NAME: Dr. Shibani Bose
COUNTRY : Germany
REGISTRATION NUMBER : 6989

GROUP REF. : 1
PREF. SUBJECT : PS2
QUESTION N° : 2

Beside existing gases or gas mixtures with a GWP ≤ 10 or even GWP ≤ 1, are there emerging any further new alternatives?

With regards to current environmental directives, related to fluorine (F-) insulation gases, the following gives an indication on the current global orientation.

Sustainable development goals, which are defined by the UN (Fig 1), are focussing on topics like good health, affordable & clean energy, climate actions and CO_2 net zero.

Whereas national and international legislations and regulations do emphasize on implementation of defined targets, e.g. in case of F-gases with

- national penalties for CO_2 and/or SF_6; moving towards SF_6 bans (Fig 2)
- CARB California: stepwise SF_6 phase-out for new equipment installations
- EU regulation proposal: placing on market prohibition for F-gases [2]
- Starting worldwide restrictions activities on PFAS*
  (*Per- and Polyfluoroalkyl substances* (*PFAS) = forever chemicals, incl. PFAS F-gases as C4-FN and C5-FK*)

Grid operators and equipment manufacturers are more and more concentrating on the reduction of SF_6 emissions and how to phase out SF_6 as well as on the launch of e.g. future-proof products using F-gas-free clean air (synthetic air) technology (Fig 3).

Fig. 1: Sustainability development goals of UN [1]

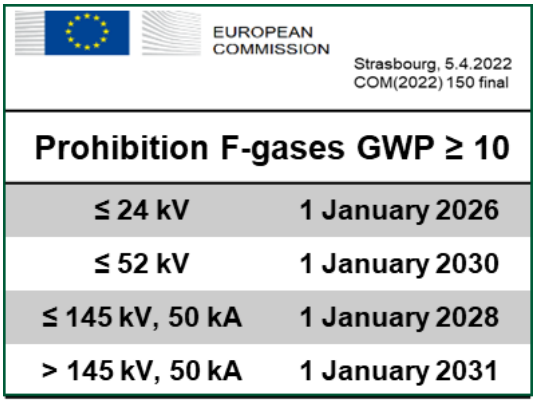


Fig 2: EU F-gas regulation prohibition timeline [2]

Fig 3: Clean Air and vacuum technology

Supporting these objectives, the following exemplary responses to ban F-gases with GWP ≥10 in the EU, are formulated in the following expectations towards SF_6 free alternatives.

Nongovernmental Organizations (NGO) call for F-gas-free grids, based on natural origin gases (Fig 4), by

- mandate to fast phase-out of SF_6 with ambitious transition times
- extend emission containment and reporting obligations
- address SF_6 leakages, using labelling, reporting and monitoring
- incentivize the demand for SF_6-free technologies
- demand a fast transition towards F-gas-free alternatives only

Transmission System Operators (TSO) call for transition to F-gas free technologies (Fig 5)
by

- defining the long-term goal for some TSOs to exclusively use of natural insulation gases as alternatives to SF_6.
- aiming to pilot SF_6-free alternative technologies to minimize greenhouse gas emissions quick, comprehensive and sustainable.

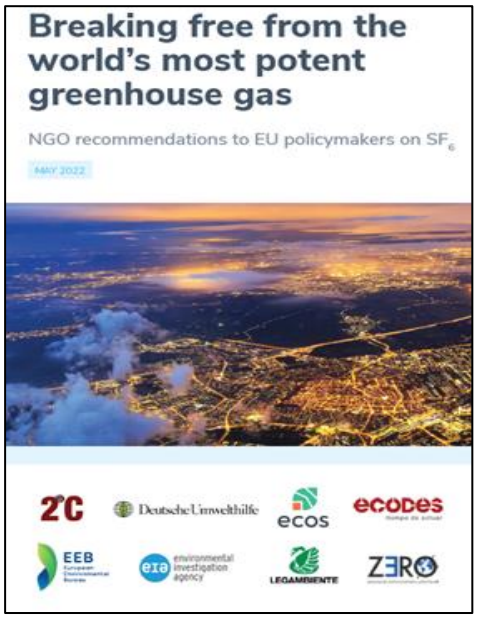


Fig 4: NGO recommendations on greenhouse gases [3]


50hertz amprion TenneT TRANSNET BW

Berlin, 08.06.2022 | *Seite 1 von 1*

UMSTIEG AUF SF_6–FREIE TECHNOLOGIEN IN DER HOCH- UND HÖCHSTSPANNUNGSEBENE

➔ *Langfristiges Ziel der ÜNB's ist die ausschließliche Nutzung von natürlichen Gasen als Alternative zu SF_6.*

➔ *Die ÜNB's streben die Pilotierung von SF_6-freien alternativen Technologien an um zügig, flächendeckend und nachhaltig die Treibhausgasemissionen zu minimieren.*

Durch das Klimaschutzgesetz wird in Deutschland die Klimaneutralität bis 2045 angestrebt. Dafür müssen die CO_{2e}-Emissionen von Treibhausgasen signifikant verringert werden. Ein potentes Treibhausgas ist dabei das Schwefelhexafluorid (SF_6), welches als Isolations- und Lichtbogenlöschmedium in vielen wichtigen elektrischen Betriebsmitteln zum Einsatz kommt.

Eine Reduktion von SF_6-Emmissonen bei den deutschen Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB's) kann im Wesentlichen nur durch die Einführung von alternativen Technologien und durch den Verzicht auf SF_6 bei der Beschaffung von neuen Anlagen erreicht werden.

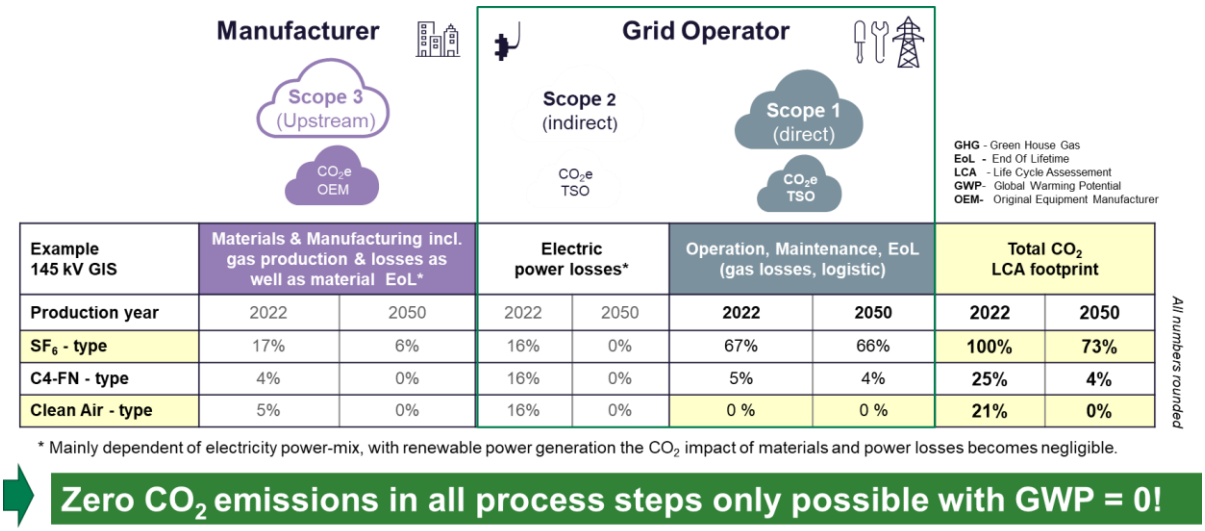
Verschiedene Hersteller haben unterschiedliche alternative Technologien entwickelt, die sich in zentralen Punkten (z. B.: GWP, elektrische Eigenschaften, Zusammensetzung der Gasmischung, Abmessungen der Betriebsmittel) unterscheiden. Aus heutiger Sicht sind für diese Technologien wichtige Aspekte, wie z.B. Markt- und Lieferverfügbarkeit, Langzeitstabilität, Umwelteinflusse etc., noch ungeklärt. Zudem müssen die alternativen Technologien dieselbe sehr hohe Zuverlässigkeit wie die SF_6-Technologie aufweisen, um weiterhin eine hohe Versorgungssicherheit aufrecht zu erhalten und die CO_2-Emissionen durch störungsbedingten Redispatch zu minimieren.

Damit für alle Anwendungen im Übertragungsnetz zukünftig Alternativlösungen vorhanden sind, ist es erforderlich, alle potentiellen alternativen Technologien in Betracht zu ziehen und möglichst zu pilotieren. Hierbei wird darauf geachtet, dass die eingesetzten Gase deutlich umweltverträglicher als SF6 sind.

Der Einsatz von F-Gas-freien SF_6-Alternativen bei der Beschaffung von neuen Schaltanlagen stellt einen nachhaltigen Weg dar. Langfristig streben die ÜNB's daher an, ausschließlich SF_6-freie Betriebsmittel mit natürlichen Gasen im Hoch- und Höchstspannungsebene einzusetzen.

Fig 5: Letter by TSO: Transition to SF_6–free technologies in high and extra-high voltage levels [4]

With respect to the mentioned targets and demands, the focus in terms of decarbonization should be to achieve an overall CO_2 emission of zero as the final solution. Thus, the alternatives to SF_6 insulating gas types should be based on natural-origin gases with a GWP= 0, preventing a regrettable substitution in the long term.
The result of a Life Cycle Assessment (Fig. 5) for exemplary 145kV gas insulated switchgear types clearly visualize that the requested target of zero emission in 2050 can only be achieved by a Clean Air type and not with SF_6 or non-natural-origin alternatives.



Example 145 kV GIS	Materials & Manufacturing incl. gas production & losses as well as material EoL*		Electric power losses*		Operation, Maintenance, EoL (gas losses, logistic)		Total CO_2 LCA footprint	
Production year	2022	2050	2022	2050	**2022**	**2050**	**2022**	**2050**
SF_6 - type	17%	6%	16%	0%	67%	66%	**100%**	**73%**
C4-FN - type	4%	0%	16%	0%	5%	4%	**25%**	**4%**
Clean Air - type	5%	0%	16%	0%	0 %	0 %	**21%**	**0%**

All numbers rounded

* Mainly dependent of electricity power-mix, with renewable power generation the CO_2 impact of materials and power losses becomes negligible.

Zero CO_2 emissions in all process steps only possible with GWP = 0!

Fig. 5 : LCA for a 145kV GIS, calculated for three different insulation gases types

[1] United Nations, SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 8, May 2020
SDG_Guidelines_AUG_2019_Final.pdf (un.org)
[2] EU COM, Proposal for a Regulation of the european parliament and of the council on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014, April 2022
[3] EU NGOs, Breaking free from the world's most potent greenhouse gas NGO recommendations to EU policymakers on SF_6, May 2022 (ECOS-SF6-policy-recommendations-final.pdf (ecostandard.org))
[4] 50Hertz/Amprion/Tennet/Transnet BW, Umstieg auf SF_6–freie Technologien in der Hoch- und Höchstspannung, June 2022 (4 UeNB - Strategie - AlternativeGase.pdf (netztransparenz.de)