

Inhalt

| | Seite |
|--|-------|
| Einleitung | 9 |
| 1 Anwendungsbereich | 10 |
| 2 Normative Verweisungen | 10 |
| 3 Begriffe | 11 |
| 4 Handhabung von Gasen und Gasgemischen während der Aufstellung und Inbetriebnahme sowie nach Reparaturen oder Instandsetzungen am Anlagenort | 14 |
| 4.1 Allgemeines | 14 |
| 4.2 Evakuieren, Füllen und Prüfen der Qualität des Gases oder des Gasgemischs nach dem Füllen | 14 |
| 4.3 Nachfüllen vorgefüllter Schotträume bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten | 17 |
| 4.4 Füllen hermetisch abgeschlossener Drucksysteme | 18 |
| 5 Handhabung von Gasen und Gasgemischen während der Betriebszeit | 18 |
| 5.1 Nachfüllen von Gasen oder Gasgemischen bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten | 18 |
| 5.2 Prüfen der Qualität des Gases oder Gasgemischs | 20 |
| 5.2.1 Allgemeines | 20 |
| 5.2.2 Messung der Qualität von Gasen oder Gasgemischen mit tragbaren Geräten | 20 |
| 5.2.3 Probenahme und Versand von Gasen und Gasgemischen für die Analyse außerhalb des Anlagenorts | 20 |
| 5.3 Ändern der Zusammensetzung von Gasgemischen | 21 |
| 6 Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gasen und Gasgemischen während der Instandhaltung | 22 |
| 6.1 Allgemeines | 22 |
| 6.2 Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gasen und Gasgemischen ohne Lichtbogeneinwirkung oder mit üblicher Lichtbogeneinwirkung aus Schotträumen | 22 |
| 6.3 Rückgewinnung und Wiederaufbereitung aus Schotträumen, die Gas oder Gasgemisch mit starker Lichtbogeneinwirkung enthalten | 24 |
| 7 Lebensdauerende von Hochspannungs-Schaltanlagen | 27 |
| 7.1 Allgemeines | 27 |
| 7.2 Lebensdauerende von gesteuerten oder geschlossenen Drucksystemen | 27 |
| 7.3 Lebensdauerende von hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen | 28 |
| 7.4 Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gas am Lebensdauerende von hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen | 28 |
| 7.5 Zerlegung von Hochspannungs-Schaltanlagen | 32 |
| 7.6 Zersetzungsprodukte am Lebensdauerende | 33 |
| Anhang A (informativ) SF ₆ | 34 |
| Anhang B (informativ) SF ₆ -Gemische | 54 |
| Anhang C (informativ) Druckluft | 70 |
| Anhang D (informativ) Gase natürlichen Ursprungs und deren Gemische | 96 |
| Anhang E (informativ) C ₅ F ₁₀ O (C5-FK) in Gemischen mit N ₂ , CO ₂ und O ₂ (C5-FK-Gemische) | 131 |

| | |
|---|-----|
| Anhang F (informativ) C ₄ F ₇ N (C4-FN) in Gemischen mit N ₂ , CO ₂ und O ₂ (C4-FN-Gemische) | 166 |
| Anhang G (informativ) C ₃ H ₂ F ₄ (HFO1234zeE)..... | 196 |
| Literaturhinweise | 217 |
| Bilder | |
| Bild 1 – Evakuieren, Füllen und Prüfen der Qualität des Gases oder Gasgemischs nach dem Füllen..... | 15 |
| Bild 2 – Nachfüllen vorgefüllter Schotträume bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten | 17 |
| Bild 3 – Nachfüllen von Gasen oder Gasgemischen bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten..... | 19 |
| Bild 4 – Beispiel der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gas oder Gasgemisch ohne Lichtbogeneinwirkung oder mit üblicher Lichtbogeneinwirkung aus Schotträumen | 23 |
