verlangt. Wenn jedoch ein Lastschalter Teile enthält, für die es eine Norm gibt, welche Teilentladungsprüfungen vorsieht (z. B. für Durchführungen), muß der Hersteller nachweisen, daß diese Teile die Teilentladungsprüfungen nach der diesbezüglichen Norm bestanden haben.

6.2 Störspannungsprüfungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 6.2, mit folgender Ergänzung:

Störspannungsprüfungen sind nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber durchzuführen. Sie können an einem Pol des Lastschalters sowohl in geschlossener als auch in offener Stellung durchgeführt werden.

Anmerkung: Diese Prüfungen werden für Lastschalter mit Nennspannungen von 52 bis 100 kV sowie für Lastschalter in gasisolierten Schaltanlagen nicht verlangt.

6.3 Erwärmungsprüfungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 6.3.

6.4 Messung des Widerstandes der Hauptstrombahn

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 6.4.

6.5 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen

Nach DIN VDE 0670 Teil 1000, Abschnitt 6.5.

6.101 Ein- und Ausschaltprüfungen

6.101.1 Anordnung des Lastschalters für die Prüfungen

Der zu prüfende Lastschalter ist vollständig auf seinem eigenen oder einem gleichwertigen Gestell zu montieren. Sein Antrieb muß in der vorgeschriebenen Art und Weise betrieben werden. Im besonderen sind elektrische, pneumatische oder hydraulische Antriebe mit den unteren Grenzwerten von Versorgungsspannung oder Versorgungsdruck zu betreiben.

Vor Beginn der Einschalt- und Ausschaltprüfungen sind Leerschaltungen durchzuführen und Schalteigenschaften des Lastschalters, wie Kontaktgeschwindigkeit und Eigenzeiten, aufzunehmen.

Falls zutreffend, müssen die Versuche an der unteren Grenze der Dichte des Löschgases durchgeführt werden.

Lastschalter mit Handantrieb dürfen mit Fernbedienung betätigt werden oder mit einem Kraftantrieb versehen werden, vorausgesetzt, daß sich eine Schaltgeschwindigkeit entsprechend dem Handantrieb ergibt.

Der Einfluß des Anschlusses der Speisequelle an die eine oder die andere Seite des Lastschalters muß beachtet werden. Wenn es möglich ist, daß im Betrieb die Netzseite auf der einen oder der anderen Seite liegen kann und der Lastschalter in dieser Hinsicht nicht symmetrisch gebaut ist, muß die Speiseseite des Prüfkreises an die Seite des Lastschalters angeschlossen werden, die die härteren Bedingungen ergibt. Im Zweifelsfalle ist ein Teil der Einschalt- und Ausschaltprüfungen mit Anschluß der Speise-seite des Prüfkreises an der einen Seite des Lastschalters und ein Teil mit Anschluß an der anderen Seite durchzuführen.

Einschalt- und Ausschaltprüfungen an dreipoligen Schaltgeräten müssen wie folgt durchgeführt werden:

- Dreipolige Lastschalter mit einer gemeinsamen Kapselung der drei Pole müssen als komplette Einheit geprüft werden. Es sind nur dreiphasige Einschalt- und Ausschaltprüfungen erlaubt, außer es kann gezeigt werden, daß keine gegenseitige Beeinflussung zwischen den Polen beim Ein- und Ausschalten besteht.
- Dreipolige Lastschalter, die aus drei einpoligen Lastschaltern bestehen, sollten als komplette Einheit geprüft werden. Dreiphasige Einschalt- und Ausschaltprüfungen sind vorzuziehen. Zur Vereinfachung oder wegen Beschränkungen des Prüffeldes dürfen einphasige Prüfungen an einem Pol des Lastschalters durchgeführt werden. Voraussetzung ist, daß die Prüfung, was
 - Einschaltgeschwindigkeit
 - Ausschaltgeschwindigkeit
 - Leistung und Kraft des Antriebs
 - Festigkeit des Gestells

betrifft, nicht unter günstigeren Bedingungen erfolgt als bei dreiphasigen Prüfungen des kompletten Schalters.

Wenn einphasige Prüfungen zugelassen sind, dürfen auch Elementenprüfungen durchgeführt werden, vorausgesetzt, die Anforderungen von DIN VDE 0670 Teil 104, Abschnitt 6.102.3.2, werden erfüllt. Synthetische Prüfungen dürfen in Übereinstimmung mit DIN VDE 0670 Teil 104, Abschnitt 6.102.4, durchgeführt werden.

