Prüfen UNTERWEISEN

Unterweisung

SF_6-Schaltanlagen

mit Multimedia DVD

BGFE
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

www.bgfe.de

Herausgeber:
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Telefon: 02 21/37 78-0
Telefax: 02 21/37 78-11 99
www.bgfe.de

UNTERWEISUNG
SF_6-SCHALTANLAGEN

mit Multimedia DVD

Autoren:

Dr. Eberhard Kempf
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln

Olaf Sveistrup
MEDIA-CONNEX, Hamburg

Überarbeitet von:
Margret Böckler

Inhalt

	Vorwort	4
1	**Allgemeiner Teil**	5
1.1	Allgemeines	5
1.1.1	Rechtliche Grundlagen	5
1.1.2	Anwendungsbereich und Zielgruppe	6
1.1.3	Anwendungshinweis	6
1.2	Methodik und DVD-Oberfläche	8
1.3	Vorführung	10
1.3.1	Vorführung mit Moderator	10
1.3.2	Vorführung ohne Moderator	11
2	**Spezieller Teil**	13
2.1	Gestaltung	13
2.2	Inhaltsübersicht	14
3	**Inhalt des Films**	17
3.1	Anwendungsbereich	17
3.2	Gefahrstoffbezeichnung	17
3.3	Gefahren für Mensch und Umwelt	21
3.4	Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln	24
3.5	Arbeiten an Gasräumen	27
3.6	Öffnen von Gasräumen	29
3.7	Sachgerechte Entsorgung	33
3.8	Erste Hilfe	34
Anhang 1	Nachweis für die Durchführung der Unterweisung	36
Anhang 2	Merkblatt für Beschäftigte	37
Anhang 3	Testbogen	38

BGFE
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

Vorwort

Die DVD „SF_6-Schaltanlagen“ soll zur Unterstützung der Unterweisung über Schwefelhexafluorid (SF_6) und seine Zersetzungsprodukte in SF_6-gasisolierten metallgekapselten Hochspannungsschaltanlagen dienen.

SF_6-Schaltanlagen zeichnen sich durch hohe Betriebssicherheit aus; Störlichtbögen und Gasaustritte sind äußerst selten. Dennoch müssen das Bedienungs- und insbesondere das Wartungspersonal über mögliche Gefahren, erforderliche Schutzmaßnahmen und richtiges Verhalten unterwiesen werden.

Die Unterweisung ist so konzipiert, dass sie eine mündliche Unterweisung, die im Hinblick auf Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach der „Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen“ (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)“ erforderlich ist, ergänzen oder ersetzen kann. Die DVD leistet einen Beitrag zur Qualitätssicherung bei der Unterweisung, denn sie enthält alle erforderlichen Sachaussagen. Der Inhalt orientiert sich an dem der Musterbetriebsanweisung (Anhang der BG-Information „SF_6-Anlagen“, BGI 753). Die DVD kann sowohl mit als auch ohne Moderator vorgeführt werden.

Das vorliegende Handbuch informiert über Anwendung und Inhalt der DVD.
Es gliedert sich in

- einen Allgemeinen Teil (Hauptabschnitt 1) mit Informationen über die Anwendung der DVD und
- einen Speziellen Teil (Hauptabschnitt 2) mit Informationen über den Inhalt der Unterweisung.

Die drei Anhänge enthalten
- einen Nachweis für die Durchführung der Unterweisung (Anhang 1),
- ein Merkblatt für Beschäftigte (Anhang 2), und
- einen Testbogen für einen Informationstest (Anhang 3).

Erläuterung von Abkürzungen:

BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Unfallverhütungsvorschriften)
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe

1 Allgemeiner Teil

1.1 Allgemeines

1.1.1 Rechtliche Grundlagen

Nach § 14 Abs. 2 GefStoffV müssen Arbeitnehmer, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen, vor Aufnahme der Beschäftigung und dann während dieser mindestens einmal jährlich anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren und die erforderlichen Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Eine Unterweisung ist zusätzlich bei Änderungen des Arbeitsverfahrens erforderlich (siehe auch Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 14 GefStoffV").

Die Betriebsanweisung entsprechend § 14 Abs. 1 GefStoffV muss mindestens enthalten:

1. Informationen über die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe, wie zum Beispiel Bezeichnung der Gefahrstoffe, ihre Kennzeichnung sowie Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit,

2. Informationen über angemessene Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen, die der Beschäftigte zu seinem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen hat. Dazu gehören insbesondere
   a) Hygienevorschriften,
   b) Informationen über Maßnahmen, die zur Verhütung einer Exposition zu ergreifen sind,
   c) Informationen zum Tragen und Benutzen von Schutzausrüstungen und Schutzkleidung,

3. Informationen über Maßnahmen, die von den Beschäftigten, insbesondere von Rettungsmannschaften, bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen und zur Verhütung von diesen durchzuführen sind.

Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert werden. Der Arbeitgeber stellt ferner sicher dass die Beschäftigten

1. Zugang zu allen Sicherheitsdatenblättern über die Stoffe und Zubereitungen haben, mit denen Beschäftigte Tätigkeiten durchführen und

2. in den Methoden und Verfahren unterrichtet werden, die im Hinblick auf die Sicherheit bei der Verwendung von Gefahrstoffen angewendet werden müssen.

Die Unterweisung soll von dem jeweiligen Vorgesetzten durchgeführt werden.

Sie muss mündlich sowie arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen sein. Inhalt und Datum der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten, die Teilnahme an der Unterweisung ist durch Unterschrift zu bestätigen (§ 14 Abs. 2 GefStoffV; siehe hierzu die Anhänge 1 und 2 dieses Handbuchs). Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzuwahren (TRGS 555).

Eine regelmäßige Unterweisung sieht auch § 4 Abs. 1 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention" (BGV A1) vor.

1.1.2 Anwendungsbereich und Zielgruppe

Der Hauptanwendungsbereich dieser Unterweisung erstreckt sich auf das Betreiben SF_6-gasisolierter metallgekapselter Hochspannungsschaltanlagen (SF_6-Schaltanlagen).

Die Unterweisung wendet sich primär an Beschäftigte, die SF_6-Schaltanlagen bedienen oder instand halten:

- Bedienungspersonal **ohne** vorgesehene Tätigkeiten mit SF_6 und
- Wartungspersonal **mit** vorgesehenen Tätigkeiten mit SF_6.

Sie kann aber auch zur Unterweisung von Beschäftigten herangezogen werden, die in vergleichbarer Weise Tätigkeiten mit verunreinigtem SF_6 haben (z. B. bei der Instandhaltung von SF_6-gasisolierten Hochspannungsleistungsschaltern oder der Instandsetzung hermetisch abgeschlossener Mittelspannungsschalter bzw. in Prüffeldern oder Werkstätten von Schaltanlagen- oder Schalterherstellern).

Bei der Unterweisung von Mitarbeitern, die SF_6-Schaltanlagen lediglich bedienen, kann auf das Abspielen der DVD-Abschnitte mit den Ordnungsnummern 37 bis 56, die sich auf das Arbeiten an SF_6-Gasräumen (z. B. Entleeren, Öffnen) bzw. die Entsorgung beziehen, verzichtet werden.

Die Unterweisung kann sowohl zur Erstunterweisung neuer Mitarbeiter als auch zur Wiederholungsunterweisung von Mitarbeitern mit einschlägiger Berufserfahrung benutzt werden.

1.1.3 Anwendungshinweis

Während oder nach der Unterweisung muss ein kompetenter Vorgesetzter (z. B. Meister, Abteilungsleiter) noch auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen eingehen (z. B. bereitgestellte persönliche Schutzausrüstung, betriebliche Regelung der Entsorgung).

Der Unterweisende soll auch Fragen der Teilnehmer beantworten. Er hat sich ferner davon zu überzeugen, dass die Teilnehmer an der Unterweisung die Informationen ausreichend verstanden haben. Bei neuen Mitarbeitern oder bei Änderungen des Arbeitsverfahrens kann es außerdem erforderlich sein, praktische Übungen durchzuführen (z. B. Arbeiten an einem SF_6-Gasraum, Anlegen eines Atemschutzgerätes; siehe TRGS 555).

Eine so ergänzte Unterweisung erfüllt die Anforderungen an die vorgeschriebene mündliche Unterweisung anhand der Betriebsanweisung:

- Die gewählte Methodik der Informationsvermittlung mit Bild-, Sprach- und Schriftinformationen sowie Fragen, Antworten, Wiederholungen und Zusammenfassungen geht über die Möglichkeiten einer üblichen mündlichen Unterweisung hinaus.

- Die DVD enthält mehr stoffbezogene Sachaussagen als die Betriebsanweisung.

- Der Vorgesetzte weist auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen hin und überzeugt sich vom ausreichenden Kenntnisstand der Unterwiesenen.

Zur Dokumentation der Unterweisung (Durchführung, Inhalt) können die Anhänge 1 und 2 dieses Handbuchs verwendet werden.

In den Anhang 1 „Nachweis für die Durchführung der Unterweisung“ sind Ort und Datum der Unterweisung sowie der Name des Unterweisenden einzutragen. Die Unterwiesenen bestätigen die Teilnahme an der Unterweisung durch Unterschrift.

Der Anhang 2 „Merkblatt für Beschäftigte“ enthält die Schwerpunkte der Unterweisung entsprechend dem Inhalt der DVD. Der Unterweisende muss noch arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen in Stichwörtern eintragen. So ergänzt, kann Anhang 2 kopiert und den Beschäftigten, die an der Unterweisung teilgenommen haben, als Merkblatt ausgehändigt werden.

Zur Erfolgskontrolle kann ein Informationstest mittels Testbogen (Anhang 3) durchgeführt werden. Hierzu erhalten die Teilnehmer an der Unterweisung Kopien des Testbogens mit zwölf Fragen, die individuell nach dem Multiple-Choice-Verfahren zu beantworten sind.

1. B
2. B
3. C
4. A, C
5. A, B
6. C
7. A, B, C
8. A, B, C, D
9. B, C
10. A, C
11. C
12. B

Der Unterweisende kann noch zusätzliche Fragen eintragen (z. B. solche, die sich auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten oder spezielle betriebliche Regelungen beziehen).

1.2 Methodik und DVD-Oberfläche

Die DVD soll zu der nach der Gefahrstoffverordnung vorgeschriebenen Unterweisung anhand der Betriebsanweisung (§ 14 Abs. 2 GefStoffV) dienen. Es wurde versucht, den gleichsam offiziellen Charakter der Unterweisung in der Gestaltung der DVD zum Ausdruck zu bringen (Aufbau, Methodik, DVD-Oberfläche). Außerdem orientieren sich Gliederung und Inhalt der Unterweisung an der Betriebsanweisung.

Die DVD ist so konzipiert, dass sie sowohl mit als auch ohne Moderator zur Unterweisung verwendet werden kann. Die Vorführung mit Moderator sollte bevorzugt werden, weil sie bessere Diskussionsmöglichkeiten bietet und ohnehin ein Vorgesetzter über arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen informieren muss.

Die gewählte Methodik der Informationsvermittlung gewährleistet ausreichendes Verstehen und Einprägen der wichtigsten Informationen.

Die DVD enthält Bild-, Sprach- und Schriftinformationen.

Fragen mit zugehörigen Antworten, Wiederholungen und Zusammenfassungen sollen es den Teilnehmern an der Unterweisung erleichtern, sich die wichtigsten Informationen einzuprägen.

Kapitelüberschriften, wichtige Sachaussagen und Verhaltensregeln (sog. Kernsätze), Fragen, Antworten, Wiederholungen und Zusammenfassungen werden zusätzlich zu Bild und Sprache als Schrift eingeblendet und außerdem durch Symbole (z. B. Frage- oder Ausrufezeichen) markiert.

Von einem auffälligen Signalton begleitete STOPP-Zeichen in Verbindung mit Fragen, Wiederholungen oder Zusammenfassungen leiten kurze Überlegungspausen ein. Anschließend werden die richtigen Antworten bzw. die Wieder-

holungen oder Zusammenfassungen gegeben. Nach Möglichkeit soll die DVD an diesen Stellen für Diskussionen zur Vertiefung des Stoffes angehalten werden. Zusatzinformationen hierfür enthält der Spezielle Teil dieses Handbuches.

Die Bildschirmoberfläche gliedert sich in vier Teile:

1. die Kopfzeile mit den Kapitelüberschriften und den Ordnungsnummern (O-Nr.),
2. das Hauptfeld mit den Bildinformationen,
3. das Seitenfeld mit den Symbolen,
4. das Schriftfeld mit den Kernsätzen.

<table>
<tr><td>Kopfzeile</td><td>Ordnungs-Nr.</td></tr>
<tr><td>Hauptfeld</td><td>Seitenfeld</td></tr>
<tr><td colspan="2">Schriftfeld</td></tr>
</table>

Die Kapitelüberschriften in der Kopfzeile entsprechen den Überschriften der einzelnen Abschnitte der Betriebsanweisung

- Anwendungsbereich
- Gefahrstoffbezeichnung
- Gefahren für Mensch und Umwelt
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln (einschließlich Verhalten im Gefahrfall)
- Sachgerechte Entsorgung
- Erste Hilfe.

Die Ordnungsnummern sollen zur Orientierung des Moderators dienen. Die Einzelabschnitte (Motiv, Szene) sind durchgehend nummeriert.

Das Hauptfeld liefert die Bildinformationen. In ihm erscheinen auch die Überschriften neuer Kapitel sowie Fragen, Antworten, Wiederholungen und Zusammenfassungen in Schriftform.

Im Seitenfeld erscheinen die Symbole, z. B.

- Gefahrensymbole oder Sicherheitszeichen,
- Ausrufezeichen bei besonders wichtigen Aussagen und bei Zusammenfassungen,
- Fragezeichen bei Fragen,
- STOPP-Zeichen, begleitet von einem deutlichen Signalton, bei Fragen, Zusammenfassungen oder Wiederholungen.

Die Kernsätze im Schriftfeld beinhalten wichtige Sachaussagen und Verhaltensregeln.

1.3 Vorführung

1.3.1 Vorführung mit Moderator

Der Moderator sollte ein erfahrener Vorgesetzter sein (z. B. Meister, Abteilungsleiter).

Er muss vorrangig auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen eingehen (z. B. persönliche Schutzausrüstung, Notruf, Entsorgung). Geschieht dies nicht während der Unterweisung, ist es möglichst direkt anschließend nachzuholen.

Darüber hinaus soll der Moderator die Unterweisung durch Diskussion ergänzen und vertiefen. Zusatzinformationen hierfür enthält der Spezielle Teil dieses Handbuchs.

Für die Diskussion bieten sich die markierten Stopps (STOPP-Zeichen) an.

Der Moderator kann sich an diesen Stellen auch davon überzeugen, ob die Teilnehmer die Informationen ausreichend verstanden haben.

Er kann die Vorführung aber auch an beliebigen Stellen unterbrechen, um zusätzliche Fragen zu diskutieren.

Er hat ferner die Möglichkeit, auf beliebige Abschnitte seiner Wahl zurück- oder auch vorzugreifen, etwa um Fragen zu beantworten oder den Stoff zu wiederholen.

Die Ordnungsnummern, die in der DVD und im Handbuch übereinstimmen, ermöglichen dem Moderator eine Orientierung.

1.3.2 Vorführung ohne Moderator

Die Unterweisung kann auch durchgeführt werden, wenn kein Moderator zur Verfügung steht.

