

Positionspapier

Optimierungspotenziale des SF₆-Einsatzes in Schaltanlagen



Inhalt

1. Einleitung	1
2. Optimierungspotenziale durch moderne SF ₆ -Technologie	2
3. Optimierungsmöglichkeiten bei Bestandsanlagen	3
4. Aktueller Stand und Ausblick zu alternativen Gasen und Gasgemischen	4
5. Fazit und Empfehlungen des ZVEI	5

1. Einleitung

SF₆ ist ein zuverlässiges Gas und gewährleistet die Versorgungssicherheit elektrischer Anlagen. Es ist nicht toxisch und nicht brennbar und hat keine karzinogenen, mutagenen oder fortpflanzungsgefährdenden (CMR) Eigenschaften. Für den Bedienenden wird demzufolge höchste Sicherheit erreicht und auch nach dem „End of Life“ der Anlagen verbleibt das Gas in einem geschlossenen Kreislauf. Auf der anderen Seite steht das hohe Treibhauspotenzial von SF₆ (engl.: Global warming potential oder kurz GWP von 22800¹), das zur Erwärmung der Erdatmosphäre beiträgt.

In modernen Anlagen konnte die genutzte SF₆-Menge bei gleichbleibender Funktionalität stetig reduziert werden. Die Ergebnisse aus der jährlichen Berichterstattung zu SF₆-Emissionen an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau & Reaktorsicherheit (BMUB) bestätigen diese Aussage.

Am 20. Mai 2014 wurde auf europäischer Ebene eine novellierte Fassung der EU F-Gase-Verordnung von 2006 – Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 – über fluorierte Treibhausgase veröffentlicht, die im Jahr 2022 wieder turnusmäßig überprüft wird.

Vor diesem Hintergrund setzen sich neben den Herstellern von SF₆-Betriebsmitteln auch Betreiber, Prüflaboratorien, Standardisierungsgremien, Forschungseinrichtungen, Verbände und Universitäten mit der Reduktion der eingesetzten SF₆-Mengen in Neuanlagen, einer weiteren Emissionsreduzierung durch moderne SF₆-Technologie, aber auch mit alternativen Gasen und Gasgemischen auseinander, die zur Substitution von SF₆ geeignet sein sollen.

¹ vgl.: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/treibhauspotentiale_ausgewahlter_verbindungen_und_deren_gemische_2015_05.pdf

2. Optimierungspotenziale durch moderne SF₆-Technologie

Der Einsatz von SF₆ in Schaltanlagen weist spezifische Vorteile auf. So können SF₆-gasisolierte, gekapselte Betriebsmittel (Schaltanlagen GIS, Leitungen GIL) sehr viel kleiner und kompakter gebaut werden als luftisolierte Anlagen (AIS), da SF₆ eine um den Faktor 3 höhere Spannungsfestigkeit als Luft und eine erheblich bessere Wärmetransportfähigkeit besitzt.

Kompaktheit ist überall dort entscheidend, wo die Stellflächen für Schaltanlagen teuer oder begrenzt sind (z.B. in städtischen Gebieten, in Gebäudeinstallationen oder Windkraftanlagen). Eine gasdichte Kapselung macht die Anlagen unabhängig von den Umgebungsbedingungen, was z.B. bei Schaltanlagen in Küstennähe oder in Windkraftanlagen, in Verteilstationen in Überflutungsgebieten, in klimatisch anspruchsvollen oder umweltbelasteten Gebieten, aber auch in großen Aufstellhöhen gefordert ist.

Beim Unterbrechen von Strömen zeigt SF₆ darüber hinaus hervorragende Lichtbogen-Löscheigenschaften, die von keinem anderen Gas oder Gasgemisch erreicht werden. Der SF₆-Einsatz in elektrischen Betriebsmitteln führt zu hoher Verfügbarkeit und geringem Wartungsaufwand.

Gasisolierte Schaltanlagen konnten im Verlauf der letzten Jahrzehnte durch konsequente Anwendung feldoptimierter Geometrien immer kompakter gebaut werden, was die spezifischen Füllmengen und damit den Einsatz von SF₆ für verschiedene Funktionen stetig reduzierte. Technische Innovationen, wie die Auswahl besserer Dichtmaterialien, Flanschmaterialien und O-Ringnut-Formen führten zu einer stetigen Reduktion der Gasemission im Betrieb. Dazu kommt der Umgang mit SF₆ in den Herstellwerken in einem geschlossenen System, der Verzicht auf SF₆-Füllung bei zerstörenden Prüfungen genauso wie der Einsatz von hochentwickelten Apparaturen zur Messung der Gasqualität.

