Dokumentart:	Dokumentbezeichnung:	Vertraulichkeitsklasse:	Anlagen:	Anzahl Seiten:
Technische Beschreibung	TB3540	Medium (C2)	11	40
Ansprechpartner:	**Dokumentenverantwortlicher**	**Genehmigt von:**	**Version:**	**Gültig ab:**
Veit Nichelmann DK-OAH11	Leiter Hochspannungsnetz VE NS	Leiter Technik SNB	2	30.06.2015

ERRICHTEN UND ÄNDERN VON GASISOLIERTEN 110-KV-SCHALTANLAGEN

Zusammenfassung

Die TB3540 beschreibt den technischen Soll-Zustand einer SF_6-gasisolierten 110-kV-Schaltanlage innerhalb des Verteilungsnetzes der Stromnetz Berlin GmbH.

In dieser technischen Beschreibung werden Aufbau, Funktion, durchzuführende Prüfungen, Zubehör sowie Dokumentation für alle neu errichteten oder umfänglich angepassten gasisolierten 110-kV-Schaltanlagen entsprechend den Grundsätzen der technischen Planung der Stromnetz Berlin GmbH festgelegt.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	2 (40)

INHALT:

1 Änderungshinweise 5
2 Ziel und Zweck 6
3 Geltungsbereich 6
4 Mitgeltende Dokumente 6
4.1 Verordnungen 7
4.2 Normen 7
4.2.1 Basis-Normen 7
4.2.2 Normen für SF_6-Gas 7
4.2.3 Kapselungs-Normen 8
4.2.4 Geräte-Normen 8
4.3 Interne Vorschriften 9
5 Copyright 10
6 Grundlegende technische Daten 10
7 Ausführung im Einzelnen 11
7.1 Allgemeiner Aufbau 11
7.1.1 Versorgungssicherheit 11
7.1.2 Erweiterungen 11
7.1.3 Vorgaben für Instandhaltungsarbeiten 12
7.1.4 Korrosionsschutz der Stahlkonstruktionen bei Innenraumanlagen 12
7.1.5 Besondere Anforderungen bei Freiluftaufstellung 13
7.2 Schaltanlagenkomponenten 14
7.2.1 Leistungsschalter 14
7.2.2 Trennschalter 14
7.2.3 Erdungsschalter 14
7.2.4 Schaltgeräte-Antriebe 14
7.2.5 Schalterstellungsanzeige 16
7.2.6 Messwandler 16
7.2.7 Sammelschienen 18
7.2.8 Anschlussbausteine 18
7.3 Gasisolation 20
7.3.1 Aufbau und Aufteilung der Gasräume 20
7.3.2 Gasraumanschlüsse 20
7.3.3 Filter 21
7.3.4 Sicherheitskonzept 21
7.4 Monitoring 21
7.4.1 Gasraumüberwachung 21
7.4.2 UHF-TE-Messung 22
7.5 Verriegelung und Funktionssperren 22
7.6 Arbeitsbühnen 23

7.7 Bedienungsschrank 23
7.7.1 Umfang der enthaltenen Komponenten und ihre Funktionen 24
7.7.2 Aufbau, Aufstellung und Leitungsverbindung zur Schaltanlage 26
7.7.3 Beschriftung 27
7.8 Zentraler 110 kV-Gasraumüberwachungs - Schrank 27
7.9 Beschriftungen an der Schaltanlage 28
7.9.1 Beschriftung der elektrischen Anlagenteile 28
7.9.2 Beschriftung des SF_6-Gassystems 28
8 Prüfungen und Bescheinigungen 30
8.1 Typ- und Stückprüfungen 30
8.1.1 Typprüfungen und deren Abgleich 30
8.1.2 Stückprüfungen 31
8.2 Vor-Ort-Prüfungen (Baustelle) 32
8.3 Anforderungen an die Schaltanlage für die Prüfung von 110 kV Kabelverbindungen 34
8.4 Dokumentation 34
8.4.1 Anlagenzeichnungen 34
8.4.2 Prüfprotokolle und Bescheinigungen 36
8.4.3 Instandhaltungsunterlagen 37
9 Anhang 39

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	4 (40)

ANLAGEN:

Alle Anlagen werden im Dokument als Anlage X bezeichnet und beziehen sich auf die hier aufgeführten Anlagen in den jeweiligen Versionen.

Anlage 1_V03	Übersichtsschaltplan Bsp. 110/10-kV-Umspannwerk
Anlage 2_V03	Übersichtsschaltplan Bsp. 110 kV-Knoten
Anlage 3_V02	Gasraumaufteilung Schaltanlage Umspannwerk
Anlage 4_V02	Gasraumaufteilung Schaltanlage 110-kV-Knoten
Anlage 5_V05	LS-Diagnose Prüfstecker
Anlage 6_V03	Geometrie der Isolatorbuchse
Anlage 7_V03	Technische Angaben und Bemessungswerte
Anlage 8.1_V02	Erdung Steck-EV 2-fach ohne ÜSA
Anlage 8.2_V02	Erdung Steck-EV 2-fach mit ÜSA
Anlage 8.3_V01	Erdung Öl-EV 4-fach ohne Wandler
Anlage 8.4_V01	Erdung Öl-EV 4-fach mit Wandler
Anlage 8.5_V01	Erdung Öl-EV 4-fach mit ÜSA
Anlage 8.6_V01	Erdungswinkel Schaltanlage
Anlage 9_V02	Kennzeichnung gemäß Kyoto-Protokoll
Anlage 10_V02	SF_6-Überwachung Drucksensor
Anlage 11_V01	Phasenumsteller

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	5 (40)

1 Änderungshinweise

Die Änderungen zur vorhergehenden Version dieses Dokumentes sind in Tabelle 1-1 vermerkt.

Tabelle 1-1 *Änderungsübersicht*

Version 2	
Abschnitt	Thema
4.3 interne Vorschriften	Aktualisierung
7.2.8.2 Anschlussbaustein für Kabel	Flanschring / Kabelschelle
7.2.4 Schaltgeräte-Antr.	Gerätesteuerung, Betriebsstundenzählung von Pumpen
7.4.1 Gasraumüberw.	Kontakte der Dichtewächter, SF6-Monitoring
7.4.3 Lichtbogenerfassung	Entfall Lichtbogenerfassung
7.5 Verriegelung und Fkt.sperren	Schlüsselschalter S4
7.7 Bed.schrank	Hartingstecker schrankseitig, Strom- und Spannungsmesser, Betriebsstundenzählung von Pumpen in der Leittechnik, Schlüsselschalter S4
7.9.1 Beschriftung der el. Anlagenteile	LIBO-Aufnehmer, UHF-TE-Messstellen
8.4.3 Instandhaltungsunterlagen	Bewegungszeiten
Anlagen 2, 4 ÜP und Gasraumaufteilung Knoten	BM Trafo-Schaltfeld, LIBO-Aufnehmer
Anlage 7 techn. Angaben, Bem.werte	Tab.2-1+2-2 Schwingungsklasse und Temperatur; Tab.7.1 Isolation; Tab. 11+12 Ergänzung Anlage 2
Anlagen 8.1, 8.2 Erdung Steck-EV	Bohrung Winkel am EV

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	6 (40)

Anlage 9 Kennzeich-nung gemäß Kyoto-Protokoll	CO2-Äquivalent
Anlage 10 SF6-Monitoring	Digitale Drucksensoren
Anlage 11 Phasenum-steller	Neu hinzugefügt
Anlage 7 techn. Anga-ben, Bem.werte	Tab.6.1 Kond.ausschaltstrom

2 Ziel und Zweck

Diese Technische Beschreibung ist die Definition des Sollzustandes der technischen Parameter und weiterer Eigenschaften des Betriebsmittels:

SF_6-gasisolierte 110-kV-Schaltanlage.

Für Neubau, Erweiterung und umfängliche Ertüchtigungen ist diese TB grundsätzlich anzuwenden.

3 Geltungsbereich

Diese Technische Beschreibung gilt für den Einsatz in folgenden Gesellschaften:

Stromnetz Berlin GmbH

Vattenfall Europe Netzservice GmbH

4 Mitgeltende Dokumente

Es gelten die einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung. Die nachfolgende Auflistung (Tabelle 4-1 bis Tabelle 4-6) enthält eine Auswahl der wichtigsten Verordnungen, Normen und Richtlinien.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	7 (40)

4.1 Verordnungen

Tabelle 4-1 *Übersicht der wichtigsten Verordnungen*

BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
DGUV Vorschrift 3	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
DGUV Information 213-013	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, „SF_6-Anlagen und Betriebsmittel“

4.2 Normen

4.2.1 Basis-Normen

Tabelle 4-2 *Übersicht der wichtigsten Basis-Normen*

DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1)	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV - Teil 1: Allgemeine Bestimmungen
DIN EN 50522 (VDE 0101-2)	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
DIN EN 62271-203 (VDE 0671 – 203)	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen -Teil 203: Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 52 kV
DIN EN 62271-1 (VDE 0671-1)	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen

4.2.2 Normen für SF_6-Gas

Tabelle 4-3 *Übersicht der wichtigsten SF_6-Normen*

DIN EN 60376 (VDE 0373-1)	Bestimmung für Schwefelhexafluorid (SF_6) von technischem Reinheitsgrad zur Verwendung in elektrischen Betriebsmitteln
DIN EN 60480 (VDE 0373-2)	Richtlinien für die Prüfung und Aufbereitung von Schwefelhexafluorid (SF_6) nach Entnahme aus elektrischen Betriebsmitteln und Spezifikation für dessen Wiederverwendung
Verordnung (EG) 305/2008 der Kommission	Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Personal, das Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung bestimmter fluorierter Treibhausgase aus Hochspannungsschaltanlagen ausübt, sowie der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung der diesbezüglichen Zertifikate

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	8 (40)

4.2.3 Kapselungs-Normen

Tabelle 4-4 *Übersicht der wichtigsten Kapselungs-Normen*

VDE 0670-801	Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV. Kapselungen aus Leichtmetallguss für gasgefüllte Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen
VDE 0670-803	Kapselungen aus Aluminium-Knetlegierungen für gasgefüllte Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen
VDE 0670-804	Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV. Kapselungen aus Schmiedestahl für gasgefüllte Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen
VDE 0670-805	Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV. Geschweißte Kapselungen von Teilen aus Leichtmetallguss und Aluminium-Knetlegierungen für gasgefüllte Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen
VDE 0670-806	Gießharz-Zwischenwände für metallgekapselte, gasgefüllte Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen

4.2.4 Geräte-Normen

Tabelle 4-5 *Übersicht der wichtigsten Geräte-Normen*

DIN EN 61869-1 (VDE 0414-9-1)	Messwandler – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 61869-2 (VDE 0414-9-2)	Messwandler – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Stromwandler
DIN EN 61869-3 (VDE 0414-9-3)	Messwandler – Teil 3: Zusätzliche Anforderungen für induktive Spannungswandler
DIN EN 60270 (VDE 0434)	Hochspannungs-Prüftechnik. Teilentladungsmessungen
DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100)	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 100: Wechselstrom-Leistungsschalter
DIN EN 62271-101 (VDE 0671-101)	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 101: Synthetische Prüfung
DIN EN 62271-209 (VDE 0671-209)	Hochspannungs-Schaltgeräte und – Schaltanlagen – Teil 209: Kabelanschlüsse für gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 52 kV

DIN EN 60137 (VDE 0674-5)	Isolierte Durchführungen für Wechselspannungen über 1000 V
DIN EN 62155 (VDE 0674-200)	Druckbeanspruchte und drucklose Hohlisolatoren aus keramischem Werkstoff und Glas für Anwendungen in elektrischen Betriebsmitteln mit Nennspannungen über 1000 V

4.3 Interne Vorschriften

Tabelle 4-6 *Übersicht der wichtigsten internen Vorschriften*

TB3640	Einsatz der Schutzsysteme in Hochspannungsanlagen
TB3548	Technische Ausführungsbedingungen für Erdungsanlagen, Potentialausgleich, Blitzschutz- und EMV-Maßnahmen in Umspannwerken
TB3503	Bauausführung von Kabel- und Leitungstrassen sowie Schottungen
TB3514	Vorschriften für Aufbau und Prüfung von 110 kV-Kabeln mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen und deren Garnituren
TB3620	Stationsleittechnik
KG4031	Dimensionierung von Wandlerdaten ausschließlich für die Anschaltung von Verrechnungszähleinrichtungen
KG4032	Montage und Ausrüstung von Umspannwerken
BA3603 (alt KG4045)	Dokumentation der elektrischen Ausrüstung von Anlagen der Energieverteilung
TB3604 (alt KG4046)	Kennzeichnung und Ordnung für Aufbau- und Schaltungsunterlagen in Anlagen der Energieverteilung
TB3605 (alt KG4047)	Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln der Energieverteilung
KG4048 (TB3606)	Beschriftungen und Kennzeichnungen in Umspannwerken
TB3526	Prüfung der Spannungsfestigkeit von 110 kV-Hochspannungskabeln
Datenblatt (ohne KG-Bez.)	Datenblatt „Zugelassene Klemmen mit Zubehör“

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	10 (40)

5 Copyright

Alle Inhalte dieser Technische Beschreibung inklusive der Abbildungen und Zeichnungen [Tabellen, Diagramme usw.] unterliegen, sofern nicht anders angegeben, urheberrechtlichem Schutz. Es ist untersagt, sie ganz oder teilweise ohne ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung der Vattenfall Europe Netzservice GmbH und der Stromnetz Berlin GmbH zu vervielfältigen, zu verbreiten, zu bearbeiten oder umzugestalten.

