



BG

Elektro Textil
Feinmechanik

BGI 753

Mai 2008

BG-Information

SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel

BGI 753

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffsbestimmungen/Erläuterungen	7
3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung	
3.1 Allgemeines	8
3.2 Physikalische und chemische Eigenschaften des SF ₆	8
3.3 Gesundheitsgefahren	9
3.4 Tätigkeiten in Anlagenräumen (störungsfreier Betrieb)	11
3.5 Tätigkeiten an SF ₆ -Gasräumen	11
3.5.1 Erstmontage	11
3.5.2 Nachfüllen der SF ₆ -Gasräume	12
3.5.3 Instandhaltungs- und Erweiterungsarbeiten mit Gasrück- gewinnung sowie Außerbetriebnahme und Demontage	12
3.6 Tätigkeiten in Anlageräumen nach Störungen mit Gasaustritt	14
3.7 Tätigkeiten mit SF ₆ -Druckgasbehältern	16
3.8 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung	17
3.9 Betriebsanweisung und Unterweisung	18
Anhang 1: Muster für die Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen	20
Anhang 2: Musterbetriebsanweisungen	27
Anhang 3: Hinweise auf technische, organisatorische und persönliche Schutz- maßnahmen	30
Anhang 4: Hinweise zur Auswahl persönlicher Schutzausrüstungen	31
Anhang 5: Berechnung des Anteiles an SF ₆ in der Luft eines geschlossenen Schaltanlagenraumes auf Grund einer plötzlich auftretenden starken Leckage	33
Anhang 6: Vorschriften und Regeln	35

BGI 753

Berufsgenossenschaftliche Informationen (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

BG-Informationen richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und/oder Unfallverhütungsvorschriften geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in den BG-Informationen enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat. Sind zu Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Soweit in BG-Informationen verbindliche Inhalte aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften oder aus Unfallverhütungsvorschriften wiedergegeben werden, sind sie durch Fettdruck kenntlich gemacht oder im Anhang zusammengestellt. Erläuterungen, insbesondere beispielhafte Lösungsmöglichkeiten, sind durch entsprechende Hinweise in Kursivschrift gegeben.

Vorbemerkung

Diese BG-Information wurde von der Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik unter Mitarbeit der Arbeitsgruppe „SF₆ in Betriebsmitteln der elektrischen Energieübertragung und -verteilung > 1kV“ vom BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V., VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V., ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. und der Solvay Fluor GmbH erarbeitet.

Schaltanlagen und elektrische Betriebsmittel sind wichtige Bestandteile der elektrischen Energieübertragung und -verteilung. Die jeweils angewandte Spannungsebene wird dabei von der Übertragungsleistung und der Übertragungslänge der Netze vorgegeben.

Schaltanlagen können in luftisolierter bzw. gasisolierter Bauweise ausgeführt werden. Die Hauptkomponenten einer Schaltanlage sind die Sammelschienen, die Schaltgeräte, Strom- und Spannungswandler, die Bauteile für den Leitungs- und Kabelanschluss so-

wie die Komponenten für die Steuerung/Überwachung, den Netzschutz und die Automatisierung. Die Ausführung von gasisolierten Leitungen (GIL) ist ebenfalls möglich. Beim Einsatz von SF₆ kann grundsätzlich zwischen den Funktionen Isolieren und Schalten (Löschen von Schaltlichtbögen) differenziert werden.

SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel mit einer Bemessungsspannung größer 52 kV können als Innenraum- oder Freiluftanlage ausgeführt werden. Das Schalten in Hochspannungs-Schaltanlagen größer 52 kV erfolgt in der Regel unter SF₆. Für die Aufstellung in Innenräumen findet SF₆ als Isolationsmedium weitere Anwendung. Auch in modernen Freiluftanlagen können Anlagen, Komponenten bzw. Betriebsmittel mit SF₆ als Isolationsmedium Anwendung finden.

Bei den SF₆-Anlagen und -Betriebsmitteln größer 1 kV bis einschließlich 52 kV unterscheidet man zwischen der Primär- und Sekundärverteilebene.

Auf der Primärverteilebene kommen in der Regel gasisolierte Leistungsschalteranlagen zur Anwendung. Leistungsschalter in der Mittelspannung werden vorzugsweise mit Vakuumschaltkammern ausgeführt. Die Vakuumschaltkammern sind zusammen mit allen anderen Spannung führenden Teilen in Schotträume eingebaut, die mit SF₆ als Isolationsmedium gefüllt sind. Auf der Sekundärverteilebene werden in der Hauptsache gasisolierte Lasttrennschalteranlagen (RMU) eingesetzt. Die SF₆-Lasttrennschalter in diesen Schaltanlagen müssen Lastströme schalten und sie dienen zusätzlich dem Freischalten elektrischer Betriebs- und Netzteile zum Zwecke von Arbeiten. Die gängige gasisolierte Schaltanlagentechnik in der Sekundärverteilebene verwendet SF₆ als gemeinsames Isolier- und Schaltmedium in einem gasgefüllten Schottraum.

SF₆ ist ein Treibhausgas des Kyoto Protokolls und hat ein Treibhauspotential (GWP) von 22200. Wegen der Klimarelevanz sind SF₆-Emissionen zu vermeiden.

Nach der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase, der Verordnung (EG) Nr. 305/2008 der Kommission vom 2. April 2008 zur Festlegung der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Personal, das Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung bestimmter fluoriertes Treibhausgase aus Hochspannungsschaltanlagen ausübt und der Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluoriertes Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung, zurzeit Entwurf) dürfen spätestens ab 4. Juli 2009 für bestimmte Arbeiten an SF₆-Anlagen und -Betriebsmitteln (Rückgewinnung, Recycling, Aufarbeitung und Zerstörung von SF₆) nur von geschulten Personen durchgeführt werden. Diese müssen über einen Sachkundenachweis bzw. ein Zertifikat zum umweltgerechten Umgang mit SF₆ verfügen.

BGI 753

Diese BG-Information enthält für den Arbeitsschutz Hinweise zur sicheren Durchführung von Tätigkeiten an SF₆-Anlagen und -Betriebsmitteln.

Die in dieser BG-Information enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

1 Anwendungsbereich

Diese BG-Information findet Anwendung auf die Herstellung, den Betrieb, die Außerbetriebnahme und Demontage SF₆-isolierter elektrischer Anlagen und Betriebsmittel für Bemessungsspannungen > 1 kV, die Schwefelhexafluorid (SF₆) enthalten.

Zu SF₆-gasisolierten elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln siehe auch Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Für ortsbewegliche Druckgasbehälter zum Transport von SF₆ in eigens dafür bestimmten Behältern (nicht für vor genannte elektrische Anlagen und Betriebsmittel) gelten außerdem die

Vierzehnte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung) sowie die

Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte (OrtsDruckV).

Zu Schwefelhexafluorid (SF₆) siehe auch

Technical Report IEC 62271-303,

DIN EN 60376/VDE 0373-1,

DIN EN 60480/VDE 0373-2.

Zum Errichten von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen > 1 kV siehe auch DIN VDE 0101 (HD 637 S1)

2 Begriffsbestimmungen/ Erläuterungen

Im Sinne dieser BG-Information werden folgende Begriffe bestimmt:

1. **SF₆-Anlagen:** SF₆-gasisolierte metallgekapselte elektrische Anlagen.
2. **SF₆-Betriebsmittel:** SF₆-gefüllte Betriebsmittel sind Schaltgeräte, Messwandler, gasisolierte Leitungen (GIL), Hochspannungsdurchführungen, Kondensatoren und Transformatoren.
3. **SF₆-Gasraum:** Ein mit SF₆ gefüllter Teil (gasgefüllter Schottraum) einer SF₆-Anlage bzw. eines -Betriebsmittels.
4. **Anlagenraum:** Der Raum eines Gebäudes, in dem eine SF₆-Anlage bzw. ein SF₆-Betriebsmittel aufgestellt ist.
5. **Tätigkeiten an SF₆-Gasräumen:** Das Entleeren, Evakuieren oder Füllen von SF₆-Gasräumen, das Öffnen von SF₆-Gasräumen sowie Tätigkeiten an oder in geöffneten SF₆-Gasräumen.
6. **Tätigkeiten in Anlagenräumen:** Alle Arbeiten in Anlagenräumen ohne Tätigkeiten mit SF₆ oder dessen Zersetzungsprodukten.
Solche Arbeiten sind z.B. das Bedienen von SF₆-Anlagen, die Instandhaltung von Leuchten, Reinigungsarbeiten, Anstricharbeiten.
7. **SF₆-Gas-Wartungsgeräte:** In geschlossenem System arbeitende, ortsbewegliche Geräte zum Entleeren, Evakuieren und Füllen von SF₆-Gasräumen und zum Reinigen, Zwischenlagern und Wiederaufbereiten von SF₆.
SF₆-Gas-Wartungsgeräte werden z.B. in den unterschiedlichen technischen Ausprägungen als SF₆-Servicegeräte, SF₆-Gas-Instandhaltungsgeräte oder SF₆-Gasrückgewinnungsgeräte bezeichnet.
8. **Zersetzungsprodukte:** In SF₆-Anlagen bei Zerfall des SF₆ infolge Energieeintrags entstehende Zerfalls- und Reaktionsprodukte.
9. **SF₆-Druckgasbehälter:** Ortsbewegliche Mehrwegbehälter für SF₆ (SF₆-Druckgasflaschen oder -Container).