| Bild 5 – Beispiel der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gas oder Gasgemisch mit starker Lichtbogeneinwirkung aus Schotträumen | 25 |
| Bild 6 – Lebensdauerende von gesteuerten oder geschlossenen Drucksystemen | 27 |
| Bild 7 – Lebensdauerende von hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen..... | 28 |
| Bild 8 – Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gas am Lebensdauerende von hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen | 30 |
| Bild 9 – Verdünnungsprozess..... | 32 |
| Bild 10 – Zerlegung von Hochspannungs-Schaltanlagen | 33 |
| Bild A.1 – Mehrzweck-Handhabungsgeräte | 47 |
| Bild B.1 – Mehrzweck-Handhabungsgeräte für SF ₆ -Gemische | 63 |
| Bild B.2 – Gasmischgerät..... | 66 |
| Bild C.1 – Kontrollierte Freisetzung von Druckluft aus einer Hochspannungs-Schaltanlage vom Gasanschluss über Filter (siehe C.7.2.2) und ein Entlüftungsventil in die Atmosphäre | 82 |
| Bild C.2 – Gerät zur Erzeugung von Druckluft durch Aufbereitung atmosphärischer Luft..... | 86 |
| Bild C.3 – Bewertungsverfahren der möglichen Auswirkungen von Druckluft mit starker Lichtbogeneinwirkung auf die Gesundheit durch einen Lichtbogen | 94 |
| Bild D.1 – Kontrollierte Freisetzung von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen aus einer Hochspannungs-Schaltanlage vom Gasanschluss über Filter (siehe D.7.2.2) und ein Entlüftungsventil in die Atmosphäre..... | 113 |
| Bild D.2 – Gerät zum Herstellen eines Gemischs aus Gasen natürlichen Ursprungs am Anlagenort..... | 119 |
| Bild D.3 – Bewertungsverfahren der möglichen Auswirkungen von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen mit starker Lichtbogeneinwirkung auf die Gesundheit durch einen Lichtbogen..... | 127 |
| Bild E.1 – Struktur des C5-FK-Moleküls | 132 |
| Bild E.2 – Dampfdruckkurve von C5-FK..... | 134 |
| Bild E.3 – Gasmisch- und Füllvorrichtung | 151 |
| Bild E.4 – Gasrückgewinnungsvorrichtung..... | 153 |
| Bild F.1 – Struktur des C5-FK-Moleküls | 167 |
| Bild F.2 – Dampfdruckkurve von C4-FN..... | 178 |
| Bild F.3 – Gasmisch- und Füllbetriebsmittel..... | 185 |
| Bild F.4 – Gasextraktionsbetriebsmittel..... | 186 |

| | Seite |
|--|-------|
| Bild G.1 – Struktur des HFO1234zeE-Moleküls | 197 |
| Bild G.2 – Dampfdruckkurve von HFO1234zeE | 198 |
| Bild G.3 – Spannungsfestigkeit von HFO1234zeE im Vergleich mit SF ₆ | 199 |
| Bild G.4 – Mehrzweck-Handhabungsgeräte | 209 |
| Bild G.5 – Gasrückgewinnungsvorrichtung | 210 |
| Bild G.6 – Mehrzweck-Aufbereitungsgerät | 215 |
| Tabellen | |
| Tabelle 1 – Evakuieren, Füllen und Prüfen der Qualität des Gases oder Gasgemischs nach dem Füllen | 15 |
| Tabelle 2 – Nachfüllen vorgefüllter Schotträume bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten | 18 |
| Tabelle 3 – Nachfüllen von Gasen oder Gasgemischen bis zum Fülldruck bzw. bis zur Fülldichte für Isolation und/oder Schalten | 19 |
| Tabelle 4 – Probenahme und Versand von Gasen und Gasgemischen | 21 |
| Tabelle 5 – Beispiel der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Gas oder Gasgemisch ohne Lichtbogeneinwirkung oder mit üblicher Lichtbogeneinwirkung aus Schotträumen..... | 24 |