Aus heutiger Sicht ist damit der erreichte Hochtechnologiestandard mit SF₆ in Bezug auf die Verwendung als Isolier-, Schalt- und Löschgas in Schaltanlagen technisch und wirtschaftlich optimiert. Die Leckraten von neuen Schaltanlagen liegen unterhalb den in der gültigen IEC-Norm genannten 0,5%/a für Hochspannungs-GIS und unterhalb von 0,1%/a für Mittelspannungs-GIS. Praxiserfahrungen und –messwerte moderner Anlagen zeigen deutlich geringere Werte auf. Dieser Standard wurde über mehr als vier Jahrzehnte von den europäischen Schaltanlagenherstellern gemeinsam mit Betreibern und Forschungseinrichtungen erarbeitet.

3. Optimierungsmöglichkeiten bei Bestandsanlagen

Eine kurzfristig realisierbare Reduktionsmöglichkeit, sowohl der eingesetzten SF₆-Mengen als auch der SF₆-Emissionen², ergibt sich bei Altanlagen. Durch die Einführung verpflichtender Dokumentationen bei Hochspannungsschaltanlagen, insbesondere der ersten und zweiten Generation, ließen sich die größten Emittenten identifizieren.

Der Ersatz dieser Betriebsmittel durch neue, moderne Anlagen würde zu einer signifikanten Verringerung der eingesetzten SF₆-Menge und der SF₆-Emission von Schaltanlagen im Bestand führen. Daher regen wir an:

1. Verpflichtende Dokumentation der SF₆-Emissionen bei Hochspannungsschaltanlagen der ersten und zweiten Generation.
2. Gesetzliche/Regulatorische Vorschriften zur Revision oder zum Ersatz von Bestandsanlagen mit einer höheren Leckrate innerhalb eines definierten Zeitrahmens, beginnend mit der Anlage, die die größte Leckrate aufweist.
3. Sollte den Anwendern/Betreibern dadurch ein finanzieller Schaden entstehen, dass betroffene Anlagen noch nicht vollständig abgeschrieben sind, soll eine Kompensation für die entgangenen Abschreibungen bis zum Ende der kalkulatorischen Nutzungsdauer nach der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) im Rahmen der Anreizregulierung gewährt werden.

Im Ergebnis entsteht eine effiziente und zielführende Maßnahme zur Reduktion der in Schaltanlagen eingesetzten sowie emittierten SF₆-Menge.

² Nachgewiesen in Deutschland durch die Emissionsstatistik des FNN

4. Aktueller Stand und Ausblick zu alternativen Gasen und Gasgemischen

Eine langfristige Möglichkeit, SF₆ zu reduzieren, ist die Einführung von alternativen Gasen und Gasgemischen, die ein erheblich niedrigeres GWP als SF₆ besitzen.

Vor diesem Hintergrund setzen sich die Hersteller von Schaltanlagen, Betreiber, Standardisierungsgremien, Forschungseinrichtungen, Verbände und Universitäten seit einiger Zeit intensiv mit alternativen Gasen und Gasgemischen auseinander, die zur Substitution von SF₆ geeignet sein sollen.

Ein Alternativgas bzw. -gasgemisch, welches in allen relevanten Eigenschaften vergleichbare Eigenschaften zu SF₆ besitzt, ist trotz intensiver Forschung bisher nicht bekannt, wenn man die heutigen Anforderungen an elektrische Betriebsmittel (z.B. hohe Lebensdauer, hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, vergleichbare Baugrößen, Wirtschaftlichkeit) unverändert beibehält.

Der aktuelle Stand stellt sich im Hinblick auf den Einsatz von alternativen Gasen und Gasgemischen in Schaltgeräten und -anlagen wie folgt dar:

- Piloterfahrungen bei Schaltgeräten und -anlagen in Verteil- und Übertragungsnetzen (im Moment bis 170 kV) werden derzeit gesammelt, Langzeiterfahrungen liegen noch nicht vor.
- Internationale Gremien befassen sich mit der Thematik zu alternativen Gasen und Gasgemischen und deren Einsatz in elektrischen Betriebsmitteln (IEC, IEEE, CIGRÉ), weil Standards und Normen dazu nicht vorliegen bzw. entsprechend angepasst werden müssen.
- T&D Europe hat einen ersten Leitfaden „Technical guide to validate alternative gas for SF₆ in electrical equipment³“ zur Qualifizierung von alternativen Gasen und Gasgemischen erstellt, der sich an die über Jahre gewachsene, aufwendige Validierung von SF₆ anlehnt.
- Das BMUB / UBA (Umweltbundesamt) hat eine nationale Studie „Konzept zur SF₆-freien Übertragung und Verteilung elektrischer Energie“ an Ecofys und ETH Zürich in Auftrag gegeben. Die Fertigstellung ist für Februar 2018 geplant.

³ Vgl. für weiterführende Informationen: <http://www.tdeurope.eu/data/T&D%20Europe%20Technical%20guide%20to%20validate%20alternative%20gas%20for%20SF6%20in%20electrical%20equipment.pdf>

Piloterfahrungen bei Schaltgeräten und -anlagen werden derzeit selektiv gesammelt. Eine detaillierte Bewertung der verschiedenen in Erprobung befindlichen Gase und Gasgemische ist noch nicht möglich. Zudem muss die Umweltverträglichkeit von Alternativgasen oder -gasmischungen in der GIS-Technologie über die gesamte Lebensdauer untersucht und betrachtet werden (z.B. carbon footprint, End of Life treatment).