3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

3.1 Allgemeines

Der Unternehmer hat bei der Herstellung oder beim Betrieb von SF₆-Anlagen und -Betriebsmitteln die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundene Gefährdung durch SF₆ oder Zersetzungsprodukte zu ermitteln, zu beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen (§ 5 Abs. 1 Arbeitsschutzgesetz, § 7 Gefahrstoffverordnung).

Mit der Umsetzung der Richtlinie 98/24/EG in nationales Recht durch die am 1.1.2005 in Kraft getretene Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) ist Schwefelhexafluorid als Gefahrstoff anzusehen.

Zur Gefährdungsbeurteilung siehe auch TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

Für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach der GefStoffV enthält der Anhang 1 entsprechende Muster.

Es empfiehlt sich, die verschiedenen Tätigkeiten differenziert zu betrachten (siehe auch Technical Report IEC 62271-303).

Zur Festlegung von Schutzmaßnahmen siehe auch TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“

Hinweise auf Schutzmaßnahmen siehe auch Anhänge 3 und 4.

3.2 Physikalische und chemische Eigenschaften des SF₆

3.2.1 Schwefelhexafluorid (SF₆) ist ein farb- und geruchloses Gas. Seine Dichte beträgt bei 20 °C und 1013 hPa 6,07 g/l. Es ist etwa fünfmal dichter (schwerer) als Luft und kann sich am Boden oder in tiefer gelegenen Räumen ansammeln. Hat sich SF₆ mit der Raumluft vermischt, entmischt es sich nicht mehr. SF₆ lässt sich durch Verdichten verflüssigen und kann dann als Gas in flüssigem Zustand in Druckgasbehältern gelagert und transportiert werden.

Reines SF₆ ist chemisch beständig, inaktiv (inert), nahezu wasserunlöslich und nicht brennbar.

SF₆ besitzt eine hohe dielektrische Festigkeit und ausgezeichnete lichtbogenlöschende Eigenschaften, weshalb es sich hervorragend als Isolier- und Löschmittel in elektrischen Schaltern und Schaltanlagen eignet.

- 3.2.2** Unter der Einwirkung von elektrischen Entladungen oder Lichtbögen zersetzt sich das SF₆ als Folge der großen Erhitzung oberhalb 500 °C. Bei anschließender Abkühlung tritt größtenteils Rekombination ein. Es können aber auch Reaktionen mit Luft und Wasserdampf sowie mit den Konstruktionswerkstoffen, z. B. mit verdampfendem Abbrandmaterial der Kontakte, stattfinden. Dabei können gasförmige Schwefeloxylfluoride und Kohlenstofffluoride entstehen, z. B. Thionylfluorid (SOF₂) und Tetrafluormethan (CF₄), feste Metallfluoride, -sulfide und -oxide sowie bei Anwesenheit von Feuchtigkeit auch Fluorwasserstoff und Schwefeldioxid. Solche Reaktionen können z. B. bei normalen Betriebsschaltungen oder Fehlerabschaltungen in Schaltkammern von SF₆-Leistungsschaltern oder bei Störlichtbögen infolge innerer Fehler in SF₆-Gasräumen ablaufen.

Gasförmige SF₆-Zersetzungsprodukte haben einen unangenehmen, stechenden Geruch (wie nach faulen Eiern). Feste SF₆-Zersetzungsprodukte bilden in SF₆-Gasräumen Staubablagerungen, z.B. so genannter Schaltstaub oder Anbackungen.

3.3 Gesundheitsgefahren

- 3.3.1** „Neues“ SF₆ ist vor der Nutzung geruchlos, geschmacklos, farblos und nicht toxisch. Es enthält keine gesundheitsschädlichen Verunreinigungen.

Siehe auch Abschnitt 6.2.1 DIN EN 60376/VDE 0373-1.

- 3.3.2** Der Arbeitsplatzgrenzwert für SF₆ beträgt 1 000 ml/m³ bzw. 6 100 mg/m³ als Schichtmittelwert. Zusätzlich besteht ein Kurzzeitwert mit dem Überschreitungsfaktor 8 (TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“).

Der „Arbeitsplatzgrenzwert“ ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind. Dabei handelt es sich um einen Schichtmittelwert.

Der Überschreitungsfaktor gibt die zulässige Höhe von Konzentrationspitzen an. Bei dem Überschreitungsfaktor 8 darf die mittlere SF₆-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz innerhalb von 15 Minuten nicht mehr als 8000 ml/m³ bzw. 48800 mg/m³ betragen. Es sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Beispiel: ÜF 4 bei 30 Minuten oder bei einem ÜF 2 über 60 Minuten).

Die Dauer der erhöhten Konzentration darf in einer Schicht insgesamt eine Stunde nicht übersteigen (siehe Abschnitt 2.3 TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“).

Zur Begründung des Arbeitsplatzgrenzwertes für SF₆ siehe H. Greim (Hrsg.): „Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe; Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten“, WILEY-VCH, Weinheim.

- 3.3.3** SF₆ ist ungefähr fünfmal schwerer als Luft und kann sich in tiefer gelegenen Räumen anreichern. Falls es in großer Menge in die Arbeitsumgebung entweicht, so führt SF₆ zur Sauerstoffverdrängung in der Atemluft (Erstickungsgefahr). SF₆-Konzentrationen über 19 Vol.-% vermindern den Sauerstoffanteil der Atemluft auf unter 17 Vol.-% und erfordern deshalb besondere Schutzmaßnahmen nach Anhang 4.

Erstickungsgefahr kann zum Beispiel in geöffneten, nicht gelüfteten SF₆-Gasräumen oder bei Austritt relativ großer SF₆-Mengen aus SF₆-Gasräumen oder SF₆-Druckgasbehältern und gleichzeitiger unzureichender Lüftung am Boden enger, geschlossener Anlagenräume oder in unter Anlagenräumen liegenden Räumen, z.B. Keller, Kabelkanäle, Wartungsschächte, Gräben und Entwässerungsanlagen auftreten.

- 3.3.4** SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel können feste und gasförmige Zersetzungsprodukte enthalten. Die Zersetzungsprodukte des SF₆ können giftig oder gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken oder Berührung mit der Haut sein oder Reizungen von Augen, Atmungsorganen oder der Haut, eventuell auch Verätzungen verursachen.

Beim Einatmen größerer Mengen von Zersetzungsprodukten kann die Gefahr einer Lungenschädigung (toxisches Lungenödem) bestehen. Jedoch rufen bereits geringe Mengen gasförmiger Zersetzungsprodukte innerhalb von Sekunden – ehe eine Vergiftungsgefahr besteht – bestimmte Warnmerkmale hervor, z.B. unangenehmen und stechenden Geruch, Reizung von Nase, Rachen und Augen, so dass sich Beschäftigte rechtzeitig in Sicherheit bringen können.

Eine Gefährdung durch Zersetzungsprodukte kann vor allem bei einem Gasaustritt infolge einer Störung oder beim Öffnen von und bei Arbeiten an oder in geöffneten Schaltkammern von SF₆-Leistungsschaltern oder SF₆-Gasräumen mit Störlichtbogen auftreten (siehe auch Anhang 4).