6 Grundlegende technische Daten

Die Betriebsmittel im Berliner 110 kV-Netz sind für die in Tabelle 6-1 und Anlage 7 angegebenen Bemessungswerte ausgelegt:

Tabelle 6-1 *Allgemeine Bemessungswerte*

Höchste Spannung für Betriebsmittel	123 kV
Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung	230 kV
Bemessungs-Blitzstoßspannung	550 kV
Bemessungs-Kurzzeitstrom	40 kA
Bemessungs-Kurzschlussdauer	1 s
Bemessungs-Stoßstrom	100 kA

Darüber hinaus gelten folgende netztechnische Randbedingungen (Tabelle 6-2):

Tabelle 6-2 *Netztechnische Randbedingungen*

Sternpunkterdung des 110 kV-Netzes	Niederohmig (NOS-PE)
Erdfehlerfaktor	1,5 … 1,65
Erdkurzschlussstrom (Auslegungswert)	10 kA
Fehlerklärungs- bzw. -standzeit Hauptschutz	0,2 s
Fehlerklärungs- bzw. -standzeit Reserveschutz (Grundlage für den Nachweis der Störlichtbogenfestigkeit nach VDE 0671-203)	0,5 s
Fehlerklärungs- bzw. -standzeit Reserveschutz (Grundlage für die Auslegung der Erdungsanlage)	5 s

Die technischen Mindestbemessungswerte, die die Anlage insgesamt bzw. einzelne Bestandteile erfüllen/erreichen müssen, sind den Tabellen der Anlage 7 zu entnehmen. Auf dem jeweiligen Typenschild der Anlage/Anlagenteile sowie in der zugehörigen Dokumentation sind die tatsächlichen, nicht die Mindestwerte, der Bemessungsgrößen angegeben.

Für Bedienungsschränke, Antriebs- und Anschlusskästen innerhalb des 110 kV-Schaltanlagenraumes, ist die Umweltklasse IR2 (in Anlehnung an IEC60721-3-3) definiert. Es ist durchgehend der Schutzgrad IP51 oder höher ausgeführt.

7 Ausführung im Einzelnen

7.1 Allgemeiner Aufbau

Bei einer SF_6-gasisolierten 110 kV-Schaltanlage im Sinne dieser Technischen Beschreibung handelt es sich um eine geprüfte, funktionsfähige Gesamtheit, die alle hier beschriebenen Bestandteile/Funktionen enthält und alle Bedingungen erfüllt oder übertrifft.

Eine Schaltanlage im Sinne dieser Richtlinie versteht sich darüber hinaus als Bestandteil einer übergeordneten Funktionseinheit. Negative Wechselwirkungen mit anderen Bestandteilen (z.B. auf die Gebäudestatik) sowie physikalische Einflüsse (Wärme/-dehnungen, EM-Belastungen) aus der Umwelt wurden berücksichtigt und konstruktiv vermieden bzw. auf ein tolerantes Maß reduziert.

Der beispielhafte Aufbau einer 110 kV-Schaltanlage in einem 110/10 kV-Umspannwerk ist in Anlage 1 bzw. in einem 110 kV-Knoten in Anlage 2 dargestellt.

Die äußere Lackierung der Kapselungsgefäße erfolgt grundsätzlich in RAL7035 (lichtgrau), anlagenspezifisch sind Änderungen möglich.

Das Raum-bzw. Aufstellkonzept der Anlage berücksichtigt den Einsatz aller benötigten Hebezeuge und Krane. Es ist Bestandteil der Anlagendokumentation.

7.1.1 Versorgungssicherheit

Die Schaltanlage ist so aufgebaut, dass durch einen inneren Fehler nur das betroffene Betriebsmittel ausfällt und nach Abtrennen des selbigen bzw. des fehlerbehafteten Gasraumes der normale Betrieb der übrigen Schaltanlage wieder möglich ist.

Als Betriebsmittel in diesem Sinne gelten: Sammelschienenabschnitt eines Sammelschienensystems, Abgang, Querkupplung/Vollkupplung.

7.1.2 Erweiterungen

Die Anlage ist erweiterungsfähig.

Die Versorgungssicherheit gemäß Abschnitt 7.1.1 ist mit Ausnahme der Spannungsprüfung während der Baumaßnahmen der Erweiterung nicht eingeschränkt.

7.1.3 Vorgaben für Instandhaltungsarbeiten

Die Zugänglichkeit der einzelnen Komponenten für Instandhaltungsmaßnahmen und Reparaturarbeiten ist gewährleistet. Ein minimaler Abstand von 400mm zwischen benachbarten Schaltfeldern wurde nicht unterschritten bzw. konstruktiv durch zusätzliche Kapselungsgefäße hergestellt.

Notwendige Instandhaltungsarbeiten und deren Abläufe sind in der Anlagendokumentation beschrieben. Das dafür benötigte Zubehör und weitere Hilfsmittel (Kurbeln, Arretierungsbolzen etc.) sind als Anlagenbestandteil beschriftet in unmittelbarer Nähe zur Anlage dauerhaft und übersichtlich deponiert (Vgl. 7.6). Eine Ausfahreinrichtung für die LS-Unterbrechereinheit ist bei Erstlieferung des Schaltanlagentyps Anlagenbestandteil.

Die unter Abschnitt 7.1.1 beschriebene Versorgungssicherheit ist während der Arbeiten gewährleistet.

Bewegliche Schaltelemente und deren feststehende Gegenstücke sind demontierbar, ohne dass das Schaltanlagengehäuse oder sonstige nicht direkt zum Schaltgerät gehörenden Baugruppen demontiert werden müssen.

Flanschverbindungen und andere Befestigungen sind bei der Demontage/Montage von Gerätebaugruppen (Module) mit genormtem Werkzeug erreichbar.

Der Prüftransformator des Anlagenbetreibers ist für Wiederholungs-Spannungsprüfungen nach Instandhaltungsmaßnahmen an jedem Schaltfeld anschließbar.

Die Prüfadapter für den Anschluss des Prüftransformators (einpolig gekapselte Anlagen) bzw. den Phasenumsteller (Anlage 11) des Anlagenbetreibers (dreipolig gekapselte Anlagen) und deren Bestandteile (Kapselungsgefäß, Strombahnstücke und Transport-/Lagervorrichtung) sind Anlagenbestandteil.

7.1.4 Korrosionsschutz der Stahlkonstruktionen bei Innenraumanlagen

Für den Korrosionsschutz sind alle Stahlkonstruktionen mit Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 „Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken)" ausgeführt.

Die Prüfungen der realisierten Materialdicken sind entsprechend der Tabelle 7-1 durchgeführt. Die Prüfprotokolle sind Bestandteil der Anlagendokumentation.

Tabelle 7-1 *Zu prüfende Mindestanzahl bei Serienteilen je Kategorie Materialdicke*:

Anzahl der Teile (Stück)	davon mindestens zu prüfen
1 bis 100	5
101 bis 500	10
501 bis 1.200	15
1.201 bis 3.200	20
3.201 bis 10.000	25
mehr als 10.000	30

Verbindungsmittel (Schrauben, Muttern, U-Scheiben, etc.) sind nach DIN EN ISO 10684 feuerverzinkt. Feuerverzinkte Stahlkonstruktionen und Verbindungsmaterialien sind nicht beschichtet.

7.1.5 Besondere Anforderungen bei Freiluftaufstellung

Es gelten die Anforderungen gem. DIN EN 62271-203 Tabelle 1; normale Betriebsbedingung / Freiluft mit folgenden Ergänzungen:

- Umgebungstemperaturbereich -30 bis +40 °C
- Eisbedeckung 10 mm
- Aufstelzhöhe der Schaltanlage >= 300 mm

Die äußere Lackierung der Kapselungsgefäße ist in sonneneinstrahlungs- reflektierender Farbgebung ausgeführt. Der Farbauftrag ist in einer Güte hergestellt, die ein Anhaften von Schmutz und Moosbildung verhindert.

Alle sekundärtechnischen Kabel und Leitungen sind in tritt- und anstoßsicheren sowie UV-beständigen, kleintiergeschützten Rohren bzw. Kanälen verlegt.

Für Korrosionsschutz und Verzinkung gelten die Anforderungen von Abschnitt 7.1.4.

Alle äußeren Schraubverbindungen sowie erd – und fundamentberührende Stahlteile (z.B. Unterleg- oder Ausgleichsteile) bestehen aus Nichtrostendem Stahl, mindestens Stahlsorte V2A.

Die Schaltanlage ist so ausgeführt, dass das Ansammeln von Wasser in Senken oder Vertiefungen verhindert und die Schneelast abgeleitet wird.

Die Flanschverbindungen und SF_6-Dichtungen sind vor schädigenden Umwelteinflüssen geschützt. Zur Verhinderung von Spaltkorrosion sind zusätzliche Flanschdichtungen, Flanschfettungen oder andere Korrosionsschutzmaßnahmen realisiert.

Antriebskästen von Schaltgeräten und Anschlusskästen sind in IP54 oder höher ausgeführt. Sie sind so konstruiert und ausgerüstet, dass eine Kondensatbildung im Inneren sicher verhindert wird.

Türscharniere befinden sich innerhalb der Antriebskästen.

Sekundärtechnische Kabel und Leitungen sind von unten in die Einführungsbuchsen eingeführt, Steckerverbindungen sind an der Schaltanlage nicht verwendet.

Beschriftungen und Kennzeichnungen sind witterungs- und UV-beständig aus gravierten Kunststoffschildern (z.B. Resopal) ausgeführt, Kabelkennzeichnungen sind in Edelstahl-gestanzt ausgeführt.

Wartungs- und Servicegeräte sind bis auf 2,0 Meter Abstand sicher verfahr- und abstellbar.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	14 (40)

7.2 Schaltanlagenkomponenten

7.2.1 Leistungsschalter

Die Betriebsströme der Leistungsschalter sind in den anlagenspezifischen Übersichtsschaltplänen des Anlagenbetreibers ausgeführt. Bezüglich des Schaltvermögens bestehen besondere Anforderungen (siehe Anlage 7).

Die eingesetzte Unterbrechereinheit arbeitet nach dem dynamischen Autokompressionsprinzip.

Die Leistungsschalterantriebe sind unter 7.2.4 beschrieben.

7.2.2 Trennschalter

Die Betriebsströme der Trennschalter sind in den anlagenspezifischen Übersichtsschaltplänen des Anlagenbetreibers ausgeführt.

