


# Potenziale von alternativen Isoliergasen in Mittelspannungs- Schaltanlagen

Branchenplattform Windenergie


30. Jänner 2024



*für eine lebenswerte Zukunft!*

An aerial photograph of a wind farm. Several white wind turbines with three blades are scattered across a vast, green, rolling landscape. The sky is a pale, hazy blue. The text is overlaid on the left side of the image.

# Potenziale von alternativen Isoliergasen in Mittelspannungs- Schaltanlagen



# Potenziale von alternativen Isoliergasen in Mittelspannungs- Schaltanlagen

Treibhausgas SF6

## Klimakiller in Windkraftanlagen?

Mitteldeutscher Rundfunk, 18.8.2022

# Perspektiven und Potenziale alternativer Isoliertgase und Einordnung der Klimawirksamkeit von SF<sub>6</sub>

**Dr. Stefan Haslinger**  
Divisionsleiter Energieverteilung & Innovation  
Schubert CleanTech GmbH

# Familienunternehmen mit Tradition

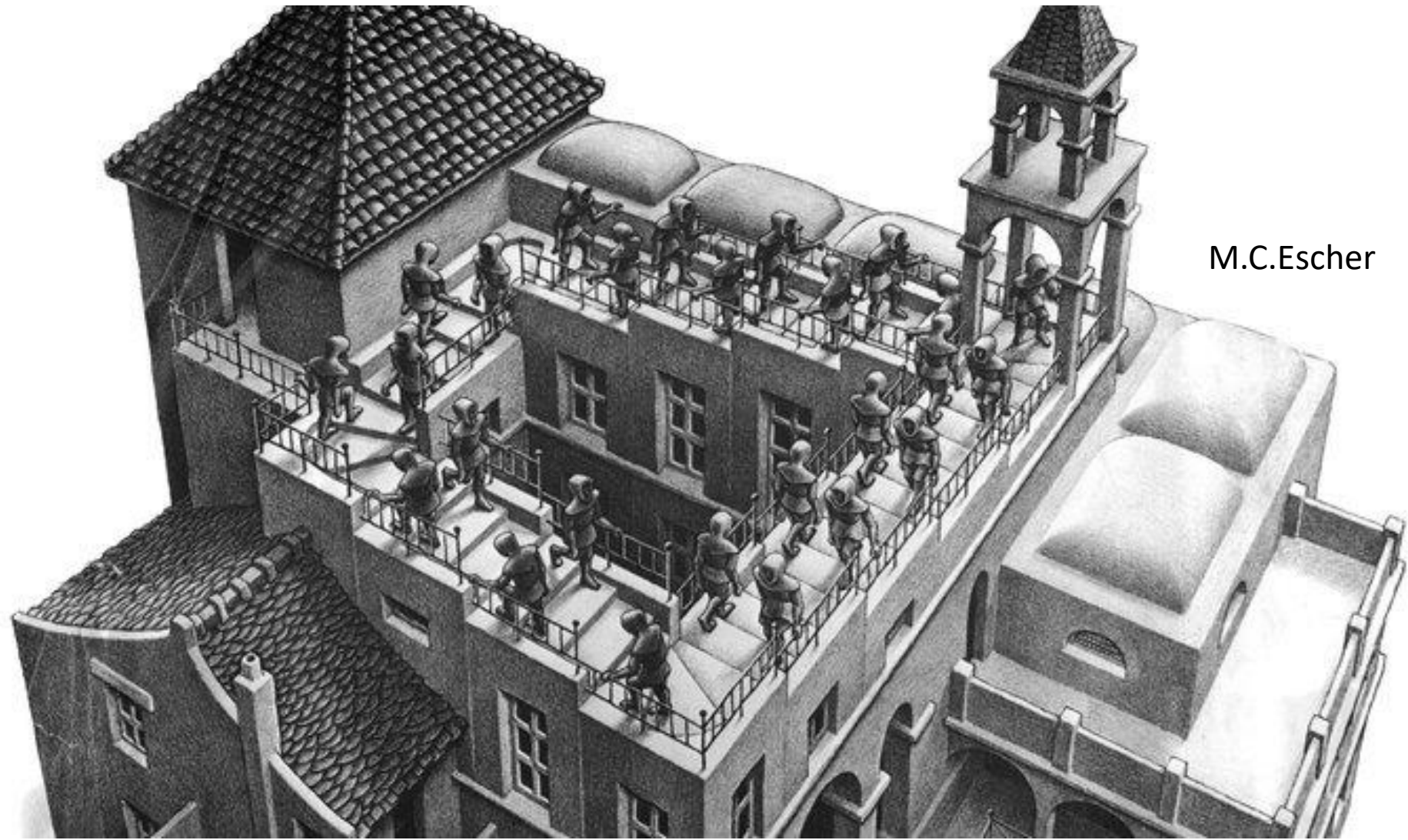
- 1965: Gründungsjahr
- Firmensitz: Ober-Grafendorf (Zentralraum NÖ)
- Energieverteilung und Leittechnik für:
  - Wind, PV, Biomasse, Wasserkraftwerke
  - Trafostationen, Kompensationsanlagen
  - H2-Elektrolyseure, E-Ladeparks
  - Starkstrom + Hochspannung