Zu Arbeitsplatzgrenzwerten von Zersetzungsprodukten (Abschnitt 3.2.2) siehe TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ und Technical Report IEC 62271-303 Annex D.4 Tabelle D.1.

- 3.3.5** Aus Druckgasbehältern schnell austretendes SF₆-Gas kann Eisbildung und bei Personen ohne besonderen Schutz Erfrierungen hervorrufen.

3.4 Tätigkeiten in Anlagenräumen (störungsfreier Betrieb)

Tätigkeiten in Anlagenräumen erfordern keine besonderen Schutzmaßnahmen im Hinblick auf SF₆ oder Zersetzungsprodukte.

Tätigkeiten in Anlageräumen sind z.B. das Bedienen von SF₆-Anlagen, die Instandhaltung von Leuchten, Reinigungsarbeiten, Anstricharbeiten. Es sind keine Tätigkeiten mit SF₆.

Eine Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung ist für diese Tätigkeiten nicht erforderlich.

3.5 Tätigkeiten an SF₆-Gasräumen

3.5.1 Erstmontage

Es ist dafür zu sorgen, dass bei der Erstmontage kein SF₆ freigesetzt wird. Für den Füllvorgang sind geeignete SF₆-Gas-Wartungsgeräte und -Füllvorrichtungen für den direkten Anschluss von SF₆-Druckgasbehältern zu benutzen.

Bei der Erstmontage wird in der Regel SF₆-Gas ohne Verunreinigungen gehandhabt.

Beim Einsatz von SF₆-Gas-Wartungsgeräten ist die Betriebsanleitung des Geräteherstellers und des Herstellers der SF₆-Anlagen zu berücksichtigen.

Nach dem Anschließen eines SF₆-Gas-Wartungsgerätes an einen SF₆-Gasraum und/oder an einen SF₆-Druckgasbehälter sind die Verbindungen auf Dichtigkeit zu prüfen.

Die Dichtheit der Gasräume ist nach den Herstellervorgaben zu prüfen.

Sind in Ausnahmefällen Arbeiten an geöffneten, nicht vollständig entleerten SF₆-Gasräumen notwendig, kann Erstickungsgefahr, z.B. beim Hineinbeugen oder Einsteigen bestehen.

Während der Tätigkeiten mit SF₆ sind im Anlagenraum Arbeiten mit starker Wärmeentwicklung, z.B. Schweißarbeiten und das Rauchen verboten. Auf das Verbot ist erforderlichenfalls mit dem Verbotssymbol P 02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ hinzuweisen.

Siehe Anlage 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8).

3.5.2 Nachfüllen der SF₆-Gasräume

Es ist dafür zu sorgen, dass kein SF₆ freigesetzt wird. Für den Füllvorgang sind geeignete SF₆-Gas-Wartungsgeräte und -Füllvorrichtungen für den direkten Anschluss von SF₆-Druckgasbehältern zu benutzen.

Beim Einsatz von SF₆-Gas-Wartungsgeräten ist die Betriebsanleitung des Geräteherstellers und des Herstellers der SF₆-Anlagen zu berücksichtigen.

Nach dem Anschließen eines SF₆-Gas-Wartungsgerätes an einen SF₆-Gasraum und/oder an einen SF₆-Druckgasbehälter sind die Verbindungen auf Dichtheit zu prüfen.

Während des Nachfüllens sind im Anlagenraum Arbeiten mit starker Wärmeentwicklung, z.B. Schweißarbeiten und das Rauchen verboten. Auf das Verbot ist erforderlichenfalls mit dem Verbotssymbol P 02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ hinzuweisen.

Siehe Anlage 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8).

3.5.3 Instandhaltungs- und Erweiterungsarbeiten mit Gasrückgewinnung sowie Außerbetriebnahme und Demontage

SF₆-Gasräume dürfen erst geöffnet werden, wenn sie vollständig entleert und abschließend mit Luft geflutet worden sind sowie der Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt worden ist. Dabei ist zu beachten, dass ein geschlossener SF₆-Kreislauf entsteht und die Vorgaben zur Erstmontage sowie zum Nachfüllen erfüllt werden.

Für das Öffnen von SF₆-Gasräumen und für Arbeiten an oder in geöffneten, nicht gereinigten SF₆-Gasräumen, die noch mit SF₆-Zersetzungsprodukten kontaminiert sind, hat der Unternehmer die erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen den Beschäftigten zur Verfügung zu stellen und in ordnungsgemäßem Zustand zu halten. Die Beschäftigten haben die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen zu benutzen (§ 30 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“, § 9 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung).

Folgende persönliche Schutzausrüstungen können erforderlich sein:

- *Schutzhandschuhe,*
- *Schutzbrille,*
- *Schutzanzug,*
- *Überschuhe,*
- *Atemschutzgerät,*
- *Hautschutz.*

Siehe Anhang 4 Hinweise zur Auswahl persönlicher Schutzausrüstungen.

Feste Zersetzungsprodukte in geöffneten SF₆-Gasräumen sind sachgerecht zu entfernen. Zum Absaugen losen Staubes sind Industriestaubsauger zu verwenden, die der Staubklasse H (hoch) entsprechen. Die Arbeitsweise sollte so gestaltet werden, dass möglichst kein Staub entsteht oder aufgewirbelt wird.

Zu den Staubklassen von Industriestaubsaugern siehe Anhang AA, DIN EN 60335-2-69.

Zum Entfernen fest anhaftender Zersetzungsprodukte sind z.B. wasserfreie Reinigungsflüssigkeiten oder nicht fasernde Reinigungstücher geeignet.

Während des Öffnens von SF₆-Gasräumen und während der Arbeiten an oder in geöffneten, ungereinigten SF₆-Gasräumen sind das Rauchen, Trinken und Essen sowie das Aufbewahren von Nahrungsmitteln im Anlagenraum verboten (§ 9 Abs. 8 Gefahrstoffverordnung). Auf die Verbote ist erforderlichenfalls mit den Verbotsschildern P 01 „Rauchen verboten“ oder P 02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ und P 19 „Essen und Trinken verboten“ hinzuweisen.

Siehe Anlage 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8).

Vor den Arbeitspausen und nach der Arbeit sind Gesicht, Hals, Arme und Hände gründlich zu reinigen. Auf die Haut gelangter Staub ist sofort zu beseitigen. In die Augen gelangter Staub ist sofort durch gründliches Spülen mit viel Wasser zu entfernen.

Feste Zersetzungsprodukte, gebrauchte Reinigungsmittel und Einweganzüge sowie gebrauchte Filter aus SF₆-Anlagen, Wartungsgeräten, Industriestaubsaugern oder Atemschutzgeräten sind sachgerecht zu entsorgen.

Infrage kommt z.B. das Sammeln in besonderen, speziell gekennzeichneten Behältern zur Abgabe an einen Entsorgungsbetrieb.

*Abfallschlüssel: 56436 für feste Zersetzungsprodukte
070 101 für basische Reinigungsflüssigkeiten*

3.6 Tätigkeiten in Anlagenräumen nach Störungen mit Gasaustritt

3.6.1 Anlagenräume und Räume, die unter Anlagenräumen liegen und mit diesen in Verbindung stehen, dürfen nicht betreten oder müssen unverzüglich verlassen werden, wenn ein Austritt von Zersetzungsprodukten oder einer gefährlichen SF₆-Menge festgestellt oder angezeigt wird. Sie dürfen erst nach gründlicher Lüftung oder mit unabhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkenden Atemschutzgeräten (Isoliergeräten) betreten bzw. wieder betreten werden.

Auf einen Austritt gefährdender SF₆-Mengen können ein Gasalarm, z.B. Ansprechen von Leucht- oder Schallzeichen im Anlagenraum oder an dessen Zugängen, Fehler- oder Leckagemeldungen in einer Schaltzentrale, Gasaustrittsgeräusche oder das Ansprechen einer Druckbegrenzungseinrichtung, z.B. Platzen einer Berstscheibe, hinweisen.