Zur Zustandsbeurteilung der Schaltkontakte ist ein zu öffnender Flansch vorhanden (vgl. 7.1.3).

7.2.3 Erdungsschalter

Erdungsschalter an Leitungen, bei Knotenpunktanlagen auch an Transformatoren, sind einschaltfest für 2 Einschaltungen ausgeführt (Kurzschluss-Einschaltvermögen Klasse E1). Übrige Erdungsschalter haben kein Kurzschluss-Einschaltvermögen (Klasse E0)

Erdungsschalter sind grundsätzlich isoliert aus der Kapselung herausgeführt und dort mit einer für Messzwecke auftrennbaren Verbindung mit dem Anlagengehäuse verbunden. Diese Isolierung hat eine Spannungsfestigkeit von >= 3,0 kV AC.

Zur Zustandsbeurteilung der Schaltkontakte ist ein zu öffnender Flansch vorhanden (vgl. 7.1.3).

7.2.4 Schaltgeräte-Antriebe

Grundsätzlich sind Hochspannungs-Schaltgeräte mit elektrischen Antrieben für Gleichspannung ausgerüstet. Die Spannungshöhe ist anlagenspezifisch gemäß den Vorgaben des Anlagenbetreibers ausgeführt.

Die Hand-Notbedienung ist von außen bei laufendem Betrieb zugänglich.

Beim Einführen der Handkurbel in den Antrieb ist die Spannungsversorgung für den Motoraufzug unterbrochen oder der Antrieb verfügt über eine Rutschkupplung.

Ein nicht ausgeführter Steuerbefehl aufgrund unterbrochener Motorstromversorgung kann zu einem späteren Zeitpunkt nicht zu einer verzögerten Befehlsausführung führen (löschen einer ev. vorhandenen Selbsthaltung). Schaltbefehle werden durch Endlagenschalter und über die Befehlszeit der Leittechnik abgesteuert (Vgl. TB3620). Eine über die Leittechnik realisierte Befehlszeitverlängerung (Nachsteuerzeit) zur Erreichung der mechanischen Endlage der Trenn- und Erdungsschalter ist ausgeschlos-

sen. Anlagenspezifische Abweichungen sind mit dem Fachbereich des Anlagenbetreibers abgestimmt und ausgeführt.

Es ist eine ausreichende Anzahl von Hilfsschalterkontakten zur Verarbeitung der anlagenspezifischen Rückmeldungen einschließlich 20% nicht belegter Reserve vorhanden.

Hilfsschalterkontakte sind grundsätzlich ~~vergoldet~~ versilbert und gekapselt. Der Einsatz von Mikroschaltern bei Hilfsschalterfunktionen ist ausgeschlossen.

EIN- und AUS-Kreise werden durchgehend getrennt und zweipolig (Plus und Minus) gesteuert.

Sind Antriebe mit Heizungen ausgerüstet, so sind diese symmetrisch auf die Leiter 1, 2 und 3 aufgeteilt. Heizungsstromkreise sind überwacht.

Sämtliche Steuerfunktionen, Sperren und Verriegelungen bei Antrieben von lastschaltenden Geräten sind reproduzierbar. Dazu ist es möglich, ohne Klemmarbeiten die Schaltpunkte von z.B. Mikroschaltern der Hydrauliksteuerung zu überprüfen.

Speziell für den LS-Antrieb:

- Als Antriebssysteme sind hydraulisch-mechanische oder elektro-mechanische Antriebssysteme ausgeführt (keine pneumatischen Antriebssysteme sowie Stickstoffspeicher).
- Die elektrische Antriebsansteuerung und der Motoraufzug erfolgen mit Gleichspannung.
- Der Leistungsschalter ist je Antrieb mit drei galvanisch getrennten Auslöse-Systemen mit je einer AUS-Spule (Spannungshöhe ist anlagenspezifisch) für:
    1. Hauptschutz, Betätigung und ggf. Zwangsgleichlauf,
    2. Reserveschutz und
    3. Hand-AUS ausgestattet.
- Für die Weg-Zeit-Messung ist der Anschluss eines üblichen Wegaufnehmers direkt oder über einen anlagenspezifischen Adapter möglich, dieser Adapter gehört zum Anlagenzubehör.
- Für Messungen zur Leistungsschalter-Diagnose ist im jeweiligen Antriebskasten eine Prüfsteckdose gemäß Anlage 4 integriert, von welcher aus die EIN- und AUS-Spulen direkt angesteuert werden können.
- Die Tür des Leistungsschalterantriebes verfügt über einen 2-Punkt-Verschluss mit Einhand-Bedienung.
- Für Hydraulik-Antriebe gilt insbesondere:
    - Die Ölhydraulik wird mit einer Laufzeitüberwachungseinrichtung der Hydraulik-Ölpumpe überwacht.
    - Die Hydraulikleitungen sind nach DIN gekennzeichnet.
    - Waagerecht verlegte Rohre sind trittfest abgedeckt.
    - Der Messanschluss am Hydrauliksystem ist leicht zugänglich.
    - Die Betriebsstunden von Ölpumpenaggregaten werden gezählt.

  - Bei Anlagen mit mehr als sieben Schaltfeldern ist die Steuerung der Ölpumpenaggregate als Staffelschaltung (mit Überbrückungsschalter) ausgeführt.
- Für Federkraftantriebe gilt insbesondere:
  - Es ist eindeutig erkennbar, ob der Federantrieb ge- oder entspannt ist.
  - Die völlige Entspannung der Federn ist möglich und erkennbar.
  - Die Funktionstüchtigkeit des Antriebes ist überwacht (Gefahrmeldung „Federspeicher gestört“).
  - Bei Anlagen mit mehr als sieben Schaltfeldern ist die Steuerung der Aufzugsmotoren als Staffelschaltung (mit Überbrückungsschalter) ausgeführt.

7.2.5 Schalterstellungsanzeige

Die Stellungsanzeige aller Schaltgeräte wird mechanisch und kraftschlüssig vom Schalterantrieb übertragen und ist vom Bedienungs-/Kontrollgang eindeutig erkennbar. Die Stellungsanzeige „EIN“ ist mit senkrechtem weißem Strich, die Stellungsanzeige „AUS“ ist mit weißem Kreis jeweils auf schwarzem Grund gekennzeichnet. Bei Leitungserdungsschaltern ist eine einpolige Schalterstellungsanzeige ausgeführt.

Zur Schalterstellungsanzeige gehört eine eindeutige Anzeige des Zustandes des Kraftspeichers. Bei Federkraftspeichern sind zusätzlich die Bezeichnungen „Feder gespannt“ bzw. „Feder entspannt“ realisiert.

Schaltstellungs- und Kraftspeicheranzeigen sind auch bei geöffneter Antriebstür eindeutig erkennbar.

Sichtfenster zu den Schaltkontakten stellen keinen Ersatz für eine Schalterstellungsanzeige dar.

7.2.6 Messwandler

7.2.6.1 Allgemeines

Die Messwandler sind anlagenspezifisch auf die Erfordernisse der vorhandenen Sekundärtechnik, i.B. der Schutztechnik, abgestimmt (Vgl. TB3640, TB3620, KG4031) und ausgeführt.

Sämtliche Leitungen sind in Anschlusskästen auf Klemmen geführt. Für den Erdungsanschluss ist ein Anschlussbolzen realisiert. Klemmen, welche für Verrechnungen vorgesehen sind, sind manipulationssicher und plombierbar ausgeführt.

7.2.6.2 Stromwandler

Die Stromwandler sind innerhalb der Anlagenkapselung als separater Baustein oder innerhalb des LS-Gehäuses verbaut. Die Sekundärleitungen der Stromwandlerkerne sind gasdicht durch die Kapselungswand hindurch in die außerhalb angebrachten Klemmenkästen geführt.

Bei der Ausführung von umschaltbaren Stromwandlern ist die Umschaltmöglichkeit außerhalb der Kapselung gegeben.

Auf dem Typenschild des Stromwandlers ist der gemessene Wert des Innenwiderstandes Rct (Maximalwert einer Charge, gerundet auf eine Nachkommastelle) angegeben.

7.2.6.3 Spannungswandler

Spannungswandler sind konstruktiv kippschwingungsarm (ohne Bedämpfungseinrichtung), dies ist auf dem Typenschild vermerkt.

Eine Beeinträchtigung oder Beschädigung des Wandlers bei mehrfacher, aufeinanderfolgender Entladung der Leitungskapazitäten ist ausgeschlossen.

Folgende Auslegungskriterien für das Berliner 110 kV-Netz sind berücksichtigt:

- Schaltfolge Ltg. O-C-O innerhalb eines (erfolglosen) AWE-Zyklus (dreipolige AWE mit Pausenzeit von 0,8s)
- Weiter Schaltfolge Ltg. C-O nach Ablauf von 25min
- Max. Leitungskapazität C=6,5µF oder 3µF (anlagenspezifisch)

Spannungswandler sind bis zu einer Prüfspannung von 1,5 x Leiter-Erde-Spannung (U_o) TE-frei (Vgl. Abschnitt 0).

Der Wandler ist so dimensioniert, dass bei sekundärseitiger Erregung eine Wiederholungs-Wechselspannungsprüfung des entsprechenden Schaltfeldes mit 200 kV gem. DIN EN 62271-203 Tabelle 107, mindestens jedoch mit 184 kV, möglich ist. Die zu beachtenden Parameter (z. B. Höhe des Sekundärstromes etc.) sind in der Betriebsmitteldokumentation angegeben.

Das Frequenzband, bei dem der Spannungswandler während einer Wechselspannungsprüfung von Kabeln montiert bleiben kann, ist ebenfalls in der Betriebsmitteldokumentation angegeben. Es umfasst mindestens 50-80 Hz.

Der Spannungswandler lässt sich ohne Demontage vom Hochspannungspotential abtrennen (sog. schaltbarer Spannungswandler). Dieser handbetätigte Trennschalter erfüllt nachweislich auch für Kabel-Spannungsprüfungen die Trennstreckenbedingungen. Die Schaltstellung ist von außen mechanisch fixierbar und erkennbar. Der Nachweis der Trennstreckenbedingungen und die Bedienungsbeschreibung der Trennvorrichtung sind Bestandteil der Betriebsmitteldokumentation.

Der grundsätzliche Aufbau und die Beschaltung der sekundären Spannungswandlerklemmen (ohne Verrechnungszählung) sind in der TB3640 dargestellt.

Angaben zur Nenninduktion bei 1,0 Un/50Hz und zur Sättigungsinduktion bei 1,9 Un/50Hz sowie eine vollständige Magnetisierungskennlinie (für je einen Spannungswandler der Charge) sind Bestandteil der Anlagendokumentation.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	18 (40)

7.2.7 Sammelschienen

Die Wärmedehnung und Maßtoleranzen der geflanschten Rohrstücke werden von Kompensatorbausteinen ausgeglichen.

Die De-/Montage einer jeden Baugruppe/Gefäß aus dem Gesamtsystem ist an jeder Stelle der Sammelschiene möglich. Es sind keine weiteren Demontagen, nicht beteiligter Schaltfelder, notwendig.

7.2.8 Anschlussbausteine

An die Schaltanlage werden Transformatoren, Kabel oder Freileitungen angeschlossen. Transformatoren werden prinzipiell über VPE-Kabel, anlagenspezifisch auch über Freileitungsseile angeschlossen. Die verschiedenen Anschlussbausteine werden in den folgenden Abschnitten 7.2.8.1 bis 7.2.8.2 beschrieben.

Die Wandabschlüsse von SF_6-Rohren, die die Wände mehrerer Brandabschnitte durchqueren, sind entsprechend der Vorschriften für die Einhaltung des Feuerschutzes ausgeführt.

Parallel zu Rohrausleitungen sind in den durchquerten Wänden Bohrungen mit einem Durchmesser größer/gleich 60 mm für die Durchführung von Messleitungen vorgesehen. In die Bohrungen sind bei Nichtbenutzung feuerverzinkte Stahlhülsen mit demontierbarem, brandsicherem Verschluss eingesetzt.