| Tabelle 6 – Beispiel der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung aus Schotträumen, die Gase oder Gasgemische mit starker Lichtbogeneinwirkung enthalten..... | 26 |
| Tabelle 7 – Rückgewinnung von Gas am Lebensdauerende von hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen | 31 |
| Tabelle A.1 – Maßnahmen bei der Arbeit an SF ₆ -Hochspannungs-Schaltanlagen | 35 |
| Tabelle A.2 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 36 |
| Tabelle A.3 – Neutralisierungslösungen | 38 |
| Tabelle A.4 – Beispiele für Bauarten von Druckgasbehältern, die für die Lagerung und den Transport von SF ₆ erforderlich sind | 44 |
| Tabelle A.5 – Internationale Bestimmungen für den Versand von SF ₆ | 45 |
| Tabelle A.7 – Gasmessgeräte | 50 |
| Tabelle B.1 – Chemische Haupteigenschaften von CF ₄ | 55 |
| Tabelle B.2 – Physikalische Haupteigenschaften von CF ₄ | 56 |
| Tabelle B.3 – Beispiele für Bauarten von Druckgasbehältern, die für die Lagerung und den Transport von SF ₆ -Gemischen erforderlich sind | 60 |
| Tabelle B.4 – Internationale Bestimmungen für den Versand von SF ₆ -Gemischen | 61 |
| Tabelle B.5 – Gasmessgeräte | 65 |
| Tabelle C.1 – Typische chemische Eigenschaften von Druckluft..... | 71 |
| Tabelle C.2 – Typische physikalische Eigenschaften von Druckluft | 72 |
| Tabelle C.3 – Maßnahmen bei der Arbeit an Hochspannungs-Schaltanlagen, die Druckluft enthalten | 73 |
| Tabelle C.4 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 74 |
| Tabelle C.5 – Beispiele für Bauarten von Druckgasbehältern, die für die Lagerung und den Transport von Druckluft erforderlich sind | 80 |
| Tabelle C.6 – Internationale Bestimmungen für den Versand von technischer und gebrauchter Druckluft | 81 |

| | Seite |
|--|-------|
| Tabelle C.7 – Typische Filterbauarten, die bei der Freisetzung von Druckluft in die Atmosphäre verwendet werden | 83 |
| Tabelle C.8 – Gasmessgeräte | 85 |
| Tabelle C.9 – Beispielfiltermethoden | 87 |
| Tabelle C.10 – Typische Adsorptionsmittel für verschiedene Druckluftverunreinigungen | 88 |
| Tabelle C.11 – OEL-Werte für NO ₂ , NO, O ₃ und HNO ₃ | 93 |
| Tabelle D.1 – Typische chemische Eigenschaften von N ₂ , O ₂ und CO ₂ | 97 |
| Tabelle D.2 – Typische physikalische Eigenschaften von N ₂ , O ₂ und CO ₂ | 98 |
| Tabelle D.3 – Maßnahmen bei der Arbeit an Hochspannungs-Schaltanlagen, die Gase natürlichen Ursprungs und deren Gemische enthalten | 100 |
| Tabelle D.4 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 101 |
| Tabelle D.5 – Beispiele für Bauarten von Druckgasbehältern, die für die Lagerung und den Transport von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen erforderlich sind | 110 |
| Tabelle D.6 – Internationale Bestimmungen für den Versand von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen | 111 |
| Tabelle D.7 – Typische Filterbauarten, die bei der Freisetzung von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen in die Atmosphäre verwendet werden | 113 |
| Tabelle D.8 – Gasmessgeräte | 116 |
| Tabelle D.9 – Beispielfiltervorgänge | 120 |
| Tabelle D.10 – Typische Adsorptionsmittel für verschiedene Verunreinigungen von Gasen natürlichen Ursprungs und deren Gemischen | 121 |