Bei Lastschaltern, die normalerweise in einer metallenen Kapselung montiert sind – ausgenommen Lastschalter, die in gasisolierten Schaltanlagen verwendet werden – und die die Eigenschaft haben, Flammen oder Metallpartikel beim Ein- oder Ausschalten auszustoßen, gilt folgendes:

Der Lastschalter muß entweder in der Kapselung geprüft werden, oder es müssen metallene Schirme in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen in einem vom Hersteller anzugebenden Abstand aufgestellt werden. Schirme, Gestell und andere üblicherweise geerdete Teile müssen über einen Schmelzdraht aus Kupfer mit 0,1 mm Durchmesser und einer Länge von 5 cm mit Erde verbunden werden. Ist dieser Draht nach einem Versuch noch unverseht, so wird angenommen, daß kein wesentlicher Ableitstrom geflossen ist (siehe Erläuterungen).

6.101.2 Erdung des Prüfkreises und des Lastschalters

Ausschaltprüfungen an dreipoligen Mehrzweck-Lastschaltern mit Nennspannungen bis 170 kV in dreiphasigen Prüfkreisen müssen entweder mit geerdetem speiseseitigem Sternpunkt oder geerdetem lastseitigem Sternpunkt durchgeführt werden. Im ersten Fall muß die Nullimpedanz kleiner als das Dreifache der Mitimpedanz der Speise-seite sein. In beiden Fällen müssen der Prüfkreis und der Rahmen des Lastschalters so geerdet werden, daß die Spannungsbeanspruchungen zwischen aktiven Teilen und Erde und über dem Lastschalter nach Erlöschen des Lichtbogens den Bedingungen im Betrieb entsprechen.

Mehrzweck-Lastschalter mit Nennspannungen von 245 kV und darüber müssen mit geerdeten Sternpunkten in Speise- und Lastkreis geprüft werden.

Bei einphasigen Ausschaltprüfungen an dreipoligen oder an einpoligen Lastschaltern muß ein Anschluß des geprüften Poles mit dem Speisekreis, der andere mit der Last verbunden werden. Die direkte Verbindung Speisekreis und Lastkreis darf geerdet werden, siehe Bilder 2 und 4. (Wenn es jedoch erforderlich ist, die richtige Spannungsverteilung zwischen den Elementen eines aus mehreren Elementen bestehenden Schalters sicherzustellen, darf ein anderer Punkt des Speisekreises geerdet werden.)

Kapazitive Prüfkreise siehe Abschnitt 6.101.8.3.

Die Erdverbindungen müssen bei allen Prüfungen im Prüfbericht angegeben werden.

Anmerkung: Die für Mehrzweck-Lastschalter empfohlene Erdung des Prüfkreises beruht darauf, daß bei Nennspannungen bis 170 kV das Netz in der Regel ungeerdet ist (Speise- oder Lastseite oder beides) und für Nennspannungen von 245 kV und darüber das Netz geerdet ist (sowohl Speise- als auch Lastseite). Für andere Erdungsbedingungen müssen für Lastschalter für spezielle und für begrenzte Anwendung die Prüfbedingungen und die Ausschalt-Nennwerte zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

6.101.3 Frequenz

Lastschalter müssen bei Nennfrequenz, mit Grenzwabweichungen von $\pm 10\%$, geprüft werden. Zur Erleichterung der Durchführung der Prüfung sind jedoch Abweichungen von dieser Toleranz zulässig, wenn beispielsweise Schalter mit einer Nennfrequenz von 50 Hz bei 60 Hz geprüft werden und umgekehrt. Die Ergebnisse sollten jedoch sorgfältig interpretiert und dabei alle wichtigen Faktoren, wie Schaltertyp und Art der durchgeführten Prüfung, berücksichtigt werden.

Anmerkung: In manchen Fällen können die Nennwerte eines Lastschalters für 60 und 50 Hz unterschiedlich sein.

6.101.4 Prüfspannung für Ausschaltprüfungen

Die Prüfspannung muß gleich der Nennspannung des Lastschalters sein, ausgenommen bei besonderen Prüfschaltfolgen. Die Prüfspannungen sind in Tabelle VI wiedergegeben.

Einphasige Prüfungen dürfen als Alternative für dreiphasige Prüfungen an dreipoligen Lastschaltern durchgeführt werden, falls nachgewiesen werden kann, daß die Bedingungen von Abschnitt 6.101.1 erfüllt sind. Lastschalter, die so konstruiert sind, daß jeder Pol unabhängig von der Stellung der anderen geschaltet werden kann, dürfen auch einphasig geprüft werden.

Dreipolige Lastschalter dürfen im Hinblick auf die Ungleichzeitigkeit der Kontakttrennung der einzelnen Pole in zwei Gruppen eingeteilt werden. Die Pol-Ungleichzeitigkeit ist die längste Zeit zwischen dem Zeitpunkt der Kontakttrennung des ersten Poles und des letzten Poles. Einphasige Prüfungen an Lastschaltern mit 0,5 Perioden oder weniger Pol-Ungleichzeitigkeit (0,25 Perioden oder weniger bei Prüfschaltfolge 4) müssen in Übereinstimmung mit den Werten der Tabelle VII A geprüft werden. Lastschalter, die eine Pol-Ungleichzeitigkeit von mehr als 0,5 Perioden (mehr als 0,25 Perioden bei Prüfschaltfolge 4) haben, müssen in Übereinstimmung mit den Werten der Tabelle VII B geprüft werden.

Einphasige Prüfungen an polweise geschalteten Lastschaltern müssen in Übereinstimmung mit den Werten der Tabelle VII B durchgeführt werden.

Die Pol-Ungleichzeitigkeit muß bei dem Wert der Versorgungsspannung bzw. des Versorgungsdruckes für den Antrieb des Schalters ermittelt werden, der zur größten Pol-Ungleichzeitigkeit führt.

Die Prüfspannung muß unmittelbar nach der Unterbrechung gemessen werden. Ausgenommen sind Prüfungen mit kapazitiven Strömen. Hier muß die Spannung unmittelbar vor der Kontakttrennung gemessen werden. Die Spannung muß möglichst nahe an den Anschlüssen des Lastschalters gemessen werden, d. h. ohne nennenswerte Impedanz zwischen Meßpunkt und Anschlüssen. Bei dreiphasigen Prüfungen ist die Prüfspannung der Mittelwert der Leiter-Leiter-Spannungen. Die Spannung zwischen zwei beliebigen Leitern darf um nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Die betriebsfrequente wiederkehrende Spannung ist bei Ausschaltprüfungen nach Lichtbogenlöschung mindestens 0,1 s aufrechtzuerhalten. Bei kapazitiven Ausschaltprüfungen sollten sie und die Gleichspannung mindestens 0,3 s aufrechterhalten werden.

Bei Elementenprüfungen muß eine verminderte Spannung gewählt werden, die der einem Element eines aus mehreren Elementen bestehenden Lastschalters zugehörigen Spannung entspricht.

6.101.5 Ausschaltstrom

Der Ausschaltstrom muß symmetrisch sein und darf nur in vernachlässigbarem Maße abnehmen. Die Kontakte des Lastschalters dürfen sich erst trennen, wenn die vom Einschalten herrührenden Ausgleichsströme abgeklungen sind.

Der Ausschaltstrom bei dreiphasigen Prüfungen muß dem Nennstrom bei der jeweiligen Prüfschaltfolge entsprechen und ist als Mittelwert der in den drei Polen unterbrochenen Ströme zu messen. Der Unterschied zwischen Mittelwert und den Werten in den einzelnen Polen darf 10 % des Mittelwertes nicht überschreiten. Ausschaltströme für dreiphasige Prüfungen siehe Tabelle VI, für einphasige Prüfungen siehe Tabellen VII A und VII B.

Die Prüfströme für kapazitive Ausschaltungen sollten sinusförmig sein. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn das Verhältnis des Effektivwertes des Stromes zum Effektivwert der Grundschiwingung 1,2 nicht überschreitet. Der Prüfstrom darf nur einmal je Halbperiode der Betriebsfrequenz durch Null gehen.

Zum Nachweis des Ausschaltvermögens sind folgende Angaben erforderlich:

- a) Prüfspannung
- b) Ausschaltstrom

- c) Leistungsfaktor des Prüfkreises
- d) Prüfkreis
- e) Einschwingspannungsparameter
- f) Anzahl der Schaltspiele.

6.101.6 Anstehende Spannung vor Kurzschlußeinschaltprüfungen

An dreipoligen Lastschaltern sollten vorzugsweise dreiphasige Prüfungen bei Nennspannung des Lastschalters durchgeführt werden.

Dreipolige Lastschalter dürfen auch einphasig geprüft werden, wenn nachgewiesen werden kann, daß die Bedingungen des Abschnitts 6.101.1 erfüllt sind. Außerdem muß nachgewiesen werden, daß die einphasige Prüfung im Hinblick auf die mechanischen Kräfte, die auf die Pole und den Antrieb wirken, gleich hart oder härter ist als die dreiphasige Prüfung. Prüfspannungen für einphasige Prüfungen sind in den Tabellen VII A und VII B wiedergegeben.

Prüffeldbeschränkungen bei höheren Spannungen können die Durchführung von direkten Prüfungen bei Nennspannung und Nennstrom äußerst schwierig machen. Unter diesen Umständen darf ein synthetischer Einschalt-Prüfkreis verwendet werden, der die Prüfspannung und den Nenn-Einschaltstrom aus zwei verschiedenen Quellen bezieht.

Unter bestimmten Umständen dürfen Prüfungen mit reduzierter Spannung ausgeführt werden. Es muß nachgewiesen werden, daß die Prüfung bei reduzierter Spannung nicht weniger hart ist als die Prüfung mit der richtigen Spannung nach den Tabellen VI, VII A und VII B. Es ist dafür zu sorgen, daß der Lichtbogen beim Einschalten beim gleichen Abstand beginnt, wie es bei richtigen Prüfspannungen der Fall wäre. Es sollte keine wesentliche Verzerrung oder gar eine Unterbrechung des Einschaltstromes während des Einschaltvorganges auftreten.

6.101.7 Kurzschlußeinschaltstrom

Der Kurzschlußeinschaltstrom, gegeben durch den größten Augenblickswert des Stromes (bei dreiphasigen Prüfungen durch den größten Augenblickswert in einem der drei Pole), muß mindestens gleich 100 % des Nenn-Kurzschlußeinschaltstromes in wenigstens einer der zwei verlangten Schaltungen sein. Die Prüfung wird als gültig angesehen, wenn der Einschaltstrom bei der anderen Schaltung wenigstens 90 % des Nennwertes oder des festgelegten Prüfstromes ist. Die Wechselstromkomponente muß während der 10ten Periode noch mindestens 32 % (= 80 %/2,5) des Nenn-Kurzschlußeinschaltstromes sein. Die Dauer des Kurzschlußstromes muß mindestens 10 Perioden betragen.

Infolge der Vorzündung ist es nicht immer möglich, den verlangten Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom zu erreichen, selbst wenn die Prüfung mit der Nennspannung des Lastschalters durchgeführt wird. In diesem Fall ist nachzuweisen, daß die erreichten Einschaltströme repräsentativ sind für Ströme, die sich beim Einsatz des Lastschalters in einem Stromkreis ergeben, dessen maximaler unbeeinflusster Stoßstrom gleich dem Nenn-Kurzschlußeinschaltstrom des Lastschalters ist.

Zum Nachweis des Kurzschlußeinschaltvermögens sind folgende Angaben erforderlich:

- a) anstehende Spannung
- b) Einschaltstrom (Scheitelwert)

- c) Effektivwert der Wechselstromkomponente während der 10ten Periode
- d) Stromflußdauer
- e) Prüfkreis
- f) falls die Prüfung mit verminderter Spannung durchgeführt wird: Mittel zum Einleiten des Lichtbogens beim richtigen Abstand
- g) Anzahl der Einschaltungen.

6.101.8 Prüfkreise für die Ausschaltprüfungen

Ausschaltprüfungen an dreipoligen Lastschaltern dürfen in drei- oder einphasigen Prüfkreisen ausgeführt werden mit den in Abschnitt 6.101.1 erwähnten Ausnahmen und Bedingungen.

6.101.8.1 Netzlast-Prüfkreis (Prüfschaltfolge 1 und 3)

Die Prüfkreise bestehen aus einem Speise- und einem Lastkreis (siehe Bilder 1 und 2).

Der Speisekreis muß eine Reihenschaltung aus Drosselspule und Widerstand mit einem Leistungsfaktor von höchstens 0,2 sein. Die Impedanz des Speisekreises muß $(15 \pm 3) \%$ der Gesamtimpedanz des Prüfkreises für Prüfschaltfolge 1 betragen. Für Prüfschaltfolge 3 darf die gleiche Speisekreisimpedanz benützt werden.

Die Impedanz, die den Speisekreis darstellt, darf an die netzseitigen Anschlüsse des Lastschalters angeschlossen oder auf beide Seiten aufgeteilt werden, vorausgesetzt, die unbeeinflusste Einschwingspannung entspricht mindestens den in Tabelle III angegebenen Parametern. Für andere Erdungsbedingungen als die in Tabelle III müssen die Prüfbedingungen zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

Der Lastkreis muß einen Leistungsfaktor zwischen 0,65 und 0,75 haben und aus einer Parallelschaltung aus Drosselspulen und Widerständen bestehen.

6.101.8.2 Ringlast-Prüfkreise (Prüfschaltfolge 2)

- a) Übertragungsringstromkreis (Prüfschaltfolge 2 a)

Die Prüfkreise (siehe Bilder 3 und 4) müssen einen Leistungsfaktor von höchstens 0,3 haben. Die unbeeinflusste Einschwingspannung muß mindestens den in Tabelle IV A angegebenen Parametern entsprechen.

Die Leerlaufspannung für dreiphasige Prüfungen ist bei Lastschaltern mit Nennspannungen unterhalb 300 kV 20 % und bei Lastschaltern mit Nennspannungen ab 300 kV 15 % der Nennspannung. Prüfspannungen für einphasige Prüfungen siehe Tabellen VII A und VII B.

Anmerkung: Diese Werte sind vorläufig und werden möglicherweise revidiert.

Ungewöhnlich lange Übertragungsleitungen und solche mit Reihenkompensation werden als Sonderfälle betrachtet, bei denen die betriebsfrequente Wiederkehrspannung höher als die festgelegte Spannung sein kann. Für diese Anwendungsfälle müssen die Prüfungen zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

Die festgelegte unbeeinflusste Einschwingspannung ist wegen des Wellenwiderstandes der angeschlossenen Übertragungsleitungen dreieckförmig. Zur Erleichterung der Durchführung der Prüfung darf jedoch eine Einschwingspannung mit $(1-\cos)$ -Form verwendet werden, wenn die in Tabelle IV A enthal-

tenen Steilheiten und Scheitelwerte in der 2-Parameter-Darstellung erreicht werden.

b) Parallelgeschaltete Transformatoren (Prüfschaltfolge 2 b)

Die Prüfkreise (siehe Bilder 3 und 4) müssen einen Leistungsfaktor von höchstens 0,2 haben. Die unbeeinflusste Einschwingung muß mindestens den in Tabelle IV B angegebenen Werten entsprechen.

6.101.8.3 Kapazitive Prüfkreise (Prüfschaltfolge 4)

a) Allgemeines

Es können Netzversuche und Prüffeldversuche durchgeführt werden. Bei Netzversuchen müssen echte Leitungen, Kabel und Kondensatorbänke verwendet werden. Bei Prüffeldversuchen dürfen Leitungen und Kabel ganz oder teilweise durch künstliche Stromkreise mit konzentrierten Elementen, d. h. Kondensatoren, Drosselpulen und Widerständen, ersetzt werden.

Beim Nachweis des Freileitungs- oder Kabelausschaltvermögens dürfen nur dann Laborprüfkreise verwendet werden, wenn der Lastschalter rückzündungsfrei ist. Einphasige Prüfungen von dreipoligen Lastschaltern gelten nur, wenn der Lastschalter rückzündungsfrei ist und die Bedingungen des Abschnitts 6.101.1 erfüllt sind. Falls ein Lastschalter nicht rückzündungsfrei ist oder wenn Beschränkungen des Prüffeldes dreiphasige Prüfungen ausschließen, kann eine einphasige Prüfung mit Laborkreisen zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden. Für Ausschaltprüfungen unter Erdschlußbedingungen gelten diese Einschränkungen nicht.

Anmerkung 1: Bei einem rückzündungsfreien Lastschalter darf das Ausschaltvermögen bei 50 Hz mit Prüfungen bei 60 Hz nachgewiesen werden.

Anmerkung 2: Wenn einphasige Prüffeldversuche für das Schalten von Kondensatorbänken zulässig sind oder wenn Kondensatorbänke zur Nachbildung von Leitungen oder Kabeln verwendet werden, kann die Festlegung der Prüfkreise durch eine Festlegung der Einschwingspannung nach Tabelle VIII und Bild 7 ersetzt werden.