Anlagenteile in Transformatorboxen sind nach den Anforderungen einer Freiluftaufstellung ausgeführt.

7.2.8.1 Anschlussbaustein mit SF_6-Freiluftdurchführung auf Freileitungsseil

Als Durchführungen sind grundsätzlich gesteuerte Kondensator-Durchführungen verwendet. Der Isolator besteht bei überdachter Aufstellung aus keramischen Werkstoff, braun glasiert mit Festigkeit mindestens C 120 gem. DIN EN 60672-3; bei ungeschützter Freiluftaufstellung aus Verbundwerkstoff gem. IEC 61462. Bei letzterem sind Silikon-Elastomer(SIR)schirme auf ein GFK-Rohr aufgebracht.

Der Messanschluss der gesteuerten Durchführungen ist zu einem Klemmenkasten heruntergeführt (Koaxialkabel RG11 AU), welcher außerhalb des Gefahrenbereichs und gut erreichbar montiert ist. Innerhalb des Kastens ist die Erdung des Messanschlusses über eine Klemmenbrücke hergestellt. Zur Messung des Verlustfaktors bzw. der Kapazität des Kondensatorwickels während des Betriebes ist die Brücke entfernbar.

Für den Seilanschluss ist die Durchführung mit einem mit dem Material der Seilklemme verträglichen Anschlussbolzen, Ø 30mm und L= 120mm, ausgestattet. Die Seilklemme ist Anlagenbestandteil.

Die Verseilung erfolgt mit Aluminium-Stahl-Seil 240/40 nach DIN 48204 oder mit Kupferseil nach DIN 48201, Teil 1. Die Auswahl von Material, Querschnitt sowie Einfach- oder Doppelbeseilung ist anlagenspezifisch und abhängig von Strombelastung, Netzverhältnissen und Umgebungsbedingungen in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber ausgeführt. Unzulässige mechanische Belastungen werden durch zusätzlich Stützisolatoren abgefangen.

Besonderheit bei Anschluss eines Transformators im Ketten-UW:

> Die Schaltfeldausleitung ist bis über den Transformator geführt. Dort bildet eine SF_6-Freiluftdurchführung den Übergang auf das Freileitungsseil, welches auf kurzem Weg auf die Anschlüsse des Transformators geführt ist.

7.2.8.2 Anschlussbaustein für Kabel

Der Kabelanschlussbaustein ist gem. VDE 0671-209 ausgeführt. Hochspannungskabel sind grundsätzlich senkrecht von unten in die Schaltanlage eingeführt. Die Kompatibilität der Steckerbuchse mit dem Stecker ist durch den Anlagenhersteller sichergestellt.

Der Abstand zwischen Unterkante Endverschlussgefäß und Oberkante Rohfußboden beträgt 1000mm.

Gasarbeiten und Montagen für die Einführung der Kabelendverschlüsse sind vom Schaltanlagenhersteller in Zusammenarbeit mit dem Kabelendverschlusslieferanten ausgeführt. Der Schaltanlagenhersteller trägt die Gesamtverantwortung für die Gasdichtigkeit des Kabelanschlussgasraumes (geforderte Gasdichtigkeit wie übrige Anlage).

Die Montage- und SF_6-Gasarbeiten für die Erstanschaltung und Kabelprüfung der Kabelanlage sind vom Schaltanlagenhersteller durchgeführt.

Für die Einspeisung einer Prüfspannung ist am Kabelanschlussbaustein der Anbau eines Prüfadapters mit Prüfkabel möglich (Vgl. 7.1.3).

Beim Anschluss von Ölkabeln ist ein langes Gehäuse gem. VDE 0671-209 eingesetzt.
Beim Anschluss von VPE-Kabeln sind, abweichend von o.g. VDE, einpolige Isolatorbuchsen (nach Anlage 6) für die Aufnahme von feststoffisolierten Kabelendverschlüssen (steckbare Kompaktendverschlüsse) eingebaut. Diese Anordnung ist Bestandteil der Stückprüfung der Schaltanlage.

Die Buchsen nehmen die vom Anlagenbetreiber präqualifizierten steckbaren Endverschlüsse auf. Der Schaltanlagenhersteller weist die geprüfte Anordnung Buchse-Stecker nach.

Bis zum Einführen der Kabelstecker sind die Buchsen mit druckfesten Deckeln mit Füllanschluss DILO DN8 verschlossen und mit SF_6-Gas befüllt. Die Deckel für ein Kabelsystem gehören zum Zubehör der Schaltanlage (Vgl. 7.1.3).

Die Verbindungen Schaltanlagengehäuse – Kabelmantel bestehen aus zugelassenen, schwarz-isolierten Kupferleitungen. Diese sind gemäß Anlagen 8.1- 8.6 ausgeführt und angeschlossen (Bestandteil der Kabelanlage). Bei Verwendung von Kabelumbauwandlern sind die o.g. Kupferleitungen durch die Wandler geführt.

Der innere Flanschring bzw. Endverschlusstrichter (Kabelmantelpotential) ist mit dem äußeren Flanschring bzw. Spannring (Anlagenpotential) elektrisch leitend verbunden. Die Befestigung der Kabelschuhe der Kupferleitungen am Spannring erfolgt an verzinnten Kupferwinkeln (Vgl. Anlagen 8.1 – 8.6). Beim Öffnen der Verbindung werden die Flanschringschrauben nicht gelöst. Die Ausrüstung ist bereits im Herstellerwerk realisiert.

Der Flanschring ist zur Befestigung der ersten Zugentlastungsschelle (Bauform Südkabel oder baugleich) des Kabels geeignet. Dazu sind in den Ring 3 Gewindelöcher M12, um 120° versetzt, angeordnet zur Aufnahme der Gewindestangen der Schellenhalterung. Die Schellen sind so befestigt, dass jedes Schellenoberteil ebenfalls um 120° versetzt nach außen zeigt.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	20 (40)

7.3 Gasisolation

Im Folgenden sind der Aufbau und das Konzept der SF_6-Gasisolierung dargestellt. Die Bezeichnung und Kennzeichnung der Gasräume usw. sind gemäß Abschnitt 7.9.2 ausgeführt.

7.3.1 Aufbau und Aufteilung der Gasräume

Die Gasraumaufteilung und -überwachung (Vgl. Abschnitt 7.4.1) ist so ausgelegt, dass bei Störungen und Instandhaltungsmaßnahmen nur ein eng begrenzter Teil der Anlage ausfällt bzw. außer Betrieb gesetzt werden muss (Vgl. 7.1.1). Störungen im Gassystem eines Gasraumes führen zu keiner Beeinträchtigung der Isolierfähigkeit eines anderen Gasraumes.

Die Gasraumschottungen sind schaltgeräte- bzw. baustein-bezogen unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit angeordnet. Eine beispielhafte Gasraumaufteilung ist in den Anlagen 3 und 4 dargestellt.

Leistungsschalter, Sammelschienentrennschalter und Spannungswandler sind jeweils in einem eigenständigen Gasraum untergebracht. Bei Letzterem gehört das Gasschott zum Wandlerbaustein.

Zwischen Leistungsschalter und Sammelschienentrennschalter sowie Sammelschienentrennschaltern benachbarter Schaltfelder ist jeweils ein gesonderter, inaktiver Gasraum angeordnet. Dieser wird separat überwacht oder über eine Rohrbrücke NW20 mit selbstschließenden Kupplungen mit dem Gasraum eines Sammelschienentrennschalters verbunden.

7.3.2 Gasraumanschlüsse

Jeder Gasraum ist mit zwei Anschlüssen (Wartungs- und Messanschluss) für Gasarbeiten in diagonaler Anordnung ausgerüstet.

Waagerecht gelegte SF_6-Rohrleitungen sind trittfest abgedeckt.

Die Wartungs- und Messanschlüsse sind unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit gemäß Abschnitt 7.1.3 so dicht wie möglich an den Gasraum herangeführt. Die Verbindung der Anschlüsse mit dem Gasraum erfolgt ohne Querschnittseinengung.

Die Gasraumverrohrung ist gelb/schwarz nach DIN 2403 gekennzeichnet.

Wartungs- und Messanschluss:

- Wartungsanschluss (1. Anschluss): Größe: NW 20
- Messanschluss (2. Anschluss): Größe: NW 8

Bei Gasräumen mit mehr als 50 kg SF_6 ist Anzahl, Größe und Ort der Wartungsanschlüsse anlagenspezifisch mit dem Fachbereich des Anlagenbetreibers abgestimmt und ausgeführt.

Das Ende von Wartungs- und Messanschlüssen ist mit einer Vakuumkupplung der Firma DILO in entsprechender Größe ausgerüstet.

7.3.3 Filter

Grundsätzlich sind Feuchtigkeitsfilter (Adsorbtionsfilter) in allen Gasräumen eingesetzt.

7.3.4 Sicherheitskonzept

Pro Gasraum ist eine Druckentlastungseinrichtung vorgesehen. Deren Ausblasöffnung ist so angeordnet, dass das Bedienpersonal vor austretenden festen und gasförmigen Reaktionsprodukten geschützt ist.

Es sind keine Entlastungseinrichtungen mit Graphitscheiben oder Schottisolatoren mit Sollbruchstellen, die bei innerem Überdruck bersten, verbaut.

Die äußeren Auswirkungen eines Lichtbogens infolge eines inneren Fehlers sind gemäß DIN EN 62271-203 bis 0,2 s (Schutzstufe 1) auf das Ansprechen der entsprechenden Druckentlastungseinrichtung begrenzt. Bis 0,5 s (Schutzstufe 2) ist die Bildung von Kapselungs- Bruchstücken ausgeschlossen. Der Nachweis der Einhaltung der DIN EN 62271-203 ist Bestandteil der Anlagendokumentation.

7.4 Monitoring

7.4.1 Gasraumüberwachung

Alle Gasräume sind mit vakuumfesten Dichtewächtern mit galvanisch getrennten Kontakten ausgerüstet. Kontakte, welche eine Funktionssperre oder Oberwertmeldung realisieren, sind als Schließerkontakte ausgeführt (Ruhestromprinzip für Funktionssperren).
Kontakte, welche Unterwertmeldungen realisieren sind als Öffnerkontakte ausgeführt (Arbeitsstromprinzip). Die Kontaktbezeichnung bezieht sich auf den Zustand Anlage spannungs- und drucklos.
Bei Neuanlagen sind die Dichtewächter zusätzlich mit einem Drucksensor mit digitalem Ausgangssignal (vergl. Anlage 10) für kontinuierliche Überwachung und Auswertung der Gasdrücke über die Stationsleittechnik ausgerüstet (Vgl. TB3620).

In dreipolig isolierten Anlagen sind alle Gasräume überwacht.

In einpolig isolierten Anlagen sind:

- alle Gasräume in denen sich lastschaltende Geräte befinden,
- Trafo- und Spulenanschlussräume,
- folienisolierte SF_6-Wandler und Überspannungsableiter einpolig überwacht,
- die einzelnen Phasen-Gasräume der übrigen Bestandteile sind gastechnisch gebrückt und werden dreipolig überwacht. Sie sind für Wartungs- und Messzwecke entkuppelbar (Rohrverbindung mit Vakuumkupplung).

Die Dichtewächter verfügen über eine Anzeige mit Gefahren-/Arbeitsbereich. Bei Skalierung in Ampelfarben erfolgt die Angabe in bar / MPa Überdruck von minus 0,1 MPa pe bis 20 % Überdruck bezüglich

des maximalen Betriebsdruckes. Die Kenntlichmachung der Druckbereiche ist entsprechend der anlagenspezifischen Druck-Meldewerte (1. und 2. Unterwert) ausgeführt.

Die Mess- und Anzeigegeräte sind mittels selbstverschließender Manometer –Verschraubungen, Typ DILO, direkt mit dem Gasraum verbunden und bei Betriebsdruck auswechselbar. Der elektrische Anschluss ist mittels flexibler geschirmter Leitung hergestellt.