Es ist aber erforderlich, dass ein Vorgesetzter (z. B. Meister, Abteilungsleiter) möglichst direkt anschließend an die Vorführung auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen eingeht (z. B. persönliche Schutzausrüstung, Notruf, Entsorgung), Fragen der Teilnehmer beantwortet und sich davon überzeugt, ob die Informationen ausreichend verstanden wurden.

2 Spezieller Teil

2.1 Gestaltung

Der Spezielle Teil dieses Handbuchs führt durch die Unterweisung.

Entsprechend der Betriebsanweisung enthält er die folgenden Kapitel:

- Anwendungsbereich
- Gefahrstoffbezeichnung
- Gefahren für Mensch und Umwelt
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln (einschließlich Verhalten im Gefahrfall)
- Sachgerechte Entsorgung
- Erste Hilfe.

Die Abschnitte „Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln“ sowie „Verhalten im Gefahrfall“ der Betriebsanweisung wurden zusammengefasst und die Abschnitte „Erste Hilfe“ und „Sachgerechte Entsorgung“ in umgekehrter Reihenfolge behandelt, weil die DVD für die Unterweisung zweier Zielgruppen (Bedienungspersonal und Wartungspersonal) mit unterschiedlichem Informationsbedarf konzipiert ist (siehe auch Abschnitt 1.1.2).

Beide Gruppen müssen über Stoffeigenschaften, Gefahren für Mensch und Umwelt, richtiges Verhalten im Gefahrfall (SF_6-Austritt) und Erste Hilfe, das Wartungspersonal muss zusätzlich über den sicheren Umgang mit verunreinigtem SF_6 bzw. mit Zersetzungsprodukten einschließlich sachgerechter Entsorgung informiert werden.

Die in den verschiedenen Energieversorgungsunternehmen vorhandenen SF_6-Schaltanlagen und Anlagenräume sowie die Formen der Arbeitsorganisation weisen erhebliche Unterschiede auf (z. B. Lage, Größe, Lüftung bzw. Durchführung von Instandhaltungsarbeiten durch eigenes oder Fremdfirmenpersonal). Deshalb wird in der DVD eine Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln vorgestellt. Welche im konkreten Fall anzuwenden sind, muss der Vorgesetzte entsprechend der Gefährdungsbeurteilung festlegen.

SF_6-Schaltanlagen zeichnen sich durch hohe Betriebssicherheit aus. Störlichtbögen und Gasaustritte sind äußerst selten. Dennoch muss bei der Unterweisung auch auf das Verhalten im (äußerst seltenen) Gefahrfall eingegangen werden. Dies sieht § 14 GefStoffV ausdrücklich vor.

Im Speziellen Teil des Handbuches sind

- Kapitelüberschriften,
- Ordnungsnummern,
- Sprechertext,
- Schrifttafeln und
- Zusatzinformationen abgedruckt:

Ordnungsnummer	Kapitelüberschrift Sprechertext Schrifttafel *Zusatzinformationen*

Sprechertext und Schrifttafel sind hellblau unterlegt, Zusatzinformationen für den Moderator werden eingerückt und in kursiver Schrift dargestellt.

Die Zusatzinformationen sind für den Moderator gedacht. Sie erläutern vereinfacht dargestellte Zusammenhänge und verweisen auf weiterführende Vorschriften und Regeln.

2.2 Inhaltsübersicht

Die Unterweisung enthält die folgenden Kapitel und Stopps (Fragen, Antworten, Zusammenfassungen, Wiederholungen):

- Anwendungsbereich
  Ordnungsnummern 1 und 2

- Gefahrstoffbezeichnung
  Ordnungsnummern 3 bis 13

  11 STOPP: Wiederholungsfragen
  (Fragen im Hauptfeld; Antworten siehe O-Nr. 12)

- Gefahren für Mensch und Umwelt
  Ordnungsnummern 14 bis 23

17 STOPP: Warum (können hohe SF_6-Konzentrationen zu) Erstickungsgefahr (führen)?
(Frage im Hauptfeld; Antworten siehe O-Nr. 18 und 19)

22 STOPP: Wiederholungsfragen
(Fragen im Hauptfeld; Antwort siehe O-Nr. 23)

- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
(einschließlich Verhalten im Gefahrfall)
Ordnungsnummern 24 bis 54

- Verhalten bei Gasaustritt
Ordnungsnummern 25 bis 36

27 STOPP: Was können Anzeichen für SF_6-Austritt sein?
(Frage im Hauptfeld; Antworten siehe O-Nr. 28 bis 30)

34 STOPP: Wie verhalten wir uns bei einem größeren SF_6-Austritt?
(Fragen im Hauptfeld; Antworten siehe O-Nr. 35)

36 STOPP: Betriebliche Besonderheiten

- Arbeiten an Gasräumen
Ordnungsnummern 37 bis 42

- Öffnen von Gasräumen
Ordnungsnummern 43 bis 51

45 STOPP: Wovor müssen wir uns (beim Öffnen von Gasräumen) schützen?
(Frage im Hauptfeld; Antwort siehe O-Nr. 46 und 47)

52 STOPP: Zusammenfassung
(Darstellung siehe O-Nr. 53)

54 STOPP: Betriebliche Besonderheiten

- Sachgerechte Entsorgung
Ordnungsnummern 55 bis 56

- Erste Hilfe
Ordnungsnummern 57 bis 60

BGFE
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik

60 STOPP: Betriebliche Besonderheiten
(Entsorgung und Erste Hilfe)

- Schluss
  Ordnungsnummer 61

3 Inhalt des Films

Ordnungs-nummer

3.1 Anwendungsbereich

Guten Tag! Willkommen bei unserer DVD-Unterweisung über Schwefelhexafluorid und seine Zersetzungsprodukte in gasisolierten metallgekapselten Hochspannungsschaltanlagen, kurz: SF_6-Schaltanlagen. 1

Siehe auch BGI 753 „SF_6-Anlagen“

Siehe ferner Technical Report 61634 IEC „Use and handling of sulphur hexafluoride (SF_6) in high-voltage switchgear and controlgear“.

Grundlage dieser Unterweisung ist die Betriebsanweisung nach der Gefahrstoffverordnung. 2

Betriebsanweisungen – das wissen Sie ja – sind in einzelne Abschnitte unterteilt, und an denen wollen wir uns bei unserer Unterweisung orientieren.

Dabei muss auch auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten eingegangen werden. Das ist aber Aufgabe Ihres Vorgesetzten.

Zu Betriebsanweisung und Unterweisung siehe § 14 Gefahrstoffverordnung, TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 14 GefStoffV“ und Abschnitt 1.1.1 Allgemeiner Teil dieses Handbuchs.

3.2 Gefahrstoffbezeichnung

Zunächst zu dem Gefahrstoff, mit dem wir uns beschäftigen wollen: 3

es ist „Schwefelhexafluorid mit Zersetzungsprodukten“, das heißt „verunreinigtes SF_6“.

In Abhängigkeit von der Beschaffenheit des SF_6 sind zu unterscheiden:

neues SF_6
SF_6 im Anlieferungszustand (reines oder handelsübliches SF_6; siehe Ordnungsnummer 6),

verunreinigtes SF_6
SF_6 aus einer SF_6-Schaltanlage, das Zersetzungsprodukte enthält (siehe Ordnungsnummern 7 bis 10).

Ordnungs-
nummer

SF_6 aus SF_6-Schaltanlagen (gebrauchtes SF_6) kann neben herstellungsbedingten Verunreinigungen Wasser und Luft aus entsprechenden Rückständen oder infolge Diffusion und durch elektrische Entladungen oder Lichtbögen entstandene Zersetzungsprodukte enthalten. Übersteigt der Gehalt an Verunreinigungen einen vom Hersteller angegebenen Höchstwert, ist das Gas aufzubereiten oder zu erneuern.

Der in der Praxis weit verbreitete Begriff des Gasraumes (siehe auch DIN VDE 0101 „Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV") steht in dieser DVD synonym für den auch üblichen Begriff des Schottraumes (siehe z. B. DIN EN 62271-200/VDE 0671 Teil 200 „Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV" und DIN EN 60517/VDE 0670 Teil 8 „Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen von 72,5 kV und darüber").

4 SF_6-Schaltanlagen – wie diese – enthalten als Isolier- und Löschmittel das gasförmige Schwefelhexafluorid, kurz SF_6.

5 Wie der Name schon sagt, besteht ein SF_6-Molekül aus einem Schwefelatom, an das sechs Fluoratome gebunden sind.

6 SF_6 ist viel schwerer als Luft.

Reines SF_6 – oder in der Elektriker-Sprache „neues" SF_6 – ist farblos, geruchlos, nichtbrennbar und ungiftig.

SF_6 hat bei 20 °C und 1013 hPa eine Dichte von 6,08 g/l und ist somit etwa fünfmal so schwer wie Luft.

Neues (reines) SF_6 ist ungiftig. Handelsübliches SF_6 nach Abschnitt 6 DIN IEC 60376/VDE 0373 Teil 1 „Bestimmung für neues Schwefelhexafluorid (SF_6) – Anforderungen und Abnahmeprüfungen" enthält keine gesundheitsschädlichen Verunreinigungen.

Neues SF_6 weist keine der gefährlichen Eigenschaften entsprechend § 3a Abs. 1 Chemikaliengesetz (ChemG) auf (bezüglich möglicher Gefahren siehe aber Ordnungsnummern 15 bis 19).

Siehe auch DIN IEC 60376/VDE 0373 Teil 1 „Bestimmung für neues Schwefelhexafluorid (SF_6) – Anforderungen und Abnahmeprüfungen".

Ordnungs-
nummer

In diesem Schnittmodell haben wir das eigentlich unsichtbare SF_6 im Trick sichtbar gemacht. **7**

Im elektrischen Lichtbogen zerfallen die SF_6-Moleküle und setzen sich danach zum größten Teil wieder zusammen.

In Abhängigkeit vom Energieeintrag (z. B. durch Einwirkung von Wärme, elektrische Entladungen oder Lichtbögen) zerfallen die SF_6-Moleküle ab einer Temperatur von etwa 500 °C. Fluor- und Schwefelatome werden frei, und es entstehen niedere Schwefelfluoride (SF_4, SF_2). Bei Abkühlung setzen sich die SF_6-Moleküle größtenteils wieder zusammen (Rekombination).

Durch Reaktionen mit den Werkstoffen im Inneren der Anlage, also z. B. mit Aluminium, Kupfer oder Kunststoffen, und mit Luft- und Feuchtigkeitsresten entstehen Zersetzungsprodukte, die das SF_6 verunreinigen – wir haben jetzt „verunreinigtes“ SF_6. **8**

Während des Zerfalls der SF_6-Moleküle reagieren freigesetzte Fluor- und Schwefelatome sowie Molekülreste mit den Werkstoffen der Anlage und bilden z. B. Metallfluoride, -sulfide und -oxide. Einige der primären Reaktionsprodukte können bei Anwesenheit von Sauerstoff oder Wasserdampf Schwefeloxyfluoride (z. B. Thionylfluorid SOF_2), Metalloxidfluoride, Schwefeldioxid und Fluorwasserstoff bilden.

Solche Reaktionen können z.B. bei normalen Betriebsschaltungen und Fehlerabschaltungen in Schaltkammern von SF_6-Leistungsschaltern und bei Störlichtbögen infolge innerer Fehler in beliebigen SF_6-Gasräumen ablaufen.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass toxische Dämpfe, Rauche und Stäube von Metallen usw. auch in anderen, nicht SF_6-gasisolierten elektrischen Schaltanlagen bzw. Schaltern unter vergleichbaren Bedingungen entstehen können.

Die Zersetzungsprodukte sind **9**

gasförmig – z. B. Schwefelfluoride, Schwefeloxyfluoride, Fluorwasserstoff und Schwefeldioxid –

oder

fest – z. B. Metallfluoride, Metallsulfide und Metalloxide.

BGFE
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

Ordnungs-
nummer

Die festen Zersetzungsprodukte haben in Abhängigkeit von den an der Reaktion beteiligten Werkstoffen eine weiße bis schwarze Farbe. Sie werden zuweilen auch als Schaltstaub bezeichnet.

Siehe auch DIN IEC 60480/VDE 0373 Teil 2 „Richtlinie für die Prüfung von Schwefelhexafluorid (SF_6) nach Entnahme aus elektrischen Betriebsmitteln".

10 Achtung! Wichtig! Verunreinigtes SF_6 hat einen typischen, unangenehmen Geruch: wie faule Eier!

11 Und nun einige Wiederholungsfragen.

- Ist neues SF_6 farblos, geruchlos, ungiftig?
- Entstehen feste oder gasförmige Zersetzungsprodukte?
- Wonach riecht verunreinigtes SF_6?

Antworten siehe Ordnungsnummer 12.

12 Grundsätzlich: SF_6 ist viel schwerer als Luft. Neues SF_6 ist farblos, geruchlos und ungiftig.

Im Lichtbogen entstehen gasförmige und feste Zersetzungsprodukte.

Verunreinigtes SF_6 hat einen typischen, unangenehmen Geruch – wie faule Eier.

13 Damit haben wir das SF_6 und seine Zersetzungsprodukte wohl ausreichend vorgestellt.

Ordnungs-
nummer

3.3 Gefahren für Mensch und Umwelt

Nun zum Thema „Gefahren für Mensch und Umwelt“. **14**

Gefahren können sowohl vom SF_6 selbst als auch von seinen Zersetzungsprodukten ausgehen.

Wir zeigen es im Trick.

Gefahren können einmal auftreten, wenn SF_6 frei wird, z.B. aus der Schaltanlage, aus dem Wartungsgerät oder aus dem Druckgasbehälter. **15**

Der Arbeitsplatzgrenzwert für reines SF_6 beträgt 1000 ml/m³ oder 6100 mg/m³ (siehe TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – „Luftgrenzwerte“). Dieser Wert stellt zwar keine Toxizitätsgrenze dar, doch sind höhere Konzentrationen aus allgemein gesundheitlichen Gründen nicht wünschenswert.

Druckgasbehälter sind ortsbewegliche Behälter, wie z. B. Druckgasflaschen.

Hohe SF_6-Konzentrationen können zu Erstickungsgefahr führen. **16**

Warum? Was meinen Sie? **17**

Im Hauptfeld (Bild):

Warum Erstickungsgefahr?

Antworten siehe Ordnungsnummern 18 und 19.

Austretendes SF_6 verdrängt die Luft – hier blau dargestellt – und damit auch den lebensnotwendigen Sauerstoff. **18**

SF_6 führt – ebenso wie z.B. Stickstoff – zur sog. Sauerstoffverdrängung in der Atemluft. Das Gas verdrängt die Luft und damit auch den in ihr enthaltenen Sauerstoff. SF_6-Konzentrationen über 19 Vol.-% vermindern den Sauerstoffanteil der Atemluft auf unter 17 Vol.-% und erfordern deshalb besondere Schutzmaßnahmen.

BGFE
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

Ordnungs-
nummer

Gefährlich hohe SF_6-Konzentrationen können

- *in geöffneten, nicht vollständig entleerten SF_6-Gasräumen*

oder bei Austritt relativ großer SF_6-Mengen aus SF_6Gasräumen oder SF_6-Druckgasbehältern und unzureichender Lüftung

- *am Boden enger, geschlossener Anlagenräume*

oder

- *in unter dem Anlagenraum liegenden, mit ihm in Verbindung stehenden Räumen (z. B. Kellern, Kanälen)*

auftreten.

Die SF_6-Konzentration kann mit SF_6-Messgeräten, der Sauerstoffgehalt der Luft mit O_2-Messgeräten festgestellt werden.

19

Weil SF_6 viel schwerer als Luft ist, kann es zu Boden sinken und in tiefer gelegene Räume eindringen und auch dort den Sauerstoff verdrängen – das ist die eigentliche Gefahr.

SF_6 ist fünfmal so schwer wie Luft (siehe Ordnungsnummer 6).

Die Problematik besteht darin, dass bei einem größeren Gasaustritt gefährliche SF_6-Konzentrationen in Bereichen auftreten können, in denen keine Gefährdung durch SF_6 vermutet wird.

Einmal mit der Raumluft vermischtes SF_6 entmischt sich nicht mehr.

20

Die Zersetzungsprodukte wirken reizend oder ätzend auf Augen, Haut und die Schleimhäute der Atemwege.

Die Gefahrensymbole (siehe auch Ordnungsnummer 21) bedeuten:

- *Xi reizend*
- *C ätzend*
- *Xn gesundheitsschädlich*
- *T giftig*

Einige Zersetzungsprodukte können auch giftig sein, so dass beim Einatmen größerer Mengen Übelkeit und Lungenschädigungen auftreten können. **21**

Die Zersetzungsprodukte des SF_6 sind von unterschiedlicher Giftigkeit bei Einatmen, Verschlucken oder Berührung mit der Haut. Sie können Reizungen von Haut, Augen und Schleimhäuten, bei unmittelbarem Hautkontakt insbesondere bei Anwesenheit von Feuchtigkeit auch Verätzungen und in größeren Mengen eingeatmet u. a. Übelkeit und Lungenödeme (Flüssigkeitsansammlungen in der Lunge) verursachen.

Für einige Zersetzungsprodukte bestehen Arbeitsplatzgrenzwerte (siehe TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte"):
Eine Entstehung von Schwefelpentafluorid ist wenig wahrscheinlich.

Stoff	*Arbeitsplatzgrenzwerte*	
	ml/m³ (ppm)	*mg/m³*
Fluoride (als Fluor berechnet)		*2,5*
*Fluorwasserstoff (HF)**	*3*	*2,5*
*Schwefeldioxid (SO_2)**	*0,5*	*1,3*
Schwefelpentafluorid (Dischwefeldecafluorid) (S_2F_{10})	*0,025*	*0,26*

*die Überführung der Grenzwerte in die TRGS 900 wird zurzeit noch geprüft

Und jetzt wieder einige Fragen. **22**

Im Hauptfeld (Bild):

Sind Zersetzungsprodukte
– reizend
– oder ätzend
– oder sogar giftig?

Antwort siehe Ordnungsnummer 23.

Die Zersetzungsprodukte können reizend, ätzend und unterschiedlich giftig sein. **23**

BGFE
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

Ordnungs-
nummer

3.4 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

24 Und jetzt „Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln“ und natürlich auch das Verhalten im Gefahrfall.

In diesem Abschnitt werden zunächst die Verhaltensregeln behandelt, die im Gefahrfall (größerer SF_6-Austritt) für alle betroffenen Mitarbeiter maßgebend sind. Es schließen sich die Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für sichere Tätigkeiten mit verunreinigtem SF_6 an, die nur für das Wartungspersonal Bedeutung haben. Die einschlägigen Abschnitte der Betriebsanweisung wurden dementsprechend zusammengefasst.

25 Wie können wir uns vor den Gefahren, die von SF_6 und seinen Zersetzungsprodukten ausgehen, schützen?

Zu den Gefahren siehe Ordnungsnummern 14 bis 23.

26 Oberstes Gebot ist: bei allen Anzeichen eines größeren SF_6-Austritts den Anlagenraum sofort verlassen bzw. nicht betreten.

SF_6-Schaltanlagen zeichnen sich durch hohe Betriebssicherheit aus. Gasaustritte sind äußerst selten. Dennoch muss bei der Unterweisung auf den Gefahrfall hingewiesen werden.

Rettungswege und Notausgänge sind gegebenenfalls mit den Rettungszeichen E 01 bis E 05 oder ähnlichen gekennzeichnet, siehe Anlage 2 zur Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8).

27 Was können solche Anzeichen sein?

Im Hauptfeld (Bild):

Was können Anzeichen für SF_6-Austritt sein?

Antworten siehe Ordnungsnummern 28 bis 30.

28 Solche Anzeichen sind – neben dem Gasalarm – z. B. Fehler- oder Leckagemeldungen in der Zentrale

29 oder Austrittsgeräusche, etwa das Platzen einer Berstscheibe.

Auf einen Gasalarm können z. B. Leucht- oder Schallzeichen im Anlagenraum oder an dessen Zugängen hinweisen.

Auf einen Gasaustritt hinweisende Austrittsgeräusche entstehen z. B. beim Ansprechen einer Druckbegrenzungseinrichtung, wie etwa einer Berstscheibe.

Zu Sicherheits-, Leucht- oder Schallzeichen siehe BGV A8 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz".

Das wichtigste Anzeichen für einen Austritt von verunreinigtem SF_6 ist sein typischer Geruch – denken Sie an die faulen Eier – und dann die Reizung von Augen, Nase und Rachen, und das alles, bevor eine Gesundheitsschädigung eintreten kann. **30**

Also, wir prägen uns fest ein: beim ersten Anzeichen eines größeren SF_6-Austritts den Raum sofort verlassen bzw. nicht betreten! **31**

Dieser Grundsatz gilt für alle, für das Bedienungspersonal der Anlage genauso wie für das Wartungspersonal und für jeden anderen, der irgendwelche Tätigkeiten im Anlagenraum ausübt. **32**

Der Anlagenraum darf nach einem größeren Gasaustritt erst nach ausreichender Lüftung bzw. Absaugung oder nur mit einem geeigneten Atemschutzgerät – einem Isoliergerät – betreten werden. **33**

Allgemein gültige Angaben zur ausreichenden Lüftung lassen sich nicht machen. 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 SF_6- oder O_2-Messung erforderlich.

Zur Lüftung von SF_6-Anlagenräumen und darunter liegenden Räumen siehe DIN VDE 0101 „Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV", Abschnitt 7.5.2.

Falls Atemschutz benutzt werden soll, sind von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkende Atemschutzgeräte (Isoliergeräte), z. B. Pressluftatmer oder Regenerationsgeräte, geeignet.

Siehe auch „Benutzung von Atemschutzgeräten" (BGR 190).

Ordnungs-
nummer

34

Wie verhalten wir uns also bei einem größeren SF_6-Austritt?

Hier wieder unsere Fragen.

Im Hauptfeld (Bild):

Bei SF_6-Austritt:
Wann den Raum verlassen?
Und wann wieder betreten?
Was kann dabei erforderlich sein?

Antwort siehe Ordnungsnummer 35.

35

Bei größerem SF_6-Austritt den Raum sofort verlassen bzw. nicht betreten.

Den Raum erst nach ausreichender Lüftung bzw. Absaugung oder nur mit Atemschutzgerät betreten.

36

Welche speziellen Regelungen haben Sie hinsichtlich der Lüftung des Anlagenraumes zu beachten? Welche Atemschutzgeräte müssen Sie gegebenenfalls benutzen?

Der Vorgesetzte (z. B. Meister, Abteilungsleiter) hat konkrete Hinweise auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und betriebliche Regelungen zu geben, z. B. auf

- *Inbetriebnahme und Dauer der Lüftung bzw. Absaugung,*
- *Art und Standort der ggf. zu verwendenden Atemschutzgeräte,*
- *Durchführung von SF_6- oder O_2-Messungen,*
- *zu beachtende Sicherheits-, Leucht- oder Schallzeichen*

(siehe auch Ordnungsnummer 33).

3.5 Arbeiten an Gasräumen

Bei der Unterweisung von Mitarbeitern, die SF_6-Anlagen lediglich bedienen, kann auf das Abspielen der folgenden Abschnitte mit den Ordnungsnummern 37 bis 56 verzichtet werden.

37

Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln müssen bei Arbeiten an Gasräumen beachtet werden.

Dies betrifft solche Arbeiten an SF_6-Gasräumen, bei denen eine Exposition gegenüber SF_6 besteht. Das sind z. B. das Entleeren, Evakuieren, Füllen und Öffnen von SF_6-Gasräumen; zum Öffnen von SF_6-Gasräumen und zum Entfernen fester Zersetzungsprodukte siehe außerdem Ordnungsnummern 43 bis 54.

Aus betriebstechnischen Gründen ist es in der Regel erforderlich, vor dem Entleeren eines SF_6-Gasraumes durch Messungen den Zustand des in ihm befindlichen SF_6 festzustellen (z. B. SF_6-Gehalt, Sauerstoffgehalt, Taupunkt, Gehalt an Zersetzungsprodukten bzw. sauren Bestandteilen).

Der Begriff des Gasraumes steht hier synonym für den auch üblichen Begriff des Schottraumes (siehe auch Ordnungsnummer 3).

38

SF_6 darf selbstverständlich nicht in die Atmosphäre gelangen. Deshalb müssen zum Entleeren von Gasräumen Wartungsgeräte benutzt werden, die das sicherstellen.

Die Anschlussstellen sollen auf Dichtigkeit geprüft werden. Das kann z. B. über die Vakuumanzeige erfolgen.

Geeignet sind im geschlossenen System arbeitende Wartungsgeräte (Gasrückgewinnungsgeräte, „Servicegeräte").

Zur Prüfung auf Dichtigkeit kommen infrage:
– Sichtkontrolle der Schlauchanschlüsse,
– Kontrolle der Gasdruck- oder Vakuumanzeige,
– Einsatz von Lecksuchgeräten.

SF_6 in elektrischen Schaltanlagen stellt keine Gefahr für die Umwelt dar. Es soll jedoch, wie auch seine Zersetzungsprodukte, nicht in die Umwelt gelangen.

SF_6 besitzt weder ein ökotoxisches noch ein Ozonbeeinflussungspotential, aber ein sehr hohes Treibhauspotential. Der Anteil der SF_6-Emissionen aus elek-

trischen Schaltanlagen an der gesamten Treibhausgasemission ist jedoch vernachlässigbar klein und trägt praktisch nicht zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei.

Unter Treibhauseffekt wird die Eigenschaft verschiedener in der Atmosphäre existierender Gase (z. B. Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan) verstanden, das Sonnenlicht ungehindert zur Erdoberfläche passieren zu lassen, jedoch die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärme zum Teil zu absorbieren und zu reflektieren, so dass es zu einem Anstieg der mittleren Temperatur der Atmosphäre kommt.

39 Verunreinigtes SF_6 wird in Druckgasbehälter gefüllt, die besonders gekennzeichnet sind. Dadurch wird eine Verwechslung mit neuem SF_6 ausgeschlossen.

Die Gashersteller nehmen verunreinigtes SF_6 zur Aufarbeitung zurück.

Zum Umgang mit SF_6-Druckgasbehältern siehe auch Technische Regeln Druckgase TRG 280 „Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter; Betrieb von Druckgasbehältern".

40 Damit es nicht zu einer thermischen Zersetzung von SF_6 kommt, dürfen während des Umgangs mit SF_6 Arbeiten mit hoher Wärmeentwicklung, z. B. Schweißarbeiten, nicht durchgeführt werden.

Dieses Verbot gilt im gesamten Anlagenraum während der Tätigkeiten mit SF_6 (z. B. während des Entleerens oder Füllens eines SF_6-Gasraumes mit dem Wartungsgerät).

41 Und selbstverständlich sind – zumindest beim Umgang mit SF_6 – Essen, Trinken und auch Rauchen im Anlagenraum verboten.

Während der Tätigkeiten mit verunreinigtem SF_6 bzw. mit festen Zersetzungsprodukten, können Zersetzungsprodukte in den Mund gelangen und verschluckt werden, wenn die Nahrungs- und Genussmittel z. B. durch das Berühren mit verschmutzten Händen oder durch Aufbewahrung im Anlagenraum, verschmutzt sind. Denkbar ist auch eine Zersetzung des SF_6 in der Zigarettenglut.

Im Anlagenraum oder am Wartungsgerät befinden sich gegebenenfalls die Verbotszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ (P 02) und „Trinken und Essen verboten“ (P 30); siehe Anlage 2 BGV A8 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“.

Auch das Aufbewahren von Nahrungsmitteln im Anlagenraum, z. B. das Frühstückspaket oder die Brotzeit, ist zu Ihrem eigenen Schutz untersagt. **42**

3.6 Öffnen von Gasräumen

Weitere Maßnahmen sind beim Öffnen von Gasräumen erforderlich. **43**

Selbstverständlich dürfen Gasräume erst geöffnet werden, wenn sie entleert sind und Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt ist. **44**

Zum Entleeren von SF_6-Gasräumen siehe Ordnungsnummer 38.

Bei bestimmten Arbeiten kann es ausreichend sein, den SF_6-Gasraum mittels Wartungsgerät nicht vollständig, sondern nur bis zum Druckausgleich mit der Atmosphäre zu entleeren.

Ein Druckausgleich ist erforderlich, damit Schraubverbindungen gefahrlos gelöst werden können. Beim Lösen unter Druck stehender Schraubverbindungen besteht Verletzungsgefahr durch wegspringende Verbindungselemente (z. B. Muttern) oder Deckel.

Wenn sie aber entleert sind, wovor müssen wir uns dann noch schützen? **45**

Was meinen Sie?

Im Hauptfeld (Bild):

Wovor müssen wir uns schützen?

Antwort siehe Ordnungsnummern 46 und 47.

Ordnungs-
nummer

46 Auch von leeren Gasräumen können Gefahren ausgehen.

47 In Gasräumen mit Lichtbogenbelastung können sich Zersetzungsprodukte abgesetzt haben, die ja – wie wir wissen – unsere Gesundheit schädigen können.

Zu Zersetzungsprodukten und ihren gesundheitsschädigenden Eigenschaften siehe Ordnungsnummern 8 und 9 bzw. 20 und 21.

48 Deshalb ist beim Öffnen – oder vielmehr schon vor dem Öffnen – solcher Gasräume die persönliche Schutzausrüstung anzulegen, die der Betrieb zur Verfügung stellt. Das können zum Beispiel sein:

Schutzanzug …
Schutzhandschuhe …
Sicherheitsschuhe …
Atemschutzgerät …
Kopfschutz …

Die Auswahl der Schutzmaßnahmen einschließlich der zur Verfügung zu stellenden persönlichen Schutzausrüstung richtet sich nach der Art des zu öffnenden SF_6-Gasraumes (Art des Anlagenteils), der zu erwartenden Belastung mit Zersetzungsprodukten (z. B. Art und Ausmaß der Störung) und nach Art und Umfang der auszuführenden Arbeiten.

Soll z. B. der SF_6-Gasraum eines Trennschalters, einer Sammelschiene oder eines Strom- oder Spannungswandlers, in dem kein Störlichtbogen aufgetreten ist, geöffnet werden, ist bis auf normale Schutzhandschuhe keine weitere persönliche Schutzausrüstung erforderlich. Sind nur geringfügige Verschmutzungen durch feste Zersetzungsprodukte zu erwarten, werden säurefeste Schutzhandschuhe ausreichend sein. Bei Gefahr der Staubaufwirbelung kann zusätzlich Atemschutz angebracht sein. Das Einsteigen in ungereinigte SF_6-Gasräume mit Zersetzungsprodukten erfordert hingegen umfassende persönliche Schutzausrüstung.