„Mit seinem Portfolio ist SCHUBERT einer der Cleantech-Branchenführer in Österreich“



# Perspektiven und Blickwinkel

- Klimaschutz
  - Klimawirksamkeit
  - Systemrelevanz
- Betreiber
  - Betriebssicherheit
  - Verfügbarkeit
  - Baugröße
  - Kosten
- Hersteller
  - Innovation
  - Marktpotential
  - Diversifikation
  - Investment
- Gesetzgeber



M.C. Escher

# 1. Warum wird über Alternativen gesprochen?

- SF6 – Schwefelhexafluorid ist ein sehr wirksames Treibhausgas
- Verwendung als Isoliergas in Mittel- und Hochspannungsanlagen
- Ist chemisch inert, sehr stabil und wenig anfällig auf Umfeldbedingungen
- Verbleibt daher im Mittel 3200 Jahre in der Atmosphäre
- 1 kg SF6 in der Atmosphäre entfaltet eine Klimawirksamkeit wie 22.800 kg CO2



Sendung verpasst? ▶



🏠 ▶ Wirtschaft ▶ Energie ▶ Treibhausgas SF6 als Klima-Gefahr in Windrädern



Treibhausgas SF6

## Klimakiller in Windkraftanlagen

*Stand: 18.08.2022 15:48 Uhr*

Windparks sollen schneller ausgebaut werden. Doch die Anlagen enthalten einen Stoff, der zum Treibhauseffekt beiträgt. Obwohl das vermeidbar wäre, will die EU lange Übergangsfristen erlauben.

*Von Michael Houben, MDR*





Sendung verpasst? ▶



Wirtschaft ▶ Energie ▶ Treibhausgas SF6 als Klima-Gefahr in Windrädern



Treibhausgas SF6

## Klimakiller in Windkraftanlagen

Stand: 18.08.2022 15:48 Uhr

Windparks sollen schneller ausgebaut werden. Doch die Anlagen enthalten einen Stoff, der zum Treibhauseffekt beiträgt. Obwohl das vermeidbar wäre, will die EU lange Übergangsfristen erlauben.

Von Michael Houben, MDR

[Treibhausgas SF6 als Klima-Gefahr in Windrädern | tagesschau.de](https://www.tagesschau.de)

# Ungenauere Daten ?

## Ungenauere Daten über tatsächliche Emissionen

Laut diesen von der Industrie gemeldeten Daten entweicht aktuell nur wenig SF6 in die Luft. Trotzdem tragen diese Mengen in Deutschland stärker zum Treibhauseffekt bei als der gesamte innerdeutsche Flugverkehr. Als Wissenschaftler verschiedener, weltweit verteilter Universitäten und Behörden vor einigen Jahren die tatsächlichen Konzentrationen in der Atmosphäre mit den gemeldeten Daten verglichen, kamen sie dem Ergebnis: In Europa befindet sich fast 50 Prozent mehr SF6 in der Luft als laut gemeldeten Emissionsdaten möglich wäre.

Und: Deutschland ist in Europa mit Abstand der größte Emittent. Im Klartext: Die von der Industrie gemeldeten Daten müssen falsch sein. Auch eine Studie des Umweltbundesamtes kam schon 2018 zu dem Ergebnis, dass das Monitoring des Recyclings unzureichend sei.

## Keine Kontrolle beim Recycling

Das *ARD-Wirtschaftsmagazin Plusminus* hat deswegen bei den wichtigsten Hersteller von Windkraftanlagen nachgefragt. Von Nordex und Vestas gab es die Rückmeldung, dass es derzeit noch keine Alternative gebe. Und: Während des Betriebes von Windrädern würden nur minimale Mengen SF6 in die Luft entweichen, und eine ordnungsgemäße Entsorgung am Ende der Lebensdauer von Windrädern sei gesichert.

# DE emittiert mehr SF<sub>6</sub> als CO<sub>2</sub> äquivalente im innerdeutschen Luftverkehr entstehen?

- 2017: Auf innerdeutschen Flügen entstehen 2,5 Mto CO<sub>2</sub>
- 2015: 200 to SF-6 Emissionen (200 to \* 22.800 = 4,6 Mto CO<sub>2</sub>)



# Petitionen im Bundestag (DE)

Deutscher Bundestag - Einsatz von Schwefelhexafluorid in  
Windkraftanlagen

08.11.2023

**Petitionen — Ausschuss — hib 824/2023**

## