

Ergebnisprotokoll 1. Fachgespräch

Einsatz und Alternativen von SF₆ in der elektrischen Energieversorgung

Termin	06. März 2017
Ort	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Köthener Straße 2 - 3, 10963 Berlin

1 Agenda

- 10:30 – 10:50 Begrüßung und Einführung durch BMUB
- 10:50 – 11:10 Vorstellungsrunde
- 11:10 – 11:30 Kurzvorstellung Projekt
- 11:30 – 12:30 Diskussion Block A: elektrische Betriebsmittel in der Mittelspannung - Stand der Technik von SF₆ und Alternativen
- 12:30 – 13:15 Mittag
- 13:15 – 14:30 Diskussion Block B: elektrische Betriebsmittel in der Hoch- und Höchstspannung - Stand der Technik von SF₆ und Alternativen
- 14:30 – 15:30 Diskussion Block C: Fragen der Marktakzeptanz, nicht-technische Barrieren für die Einführung von Alternativen
- 15:30 – 16:00 Resümee des Tages und weiteres Vorgehen

2 Ergebnisprotokoll

Das nachfolgende Ergebnisprotokoll zum 1. Fachgespräch fasst wesentliche Teile der Diskussion und Ergebnisse aus Sicht des Projektteams zusammen. Das Projektteam erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Vor der eigentlichen Diskussion zu den Themenblöcken A bis C wurden folgende übergeordnete Aspekte im Rahmen der Einführungspräsentation diskutiert.

Monitoring der Emissionen und Terminologie Schaltanlage

- Die genaue Zuordnung von Wandlern und Schaltgeräten ist in der Darstellung der Emissionen (Ecofys-Präsentation Folien 6-8) nicht eindeutig. Das Projektteam konsultiert den FNN und stimmt eine Anpassung der Zuordnung / Darstellung ab.¹
- Es gibt keine gemeinsame Position, ob und welche Art von Schaltgeräten oder Messwandler grundsätzlich als Teil von Schaltanlagen oder als separate Betriebsmittel zu betrachten sind. Daraus lässt sich ein Bedarf für eine klare und einheitliche Terminologie / Definition ableiten. Der Arbeitskreis SF₆ will sich der Problematik annehmen.

¹ Nach einer ersten Konsultation ergibt sich die folgende Differenzierung: I, *Bestand HS-Schalter- und -Anlagen* (>= 52 kV) enthält gasisolierte Schaltanlagen (GIS) und konventionelle Leistungsschalter. II, *Bestand Sonstige* (>= 52 kV) enthält konventionelle Wandler und gasisolierte Leitungen (GIL). Demnach entspricht die Darstellung in der Präsentation den Annahmen / der Terminologie vom FNN.

Spannungswert für Grenze zwischen Mittel- und Hochspannung

- Es wird sich im Teilnehmerkreis auf die Verwendung der Grenze von 52 kV (Bemessungsgröße) in Anlehnung an die IEC Norm IEC 62271-200 geeinigt. Für die Einordnung / Diskussion von Lösungen in der Mittelspannung müssen aber die Spannungsbereiche < 36 kV sowie > 36 kV bis einschließlich 52 kV unterschieden werden. In Deutschland kommen fast ausschließlich Betriebsmittel im Bereich von bis zu 36 kV vor.

2.1 Block A: elektrische Betriebsmittel in der Mittelspannung

Zusammenfassung des Stimmungsbildes zu einzelnen Thesen (Ergebnisse der Befragung²)

These	ist korrekt	ist korrekt mit Einschränkungen	ist relevant
Die Reduktionspotentiale bei SF ₆ – isolierten Anlagen in der Mittelspannung sind sehr gering.	mittlere Zustimmung, Keine Ablehnung	geringe Zustimmung, Keine Ablehnung	mittlere Zustimmung, Keine Ablehnung
Bis 24 kV sind technisch ausgereifte Alternativtechnologien verfügbar.	geringe Zustimmung, Geringe Ablehnung	geringe Zustimmung, Keine Ablehnung	geringe Zustimmung, Keine Ablehnung
Der aktuelle Mangel an standardisierten Lösungen behindert die Einführung / von Alternativen.	hohe Zustimmung, geringe Ablehnung	geringe Zustimmung, Keine Ablehnung	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung

Aktuelles Niveau und weitere Reduktion des SF₆ Einsatzes in SF₆-isolierten Schaltanlagen

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Für Schaltgeräte und Schaltanlagen im Allgemeinen gab es ein weitestgehend konsistentes Stimmungsbild hinsichtlich der Reduktionspotentiale. In den wesentlichen Bereichen der Herstellung und dem Betrieb aktueller Technologien wurden die Entwicklungspotentiale zur Reduktion der Emission in den letzten Jahren weitestgehend ausgeschöpft. Für moderne Schaltanlagen schätzen die Teilnehmer die jährlichen Emissionsraten mit deutlich unter 0,1 % der Füllmenge ab.
- Bei den sonstigen Betriebsmitteln (gilt für Mittel- und Hochspannung), wie z. B. Durchführungen oder Messwandlern, gab es hinsichtlich der Reduktionspotentiale kein klares Stimmungsbild. Die Diskussion offenbarte einen Klärungsbedarf bezüglich der Abgrenzung der Betriebsmittelkategorien und der dem Monitoring zugrundeliegenden Definitionen.
- *Ergebnis:* Für moderne Schaltanlagen mit SF₆ sind die Emissionsraten gering. Das weitere Reduktionspotential bei weiterer Verwendung von SF₆ wird deshalb als unerheblich eingestuft und wäre mit sehr großen Aufwand verbunden. Eine weitere Reduktion wäre nur mit alternativen Technologien oder Gasen möglich.
- *Ergebnis:* Bei den sonstigen Betriebsmitteln (gilt für Mittel- und Hochspannung) gibt es weiteren Diskussionsbedarf zur Abgrenzung / Definition und zum möglichen Reduktionspotential. Im Arbeitskreis SF₆ soll die Diskussion fortgesetzt werden.

² Die Fragen, die zur Abstimmung gebracht wurden, wurden durch das Projektteam am Ende des jeweiligen Themenblocks unter Berücksichtigung des Gesprächsverlaufs formuliert. Die Stimmungslage wurde mittels Handzeichen der Teilnehmer ermittelt. Jeder Teilnehmer hatte die gleiche Stimmwichtung, unabhängig von Funktion, Marktdeckung und Portfoliovielfalt. Ergänzend zu den protokollierten Positionen fassen sie damit Kernaussagen der Teilnehmer zusammen.

Technische Verfügbarkeit von Alternativen für den Einsatz von SF₆ in Schaltanlagen

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Für Leistungsschalter ist Vakuum Stand der Technik. Hinsichtlich der Frage, ob Vakuum bei Lastschaltern Stand der Technik ist, zeigt sich kein einheitliches Stimmungsbild. Für die Mehrheit erfolgt die Wahl des Schaltmediums bei Lastschaltern nicht aufgrund technischer Aspekte, sondern aufgrund der Kosten.
- Als Isoliermedium stehen für den Großteil der Anwendungen ausreichend technisch vergleichbare Alternativtechnologien³ zur Verfügung (u.A. Luftisolierung, Feststoffisolierung). Bei Alternativgasen⁴ sind aber einzelne Fragen (z. B. Umweltverträglichkeit, Langzeitverhalten) noch nicht geklärt. Für spezifische Anwendungsfälle, die Spannungsbereiche ≥ 36 kV oder sehr hohe Nennströme erfordern, sind vorerst weitere technische Entwicklungen erforderlich.
- *Ergebnis:* Auch wenn sich kein einheitliches Stimmungsbild hinsichtlich der technischen Verfügbarkeit von Alternativtechnologien zeigt, sieht die Mehrheit keine technischen Restriktionen für den Einsatz von Alternativen beim Großteil der Anwendungsfälle in der Mittelspannung.

Kosten

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Derzeit gehen die Teilnehmer von höheren, aber nicht prohibitiven Kosten für Alternativen aus.
- Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung bzw. einer möglichen Reduzierung der Kosten zeigt sich kein einheitliches Stimmungsbild. Die Mehrheit geht aber davon aus, dass der Grad der Standardisierung und die geforderten Spezifikationen maßgeblich die sich einstellenden Kosten beeinflussen. Im Ergebnis der Diskussion zeigt sich weiterer Diskussionsbedarf und die Erkenntnis, dass für ein klares Verständnis vom Begriff *Standardisierung* zwischen internationalen Normen und den von Anwendern geforderten spezifischen Standards zu differenzieren ist.
- *Ergebnis:* Derzeit sind die Kosten für Alternativen höher, werden aber nicht als prohibitiv eingeschätzt (siehe auch die allgemeine Ergänzung bei Block B).

³ Alternativtechnologien umfassen alle auf dem Markt verfügbaren Technologien, die nicht SF₆ als Isolier- und oder Schaltmedium verwenden.

⁴ Alternativgase umfassen alle gasförmigen Isolier- und Schaltmedien, die für den Einsatz in Schaltanlagen potenziell in Betracht kommen.

2.2 Block B: elektrische Betriebsmittel in der Hoch- und Höchstspannung - Stand der Technik von SF₆ und Alternativen

Zusammenfassung des Stimmungsbildes zu einzelnen Thesen (Ergebnisse der Befragung)

These	ist korrekt	ist korrekt mit Einschränkungen	ist relevant
Langfristig wird sich lediglich ein Alternativgas durchsetzen.	mittlere Zustimmung, geringe Ablehnung	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung
Wir brauchen eine längere Pilotierungsphase, die mehrere Alternativen gleichwertig berücksichtigt. Diese Phase erfordert ein Engagement von Herstellern und Anwendern.	hohe Zustimmung, keine Ablehnung	-	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung

Monitoring der Emissionen und Reduktionspotentiale des SF₆ Einsatzes

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Bei Anlagen in der Hochspannung zeigten sich in den letzten Jahren / Jahrzehnten hinsichtlich der Reduktion der Emissionsraten relevante Entwicklungen. Die Differenz der Leckrate zwischen Alt- und Neuanlagen in der Hochspannung ist deutlich höher als im Bereich der Mittelspannung. Dies liegt darin begründet, dass Mittelspannungsanlagen mit SF₆ zeitlich erst nach Hochspannungsanlagen eingeführt wurden und die Hersteller somit auf jahrelange Entwicklungserfahrung zurückgreifen konnten. Trotz dieser grundsätzlichen Einordnung hat sich im Rahmen der Diskussion gezeigt, dass es kein einheitliches Verständnis zur Definition von Altanlagen (Zeitbezug, Technologie, etc.) gibt. Weiterhin ermöglichen die aktuellen Monitoringprozesse nur wenige quantitative / belastbare Aussagen zu Leckraten (insbesondere in der MS und bei „sonstigen“) und zum Bestand der Altanlagen.
- In Anlehnung an die Diskussion in Block A wird weiterhin eine differenzierte Betrachtung weiterer Betriebsmittel, wie z. B. separate Schaltgeräte, Durchführungen oder Messwandler, als notwendig erachtet.
- *Ergebnis:* Reduktionspotentiale werden primär bei Altanlagen gesehen. Wobei es vorerst Klärungsbedarf hinsichtlich der Abgrenzung / Definition und dem validen Monitoring / der validen Erfassung des Anteils von Altanlagen gibt. Weiterhin zeigt sich weiterer Diskussionsbedarf hinsichtlich der sonstigen Betriebsmittel (siehe Diskussion Block A).

Technische Verfügbarkeit von Alternativen für den Einsatz von SF₆

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Die Teilnehmer bringen zum Ausdruck, dass ein deutlicher Kenntniserwerb erforderlich ist hinsichtlich einer Charakterisierung und einer vergleichenden Bewertung aller Alternativen (dies gilt *auch* für die Mittelspannung).
- Der Thematik Standardisierung kam in der Diskussion eine zentrale Bedeutung zu. Hier sehen die Teilnehmer weiteren Diskussionsbedarf. Wobei es verschiedene Positionen gab, in welchem Bereich eine Standardisierung erforderlich und was damit gemeint ist, z. B. vergleichbare technische Eigenschaften oder Anforderungen der Kunden oder ein einheitliches Gas.
- *Ergebnis:* Viele Teilnehmer zeigen keine klare / finale Positionierung hinsichtlich der verschiedenen alternativen Technologien/Gase. Hier zeigen sich divergierende Positionen zwischen Herstellern und Anwendern. Die Anwender haben den Wunsch nach direkt vergleichbaren

Analysen und einer Lösung am Markt, die von allen Herstellern angeboten wird. Dementgegen sehen die Hersteller einen gewissen Wettbewerb als Vorteil, weil Alternativgase eben nicht 1:1 den ganzen Einsatzbereich von SF₆ ersetzen können.

- Weiterhin sollten Rahmenbedingungen für die Einführung verschiedener Optionen bestehen, da derzeit noch nicht absehbar ist, welche Alternative möglichst viele Anwendungsfelder komplett abdeckt.

Kosten

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Grundsätzlich verfügen die Anwender über wenig Informationen zu möglichen Mehrkosten für Alternativen. Nach den Aussagen der Hersteller sind die Kosten für Anlagen mit Alternativen in der Hochspannung schwer abschätzbar.
- Einige Betreiber betonten, dass selbst moderate Mehrkosten nicht leichtfertig hingenommen werden können, selbst wenn sie im Bereich öffentlicher Versorgungsnetze durch die Regulierung anerkannt würden. Netzentgelte sind ein politisch sensibles Thema. Die Frage, welche Mehrkosten vertretbar sind, müsste deshalb gesondert und angemessen untersucht und diskutiert werden.
- *Ergebnis:* Die Frage, was vertretbare Kosten sind, ist für öffentliche Netze im Rahmen der Anreizregulierung und somit vom regulatorischen Rahmen zu klären (dies gilt *sowohl* für Mittel- als auch für Hochspannung).

2.3 Block C: Fragen der Marktakzeptanz, nicht-technische Barrieren für die Einführung von Alternativen

Zusammenfassung des Stimmungsbildes zu einzelnen Thesen (Ergebnisse der Befragung)

These	ist korrekt	ist korrekt mit Einschränkungen	ist relevant
Es wird eine Vielfalt an möglichen Instrumenten gesehen. Es zeigt sich kein einheitliches Stimmungsbild bei Priorisierung der politischen Instrumente, aber eine Präferenz einzelner Teilnehmer für Förderinstrumente.	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung	-	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung
Auch im regulierten Markt sind Mehrkosten bei der Investition und den Betriebskosten relevant.	hohe Zustimmung, keine Ablehnung	-	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung
Herausforderung ist nicht ein Alternativgas, sondern eine Vielzahl an Alternativgasen.	hohe Zustimmung, keine Ablehnung	-	hohe Zustimmung, Keine Ablehnung

Unsicherheit des künftigen regulativen und politischen Rahmens (Was für einen Ordnungsrahmen brauchen Sie als Hersteller / Anwender?)

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Grundsätzlich wurden verschiedene Gruppen von Instrumenten diskutiert. Marktanreizprogramme, unternehmensinterne Anreizprogramme oder Verbote / Steuern.
- Bei der Förderung von Alternativen zeigen sich Herausforderungen hinsichtlich der Finanzierung und der Frage, wo Fördermodelle ansetzen sollten. Zum Beispiel: Sollten nur neue Alternativen gefördert werden? Dies würde bereits bestehende Alternativen benachteiligen. Sollte der Fokus auf Forschungsprogramme (z. B. zur Umweltverträglichkeit) gelegt werden?
- Beispiele für unternehmensinterne Anreizprogramme bei Betreibern wurden für die Niederlande und die Schweiz angeführt (Kostenpönale für SF₆, Umweltfonds). Diese basieren aber auf einer freiwilligen Einführung einzelner Unternehmen.
- Die Anreizwirkung einer Steuer auf SF₆ wird aufgrund des geringen Anteils an den Gesamtkosten der Anlagen kritisch gesehen.
- Bei der Diskussion um mögliche Verbote zeigten sich verschiedene Positionen. Wenige Teilnehmer befürworteten Verbote, andere waren klar dagegen.
- *Ergebnis:* Einigkeit bestand darin, dass ein planungssicherer Ordnungsrahmen erforderlich ist. Hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung des Rahmens zeigt sich keine klare Position oder Forderung seitens der Branchen. Ein Teil der Teilnehmer äußerte grundsätzlich eine Präferenz für Förderinstrumente.

Investitionen und Betriebskosten (Anwenderseitig)

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* In der Diskussion hat sich eine differenzierte Betrachtung nach Spannungsebene und regulierter / nicht regulierter Markt gezeigt.
- In der Mittelspannung fallen gegenwärtig faktisch keine Betriebskosten an. In der Hochspannung fallen Betriebskosten an, wobei diese für die Alternativen von einem Teilnehmer als vergleichbar angenommen wurden.
- Im regulierten Bereich (Netze der öffentlichen Versorgung) sind vertretbare Mehrkosten bei der Investition vom regulatorischen Rahmen abhängig. Im nichtregulierten Bereich werden die Mehrkosten nicht unbedingt als prohibitiv erachtet. Allerdings werden in nichtregulierten Märkten preisrelevante Entscheidungen getroffen, die bei Preisunterschieden zum Ausschluss einer Alternative führen können.
- Im Laufe der Diskussion zeigte sich, dass die Anwender derzeit über wenig Informationen zu möglichen Mehrkosten für Alternativen verfügen.

Komplexität der Prozesse und des Handlings von Alternativgasen

- *Anmerkung Teilnehmer / Diskussion:* Heute setzen Anwender schon verschiedene Technologien von unterschiedlichen Herstellern ein. Damit einher gehen bereits aktuell Unterschiede beim Anlagenhandling (nicht beim Gashandling). Mehrere / verschiedene Gase würden aber die Vielfalt potenzieren.
- *Ergebnis:* Grundsätzlich wird der Einsatz einer begrenzten Anzahl verschiedener Gase als möglich erachtet, aber die Teilnehmer sehen Herausforderungen bei der Personalausbildung, Arbeitssicherheit sowie dem Vorhalten und der Lagerung von Gashandlinggeräten, Messinstrumenten und Ersatzteilen.

3 Teilnehmer

Unternehmen	Name
Amprion	Dennis Unger
TenneT	Ralf Huth
50Hertz	Frank Reincke
Uniper	Jochen Hantschel
Avacon / E.on	Guido Kaul
EW Zürich	Pascal Müller
Innogy	Hardy Chabowski
Netze BW	Marcel Engel
Stromnetz Berlin	Andreas Lehmann
Stromnetz Hamburg	Detlef Neumann
Stromnetz Hamburg	Thomas Volk
Currenta	Hans-Peter Frankeser
Evonik	Michael Müller
wpd europe	Jochen Weidenhausen
ABB	Maik Hyrenbach
GE Grid Solutions	Karsten Pohlink
GE Grid Solutions	Lutz Drews
Siemens	Peter Glaubitz
Siemens	Guenter Kachelriess
Cellpack	André Lüscher
Driescher Moosburg	Thomas Goehlsch
Driescher Wegberg	Martin Grote
Eaton Electric	Gerard Schoonenberg
Ormazabal	Paul Schmitz
Schneider Electric	Raimund Summer
Pfiffner	Beat Bertschi
RITZ	Matthias Reiß ⁵
TRENCH Group	Udo Prucker
DILO GmbH	Peter Sieber ¹
3M	Pierre Vander Elst
Solvay	Thomas Schwarze
VDE	Thoralf Bohn
ZVEI	Sven Borghardt
AK SF6 (Westnetz)	Christoph Schmalfeldt
AK SF6 (ABB)	Edgar Dullni
Ökorecherche	Kristina Warncke
BMUB - IG II	Axel Vorwerk
BMUB - KI I 5	Hans-Peter Klein

⁵ Kurzfristig abgesagt.

Projektteam

Unternehmen	Name
UBA	Cornelia Elsner
BMUB	Rolf Engelhardt
Ecofys	Karsten Burges
Ecofys	Michael Döring
Ecofys	Charlotte Hussy
ETH Zürich	Christian Franck
ETH Zürich	Mohamed Rabie