Die Geräte sind so angeordnet, dass sie vom Bedienungs- oder Kontrollgang aus ablesbar sind.

Gasräume, deren Betriebsdruck niedriger ist als der ihres Nachbargasraums, sind zusätzlich mit einem Oberwertkontakt ausgerüstet.

Gasräume, bei denen bis zum Ansprechen des 1. Unterwertkontaktes mehr als 500l SF_6 entweichen können, sind mit einem zusätzlichen Warnkontakt ausgestattet.

Die Kontaktpotenziale bei mehreren Schaltfunktionen sind prüf- und trennbar. Die Angabe der Schalthysterese ist Bestandteil der Betriebsmitteldokumentation.

Für die Funktionssperren des Leistungsschalters sind für jeden Auslösekreis galvanisch getrennte Kontakte verwendet (Vgl. Abschnitt 7.2.4).

Die Überwachung der Sammelschienengasräume ist auf einen zentralen Gasraumüberwachungs - Schrank geführt (Vgl. Abschnitt 7.8).

7.4.2 UHF-TE-Messung

Es sind UHF-Sensoren zur Erfassung von elektrischen Teilentladungen (TE) in der gesamten Schaltanlage installiert. Sie sind im Schaltanlagenraum vorrangig in den Bereichen von Durchführungen, Kabelendverschlüssen und Sammelschienen montiert (Vgl. Anlagen 3 und 4). Der überlappende Erfassungsbereich ist so gestaltet, dass auch feldweise TE’s lokalisiert werden können. Der entsprechende Nachweis ist Bestandteil der Anlagendokumentation. Der genaue Einbauort ist anlagenspezifisch und mit dem Fachbereich des Anlagenbetreibers abgestimmt und ausgeführt.

Die gesamte Schaltanlage ist ohne zusätzliche, extern befestigte Sensoren auf TE überprüfbar.

Die HF-N-Messanschlüsse liegen im Handbereich und sind ohne weitere Demontagen / Montagen zugänglich.

Für die Ortung von Teilentladungen ist das TE-Messgerät „portable UHF-Monitor“ des Herstellers DMS mittels HF-N-Steckern anschließbar. Für den Anschluss erforderliche (Mess-) Geräte und Adapter sind Zubehör der Schaltanlage.

Voraussetzung für die UHF-TE-Messung ist der zur Anlagendokumentation gehörige Sensitivitätsnachweis (Vgl. Abschnitt 8.4.2).

7.5 Verriegelung und Funktionssperren

Die Verriegelungsbedingungen sind anlagenspezifisch und gelten nur in Verbindung mit TB3545. Die Funktionen der Geräteverriegelungen und Steuerungen sind in einem im Bedienungsschrank befindlichen Feldleitgerät integriert (Vgl. Abschnitt 7.7).

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	23 (40)

Grundsätzlich gilt für Schaltgeräte die zum gleichen Verriegelungskreis gehören:

- Wenn ein Leistungs-, Trenn- oder Erdungsschalter in Störstellung steht, ist die Betätigungsmöglichkeit anderer Trenn- und Erdungsschalter unterbrochen. Dieser Zustand wird gemeldet
- Bei Störstellungen von Trenn- und Erdungsschaltern (Zwischenstellung) kann der Leistungsschalter nicht geschaltet werden (Störstellungserfassung).

Ober- und unterspannungsseitige Erdungs- und Trennschalter von Transformatoren sind in eine gegenseitige Verriegelung wie folgt eingebunden:

- Trennschalter lassen sich bei geschlossenem Erdungsschalter der jeweils anderen Spannungsebene nicht schließen
- Erdungsschalter lassen sich bei geschlossenem Trennschalter der jeweils anderen Spannungsebene nicht schließen

Stromkreise, welche Funktionssperren in der LS-Steuerung bewirken, arbeiten nach dem Ruhestromprinzip.

Die Parameter der Antriebsenergie und der SF_6-Gasdichte, die Funktionssperren wirksam werden lassen, sind überwacht (Vgl. Abschnitte 7.2.4 und 7.4.1).

Für unverriegelte Schalthandlungen, ausgeführt an der Notbedieneinheit und/oder EAE, befindet sich in jedem Bedienungsschrank ein Gesamtentriegelungsschlüsseltaster (-S1) für Zweihandbetätigung zur Umgehung aller Verriegelungsbedingungen (Vgl. Abschnitt 7.7).

7.6 Arbeitsbühnen

Für Prüf- und Instandhaltungsarbeiten benötigte Tritte, Leitern und Arbeitsbühnen (sowohl fest montierte als auch bewegliche) gehören zum Anlagenbestandteil bzw. -zubehör. Der jeweilige Arbeitsablauf und die zulässige Belastung sind im Betriebshandbuch der Schaltanlage dokumentiert (Vgl. 7.1.3).

Tritte, Leitern und Arbeitsbühnen sind mit rutschsicheren Stufen / Standflächen ausgerüstet.

7.7 Bedienungsschrank

Der Bedienungsschrank ist die Steuerungseinheit für das jeweilige Schaltfeld. Er ist der Einspeisepunkt für sämtliche Hilfsspannungen (AC und DC) der Betriebsmittel. Daraus werden die Potentiale für Steuerung, Befehle und Meldungen gebildet.

Der Bedienungsschrank bildet die Schnittstelle zwischen der Schaltanlage und der Schutz- und Leittechnik des UW.

Am Bedienungsschrank können die Betriebsmittel bei Wartungen, Prüfungen und bei Ausfällen der Nah- und Fernsteuerung geschaltet werden. Die Visualisierung des Betriebszustandes und der Rück- und Gefahrmeldungen erfolgt über die LED-Anzeigen und Bedienbilder des Bedienpaneels eines Feldleitgerätes (Leittechnische Ein-/Ausgabeeinheit).

Der Bedienungsschrank ist nach technischen und dokumentatorischen Grundsätzen gemäß Musterschaltungsbuch in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber ausgeführt, projektspezifische Änderungen sind berücksichtigt.

Bei der Festlegung des Platzbedarfes und der Geräte-Anordnung sind spätere Umrüstungen und Erweiterungen berücksichtigt.

Bei Aneinanderreihung dauerstromerregter Bauelemente (z.B. Schütze) ist deren Wärmeableitung gewährleistet.

Wenn das Ergebnis der Wärmebilanz und/oder das Klima des Schaltanlagenraumes es erfordert, sind in den Bedienungsschränken thermostatgesteuerte Schrankheizungen eingebaut. Der entsprechende Nachweis ist Bestandteil der Betriebsmitteldokumentation.

Schädigende thermische Einwirkungen auf Bauelemente, wie z.B. Kabelkanäle, durch die Thermostatheizung sind ausgeschlossen.

7.7.1 Umfang der enthaltenen Komponenten und ihre Funktionen

Der Bedienungsschrank enthält folgende Komponenten:

- Leittechnische Ein-/Ausgabeeinheit (EAE) als Feldleitgerät mit Bedienpaneel

  Die technischen Anforderungen des EAE sind in der TB3620 beschrieben. Folgende Funktionen enthält es mindestens:

  - Übermittlung der Wirkbefehle von Nah/Fern
  - Realisierung der Steuerung von vor Ort
  - Realisierung der Schaltfeld-internen sowie Anlagen-übergreifenden Verriegelung
  - Erfassung, Verarbeitung und Anzeige aller Rück- und Gefahrmeldungen
    - Schalterstellung
    - Gefahrmeldungen
    - Betriebszustandsänderungen
  - Erfassung, Verarbeitung und Anzeige digitaler/analoger Messwerte
    - Strom
    - Spannung
    - Gasdruck
  - Erfassung, Verarbeitung und Anzeige von Zählwerten:
    - Schaltspielzählung der Leistungsschalter
  - Übertragung aller genannten Werte und Meldungen nach „Nah“ (UW-Nahbedienplatz) und „Fern“ (Leitwarte)

  Im Fehlerfall ist das Bedienpaneel einfach austauschbar, d. h. ohne Parametrier- und komplizierte Demontagehandlungen an dem Bedienpaneel oder der Ein-/Ausgabe-Einheit.

- Elektrische Notsteuereinrichtung

  Die Notsteuereinrichtung ermöglicht im Falle der Störung der Leittechnik/Feldleitgerät die unverriegelte Steuerung des Schaltfeldes vor Ort. Funktion und Aufbau sind nach den technischen Grundsätzen gemäß Musterschaltungsbuch in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber ausgeführt.

Das Blindschaltbild der Notsteuereinrichtung wird von einer Ringleitung im Bedienungsfall kurzzeitig (ca. 1h) über Taster und Koppelrelais in jedem Bedienungsschrank angeregt. Gleichzeitig aktiviert dieser, zentral außerhalb eines Bedienungsschrankes montierte, Taster auch das Display des Feldleitgerätes in jedem Bedienungsschrank.

Die Notsteuereinrichtung ist für die folgenden Maßnahmen geeignet:

- Einschalten eines Schaltfeldes auf eine beliebige Sammelschiene
- Sammelschienenwechsel
- Aus- und Freischalten eines Schaltfeldes
- Ausschalten des LS der Kupplung in Schaltanlagen mit Mehrfach-Sammelschiene

Folgende Maßnahmen sind nicht mit der Notsteuerung realisierbar:

- Erden bzw. Enterden eines Schaltfeldes
- Betätigung der andersspannungsseitigen Schaltgeräte von Transformatoren

Während der Bedienung der Notsteuereinrichtung stehen folgende analoge Messwerte zu Verfügung:

- Schaltanlage Umspannung:
  - Schaltfeld Transformator und/oder Leitung
    - Strom, 110kV-seitig (nicht bei UW-Typ 14*. SF Transformator)
    - Spannung (nicht bei UW-Typ 14, SF Transformator und UW-Typ 15**)
  - Schaltfeld Kupplung
    - Strom
    - Spannung der angrenzenden SS-Abschnitte

- Schaltanlage Knoten:
  - Schaltfeld Transformator, Leitung und Kupplung
    - Strom und Spannung, 110kV-seitig

*Ring-UW mit Lastrennschaltern

** Ring-UW mit Einfachsammelschiene und zwei Längskupplungen

konstruktiv sind folgende Vorgaben ausgeführt:

- eloxierte Aluminiumplatte, Mindeststärke 2 mm, zur Geräteaufnahme (Taster, Stellungsanzeiger, Blindschaltbild etc.)
- Beschriftungen und Darstellung der primären Verbindungen und Betriebsmittel erfolgen in gravierter Form, farblich ausgefüllt entsprechend Beschriftungsrichtlinie KG4048
- Schalt- und Anzeigegeräte sind nach den technischen Grundsätzen entsprechend Musterschaltungsbuch realisiert (z.B. Taster quadratisch mit Beschriftung „I“ und „0“ in schwarz auf weiß)

- LS-Hand-AUS

  Die separate Leistungsschalter-AUS-Betätigung (schwarzer Taster) mit gesonderter Auslöseinrichtung (3. Aus-Spule im LS, wirkt unverriegelt außer ggf. Querkuppelausschaltsperre und Funktionssperre) ist in die Fronttür integriert und gegen zufälliges Betätigen gesichert.

- Analoge Strom- und Spannungsmesser

  Strommesser sind mit logarithmischer Skalierung beschriftet, Einbaumaß 96 mm x 96 mm, Auswahl gemäß Bemessungswerte der jeweiligen Wandler. Der Strommesser ist in Wandlerdirektanschaltung ausgeführt, kleinteilige Skalierung bis 25% Wandlernennstrom (= Nennwert), dargestellt auf 75% der Gesamtskala. Der Messbereichsendwert ist der 1,5-fache Nennwert. Je ein Eichpunkt ist auf der Skala bei 0% und bei 25% Wandlernennstrom markiert. Spannungsmesser sind mit linearer Skalierung beschriftet, Einbaumaß 96 mm x 96 mm. Es ist eine Umschaltung zwischen den einzelnen Leiter-Erde- und Leiter-Leiter-Spannungen mittels daneben befindlichem Umstellschalter realisiert.

- Betriebsabstellschalter (BA-Schalter)

  Die BA-Schalter trennen einzelne Primär-Schaltgeräte mit Ausnahme des Leistungsschalters des Schaltfeldes von Antriebs- und Betätigungsspannung, eine eventuelle Selbsthaltung des Schaltgerätes wird dabei gelöscht. Die Funktionen und Meldungen der übrigen Schaltgeräte bleiben davon unbeeinträchtigt.

- Umschalter und Schlüsselschalter

  Für die Umschaltung der Betriebsarten (Nah/Fern-, Vor-Ort- oder Not-Steuerung) ist ein Knebelschalter (-S10) vorhanden. Für den gänzlich unverriegelten Schaltbetrieb des Schaltfeldes (-S1: Gesamtentriegelung) ist ein Schlüsseltaster des Schließsystems (Halbzylinder) des Anlagenbetreibers vorhanden.

- Spannungswandlerautomaten
- Meldungs-Trennklemmen

  Alle im Bedienungsschrank auflaufenden Einzelmeldungen werden einzeln durch das EAE erfasst. Die Zusammenfassung zu Sammelmeldungen erfolgt ausschließlich in der Leittechnik.

- Meldeleuchte für Reserve-Informationssystem (RIS)-Meldung

  Das Anregen einer Meldung des RIS wird mittels Leuchtmelder in der Staubschutzleiste des Bedienungsschrankes visualisiert.

- Absicherungen aller internen Hilfsstromkreise
- Einspeisepunkt für alle AC- und DC-Spannungen zur Schaltanlage
- Unterspannungsüberwachte Umschaltung für DC-Versorgung

7.7.2 Aufbau, Aufstellung und Leitungsverbindung zur Schaltanlage

Der Detail-Aufbau des Bedienungsschrankes und die Anordnung der Betriebsmittel sind anlagenspezifisch und mit dem Anlagenbetreiber abgestimmt und ausgeführt. Weitere Festlegungen der KG4032 sind beachtet.

Der Bedienungsschrank ist als Doppel-Schrank (Fabrikat RITTAL, Farbe RAL 7035) in 2200mm x 1200mm (H x B ohne Sockel (bei Ring-UW mit Lasttrennschalter B=1600mm)) ausgeführt. Das Gehäuse ist aus Stahlblech, die Doppeltüren aus Stahlblech mit Fensterausschnitten (Makrolon) gefertigt. Die Türen verfügen zudem über 180°-Scharniere mit Rechts- bzw. Linksanschlag sowie Türarretierungen.

Der Bedienungsschrank ist mit Staubschutzleiste ausgerüstet.

Innen ist der Bedienungsschrank mit einer rückseitigen Montageplatte, zwei Schwenkrahmen (Rechts- und Linksanschlag, 150°-Scharniere, RAL 7035) und einer türenbetätigten Innenbeleuchtung ausgerüstet.

Der Bedienungsschrank ist genau einem Schaltfeld zugeordnet. Er wird in unmittelbarer Nähe zum zugeordneten Schaltfeld (anlagenbezogen davor oder gegenüber) aufgestellt und überschreitet dabei die Schaltfeldgrenzen nicht.

Die Sekundärverbindungen zwischen Bedienungsschrank und Schaltanlage sind mittels geschirmter hochflexibler Leitungen hergestellt. Der schaltgeräteseitige Anschluss ist mit Hartingstecker Typ HAN mit Einfach- oder Doppelbügelverschluss, EMV- gerechter Leitungseinführung (Einführungsbuchse nicht aus Kunststoff) und Einsatz E mit Crimpanschlüssen oder baugleich Phoenix Heavycon realisiert. Bedienungsschrankseitig sind die Leitungen gem. KG4032 auf Klemmleisten, die Reserveadern auf Reserveaderschienen, geführt.

Die in den Dichtewächtern der 110 kV-Schaltfelder gebildeten Gasraummeldungen (Vgl. Abschnitt 7.4.1, ausschließlich Sammelschienen) sind im Bedienungsschrank auf Messertrennklemmen geführt und gehen von dort auf die EAE im Bedienungsschrank.

Die kontinuierlichen digitalen Werte der Gasdrücke der 110-kV-Schaltfelder (Vgl. Abschnitt 7.4.1) werden auf das EAE im Bedienungsschrank geführt.

7.7.3 Beschriftung

Es sind Relais, Automaten, Hydraulikpumpen, Handbetätigungsmöglichkeiten und alle Anlagenteile (z. B.: Prüftaster, Zeitrelais), die bedient werden müssen, sowie Abriegelungswandler mit Klartext beschriftet.

Alle Geräte, Automaten und Messer-Trennklemmen sind in Legenden aufgelistet.

Die Legenden sind im Bedienungsschrank im Dokumentenfach untergebracht.

Geräte-/Betriebsmittelkennzeichnungen sind eindeutig und sichtbar angeordnet. Ober- und Unterteil sind getrennt bezeichnet.

Art, Ort, Texte und Abmessungen der Kennzeichnungen und Schilder sind gemäß KG4048 mit dem Anlagenbetreiber abgestimmt und ausgeführt.

Es sind ausschließlich UV-resistente Kabelrastbänder zur Kabelkennzeichnung verwendet.

7.8 Zentraler 110 kV-Gasraumüberwachungs - Schrank

Die in den Dichtewächtern der 110 kV-Sammelschienen gebildeten Gasraummeldungen werden im Gasraumüberwachungs-Schrank auf Messertrennklemme geführt und gehen von dort zur Zentralen Einheit 2 der Stationsleittechnik (Vgl. Abschnitt 7.4.1).

Prinzipiell ist der Gasraumüberwachungs -Schrank als Einfach - Schrank (Fabrikat RITTAL, Farbe RAL 7035) in 2200 mm x 600mm (H x B ohne Sockel) ausgeführt. Das Gehäuse und die Tür sind aus Stahlblech gefertigt. Die Tür verfügt zudem über 180°-Scharniere sowie Türarretierungen. Der Gasraum-

überwachungs-Schrank ist mit Staubschutzleiste ausgerüstet und steht im 110 kV-Schaltanlagen-Raum.

7.9 Beschriftungen an der Schaltanlage

7.9.1 Beschriftung der elektrischen Anlagenteile

Die Anlage ist gemäß VDE, DIN, berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften, EG-Verordnung 1494/2007 und der Technischen Beschreibung KG4048 in deutscher Sprache beschriftet.

Die Anlage (bei einpolig gekapselten Anlagen jeweils das mittlere Polgefäß) ist gut sichtbar mit den Feld- und Kabelabgangsbezeichnungen versehen. Die Metallgehäuse der Kabelendverschlüsse sind mit den Kabelabgangsbezeichnungen und Leiterbezeichnung beschriftet.

Alle äußeren Schaltgeräte, Wandler und alle UHF-TE-Messstellen sind im Klartext und Kurzbezeichnung nach Vorgabe des Anlagenbetreibers mit schwarzen Buchstaben gekennzeichnet (KG4048).

Ein Schild mit den Angaben gemäß EG-V 1494-2007 ist im Schaltanlagenraum ausgehängt. Es hat die Größe DIN A5, schwarz auf blau (RAL5005). Die Gasmenge ist total in kg aufgeführt. Die Kennzeichnung erfolgt auf einem Aluminium- oder Kunststoffschild, Muster siehe Anlage 9.

Hydraulikpumpen, Handbetätigungsmöglichkeiten und alle Anlagenteile (z. B. Prüftaster, Zeitrelais) in Geräteantrieben, die bedient werden müssen, sind mit Klartext beschriftet.

Geräte-/Betriebsmittelkennzeichnungen sind eindeutig und sichtbar angeordnet. Ober- und Unterteil sind getrennt bezeichnet. Erdungsschaltgeräte sind in rot beschriftet.

Art, Ort, Texte und Abmessungen der Kennzeichnungen und Schilder sind gemäß KG4048 mit dem Anlagenbetreiber abgestimmt und ausgeführt.

7.9.2 Beschriftung des SF_6-Gassystems

Es sind die Anforderungen der Technischen Beschreibung KG4048 berücksichtigt.

Dichtewächter-, Mess- und Wartungsanschlüsse erhalten die Kurzbezeichnung des jeweiligen Gasraumes. Gasraumschottungen sind am Gehäuse umlaufend markiert. Gasleitungen sind nach DIN 2403 an ihren Enden, vor und hinter Wand- und sonstigen Durchführungen (gilt auch für Gasräume), ggf. bei Richtungswechsel oder bei Verwechslungsgefahr mit anderen Rohrleitungen gekennzeichnet. Die Beschriftung jedes Gasraumes (Gasraumbezeichnung und Druckangabe [MPa] je Pol) ist in Gelb-RAL 1021 ausgeführt. Die Sichtbarkeit ist durch einen kontrastreichen Untergrund gewährleistet.

Die Druckentlastungseinrichtungen sind mit Sinnbild und Ansprechdruck (MPa), die Feuchtigkeitsfilter in Klartext gekennzeichnet.

Die Kurzbezeichnung der Gasräume ist nach folgendem Bezeichnungsschema (Kennzeichnungsblock) ausgeführt:

- Kennzeichnungsblock bestehend aus:
  Gasraumgruppe - Zählnummer - Funktion (Leiter)-Sonderbezeichnung

- Gasraumgruppe:
  Zur Vermeidung von Verwechselungen beginnt jeder Kennzeichnungsblock mit „G“. Der zweite Buchstabe bestimmt den Typ der Gasraumgruppe.

Tabelle 7-2 *Kennzeichnung der SF_6-Gasräume*

GS	Isoliergasräume, die der Sammelschiene zugeordnet werden
GZ	Isoliergasräume zellenbezogen
GL	Gasräume mit lastschaltenden Hochspannungsgeräten
GS..Z..abc	Gasräume mit mehrfacher Gruppenbezeichnung (mehrfache Gruppenbezeichnung entsprechend der Anzahl der Teilgasräume)

- Zählnummer:
  - Jeder Gasraum ist mit einer ein- bis zweistelligen Zählnummer gekennzeichnet. Die einmal vergebene Zählnummer wird bei einphasiger Gasraumaufteilung beibehalten. Zusätzlich wird bei einphasiger Gasraumbezeichnung der jeweilige Leiter (L_1 = a, L_2 = b, L_3 = c) gekennzeichnet. Die Zählnummern werden feldbezogen festgelegt und beginnen jeweils mit der Zahl 1.
  - Isoliergasräume Sammelschiene (GS):
    Sammelschienenbezogene Gasräume werden von 1 bis n fortlaufend nummeriert (GS1, GS2 ....). Bei Anlagen mit mehreren Sammelschienensystemen (A, B, C) werden die Gasräume ebenfalls fortlaufend von 1 bis n nummeriert, erhalten jedoch zusätzlich den Kennbuchstaben des Sammelschienensystems (z.B. -SSA: GSA1, GSA2 ... -SSB: GSB1, GSB2...).
  - Isoliergasräume Zelle (GZ):
    Zellen(Schaltfeld-)bezogene Gasräume werden, beginnend vom Sammelschienen-Trennschalter in Richtung Endverschluss nummeriert (z.B. Sammelschienentrennschalter-Gasraum GZ 1).
  - Gasräume mit lastschaltenden Hochspannungsgeräten (GL):
    Diese Gasräume werden vom Leistungsschalter in Richtung Kabelendverschluss nummeriert. Die nächstfolgende Gasraumnummer ist abhängig von der Hochspannungsgerätebezeichnung (z.B. Q0=GL1; Q01 = GL2; Q02 = GL3).
  - Gasräume mit mehrfacher Gruppenbezeichnung (GS..Z..abc):
    Mehrfach-Bezeichnungen finden bei Gasräumen Anwendung, die zwei oder mehr Gasraumgruppen zugeordnet sind. In der Gasraumgruppe wird jeweils eine Zählnummer eingesetzt. Gasräume mit Mehrfach-Bezeichnungen werden von der Sammelschiene in Richtung Kabelendverschluss bezeichnet (z. B. GS...Z...abc).