Als Atemschutz sind normalerweise Filtergeräte mit Kombinationsfiltern (z. B. Voll- oder Halbmasken mit kombiniertem Gas- und Partikelfilter) ausreichend. Das Gasfilterteil sollte den Schutzbereich der Gasfiltertypen B und E abdecken (z. B. B1E1P2). Gasfilter Typ B schützen normalerweise auch gegen niedrigere SO_2-Konzentrationen. Universellen Schutz bieten von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkende Atemschutzgeräte (Isoliergeräte, wie z. B. Pressluftatmer oder Regenerationsgeräte).

Siehe auch BGR 190 „Benutzung von Atemschutzgeräten".

Zur eventuell erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorge bei der Benutzung von Atemschutzgeräten siehe UVV „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGV A4) und „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 26 ‚Atemschutzgeräte‘“ (BGI 504-26).

Werden Atemschutzgeräte ohne Vollmaske benutzt, sind Schutzbrillen des Verwendungsbereichs 5 (Gas und Feinstaub) entsprechend DIN EN 166 „Persönlicher Augenschutz; Anforderungen“ erforderlich.

Siehe auch „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (BGR 192).

Und das gilt insbesondere, wenn in einen Gasraum eingestiegen werden muss. **49**

So ausgerüstet, können wir uns an die Entfernung der Zersetzungsprodukte machen – selbstverständlich nur mit den Geräten und Reinigungsmitteln, die der Betrieb hierfür speziell zur Verfügung stellt, wie etwa diesen geprüften Industriestaubsauger. **50**

Dabei sollte man Staubaufwirbelungen möglichst vermeiden.

Ungeeignet sind z. B. wasserhaltige oder fasernde Reinigungsmittel.

Industriestaubsauger sollten mindestens der Staubklasse L („leicht“) entsprechen; siehe auch DIN EN 60335-2-69, Anhang AA „Besondere Anforderungen für Staubsauger, Kehrsaugmaschinen und Entstauber zur Aufnahme von gesundheitsschädlichem Staub“.

Und dass wir uns nach getaner Arbeit – und auch vor Pausen – gründlich mit viel Wasser waschen, ist wohl selbstverständlich. **51**

Fassen wir die wichtigsten Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an Gasräumen noch einmal kurz zusammen: **52**

Zusammenfassung siehe Ordnungsnummer 53.

Ordnungs-
nummer

53

SF_6 nicht in die Atmosphäre ablassen, Wartungsgeräte benutzen.

Verunreinigtes SF_6 nur in besonders gekennzeichnete Druckgasbehälter füllen.

Gasräume erst nach Entleeren und Druckausgleich mit der Atmosphäre öffnen.

Zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung benutzen.

Nur zur Verfügung gestellte Geräte und Reinigungsmittel benutzen.

Während des Umgangs mit SF_6 nicht schweißen.

Beim Umgang mit SF_6 nicht essen, trinken oder rauchen.

Nach der Arbeit waschen.

54

Welche persönliche Schutzausrüstung und welche Geräte und Reinigungsmittel müssen Sie nun benutzen?

Und wie sind die Druckgasbehälter bei Ihnen gekennzeichnet?

Der Vorgesetzte (z. B. Meister, Abteilungsleiter) hat konkrete Hinweise auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen zu geben, *z. B. auf zu verwendende*

- *persönliche Schutzausrüstung,*
- *Staubsauger,*
- *Reinigungsmittel (z. B. Werkzeug, Reinigungsmaterial und -flüssigkeiten),*
- *Druckgasbehälter für gebrauchtes oder verunreinigtes SF_6 (einschließlich deren Kennzeichnung).*

Ordnungs-
nummer

3.7 Sachgerechte Entsorgung

55 Und nun ein weiteres, aber durchaus nicht unwichtiges Kapitel unserer Unterweisung:

die sachgerechte Entsorgung.

56 Reinigungsmaterial, Einweganzüge, Handschuhe sowie Filter aus SF_6-Anlagen, Staubsaugern oder Atemschutzgeräten werden nicht einfach weggeworfen, sondern nach den speziellen betrieblichen Regelungen behandelt und entsorgt.

Außerdem kann dies z. B. noch feste Zersetzungsprodukte, Reinigungsflüssigkeiten und Filter aus Wartungsgeräten betreffen.

Infrage kommen z. B. Reinigung, Neutralisation mit einer alkalischen Lösung (z. B. von Calciumhydroxid, Natriumkarbonat, Natriumbikarbonat), Sammeln in besonderen Behältnissen zwecks Abgabe zur Beseitigung an einen Entsorgungsfachbetrieb.

Zur Kennzeichnung von Abfällen siehe z. B. Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang".

Ordnungs-
nummer

3.8 Erste Hilfe

57 Und wenn nun doch etwas passiert ist?

Dann leisten wir uns selbst oder anderen natürlich Erste Hilfe.

Siehe auch „Erste Hilfe im Betrieb" (BGI 509) und „Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride" (BGI 576).

Im Anlagenraum oder in Nachbarräumen befinden sich gegebenenfalls die Rettungszeichen „Augenspüleinrichtung" (E 09) und „Notruftelefon" (E 10); siehe Anlage 2 BGV A8 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz".

58 Sind Zersetzungsprodukte auf die Haut oder in die Augen gelangt, wird sofort mit viel Wasser ausgiebig gespült – und anschließend: zum Arzt.

Das ggf. nicht beeinträchtigte Auge wird geschützt, das beeinträchtigte Auge bei geöffnetem Lidspalt gespült.

Bei Beeinträchtigung der Augen sollte ein Augenarzt aufgesucht werden.

59 Hat der Betroffene Atembeschwerden, wird er sofort aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft gebracht. Ferner: kontaminierte Kleidung entfernen, für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen. Und dann: sofort ärztliche Behandlung.

Reizgase, wie z. B. Fluorwasserstoff, können zu einem Lungenödem führen, das sich erst nach mehreren Stunden bemerkbar macht, weshalb der Zusammenhang mit der Reizgasexposition nicht mehr gesehen wird. Der Arzt muss hierauf aufmerksam gemacht werden. Siehe auch Ordnungsnummern 20 und 21.

60 Wie ist aber die Entsorgung speziell bei Ihnen geregelt?

Und welche speziellen Regelungen haben Sie im Notfall, also bei der Ersten Hilfe zu beachten?

Der Vorgesetzte (z. B. Meister, Abteilungsleiter) hat konkrete Hinweise auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen zu geben.

Bezüglich der Entsorgung ist z. B. hinzuweisen auf

- *Behandlung der verschiedenen Materialien,*
- *Durchführung der Neutralisation,*
- *Schutzmaßnahmen bei der Neutralisation,*
- *Standort und Kennzeichnung der Sammelbehälter,*
- *den zuständigen Abfallbeauftragten.*

Bezüglich der Ersten Hilfe müssen z. B. bekannt sein:

- *Standort der Erste-Hilfe-Einrichtungen (z. B. Augenspüleinrichtung),*
- *zuständige Ersthelfer,*
- *inner- oder außerbetrieblicher Notruf.*

Und damit sind wir am Ende unserer Videounterweisung über Schwefelhexafluorid und seine Zersetzungsprodukte in SF_6-Schaltanlagen.

Auf eventuelle Besonderheiten Ihres Arbeitsplatzes wird, wie gesagt, Ihr Vorgesetzter noch eingehen – sofern er dies nicht schon getan hat.

Und nun wünschen wir Ihnen ein „frohes und vor allem sicheres Schaffen".

61

Anhang 1

Nachweis für die Durchführung der Unterweisung

SF_6-Schaltanlagen; Tätigkeiten mit verunreinigtem Schwefelhexafluorid (SF_6 mit Zersetzungsprodukten)

Folgende Mitarbeiter haben an der Unterweisung „SF_6-Schaltanlagen“ teilgenommen und wurden zusätzlich auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen hingewiesen (Schwerpunkte der Unterweisung siehe Anhang 2):

Ort, Datum:

Name, Unterschrift des Unterweisenden:

Teilnehmer an der Unterweisung (Name/Unterschrift):

Anhang 2

Merkblatt für Beschäftigte (Inhalt der Unterweisung)

SF_6-Schaltanlagen; Tätigkeiten mit verunreinigtem Schwefelhexafluorid (SF_6 mit Zersetzungsprodukten)

Eigenschaften
SF_6 ist viel schwerer als Luft. Neues SF_6 ist farblos, geruchlos, nichtbrennbar und ungiftig.
Im Lichtbogen entstehen gasförmige und feste Zersetzungsprodukte.
Verunreinigtes SF_6 hat einen typischen unangenehmen Geruch (wie faule Eier).

Gefahren für Mensch und Umwelt
Bei größerem SF_6-Austritt kann Erstickungsgefahr durch Sauerstoffverdrängung bestehen.
Eventuell vorhandene Zersetzungsprodukte können reizend, ätzend, gesundheitsschädlich, giftig sein.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln, Verhalten im Gefahrfall
Bei größerem SF_6-Austritt den Raum sofort verlassen bzw. nicht betreten. Den Raum erst nach ausreichender Lüftung oder nur mit Atemschutzgerät betreten. Wichtigstes Anzeichen für verunreinigtes SF_6 ist sein typischer Geruch.
SF_6 nicht in die Atmosphäre ablassen, Wartungsgeräte benutzen. Verunreinigtes SF_6 nur in besonders gekennzeichnete Druckgasbehälter füllen.
SF_6-Gasräume erst nach Entleeren und Druckausgleich mit der Atmosphäre öffnen.
Beim Öffnen von SF_6-Gasräumen zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung benutzen; nur zur Verfügung gestellte Geräte und Reinigungsmittel benutzen.
Während der Tätigkeiten mit SF_6 im Anlagenraum nicht schweißen.
Bei Tätigkeiten mit SF_6 nicht essen, trinken oder rauchen; nach der Arbeit waschen.

Sachgerechte Entsorgung
Zersetzungsprodukte und mit Zersetzungsprodukten kontaminierte Reinigungsmaterialien, Einweganzüge und Filter (z. B. aus SF_6-Schaltanlagen, Wartungsgeräten, Staubsaugern, Atemschutzgeräten) nach den betrieblichen Regelungen behandeln bzw. entsorgen.

Erste Hilfe
Zersetzungsprodukte auf der Haut oder in den Augen: sofort ausgiebig mit viel Wasser spülen, anschließend zum Arzt/Augenarzt.
Bei Atembeschwerden: sofort in frische Luft, mit Zersetzungsprodukten kontaminierte Kleidung entfernen, für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen; ärztliche Behandlung (Gefahr eines Lungenödems).

Hinweise auf arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifische Besonderheiten und spezielle betriebliche Regelungen (vom Unterweisenden einzutragen):

BGFE
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik

Anhang 3

Testbogen

SF_6-Schaltanlagen; Tätigkeiten mit verunreinigtem Schwefelhexafluorid (SF_6 mit Zersetzungsprodukten)

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an,
Mehrfachankreuzungen sind möglich.

1. Wodurch können SF_6-Zersetzungsprodukte entstehen?

- ☐ Durch Wiederverwendung von gebrauchtem SF_6.
- ☐ Durch Schalt- oder Störlichtbögen.
- ☐ Durch Leckagen an Gasräumen.

2. Warum sind SF_6-Zersetzungsprodukte gefährlich?

- ☐ Sie sind gasförmig oder fest.
- ☐ Sie sind reizend, ätzend oder anderweitig gesundheitsschädlich.
- ☐ Sie haben einen unangenehmen Geruch.

3. Warum ist verunreinigtes SF_6 gesundheitsschädlich?

- ☐ Es hat einen unzulässig hohen Luft- und Feuchtigkeitsgehalt.
- ☐ Es hat einen unangenehmen Geruch.
- ☐ Es enthält gesundheitsschädliche Zersetzungsprodukte.

4. Warum kann auch SF_6, das nicht verunreinigt ist, gefährlich sein?

- ☐ Es ist schwerer als Luft und kann sich deshalb am Boden und in tiefer liegenden Räumen ansammeln und dort zu Erstickungsgefahr führen.
- ☐ Es ist farblos und geruchlos und wird deshalb nicht wahrgenommen.
- ☐ Es verdrängt die Luft und damit den zur Atmung benötigten Sauerstoff.

5. Welche Verbote sind im Anlagenraum zu beachten, wenn ein SF_6-Gasraum entleert oder gefüllt wird?

- ☐ Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten.
- ☐ Trinken und Essen verboten.
- ☐ Nicht berühren, Gehäuse unter Spannung.
- ☐ Mobilfunk verboten.

6. Wie wird ein SF_6-Gasraum entleert?

- ☐ Das SF_6 wird ins Freie abgelassen.
- ☐ Das SF_6 wird in den Anlagenraum abgelassen; dabei wird Atemschutz benutzt.
- ☐ Es wird ein spezielles Wartungsgerät benutzt.

7. Welche Maßnahmen sind vor dem Öffnen eines Gasraumes, in dem SF_6-Zersetzungsprodukte zu erwarten sind, erforderlich?

- ☐ Der Gasraum wird entleert, und es wird Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt.
- ☐ Die bereitgestellte persönliche Schutzausrüstung wird angelegt.
- ☐ Ein geeigneter Staubsauger muss zur Verfügung stehen.

8. Welche persönliche Schutzausrüstung müssen Sie beim Öffnen und Reinigen eines Gasraumes, in dem SF_6-Zersetzungsprodukte zu erwarten sind, ggf. benutzen?

- ☐ Schutzbrille (nicht bei Atemschutzgerät mit Vollmaske)
- ☐ Atemschutzgerät
- ☐ Schutzhandschuhe
- ☐ Schutzanzug

9. Warum kann ein größerer SF_6-Austritt gefährlich sein?

- ☐ Bei Druckabfall schaltet die Anlage ab.
- ☐ Bei unzureichender Raumlüftung besteht Erstickungsgefahr infolge Sauerstoffverdrängung.
- ☐ Es können gefährlich hohe Konzentrationen gesundheitsschädlicher Zersetzungsprodukte auftreten.

10. Welche Schutzmaßnahmen sind nach einem größeren Gasaustritt zum Betreten des Anlagenraumes ggf. erforderlich?

- ☐ Der Raum muss ausreichend lange gelüftet worden sein.
- ☐ Es muss ein Atemschutzgerät mit kombiniertem Gas- und Partikelfilter benutzt werden.
- ☐ Bei unzureichender Lüftung muss ein von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkendes Atemschutzgerät (Isoliergerät) benutzt werden.

11. Wie werden Zersetzungsprodukte und mit ihnen kontaminiertes Material entsorgt (z. B. Reinigungsmaterial, Einweganzug, Staubfilter)?

- ☐ Sie werden in den normalen Müll (Hausmüll) gegeben.
- ☐ Das Material wird ausgeschüttelt, und die Zersetzungsprodukte werden mit viel Wasser in den nächsten Abfluss gespült.
- ☐ Sie werden in den hierfür bereitgestellten Behältern gesammelt und entsprechend den betrieblichen Regelungen entsorgt.

12. Wie wird Erste Hilfe geleistet, wenn feste Zersetzungsprodukte auf die Haut oder in die Augen gelangt sind?

- ☐ Die Haut mit einem Verband abdecken, die Augen schließen, nicht reiben.
- ☐ Die Haut bzw. die Augen (bei geöffnetem Lidspalt) sofort mit viel Wasser spülen, dann zum Arzt.
- ☐ Den Staub sofort abwischen.

Bestell-Nr. PU 13
8 · 0,5 (4) · 12 · 05 · 8
Alle Rechte beim Herausgeber
Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfreiem Papier