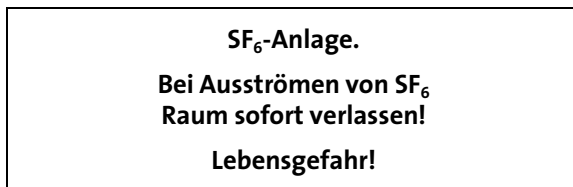
Auf einen Austritt von SF₆ mit gasförmigen Zersetzungsprodukten weist z.B. deren unangenehmer, stechender Geruch hin.

Die erforderliche Lüftungsdauer hängt u. a. von Art und Stärke des Gasaustritts (Gasvolumen, Gehalt an Zersetzungsprodukten), Raumvolumen, Lüftungsart (natürlich oder technisch), Luftvolumenstrom des Ventilators und Lage und Größe der Lüftungsöffnungen ab. Im Hinblick auf eine mögliche Erstickungsgefahr ist im Zweifelsfall eine Messung des Sauerstoffgehaltes in der Luft erforderlich.

Zur Lüftung von Anlagenräumen und darunter liegenden Räumen siehe auch DIN VDE 0101.

Zu den Anforderungen an Betriebsstörungen siehe auch § 13 Gefahrstoffverordnung.

- 3.6.2** Vor möglicher Erstickungsgefahr ist erforderlichenfalls an allen Zugängen zu gefährdeten Räumen durch das Warnzeichen W 00 „Warnung vor einer Gefahrstelle“ und ein Zusatzzeichen mit der Aufschrift



zu warnen.

Siehe Anlage 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8).

Eine Kennzeichnung kann z.B. erforderlich sein bei Anlagenräumen, in denen das größte freiwerdende SF₆-Volumen mehr als 10 % des Raumvolumens betragen kann, oder bei Räumen unter Anlagenräumen.

Anhang 5 enthält ein Beispiel zur Berechnung des Anteiles an SF₆ in der Luft eines geschlossenen Schaltanlagenraumes auf Grund einer plötzlich auftretenden starken Undichtigkeit – siehe auch Technical Report IEC 62271-303, Annex D.7 Tabelle D.8.

- 3.6.3** Nach einem Gasaustritt mit Zersetzungsprodukten infolge einer Störung ist der Anlagenraum gründlich zu reinigen.

Es sind die Maßnahmen des Abschnitts 3.5.3 „Instandhaltungs- und Erweiterungsarbeiten mit Gasrückgewinnung“ anzuwenden. Zur Reinigung von staubförmigen Zersetzungsprodukten ist ein Industriestaubsauger der Staubklasse H zu verwenden.

3.7 Tätigkeiten mit SF₆-Druckgasbehältern

Die Tätigkeiten mit SF₆-Druckgasbehältern beziehen sich auf ortsbewegliche Druckgasbehälter zum Transport von SF₆ in eigens dafür bestimmten Behältern (z.B. Flaschen oder Container).

Zu SF₆-Druckgasbehältern siehe auch Betriebsicherheitsverordnung.

- 3.7.1** Solange SF₆-Druckgasbehälter unter Druck stehen, dürfen Schrauben von drucktragenden Teilen und eingeschraubte Ventile nicht gelöst und nur von Fachkräften mit den dazu geeigneten Werkzeugen nachgezogen werden.

Fachkräfte sind Personen, die mit den Anlagen vertraut sind.

- 3.7.2** Absperrrichtungen gefüllter oder entleerter SF₆-Druckgasbehälter, die nicht an die Füllvorrichtung einer SF₆-Anlage oder an ein Wartungsgerät angeschlossen sind, müssen geschlossen und mit Ventilschutzkappen oder Ventilverschlussmuttern versehen sein.

- 3.7.3** Gefüllte und entleerte SF₆-Druckgasbehälter sind bei Transport, Lagerung und Gebrauch gegen Umfallen oder Herabfallen zu sichern. Sie dürfen nicht geworfen und nur auf dem Flaschenfuß gerollt werden.

Stehende SF₆-Druckgasflaschen können z.B. mit feststehenden oder fahrbaren Gestellen, Schellen, Ketten oder ähnlichem gesichert werden. Bindfäden oder dergleichen sind kein geeignetes Befestigungsmittel.

- 3.7.4** In Anlagenräumen dürfen sich nur die für den Fortgang der Arbeit erforderlichen, an Füllvorrichtungen von SF₆-Anlagen angeschlossenen SF₆-Druckgasbehälter befinden. Zusätzlich darf im Anlagenraum nochmals die gleiche Anzahl SF₆-Druckgasbehälter bereitgestellt werden. Bei SF₆-Anlagen ohne ständig an Füllvorrichtungen angeschlossene SF₆-Druckgasbehälter darf nur ein SF₆-Druckgasbehälter im Anlagenraum bereitgestellt werden. Weitere SF₆-Druckgasbehälter sind in einem Lagerraum oder in einem Lager im Freien zu lagern.

- 3.7.5** SF₆-Druckgasbehälter dürfen nicht in Arbeitsräumen, Räumen unter Erdgleiche, Treppenräumen, Haus- und Stockwerksfluren, Garagen, engen Höfen sowie Durchgängen und Durchfahrten oder in deren unmittelbarer Nähe, an Treppen von Freianlagen oder an besonders gekennzeichneten Rettungswegen gelagert werden.

- 3.7.6** Lagerräume für SF₆-Druckgasbehälter müssen ausreichend be- und entlüftet werden. Sie dürfen keine Verbindung zu unter Erdgleiche liegenden Räumen

haben. Die SF₆-Druckgasbehälter dürfen keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein.

3.8 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren und muss folgende Angaben enthalten:

1. Zeitpunkt und Personen, die die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt haben oder daran beteiligt waren,
2. Arbeitsbereich und Tätigkeiten mit Gefahrstoffen,
3. den am Arbeitsplatz auftretenden inhalativen, dermalen oder physikalisch-chemischen Gefährdungen,
4. Häufigkeit der Tätigkeiten, Dauer der Exposition sowie zusätzliche Belastungsfaktoren, die relevant für eine erhöhte Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper sind,
5. den zur Beseitigung oder Verringerung erforderlichen technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen und die Wirksamkeitsprüfung der technischen Maßnahmen,
6. der durchgeführten Unterweisung der Beschäftigten und
7. dem Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten zur Substitution.

Die Dokumentation muss bis zur Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung aufbewahrt werden.

Siehe auch Nummer 8 TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

Für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach der GefStoffV enthält Anhang 1 Muster für das

- Füllen, Nachfüllen der SF₆-Gasräume sowie Abpumpen von nicht verunreinigtem SF₆,
- Arbeiten an SF₆-Gasräumen, die SF₆-Zersetzungsprodukte enthalten können,
- Aufklären von Störungen an SF₆-Anlagen mit Gasaustritt.

3.9 Betriebsanweisung und Unterweisung

- 3.9.1** Für die Tätigkeit mit SF₆ ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. In dieser Betriebsanweisung ist auf die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe und die damit verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt, die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln, das Verhalten im Gefahrenfall, die Erste Hilfe und die sachgerechte Entsorgung hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist an geeigneter Stelle bekannt zu machen.

Siehe auch TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“. Es empfiehlt sich, die Betriebsanweisung im Anlagenraum auszuhängen.

Musterbetriebsanweisungen enthält Anhang 2.

- 3.9.2** Vor Beginn der Arbeiten an aktiven Teilen einer SF₆-Anlage bzw. -Betriebsmittel muss der spannungsfreie Zustand entsprechend den „5 Sicherheitsregeln“ hergestellt und für die Dauer der Arbeiten sichergestellt werden.

Siehe auch § 6 Abs. 2 der UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGVA3).

Siehe auch DIN VDE 0105-100.

- 3.9.3** Beschäftigte, die Arbeiten an SF₆-Gasräumen durchführen, sind vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich anhand der Betriebsanweisung und der Gefährdungsbeurteilung über mögliche Gefahren und erforderliche Schutzmaßnahmen arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogen mündlich zu unterweisen.

Die Unterweisung muss in für die Beschäftigten verständlicher Form und Sprache erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und vom Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Zusätzlich sind Unterweisungen erforderlich, wenn sich die Bedingungen der Tätigkeit ändern (z. B. Änderung des Verfahrens) oder wenn andere Gefahrstoffe zur Anwendung gelangen sowie bei Vorschriftenänderung. Der Ausbildungsstand und die Erfahrung der Beschäftigten sind bei der Unterweisung zu berücksichtigen. Unerfahrene Beschäftigte müssen besonders umfassend unterrichtet und angeleitet werden.

Siehe auch § 14 Abs. 2 GefStoffV und Nummer 4 der TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“.

Siehe auch § 4 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1).

Zur Unterweisung kann z.B. die Unterweisung „SF₆-Schaltanlagen“ mit Multimedia DVD der Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik ergänzend herangezogen werden.

3.9.4 Es empfiehlt sich, auch andere Beschäftigte, die Zutritt zu Anlagenräumen haben, vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich entsprechend Abschnitt 3.9.3 insbesondere über das Verhalten im Gefahrfall mündlich zu unterweisen.

3.9.5 Es ist eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung bei Tätigkeiten mit SF₆ durchzuführen. Dabei sind die Beschäftigten über folgende Inhalte zu informieren:

1. Mögliche Aufnahmepfade von SF₆ und dessen Zersetzungsprodukte (dermal, inhalativ, oral),
2. Begrenzung der Exposition durch Schutzmaßnahmen und persönliche Hygiene,
3. Wirkungen und Symptome (akut, chronisch),
4. Angebot von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen.

Siehe auch Nummer 5.3 der TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“.

Anhang 1

Muster für die Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen

Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation

§ 7 Abs. 6 GefStoffV

Ersteller:

Verantwortlicher:

Datum:

Arbeitsbereich: Elektrische Betriebsstätte

Tätigkeit: Füllen, Nachfüllen der SF₆-Gasräume sowie Abpumpen von nicht verunreinigtem SF₆

Beschreibung der Tätigkeiten

Anschluss des SF₆-Gaswartungsgerätes bzw. des SF₆-Druckgasbehälters mit der Füllvorrichtung an den SF₆-Gasraum, Prüfung auf Dichtigkeit der Anschlüsse und Leitungen, Durchführung des Füllvorganges, Abbau der Befüllvorrichtung. Abpumpen von SF₆-Gas mit dem SF₆-Gaswartungsgerät, Belüften und Öffnen der Gasräume, Durchführung der Instandhaltungsarbeiten und Erweiterungsarbeiten bzw. Arbeiten nach der Durchführung von Stück- und Typprüfungen.

Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung / R-Sätze	Menge
SF ₆	Keine Kennzeichnung nach GefStoffV	Verwendete Menge unterschiedlich je nach Befüllvorgang Freigesetzte Menge (nur bei Leckagen) in geringer Menge

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation

Bei sachgemäßer Ausführung besteht keine Exposition gegenüber SF_6 .

Bei Leckagen kann nicht ausgeschlossen werden, dass geringe Mengen an SF_6 freigesetzt werden. Der Arbeitsplatzgrenzwert für SF_6 wird sicher eingehalten. Die geringe Menge führt zu keiner gesundheitlichen Gefährdung.

Gefahren durch Hautkontakt

Nicht gegeben

Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

Mit einer Sauerstoffverdrängung durch SF_6 ist nicht zu rechnen.

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit

Zuständigkeit (Termin)

Technisch kann kein Ersatzstoff eingesetzt werden.
 Einsatz des SF_6 - Gaswartungsgerätes Typ,
 Herstellerbzw. der SF_6 -Füllvorrichtung
 Typ, Herstellernach Angaben des
 Geräteherstellers und des Herstellers der SF_6 -Anlage
 bzw. des SF_6 -Betriebsmittels
 Einhaltung des Rauch-, Ess- und Trinkverbotes
 Einhaltung des Verbotes von Arbeiten mit starker
 Wärmeentwicklung
 Betriebsanweisung liegt vor
 Unterweisung und arbeitsmedizinische-toxikologische
 Beratung

Unternehmer
 Vorgesetzter, alle Mitarbeiter

 Vorgesetzter
 Vorgesetzter, alle Mitarbeiter

 Vorgesetzter
 Vorgesetzter, jährlich

Angewendete Vorschriften, Regeln und Informationen

Gefahrstoffverordnung

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

BG-Information „ SF_6 -Anlagen und -Betriebsmittel“ (BGI 753)

Technical Report IEC 62271-303 Anhang D

Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation

§ 7 Abs. 6 GefStoffV

Ersteller:

Verantwortlicher:

Datum:

Arbeitsbereich: Elektrische Betriebsstätte

Tätigkeit: Arbeiten an SF₆-Gasräumen, die SF₆-Zersetzungsprodukte enthalten können

Beschreibung der Tätigkeiten

Abpumpen von SF₆-Gas mit dem SF₆-Gaswartungsgerät

Belüften und Öffnen der Gasräume

Entfernen von festen Zersetzungsprodukten mit den Industriestaubsauger oder manuell mit wasserfreien Reinigungsmitteln oder Reinigungstüchern

Durchführung der Instandhaltungsarbeiten und Erweiterungsarbeiten

Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/R-Sätze	Menge
SF ₆	Keine Kennzeichnung nach GefStoffV	Verwendete Menge unterschiedliche je nach Befüllvorgang
Gasförmige und feste zersetzungsprodukte		Freigesetzte Menge je nach Anwendung und Schadensfall unterschiedlich
Reinigungsmittel	Siehe Sicherheitsdatenblatt	Ca. 2 Liter

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation

Das Einatmen von SF₆ und SF₆-Zersetzungsprodukten kann nicht ausgeschlossen werden.

Eine Gefährdung ergibt sich beim Entfernen der festen Zersetzungsprodukte (Schaltstaub), was zu Schädigungen der Lunge führen kann.

Beim Öffnen der Anlage kann es aufgrund von chemischen Reaktionen z. B. zur Freisetzung von Fluorwasserstoff und Schwefeldioxid kommen. Dabei können kurzfristig, Expositionen größer als der Arbeitsgrenzwert auftreten.

Gefahren durch Hautkontakt

Bei der Berührung mit der Haut kann es zu Reizungen oder Verätzungen kommen. Es besteht eine mittlere Gefährdung durch Hautkontakt entsprechend der TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“.

Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

Falls eine Restmenge an SF_6 aus der Anlage in die Arbeitsumgebung entweicht, kann es aufgrund der Sauerstoffverdrängung zur Erstickungsgefahr kommen.

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
Technisch kann kein Ersatzstoff eingesetzt werden. Einsatz des SF_6 - Gaswartungsgerätes Typ, Herstellernach Angaben des Geräteherstellers und des Herstellers der SF_6 -Anlage bzw. des SF_6 -Betriebsmittels	Unternehmer Vorgesetzter, Mitarbeiter
Industriestaubsauger der Staubklasse H wird zur Verfügung gestellt	Vorgesetzter
Für gute Be- und Entlüftung sorgen	Mitarbeiter
Es werden Arbeitsanzug, Einwegschutzanzug mit Kapuze, säurefeste Schutzhandschuhe, Einwegüberschuhe, Schutzbrille, Schutzhelm und Atemschutz (umluf-tunabhängig) zur Verfügung gestellt.	Vorgesetzter
Die PSA ist entsprechend der Betriebsanweisung zu benutzen.	Mitarbeiter
Zutrittsverbot einrichten, Verbotsschilder P06 hängt aus.	Vorgesetzter
Einhaltung des Rauch-, Ess- und Trinkverbotes	Mitarbeiter
Einhaltung des Verbotes von Arbeiten mit starker Wärmeentwicklung	Vorgesetzter, alle Mitarbeiter
Hautschutz wird nach Hautschutzplan umgesetzt	Vorgesetzter
Betriebsanweisung liegt vor	Vorgesetzter
Unterweisung und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung	Vorgesetzter jährlich

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit**Zuständigkeit (Termin)**

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 26 werden veranlasst. Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 24 werden angeboten. Vorsorgekartei wird geführt.

Zum Sammeln benutzter PSA sowie verschmutzter Hilfsmittel einschließlich Schaltstaub stehen entsprechende Behältnisse bereit und werden fachgerecht entsorgt.

Vorgesetzter/Betriebsarzt

Vorgesetzter/Mitarbeiter

Angewendete Vorschriften, Regeln und Informationen

Gefahrstoffverordnung

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“

BG-Information „SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel“ (BGI 753)

Technical Report IEC 62271-303 Anhang D

Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation

§ 7 Abs. 6 GefStoffV

Ersteller:

Verantwortlicher:

Datum:

Arbeitsbereich: Elektrische Betriebsstätte

Tätigkeit: Aufklärung von Störungen an SF₆-Anlagen mit Gasaustritt

Beschreibung der Tätigkeiten

Im Zuge einer Störungsmeldung muss für die Aufklärung der Störung der Schaltanlagenraum von einem Beschäftigten betreten werden. Dabei ist die Anlage in Augenschein zu nehmen und das Ausmaß der Störung festzulegen.

Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/R-Sätze	Menge
SF ₆	Keine Kennzeichnung nach GefStoffV	Freigesetzte Menge störungsabhängig
Gasförmige und feste Zersetzungsprodukte	Die Zersetzungsprodukte können giftig, gesundheitsschädlich, ätzend oder reizend sein	

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation

Das Einatmen von SF₆ und SF₆-Zersetzungsprodukten kann nicht ausgeschlossen werden. Dabei können Expositionen an SF₆ größer als der Arbeitsgrenzwert auftreten.

Eine Gefährdung ergibt sich durch das Einatmen und kann zu Schädigungen der Lunge führen.

Gefahren durch Hautkontakt

Bei der Berührung mit der Haut könnte es zu Reizungen oder Verätzungen kommen.

Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

Falls es zu einer Freisetzung von SF₆ aus der Anlage in die Arbeitsumgebung gekommen ist, kann es aufgrund der Sauerstoffverdrängung zur Erstickungsgefahr kommen.

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
<i>Festlegung von Kriterien zur Störungsbeseitigung Sämtliche Tätigkeiten, die nicht mit der Störungsbeseitigung zusammenhängen unterbinden</i>	<i>Vorgesetzter Mitarbeiter</i>
<i>Für gute Be- und Entlüftung sorgen</i>	<i>Mitarbeiter</i>
<i>Es werden Arbeitsanzug, Einwegschutzanzug mit Kapuze, säurefeste Schutzhandschuhe, Einwegüberschuhe, Schutzbrille, Schutzhelm und Atemschutz (umluftunabhängig) zur Verfügung gestellt.</i>	<i>Vorgesetzter</i>
<i>Die PSA ist entsprechend der Betriebsanweisung zu benutzen.</i>	<i>Mitarbeiter</i>
<i>Zutrittsverbot einrichten, Verbotsschild P06 hängt aus.</i>	<i>Vorgesetzter</i>
<i>Einhaltung des Rauch-, Ess- und Trinkverbotes</i>	<i>Mitarbeiter</i>
<i>Betriebsanweisung liegt vor</i>	<i>Vorgesetzter</i>
<i>Unterweisung und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung</i>	<i>Vorgesetzter</i>
<i>Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 26 werden veranlasst. Vorsorgekartei wird geführt.</i>	<i>Vorgesetzter</i>

Angewendete Vorschriften, Regeln und Informationen

Gefahrstoffverordnung

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt“

BG-Information „SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel“ (BGI 753)

Technical Report IEC 62271-303 Anhang D

Anhang 2

Musterbetriebsanweisungen

Firma: _____

Arbeitsbereich: _____

Verantwortlich: _____
Unterschrift**BETRIEBSANWEISUNG**

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz:

Tätigkeit: Arbeiten mit nicht
verunreinigtem Schwefel-
hexafluorid SF₆Stand: _____
B 44**Gefahrstoffbezeichnung****Schwefelhexafluorid (SF₆) ohne Zersetzungsprodukte****Gefahren für Mensch und Umwelt**

Nicht verunreinigtes SF₆ ist geruchlos, geschmacklos, farblos und nicht toxisch. Es enthält keine gesundheitsschädlichen Verunreinigungen. Bei Kontakt mit flüssigem SF₆ Gefahr von Erfrierungen.

SF₆ ist ungefähr fünfmal schwerer als Luft und kann sich in tiefer gelegenen Räumen anreichern. Falls es in großer Menge in die Arbeitsumgebung entweicht, so führt SF₆ zur Sauerstoffverdrängung in der Atemluft (Erstickungsgefahr).

SF₆ ist ein Treibhausgas, deshalb sind SF₆-Emissionen zu vermeiden.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- SF₆ nicht in die Atmosphäre ablassen
- SF₆-Gas-Wartungsgerät mit Füllvorrichtung _____ benutzen
- Verbindungen auf Dichtigkeit prüfen
- Arbeiten mit starker Wärmeentwicklung, z.B. Schweißarbeiten sind verboten.
- Im Anlagenraum nicht rauchen, essen und trinken, keine Lagerung von Nahrungsmitteln
- Handschutz:
Schutzhandschuhe _____
gegen mechanische Gefahren und bei Kontakt mit flüssigem SF₆

Verhalten im Gefahrfall

Leckage: Gaszufuhr sperren, Dichtigkeit sicherstellen, für gute Belüftung sorgen – Frischluftzufuhr.

SF₆ brennt nicht, allerdings entstehen bei Bränden Zersetzungsprodukte, Brandbekämpfung nur mit bereitgestelltem Feuerlöscher und mit persönlicher Schutzausrüstung. Behälter/ Betriebsmittel aus der Gefahrenzone bringen bzw. kühlen.

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten

Nach Einatmen: sofort Frischluftzufuhr, Person mit dem Kopf nach unten in „Schräglage“ bringen, bei anhaltenden Beschwerden (z. B. Atembeschwerden) für ärztliche Behandlung sorgen

- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

SF₆-Druckgasflaschen ggf. an Hersteller zurückgeben.

Firma: _____

Arbeitsbereich: _____

Verantwortlich: _____
Unterschrift**Betriebsanweisung**

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: _____

Tätigkeit: Arbeiten mit verunreinigtem
Schwefelhexafluorid (SF₆)Stand: _____
B 34**GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG****Schwefelhexafluorid (SF₆) mit Zersetzungsprodukten (verunreinigtes SF₆)**

SF₆ in elektrischen Anlagen kann durch Lichtbogeneinwirkung Zersetzungsprodukte enthalten: gasförmige Schwefelfluoride und Schwefeloxylfluoride, feste (staubförmige) Metallfluoride, -sulfide und -oxide, Fluorwasserstoff, Schwefeldioxid.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

- Zersetzungsprodukte können giftig /gesundheitsschädlich bei Einatmen, Verschlucken oder Berührung mit der Haut sein oder Augen, Atmungsorgane oder Haut reizen oder Verätzungen verursachen. Beim Einatmen größerer Mengen Gefahr einer Lungenschädigung (Lungenödem), die sich erst nach längerer Zeit bemerkbar machen kann.
- Bei Gasaustritt Erstickungsgefahr infolge Sauerstoffverdrängung, insbesondere am Boden und in tiefer gelegenen Räumen. SF₆ ist ein Treibhausgas, deshalb sind SF₆-Emissionen zu vermeiden.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN**Füllen, Entleeren oder Evakuieren von SF₆-Anlagen:**

- SF₆-Zustand prüfen (z.B. Feuchte, Luftanteil, Zersetzungsprodukte).
- SF₆ nicht in die Atmosphäre ablassen, SF₆-Gas-Wartungsgerät _____ benutzen; nach dem Anschließen Verbindungen auf Dichtigkeit prüfen.
- Verunreinigtes SF₆ nur in gekennzeichnete SF₆-Druckgasbehälter füllen.
- Im Anlagenraum sind Arbeiten mit starker Wärmeentwicklung (z.B. Schweißarbeiten) verboten.

**Öffnen von und Arbeiten an oder in geöffneten SF₆-Gasräumen (zusätzliche Maßnahmen; bitte ausfüllen, Unzutreffendes bitte streichen)**

- SF₆-Gasräume erst nach vollständigem Entleeren und Druckausgleich mit der Atmosphäre öffnen.
- Für gute Lüftung sorgen.
- Persönliche Schutzausrüstungen benutzen:



- | | |
|--|---------------------------|
| Schutzhandschuhe, säurebeständig _____ | Einweg-Schutzbrille _____ |
| Einweg-Schutzanzug mit Kapuze _____ | Überschuhe _____ |
| Atemschutzgerät (Filter oder Isoliergerät) _____ | Hautschutz _____ |
| Sicherheitsschuhe _____ | Schutzhelm _____ |
- Staub mit Industriestaubsauger _____ anhaftende Zersetzungsprodukte mit _____ entfernen
 - Vor Pausen und nach der Arbeit Gesicht, Hals, Arme und Hände gründlich reinigen.
 - Im Anlagenraum keine Nahrungsmittel aufbewahren und nicht rauchen, essen oder trinken.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Bei Gasaustritt oder Wahrnehmung eines auf SF₆-Zersetzungsprodukte hinweisenden unangenehmen, stechenden Geruchs (nach faulen Eiern) den Anlagenraum oder unter ihm liegende Räume nicht betreten bzw. unverzüglich verlassen; Betreten/Wiederbetreten erst nach gründlicher Lüftung oder mit Atemschutzgerät (Isoliergerät _____).

ERSTE HILFE

- Bei auf die Haut oder in die Augen gelangten Zersetzungsprodukten sofort
 - Haut mit viel Wasser spülen,
 - Auge unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig mit Wasser spülen.
- Bei Atembeschwerden den Verletzten aus dem Gefahrenbereich in frische Luft bringen, für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen, für unmittelbare ärztliche Behandlung sorgen (Gefahr eines toxischen Lungenödems).
- Ersthelfer _____ **Notruf:** _____

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

- Zersetzungsprodukte, Reinigungsflüssigkeiten und -material, Einweganzüge und Filter (z.B. aus SF₆-Anlagen, Wartungsgeräten, Industriestaubsaugern oder Atemschutzgeräten) nur in Abfallbehälter _____ geben.

Anhang 3

Hinweise auf technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen

	Tätigkeiten in Anlagenräumen (z.B. Bedienen der SF ₆ -Anlage, Raumreinigung)	Tätigkeiten an SF ₆ -Gasräumen Erstmontage, Füllen, Entleeren, Evakuieren von SF ₆ -Gasräumen	Tätigkeiten an SF ₆ -Gasräumen Instandhaltungs- und Erweiterungsarbeiten Außerbetriebnahme und Demontage Öffnen von SF ₆ -Gasräumen, Arbeiten an oder in geöffneten SF ₆ -Gasräumen	Tätigkeiten in Anlagenräumen nach Störungen mit Gasaustritt
Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV		+	+	+
Betriebsanweisung		+	+	+
Unterweisung	+ ¹⁾	+	+	+
Wartungsgeräte		+	+	
Industriestaubsauger			+	+
Persönliche Schutzausrüstungen ²⁾			+	+
Verbot von Schweißarbeiten		+	+	+
Rauchverbot		+	+	+
Ess- und Trinkverbot		+	+	+
Bemerkungen	¹⁾ Die Unterweisung kann sich auf das Verhalten im Gefahrfall beschränken (siehe Abschnitt 5.7.4). ²⁾ Zur Auswahl persönlicher Schutzausrüstungen siehe Anhang 4.			

Anhang 4

Hinweise zur Auswahl persönlicher Schutzausrüstungen

SF ₆ -Gasraum	Zu erwartende Zersetzungsprodukte	Tätigkeiten an SF ₆ -Gasräumen	Tätigkeiten in SF ₆ -Gasräumen
SF ₆ -Gasraum ohne Störlichtbogen, ausgenommen Schalter	keine	Schutzhandschuhe	Schutzhandschuhe, Schutzhelm, bei Sauerstoffmangel Atemschutzgerät (Isoliergerät)
Trennschalter, Lasttrennschalter; Leistungsschalter ohne nennenswerte Fehlerabschaltungen	wenig	Säurebeständige Schutzhandschuhe	Säurebeständige Schutzhandschuhe, Atemschutzgerät (Isoliergerät),
Leistungsschalter mit nennenswerten Fehlerabschaltungen	viel	Säurebeständige Schutzhandschuhe, Atemschutzgerät	Einwegschutzanzug mit Kapuze, Einwegüberschuhe, Schutzhelm, eventuell Schutzbrille
SF ₆ -Gasraum mit Störlichtbogen	viel	(Filter- oder Isoliergerät), Einwegschutzanzug, eventuell Schutzbrille	

Schutzhandschuhe sollten flüssigkeitsdicht und säurebeständig, bei Reinigungsarbeiten mit Lösemitteln lösemittelbeständig sein.

Die Verwendung von Hautschutzmitteln wird empfohlen.

Schutzbrillen sollten dem Verwendungsbereich 5 (Schutz gegen Gas und Feinstaub) gemäß DIN EN 166 entsprechen.

Schutzanzüge sollten staubdicht sein.

Bei Schutzanzügen und Überschuhen empfiehlt sich die Verwendung von Einwegartikeln.

Ist Atemschutz erforderlich, sind Filtergeräte mit Kombinationsfiltern (kombinierte Gas- und Partikelfilter) oder von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkende Atemschutzgeräte (Isoliergeräte) zu verwenden.

BGI 753

Normalerweise reichen Filtergeräte mit Kombinationsfiltern aus. Der Gasfilterteil sollte den Schutzbereich der Gasfiltertypen A, B, E und K abdecken, z.B. A2B2E2K2. Für den Staubbereich sollten P3-Filter eingesetzt werden. Gasfilter Typ B schützen auch gegen niedrige SO₂-Konzentrationen. Filtergeräte dürfen nur eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass der Sauerstoffgehalt der Luft mindestens 17 Vol.-% beträgt. Isoliergeräte, z.B. Pressluftatmer oder Regenerationsgeräte, bieten universellen Schutz.

Atemschutzgeräte mit Vollmasken bieten den Vorteil, dass bei ihrer Benutzung das Tragen einer Schutzbrille nicht erforderlich ist.

Muss in ungereinigte SF₆-Gasräume eingestiegen werden, empfiehlt es sich, Schutzanzüge mit Kapuze und von der Umgebungsluft unabhängig wirkende Atemschutzgeräte (Isoliergeräte) zu verwenden.

Bei längerer Benutzung von Schutzhandschuhen sollten zusätzlich Unterziehhandschuhe aus Baumwolle getragen oder spezielle Hautschutzpräparate, die der Schweißabsonderung und dem Aufquellen der Haut entgegenwirken, verwendet werden (siehe auch TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt).

Aus Gründen der Unfallverhütung können zusätzlich Schutzhelm und Sicherheitsschuhe erforderlich sein.

Zur eventuell erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorge bei der Benutzung von Atemschutzgeräten siehe Unfallverhütungsvorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGV A4) und BG-Information „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen – G 26 'Atemschutzgeräte'“ (BGI 504-26).

In ordnungsgemäßem Zustand halten heißt, dass der Unternehmer dafür zu sorgen hat, dass die persönlichen Schutzausrüstungen nach Gebrauch ordnungsgemäß gereinigt, gewartet und aufbewahrt oder sachgerecht entsorgt werden.

Siehe auch BG-Regeln

Benutzung von Schutzkleidung (BGR 189),

Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR 190),

Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz (BGR 192),

Benutzung von Schutzhandschuhen (BGR 195).

Anhang 5

Berechnung des Anteiles an SF₆ in der Luft eines geschlossenen Schaltanlagenraumes auf Grund einer plötzlich auftretenden starken Leckage

Voraussetzungen

- SF₆-Verlust in mindestens einem Gasraum einer MV- oder HV- gasisolierten Schaltanlage durch z.B. Havarie oder unsachgemäße Montagearbeiten und nicht auf Grund des Durchbrennens der Kapselung durch einen Störfall
- Geeignete Abdichtungsmaßnahmen nach Wahrnehmung der Leckage z.B. durch eine Meldung nach dem Unterschreiten des minimalen Funktionaldruckes können nicht vorgenommen werden, so dass sich der Gasraum entleert bis atmosphärischer Druck erreicht ist.
- Der freigesetzte Anteil an SF₆ verbleibt vollständig im Schaltanlagenraum und verteilt sich gleichmäßig im gesamten Luftvolumen des Schaltanlagenraumes (abzüglich des Volumens durch die Schaltanlage)
- Dem Betreiber der Anlage sind der Fülldruck und die Füllmengen (Masse bei Fülldruck) der einzelnen Gasräume bekannt