| Tabelle D.11 – OEL-Werte für NO ₂ , NO, O ₃ , CO und HNO ₃ | 126 |
| Tabelle D.12 Beispiel zum Nachfüllen/Neubefüllen/Ändern eines Ternärgemischs aus Gasen natürlichen Ursprungs | 129 |
| Tabelle E.1 – Chemische Haupteigenschaften von C5-FK | 133 |
| Tabelle E.2 – Physikalische Haupteigenschaften von C5-FK | 134 |
| Tabelle E.3 – Maßnahmen bei der Arbeit an Hochspannungs-Schaltanlagen, die C5-FK-Gemische enthalten | 136 |
| Tabelle E.4 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 137 |
| Tabelle E.5 – Methoden für die Lagerung von C5-FK | 144 |
| Tabelle E.6 – Beispiele für Behälterbauarten, die für die Lagerung und den Transport von C5-FK erforderlich sind | 145 |
| Tabelle E.7 – Methoden für die Lagerung von C5-FK-Gemischen | 145 |
| Tabelle E.8 – Beispiele für Behälterbauarten, die für die Lagerung und den Transport von C5-FK-Gemischen erforderlich sind | 145 |
| Tabelle E.9 – Internationale Bestimmungen für den Versand von C5-FK | 146 |
| Tabelle E.10 – Internationale Bestimmungen für den Versand von C5-FK-Gemischen | 146 |
| Tabelle E.11 – Gasmessgeräte | 154 |
| Tabelle E.12 – Im Zusammenhang mit Störlichtbögen festgestellte gasförmige Zersetzungsprodukte | 158 |
| Tabelle E.13 – OEL-TWA-Werte der Gaskomponenten und gasförmigen Zersetzungsprodukte | 163 |
| Tabelle F.1 – Chemische Haupteigenschaften von C4-FN | 168 |
| Tabelle F.2 – Physikalische Haupteigenschaften von C4-FN | 168 |

| | Seite |
|--|-------|
| Tabelle F.3 – Maßnahmen bei der Arbeit an Hochspannungs-Schaltanlagen, die C4-FN-Gemische enthalten | 170 |
| Tabelle F.4 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 171 |
| Tabelle F.5 – Methoden für die Lagerung von C4-FN | 178 |
| Tabelle F.6 – Beispiele für Behälterbauarten, die für die Lagerung und den Transport von C4-FN erforderlich sind | 178 |
| Tabelle F.7 – Methoden für die Lagerung von C4-FN-Gemischen | 179 |
| Tabelle F.8 – Beispiele für Behälterbauarten, die für die Lagerung und den Transport von C4-FN-Gemischen erforderlich sind | 180 |
| Tabelle F.9 – Internationale Bestimmungen für den Versand von C4-FN | 180 |
| Tabelle F.10 – Internationale Bestimmungen für den Versand von C4-FN-Gemischen | 181 |
| Tabelle F.11 – Gasmessgeräte | 187 |
| Tabelle F.12 – Im Zusammenhang mit Störlichtbögen festgestellte gasförmige Zersetzungsprodukte | 191 |
| Tabelle F.13 – OEL-TWA-Werte der Gaskomponenten und gasförmigen Hauptzersetzungsprodukte | 195 |
| Tabelle G.1 – Chemische Haupteigenschaften von HFO1234zeE | 197 |
| Tabelle G.2 – Physikalische Haupteigenschaften von HFO1234zeE | 198 |
| Tabelle G.3 – Maßnahmen bei der Arbeit an Hochspannungs-Schaltanlagen, die HFO1234zeE enthalten | 200 |
| Tabelle G.4 – Sicherheitsmaßnahmen beim Öffnen von oder Zugang zu Gas-Schotträumen | 201 |
| Tabelle G.5 – Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen als Folge äußeren Feuers oder eines Störlichtbogens | 203 |
| Tabelle G.6 – Internationale Bestimmungen für den Versand von HFO1234zeE | 208 |
| Tabelle G.7 – Gasmessgeräte | 213 |
| Tabelle G.8 – Zersetzungsprodukte von HFO1234zeE bei Störlichtbögen | 216 |