- Funktion (Leiter)
  Aus der Kennzeichnung der Leiter ist zu erkennen, ob Gasräume einzeln überwachbar oder quer verbunden sind:

  - Einzelgasräume:
    Einzelgasräume werden nach der Zählnummer mit dem entsprechenden Leiterbuchstaben gekennzeichnet (z. B. GZ1a, GZ1b, GZ1c).
  - Querverbundene Gasräume (innerhalb eines Schaltfeldes):
    Bei querverbundenen Gasräumen entfällt diese Kennzeichnung des Leiters

- Längsverbundene Gasräume:
  Sind Gasräume längs des Leiters durch Rohrleitungen trennbar verbunden, so bekommen die Gasräume mit Ausnahme der Sonderbezeichnung den gleichen Kennzeichnungsblock (z. B.: G..1a/1, G..1a/2, G..1b/1, G..1b/2, G..1c/1, G..1c/2).

Die beispielhafte Bezeichnung von Gasräumen ist in den Anlagen 3 bis 4 dargestellt.

8 Prüfungen und Bescheinigungen

8.1 Typ- und Stückprüfungen

8.1.1 Typprüfungen und deren Abgleich

Der Nachweis der Typprüfungen nach DIN EN 62271-203 ist Bestandteil der Anlagendokumentation.

Die Durchführung / der Nachweis spezieller Typprüfungen gemäß Tabelle 5 q), r) der vorgenannten DIN ist in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber erfolgt.

Die gelieferte Schaltanlage ist mit den Typprüfnachweisen abgeglichen.
Bei Übereinstimmung der in einer Typprüfung nachgewiesenen Bemessungs- und Kenngrößen mit den erforderlichen Bemessungs- und Kenngrößen des Anlagenbetreibers, erklärt der Schaltanlagenhersteller die Typprüfunterlagen für die Schaltanlage des Lieferumfangs für uneingeschränkt gültig.

Bei Abweichung der in einer Typprüfung nachgewiesenen Bemessungs- und Kenngrößen von den geforderten Daten ist in Ausnahmefällen die Gültigkeit der Typprüfung durch eine Konformitätserklärung hergestellt, bestätigt durch einen unabhängigen dritten Fachexperten. Diesem Verfahren wurde vorab durch den Auftraggeber schriftlich zugestimmt. Alle diesbezüglichen Dokumente einschließlich der Konformitätserklärung sind Bestandteil der Anlagendokumentation.

Im Zusammenhang mit der Wiederholung der Stückprüfungen in der Schaltanlagenfabrik (Vgl. 8.1.2) ist der Abgleich von Seriennummer & Zeichnungsnummern mit den Informationen (Seriennummern) aus den Typprüfungen erfolgt.

Jede Typprüfkomponente als auch jede Einzelkomponente ist durch eine individuelle Seriennummer und Auftragsnummer des Schaltanlagenherstellers identifizierbar.

Dabei ist jedem Schaltgerät und jeder Schaltanlagenkomponente eine Zeichnungsnummer mit Stückliste zugeordnet und über diese eindeutig verifizierbar.

Die Seriennummer ist auf dem Typenschild unverlierbar fixiert.

Zum Zeitpunkt der Wiederholung der Stückprüfungen in der Schaltanlagenfabrik (Vgl. 8.1.2) sind die vorgenannten Zusammenhänge über eine durch den Schaltanlagenhersteller angefertigte Liste eindeutig dargestellt. In diesem Zusammenhang sind die Unterlagen des Anlagenbetreibers mit den Originalen des Schaltanlagenherstellers abgeglichen.

8.1.2 Stückprüfungen

Die Durchführung der Stückprüfungen erfolgt im Rahmen der Schaltanlagenproduktion nach IEC (IEC 62271-203, IEC 62271-1, IEC 60044-1 und IEC 61869-3) durch den Schaltanlagenhersteller, die Prüfnachweise sind Bestandteil der Anlagendokumentation.

Die Vorführung der Wiederholung ausgewählter Stückprüfungen erfolgte vor Auslieferung im Beisein des Anlagenbetreibers an der fertig gestellten Schaltanlage für ausgewählte Baugruppen oder deren Komponenten.

Art und Umfang der Wiederholungsprüfungen wurden zwischen Schaltanlagenhersteller und Anlagenbetreiber gemeinsam festgelegt.

Es sind mindestens die Stückprüfungen gemäß Tabelle 8-1 wiederholt und dokumentiert.

Tabelle 8-1 *Durchzuführende Stückprüfungen*

Prüfung am Leistungsschalter	
Aufnahme des Spulenstromes bei Schaltungen (EIN, AUS1, AUS2, AUS3)	
Widerstandsmessung der Auslösespulen (EIN, AUS1, AUS2, AUS3)	
Weg-Schaltzeitmessungen (EIN, AUS, EIN-AUS)	
Überprüfung Gleichlauf (EIN, AUS bei EIN-AUS-Schaltung)	
Schaltzeitmessung der Hilfsschaltkontakte (jeweils Öffner, Schließer, Wischer für EIN und AUS)	
Messung der Spannzeiten Federantrieb	
Funktion bei sekundärem Umin/Umax	
Prüfung am Trenn- / Erdungsschalter	
Aufnahme des maximalen und Motordauerstromes, Vergleich mit Sollwert	
Schaltzeitmessungen, Vergleich mit Sollwert	
Funktion bei sekundärem Umin/Umax	
Prüfung des SF_6-Systemes	
Überprüfung der Schaltpunkte der Dichtewächter	
Gasdichtigkeitsmessung an Flanschverbindungen und sonstigen Füge- und Einschraubstellen	
Messung des Hauptstromkreis-Widerstands	
Widerstandsmessung der Hauptstrombahn	
Wechselspannungsprüfung (IEC 62271-203, Abschnitt 7.1.101)	
Spannungsprüfung, 50 Hz, 1 min	230 kV
Prüfung der Isolation an Hilfs- und Steuerstromkreisen	
Spannungsprüfung, 50 Hz, 1 min	2 kV

Prüfung der Störfestigkeit von Elektronik- und Leittechnikkomponenten	
1 MHz, Wiederholungsrate 400 Hz, 2 s	2,5 kV
Burst-Test	
Stromversorgung	2 kV
Sonstige	2 kV
Teilentladungsmessung (als Stückprüfung gem. IEC 62271-203, Abschnitt 7.1.102, Teilentladungsfrei nach charakteristischem TE-Muster [APH-Diagramme])	
TE-Einsetzspannung (U_d) bei einphasiger Kapselung	107 kV
TE-Einsetzspannung (U_d) bei dreiphasiger Kapselung	185 kV

8.2 Vor-Ort-Prüfungen (Baustelle)

Folgende Prüfungen sind an der fertig montierten Schaltanlage in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber vor Ort mindestens erfolgt, sämtliche Prüfprotokolle und –berichte sind Bestandteile der Anlagendokumentationen:

- **Wechselspannungsprüfung:**

  Wechselspannungsprüfung bei Nennbetriebsdruck gem. DIN EN 62271-203 Tabelle 107 (200kV)

- **TE- Messungen bei Hochspannungsprüfung nach Anlagenerrichtung:**

  Messung der Gesamtanlage mit den anlagenintegrierten UHF-TE-Sonden (Vgl. Abschnitt 7.4.2). Prüfablauf, Equipment und Messabschnitte sind mit dem Fachbereich des Anlagenbetreibers abgestimmt. Voraussetzung für die Prüfung ist der Sensitivitätsnachweis (Vgl. Abschnitt 8.4.2).

  Messung der Spannungswandler (bis 1,5 x Leiter-Erde-Spannung (U_o) kein TE-Einsatz)

  Der Prüfbericht enthält mindestens:

  - Detaillierte Angaben zum verwendeten Prüf -Equipment und zu vorgenommenen Einstellungen und Kalibrierungen
  - Nachweis der Empfindlichkeit
  - Allgemeine technische Daten der Schaltanlage und Schaltzustand
  - Übersichtsplan mit den verwendeten Sensoren
  - Detaillierte Auswertung und Interpretation der Messergebnisse

- **TE- Messungen nach Erstunterspannungsetzung:**

  Messung der Gesamtanlage mit den anlagenintegrierten UHF-TE-Sonden. Prüfablauf und Messabschnitte sind mit dem Fachbereich des Anlagenbetreibers abgestimmt. Dabei wurde das Prüfequipment des Anlagenbetreibers verwendet.

Der Prüfbericht ist in gleichem Umfang wie für die TE-Messung nach Anlagenerrichtung ausgeführt.

- **Widerstandsmessung an der Gesamtanlage:**

  Die Messung erfolgt nachdem die Anlage fertig montiert ist. Die Einspeisung für die Widerstandsmessung erfolgt über die einpolig isoliert herausgeführte Erder, Freiluftdurchführungen und/oder Kabelbuchsen. Die Zugänglichkeit zur Strombahn für die Montagearbeiten zur Messung ist gewährleistet. Die Erdverbindungen der isoliert herausgeführten Erder sind leicht zugänglich und demontierbar (Vgl. Abschnitt 7.2.3). Die Messung erfolgt als statische Widerstandsmessung der gesamten Leistungsstrombahn mit 100 A -DC und Vergleich mit zulässigen Werten der Hersteller. Die Messabschnitte sind in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber festgelegt.

- **Druck-Taupunktmessung des SF_6-Gases**

  Druck-Taupunktmessung des SF_6-Gases (frühestens 24 h nach Gasfüllung)Taupunkt: < -10°C bei Innenraumschaltanlagen, < - 35°C bei Freiluftschaltanlagen und Seewasseraufstellung

- **SF_6-Prozentsatzmessung**

  Nachweis der Gasreinheit: > 99 %

- **Dichtewächteransprechwerte**

  SF_6-Gasfülldruck der Gasräume und Ansprechpunkte der jeweiligen Signalkontakte (bezogen auf 20°C)

- **Gasdichtheitsprüfung**

  Gasdichtheitsprüfung (Kontrolle aller Kapselungsverschraubungen auf Dichtheit, frühestens 48h nach Gasfüllung)

- **Strom-Laufzeit-Aufnahme**

  Strom-Laufzeit-Diagramm aller Motorantriebe

- **Mindest-Ansprechspannung der Leistungsschalter-Auslösesysteme**

  Mindest-Ansprechspannung der Leistungsschalter-Auslösespulen (Einspule 0,85 x U_N; Ausspule 0,7 x U_N)

- **Weg-Zeit-Aufnahme**

  Weg-Zeit-Diagramm der Leistungsschalter und einschaltfester Erdungsschalter

- **Prüfung der Schaltanlagen-Druckbehälter**

  Die Bescheinigungen über die durchgeführte Prüfung vor Inbetriebnahme der Druckbehälter (z.B. von Kapselungsgefäßen, Hydraulikspeichern) sowie von Isolatoren und Berstsschutzeinrichtungen sind Bestandteil der Anlagendokumentation.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	34 (40)

8.3 Anforderungen an die Schaltanlage für die Prüfung von 110 kV Kabelverbindungen

Zur Prüfung von Hochspannungskabeln ist der jeweils betroffene Schaltanlagenteil mit den in TB3526 angegebenen Spannungen beaufschlagbar. Die Prüfanforderungen sind durch den Anlagenhersteller bestätigt und Bestandteil der Anlagendokumentation.

Für die Einspeisung am KEV-Anschluss gehören Prüfadapter gemäß Abschnitt 7.1.3 zum Anlagenzubehör.

8.4 Dokumentation

Unterlagen sind wie folgt ausgeführt:

- Für alle eigenen Anlagenkomponente und Geräte sowie Fremdfabrikate ist eine vollständige Dokumentation Anlagenbestandteil (z.B. SF_6-Freiluftdurchführung, Kabelsteckbuchse).
- Für Dispositionen: 2 Sätze Weißpausen, A0, gefaltet auf A4, in Ordnern, gemäß Richtlinie KG4045
- Dispositionen zuzüglich in AutoCAD und pdf. -Format auf Datenträger (CD, DVD).
- Alle Dokumente, wie z.B. technische Beschreibungen, Betriebsanleitungen, Prüfprotokolle und Errichterbescheinigungen, Statiken usw. im Original bzw. Kopie in A4 – Ordnern, 3-fach gemäß Richtlinie KG4045 und im pdf. –Format auf Datenträger (CD, DVD).