Wird der Einfluss der Temperatur vernachlässigt, erhält man als konservative Abschätzung den Anteil an SF₆ (in %) im Schaltanlagenraum gemäß:

$$\text{Anteil SF}_6 \text{ (in \%)} = \frac{m_{\text{Gas}}(p_F) \cdot \left(1 - \frac{p_N}{p_F}\right)}{V_A - V_S} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{Gas}}(p_F) \cdot \left(1 - \frac{p_N}{p_F}\right)}{l_A \cdot b_A \cdot h_A - l_S \cdot b_S \cdot h_S} \cdot 100\%$$

p_F Fülldruck (absolut) in kPa

p_N Luftdruck (absolut) in kPa = 100 kPa (Mittelwert)

$m_{\text{Gas}}(p_F)$ Masse des Gases eines Gasraumes bei Fülldruck p_F

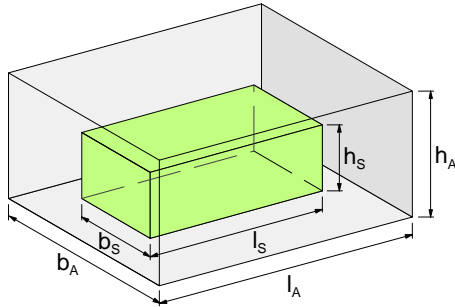
$\rho_{\text{SF}_6}(p_N)$ Dichte des Gases bei Luftdruck $p_N = 6,16 \text{ kg/m}^3$

V_A Volumen des Schaltanlagenraumes in m^3 , vereinfacht dargestellt durch einen Quader mit der Länge l_A , der Breite b_A und der Höhe h_A

V_S Volumen der Schaltanlage in m^3 , vereinfacht dargestellt durch einen Quader mit der Länge l_S , der Breite b_S und der Höhe h_S

BGI 753

Die nachfolgende Abbildung zeigt schematisch den vereinfachten Schaltanlagenraum mit MV- oder HV Schaltanlage.



Beispiel Hochspannungsschaltanlage

Abmessungen des Schaltanlagenraumes: Länge $l_A = 20\text{ m}$, $b_A = 6\text{ m}$, $h_A = 4\text{ m}$
 Abmessungen der Schaltanlage: Länge $l_S = 15\text{ m}$, $b_S = 3\text{ m}$, $h_S = 2,5\text{ m}$
 Masse des Gases bei Fülldruck p_F : $m_{\text{Gas}}(p_F) = 35\text{ kg}$
 Fülldruck (absolut): $p_F = 650\text{ kPa}$

$$\text{Anteil SF}_6 \text{ (in\%)} = \frac{35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(1 - \frac{100 \text{ kPa}}{650 \text{ kPa}}\right)}{6,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cdot \frac{1}{20\text{ m} \cdot 6\text{ m} \cdot 4\text{ m} - 15\text{ m} \cdot 3\text{ m} \cdot 2,5\text{ m}} \cdot 100\% = 1,3\%$$

Der berechnete Wert ist konservativ, da angenommen wurde, dass das komplette Volumen der Schaltanlage aus SF₆ gefüllten Gasräumen besteht. Der Anteil an mit Luft gefüllten Zwischenräumen wurde vernachlässigt. Eine verbesserte Abschätzung kann man durch die Einführung eines sogenannten Schaltanlagenfüllfaktors η nach Tabelle 1 erzielen.

Schaltanlagentyp	Füllfaktor η
Mittelspannungsschaltanlage	0,7 bis 0,8
Hochspannungsschaltanlage, einphasig	0,25 bis 0,3
Hochspannungsschaltanlage, dreiphasig	0,35 bis 0,5

Tabelle 1: Näherungswerte für einen Schaltanlagenfüllfaktor η (abhängig vom Schaltanlagentyp)

Anhang 6

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt.

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle: Buchhandel
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (BetrSichV)

Verordnung über ortsbewegliche Druckgeräte (OrtsDruckV)

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG),

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“

TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“

TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“

Vierzehnte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. GPSGV)

Technische Regeln Druckbehälter (TRB), insbesondere

TRB 600 „Aufstellung der Druckbehälter“

TRB 700 „Betrieb von Druckbehälter,

TRB 801 „Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 Druckbeh“, Nummer 5 „Druckbehälter elektrischer Schaltgeräte und Anlagen“

Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase

BGI 753

Verordnung (EG) Nr. 305/2008 der Kommission vom 2. April 2008 zur Festlegung – gemäß der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates – der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Personal, das Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung bestimmter fluoriertes Treibhausgase aus Hochspannungsschaltanlagen ausübt, sowie der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung der diesbezüglichen Zertifikate

Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluoriertes Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung – ChemKlimaschutzV, zurzeit Entwurf)

2. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle: zuständiger Unfallversicherungsträger
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- Unfallverhütungsvorschriften
 - „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1)
 - „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3)
 - „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGV A4)
 - „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8)
- BG-Regeln
 - „Benutzung von Schutzkleidung“ (BGR 189)
 - „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190)
 - „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (BGR 193)
 - „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (BGR 195)
- BG-Informationen
 - „Verzeichnis zertifizierter Atemschutzgeräte“ (BGI 693)
 - „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen – Atemschutzgeräte“ (BGI 504-26).

3. Normen

Bezugsquelle:	Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin bzw. VDE-Verlag GmbH, Postfach 12 23 05, 10591 Berlin
DIN EN 166	Persönlicher Augenschutz; Anforderungen; Deutsche Fassung,
DIN VDE 0101(HD 637 S1)	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV,
DIN VDE 0105-100	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
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,
DIN IEC 62271-1/ VDE 0671-1	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Allgemeine Festlegungen,
DIN EN 62271-100/ VDE 0671-100	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter
DIN EN 62271-200/ VDE 0671-200	Hochspannungs-Schaltgeräte und Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV,
DIN EN 62271-203/ VDE 0671-203	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 203: Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen von 52 kV und darüber
Technical Report IEC 62271-303	High-voltage switchgear and controlgear – Part 303: use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆)
DIN EN 60044-1/ VDE 0414-44-1	Messwandler – Teil 1: Stromwandler
DIN EN 60044-2/ VDE 0414-44-2	Messwandler – Teil 2: Spannungswandler
DIN EN 60044-3/ VDE 0414-44-3	Messwandler – Teil 3: Kombinierte Wandler

BGI 753

DIN EN 60335-2-2/ VDE 0700-2	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-2: Besondere Anforderungen für Staubsauger und Wasserauger
DIN EN 60335-2-69/ VDE 0700-69	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wasserauger einschließlich kraftbetriebener Bürsten für industrielle und gewerbliche Zwecke
CIGRE-report 276, 2005	Guide for the preparation of customised „Practical SF ₆ Handling Instructions“
CIGRE-report 234, 2003	SF ₆ recycling guide

4. Sonstiges

Bezugsquelle: Buchhandel
bzw.
Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik,
Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln

Greim, H. (Hrsg.):

Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe; Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten, WILEY-VCH, Weinheim,

Multimedia-Unterweisung „SF₆-Schaltanlagen“ (PU 13),

Betriebsanweisung „Arbeiten mit verunreinigtem Schwefelhexafluorid (SF₆)“ (B 34).

Betriebsanweisung „Arbeiten mit nicht verunreinigtem Schwefelhexafluorid (SF₆)“ (B 44).

Gegenüber der vorhergehenden Ausgabe vom September 2001 wurde diese BG-Information an die gültigen Vorschriften und Regeln sowie an den aktuellen Stand der Sicherheitstechnik angepasst. Außerdem wurden die Festlegungen der Rechtsschreibreform berücksichtigt.

Hinweis:

Hinsichtlich außer Kraft gesetzter Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere des so genannten Maschinenaltbestandes, sowie älterer Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter, die unter ihrer bisherigen ZH 1-Nummer auch weiterhin anzuwenden sind, siehe Internetfassungen des DGUV

„<http://www.dguv.de/bgvr>“.

Bestellungen: Telefon: 02 21 / 37 78 - 10 20
 Telefax: 02 21 / 37 78 - 10 21
 E-Mail: versand@bgetf.de

Bei Rückfragen: Präventionszentren

Köln	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 10
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 11
Braunschweig	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 20
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 21
Berlin	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 30
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 31
Dresden	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 40
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 41
Nürnberg	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 50
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 51
Augsburg	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 60
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 61
Stuttgart	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 70
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 71
Bad Münstereifel	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 80
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 81