Anmerkung 3: Laborprüfkreise für Leitungen und Kabel sind für die Bestimmung der Höhe möglicher Überspannungen beim Rückzünden nicht geeignet. Mit ihnen kann lediglich das Schaltvermögen nachgewiesen werden.

Anmerkung 4: Synthetische Prüfverfahren für das Schalten von kapazitiven Strömen sind in Vorbereitung.

b) Eigenschaften des Speisekreises

Die Impedanz des Speisekreises muß einerseits so groß sein, daß der Kurzschlußstrom des Speisekreises den Nenn-Kurzzeitstrom des Lastschalters nicht überschreitet; andererseits muß die Spannungsänderung beim Schalten so klein wie möglich sein und darf keinesfalls 5 % überschreiten.

Bei Freileitungs-, Kabel- und Einzel-Kondensatorbatterie-Ausschaltstromprüfungen muß die Kapazität des Speisekreises so klein wie möglich sein. Die unbeeinflusste Einschwingspannung sollte jedoch unter den in DIN VDE 0670 Teil 104, Abschnitt 6.104.5.2,

für die Kurzschluß-Prüfschaltfolge 4 festgelegten Werten liegen.

Bei Kondensatorparallelausschaltstromprüfungen muß die Kapazität des Speisekreises und die Impedanz zwischen den Kondensatoren auf der Speise- und Lastseite so sein, daß sich der Nenn-Kondensatoreinschaltstrom ergibt, wenn mit dem Nenn-Kondensatorparallelausschaltstrom geprüft wird.

Anmerkung 1: Wenn ein Lastschalter für den Einsatz in einem Netz mit erheblichen Kabellängen auf der SpeiseSeite vorgesehen ist, sollte eine passende zusätzliche Kapazität im Speisekreis verwendet werden.

Anmerkung 2: Wenn bei Kondensatorparallelschaltstromprüfungen mit rückzündungsfreien Lastschaltern getrennte Einschaltprüfungen gemacht werden, darf für die Ausschaltprüfungen eine kleinere Kapazität des Speisekreises gewählt werden.

c) Erdung des Prüfkreises

Bei einphasigen Laborprüfungen darf eine der beiden Klemmen des einphasigen Speisekreises geerdet werden. Wenn es jedoch erforderlich ist, die richtige Spannungsverteilung zwischen den Schaltelementen des Lastschalters sicherzustellen, darf ein anderer Punkt des Speisekreises geerdet werden.

Bei dreiphasigen Prüfungen muß wie folgt geerdet werden:

Bei Kondensatorausschaltstromprüfungen muß der Sternpunkt des Speisekreises geerdet werden. Die Nullimpedanz muß kleiner als das Dreifache der Mitimpedanz des Speisekreises sein.

Bei Freileitungs- und Kabelausschaltstromprüfungen muß die Erdung im Prinzip den Erdungsbedingungen der Stromkreise entsprechen, für die der Lastschalter vorgesehen ist:

- Bei der Prüfung eines Lastschalters für den Einsatz in niederohmig geerdeten Netzen muß der Sternpunkt des Speisekreises geerdet werden. Die Nullimpedanz muß kleiner als das Dreifache der Mitimpedanz des Speisekreises sein.
- Bei der Prüfung eines Lastschalters für den Einsatz in Netzen mit isoliertem Sternpunkt und in Netzen mit Erdschlußkompensation muß der Sternpunkt des Speisekreises isoliert sein oder über eine Erdschlußlöschspule mit Erde verbunden sein.

d) Allgemeine Eigenschaften der zu schaltenden kapazitiven Kreise

Die Erdung des zu schaltenden kapazitiven Kreises muß den Anwendungsfällen, für die der Lastschalter vorgesehen ist, entsprechen. Die Prüfspannungen, wie sie in den Tabellen VII A und VII B angegeben sind, hängen von der Art der Erdung des Sternpunktes der Kondensatorbatterie und von der Art der Kabel ab.

Unter Einschluß aller notwendigen Meßeinrichtungen, wie Spannungsteiler, muß der kapazitive Kreis so sein, daß die Spannung der geschalteten Kapazität innerhalb 100 ms nach dem endgültigen Erlöschen des Lichtbogens um nicht mehr als 10 % sinkt. Diese Anforderung gilt nicht für Netzversuche.