8.4.1 Anlagenzeichnungen

Folgende Zeichnungen sind Bestandteil der Anlagendokumentation:

- Übersichtsschaltbild der Gesamtanlage

- Farbige Schnittbilder der Schaltfeldtypen, aus denen erkennbar sind:
  - Leiterführung
  - Trennstellen der Hochspannungsgeräte
  - Einbauorte der Schott- und Stützisolatoren
  - Einbauorte von TE-Sonden
  - Lage der Filter
  - Lösbare Kontakte (Steckkontakte) und Kontaktverbindungen (verschraubt)
  - Bezeichnung der Gasräume und Geräte mit Farblegende

- Ein farbiges Gasraumschema stellt die Hochspannungsanlage mit ihren Schottisolatoren dar und enthält Angaben der Gasraum- und Gerätebezeichnungen (Vgl. Anlagen 3 und 4).

- Ein Gasraumübersichtsplan stellt die Hochspannungsanlage mit ihren Schottisolatoren unter Berücksichtigung des mechanischen Aufbaues dar und enthält Angaben der Gasraum- und Gerätebezeichnungen. Die Darstellung der Gasräume und deren Verrohrung enthält alle lösbaren Verbindungen, ein- oder angebaute Geräte, wie z. B. Drucküberwachung, TE- Aufnehmer sowie Ventile und Filter mit deren Bezeichnung. Für die Gasräume sind deren Volumen und Füllmengen, Füllmengen der Filter sowie folgende Druckwerte (pe in MPa bei 20°C) in einer Tabelle angegeben:
    - minimaler Betriebsdruck bei dem die Anlagenwerte noch garantiert sind
    - 3. Unterwertmeldung (sofern vorhanden)
    - 2. Unterwertmeldung
    - 1. Unterwertmeldung
    - Nennbetriebsdruck (Nennfülldruck)
    - Oberwertmeldung (sofern vorhanden)
    - Höchstzulässiger Betriebsdruck
    - Ansprechwert der Druckentlastungseinrichtung

  Bei elektrischen Melde- und Steuereinrichtungen sind die Ansprechorgane mit Betriebsmittelkennzeichnung versehen.

- Ansichtszeichnungen des mechanischen Aufbaus der Anlage mit Maßangaben in:
    - Draufsicht
    - Seitenansicht links und rechts
    - Frontansicht
    - Rückansicht

Ein Datenträger mit den vorgenannten Zeichnungen im pdf-Format ist Bestandteil der Anlagendokumentation. Die Auflösung ermöglicht eine Reproduktion im A0-Format.

Zusätzlich sind:

- Schnittzeichnung je Schaltfeldtyp in farbiger lichtechter Ausführung
- Gasraumübersichtsplan in farbiger lichtechter Ausführung der Gesamtanlage
- Übersichtsschaltbild der Gesamtanlage mit Darstellung und Bezeichnung aller Anlagenteile in lichtechter Ausführung

im Bedienungsgang der Schaltanlage im Maßstab 1:10 ausgehangen.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	36 (40)

Folgende Farben sind verwendet:

Tabelle 8-2 *Zu verwendende Farben in Anlagenzeichnungen*

grau	(RAL 7033)	geerdete Teile (Stützkonstruktion)
hellblau	(RAL 5012)	geerdete Teile (Gehäuse)
Schwarz	(RAL 9005)	HS-Kabel
hellbraun	(RAL 8023)	Isolatoren
dunkelbraun	(RAL 8015)	Schottungen
grün	(RAL 6018)	Schaltstift Erder
dunkelrot	(RAL 3000)	stromführende Teile
violett	(RAL 4002)	Stromwandlerkerne
hellrot	(RAL 2004)	an Spannung liegende Teile
hellgelb	(RAL 1016)	SF_6-Isolierdruck
chromgelb	(RAL 1007)	SF_6-Löschdruck / Isolierdruck erhöht

8.4.2 Prüfprotokolle und Bescheinigungen

Folgende Unterlagen sind Bestandteil der Anlagendokumentation und Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Schaltanlage:

- Prüfprotokolle der Stückprüfungen der Schaltgeräte und Komponenten
- Bescheinigungen über die erstmalige Prüfung und Abnahmeprüfung von Druckgefäßen der Schaltanlagenkapselung
- Prüfprotokoll über die physiologische Unbedenklichkeit des SF_6-Gases (IEC 60376)
- Prüfprotokolle der Berstscheiben (Chargentest)
- Prüfprotokolle der bauartgeprüften Strom- und Spannungswandler (Eichnachweise, sofern erforderlich, nur von einer anerkannten Prüfstelle).
- Prüfprotokolle aller Vorortprüfungen
- Bescheinigung über insgesamt angelieferte, eingefüllte und rückgenommene Menge SF_6-Gas
- TE-Empfindlichkeitsnachweis (Sensitivitätsnachweis); dieser Nachweis für die UHF-TE-Detektion („sensitivity verification“ nach CIGRE 15/33.03.05) für den konkreten Schaltanlagentyp ist Bestandteil der Anlagendokumentation und Voraussetzung für die TE-Messung vor Ort. Es sind die Kalibratoren „CAL 2b“ der Firma Power Diagnostix oder der Kalibrator der Firma DMS zu verwenden.

  TE-Sensoren sind eindeutig gekennzeichnet und in der Dokumentation, wie z.B. Übersichtsplan, ersichtlich. Bei mehreren Sensoren am Einbauort (z.B. Isolatorflansch mit mehreren Messanschlüssen) ist der für die Messung verwendete Messanschluss eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet. Die Messung beeinflussende Störsignale sind zu lokalisieren und zu eliminie-

ren, getroffene Maßnahmen sind dokumentiert. Werden Signale detektiert, die ein charakteristisches TE-Muster darstellen und kleiner 5pC sind, so sind diese lokalisiert und dokumentiert.

Das verwendete Messequipment, der Aufbau sowie das Messergebnis sind dokumentiert.

- Bestätigung gem. DGUV Vorschrift 3
- Betriebsbereitschaftserklärung

8.4.3 Instandhaltungsunterlagen

Folgende Unterlagen bzw. Angaben sind Bestandteil der Anlagendokumentation und Voraussetzung für den Montagebeginn der Schaltfeldkomponenten im UW:

- Betriebs- und Bedienungsanweisungen.
- Drehmomente von Verschraubungen für Rohrleitungen und den Verschraubungen der Kapselung von Flanschverbindungen, Angabe der Drehmomente, die nicht nach DIN erfolgt sind.
- Dreh- und Antriebskräfte der Antriebe von Trenn- und Erdungsschaltern, Bewegungszeiten von Primär- und Hilfskontakten für EIN und AUS.
- Schaltzeiten, Weg-Zeit-Diagramme, Sollwerte für stationäre Widerstandsmessung der Leistungsschalter und Erdungsschalter mit Einschaltvermögen, Bewegungszeiten von Hilfskontakten für EIN und AUS.
- Je nach Betriebsart: Hydraulikpumpzeit, hydraulische Pumpenkennlinie, Nachschleuszeiten, Federspannzeit.
- Zeichnung und technische Daten von Adaptern für Kabel- und Schaltanlagenspannungsprüfung.
- Montageanleitung von Adaptern für Kabel- und Schaltanlagenspannungsprüfung.
- Zeichnung und technische Daten der Schaltgeräte, speziell Antriebs- und Unterbrechungssysteme.
- Werkzeuge zum behelfsmäßigen Schalten, sofern sie nicht zur Erstausstattung gehören sowie Spezialwerkzeuge, Mess- und Prüfgeräte.
- SF_6-Dichtekurve(n) für Nenndruck und Signalwerte.

Folgende weitere Unterlagen bzw. Angaben sind Bestandteil der Anlagendokumentation:

- Verwendungszweck, Ort, Typenbezeichnung und Hersteller der Schmierstoffe.
- Typ, Hersteller, Menge, Einsatzort und Material der eingesetzten Filter einschließlich Entsorgungsmaßnahmen.
- Typ, Maße, Material und Einsatzort von Dichtungen.
- Material, Einsatzort, Hersteller sowie Anwendungsvorschriften von Korrosionsschutzmittel.
- Material, Hersteller sowie Anwendungsvorschriften von Reinigungsmitteln für Isolatoren und für Dichtflächen und ggf. übrige Anlagenteile.

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	38 (40)

- Leistungsschalter, Einschalt- und Ausschaltspulen, Typprüfung Leistungsaufnahme.
- Umfang, Aufwand (Mannstunden) und Zeitintervalle von Instandhaltungen.
- Komponentenzugeordnete Ersatzteillisten für die komplette Anlage einschließlich Zeichnungsunterlagen, aus denen die Zuordnung der Ersatzteile ersichtlich ist.
- Eine Liste der Ersatzteile, Baugruppen und Materialien, die der Anlagenbetreiber auf Lager haben sollte.

9 Anhang

I. Abkürzungen, Definitionen

EAE	Ein-/Ausgabe-Einheit
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HF-N-Anschluss	Hochfrequenz-Anschluss Typ N
KEV	Kabelendverschluss
LWL	Lichtwellenleiter
SIR	Silikon Elastomer
SF_6	Schwefelhexafluorid
TE	Teilentladung
UHF	Ultrahochfrequenz
UW	Umspannwerk
ÜSA	Überspannungsableiter

II. Abbildungsverzeichnis

Keine

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 *Änderungsübersicht* 5
Tabelle 4-1 *Übersicht der wichtigsten Verordnungen* 7
Tabelle 4-2 *Übersicht der wichtigsten Basis-Normen* 7
Tabelle 4-3 *Übersicht der wichtigsten SF_6-Normen* 7
Tabelle 4-4 *Übersicht der wichtigsten Kapselungs-Normen* 8
Tabelle 4-5 *Übersicht der wichtigsten Geräte-Normen* 8
Tabelle 4-6 *Übersicht der wichtigsten internen Vorschriften* 9
Tabelle 6-1 *Allgemeine Bemessungswerte* 10
Tabelle 6-2 *Netztechnische Randbedingungen* 10
Tabelle 7-1 *Zu prüfende Mindestanzahl bei Serienteilen je Kategorie Materialdicke*: 12
Tabelle 7-2 *Kennzeichnung der SF_6-Gasräume* 29
Tabelle 8-1 *Durchzuführende Stückprüfungen* 31
Tabelle 8-2 *Zu verwendende Farben in Anlagenzeichnungen* 36

Dokumentenbezeichnung:	Titel:	Version:	Seitenzahl:
TB3540	Errichten und Ändern gasisolierter 110-kV-Schaltanlagen	2	40 (40)

IV. Revisionsverzeichnis

Tabelle IV-01 *Revisionsverzeichnis*

Version 2	
Abschnitt	Thema
Version 1	
Abschnitt	Thema
Gesamtes Dokument	Vollständige inhaltliche Überarbeitung der KG4018 „Errichten und Ändern von SF_6-isolierten Schaltanlagen 110 kV und 380 kV“ gegenüber der Version 4 vom 01.09.2010
Gesamtes Dokument	Überführung der KG4018 „Errichten und Ändern von SF_6-isolierten Schaltanlagen 110 kV und 380 kV“ in den Standard einer Technischen Beschreibung gemäß RL3002

Tabelle IV-02 *Übersicht Erstellung, Verantwortlicher, Prüfung und Genehmigung*

	Erstellt:	Verantwortet:	Geprüft:	Genehmigt:
Datum:	31.05.2015	23.06.2015	29.06.2015	30.06.2015
Durch:	Hr. Nichelmann	Fachkreis	Hr. Schunk	Hr. Schäfer