Internationale Normung und Standards, die für den Einsatz von alternativen Gasen oder Gasgemischen in elektrischen Betriebsmitteln und deren Handhabung notwendig sind, liegen derzeit nur für SF₆ vor. Der Zeitrahmen für eine Normung umfasst erfahrungsgemäß eine Dauer von erheblich mehr als 5 Jahren, so dass die Normung leider keinen schnellen Beitrag für einen branchenweiten Einsatz von alternativen Gasen und Gasgemischen leistet.

5. Fazit und Empfehlungen des ZVEI

Aus heutiger Sicht ist der mit dem SF₆-Gas erreichte Technologiestandard von Schaltanlagen in Bezug auf die Verwendung als Isolier-, Schalt- und Löschgas technisch und wirtschaftlich auf einem Höchststand. Kurz- und mittelfristig ist es nicht möglich, SF₆ für alle wesentlichen Anwendungen der Energieübertragung und -verteilung auch im Segment der „Mittelspannungsschaltanlagen der Sekundärverteilung“ zu ersetzen.

Die Industrie evaluiert im Moment alle Möglichkeiten, ein Optimum an alternativen Gasen oder Gasgemischen für die wesentlichen Netz- und Industrieanwendungen zu finden und den Anwendern eine äquivalente Schaltanlagentechnologie mit raumsparenden, umweltverträglichen und umweltunabhängigen Eigenschaften zu bieten. Es fehlen aber sowohl internationale Standards und – wegen zum Teil sich widersprechender Vor- und Nachteile – als auch eine Standardisierung auf ein einheitliches Gas oder Gasgemisch.

Erfolg werden Schaltanlagen mit alternativen Gasen oder Gasgemischen nur haben, wenn sie auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu existierenden Schaltanlagen mit SF₆ sind (bzgl. Erfüllung der technischen Anforderungen, Gesamtkostenbilanz wie auch eine positivere Ökobilanz über die gesamte Lebensdauer).

Der ZVEI empfiehlt daher deutlich, keinerlei Einschränkung von SF₆ bei Schaltgeräten und -anlagen vorzunehmen, sondern weitere Entwicklungen mit alternativen Gasen und Gasgemischen zu beobachten und zu unterstützen.

Vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen sieht der ZVEI derzeit in einem Ersatzprogramm für Altanlagen, die kurz- und mittelfristig beste Option zur Reduktion von SF₆-Emissionen von Schaltanlagen. Flankierend zu diesem Ersatzprogramm können Alternativgase und -gemische weiter erprobt, normativ vorangebracht und Pilotierungen unterstützt werden.

Es sollte zudem ein strukturiertes Gesprächsprozess etabliert werden, damit in Überprüfungsmaßnahmen nach der F-Gase-Verordnung sachgerechte Lösungen unter Einbindung aller Interessen diskutiert werden und letztlich in regulatorische Vorgaben einfließen können.

Grundsätzlich ist dabei zu beachten, dass ein isolierter Blick auf SF₆-Reduktionspotenziale in Schaltanlagen in Europa deutlich zu kurz greift und umweltpolitisch nur marginale Auswirkungen hat. Emissionen von SF₆ sind ein „Weltproblem“, kein auf Europa, Deutschland oder auf die Elektroindustrie beschränktes Thema. Primäres Ziel muss es daher sein, die sinnvollen und wirksamen Anforderungen der mustergültigen EU F-Gase-Verordnung mit Stand 2014 auch außerhalb der EU im geltenden Recht zu verankern.

Ansprechpartner

Sven Borghardt
Referent Energietechnik
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Charlottenstraße 35/36
10117 Berlin
Telefon: +49 30 306960-22
E-Mail: borghardt@zvei.org

Herausgeber

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
www.zvei.org

Über den ZVEI

Der ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. vertritt die gemeinsamen Interessen der Elektroindustrie und der zugehörigen Dienstleistungsunternehmen in Deutschland. Rund 1.600 Unternehmen haben sich für die Mitgliedschaft im ZVEI entschieden.

Die Branche beschäftigt knapp 849.000 Arbeitnehmer in Deutschland und weitere rund 677.000 weltweit. Im Jahr 2015 betrug ihr Umsatz 178,5 Milliarden Euro. Etwa ein Drittel davon entfallen auf neuartige Produkte und Systeme. Jährlich wendet die Branche 15,5 Milliarden Euro auf für F&E, 6,4 Milliarden Euro für Investitionen und zwei Milliarden Euro für Aus- und Weiterbildung. Jede dritte Neuerung im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt erfährt ihren originären Anstoß aus der Elektroindustrie.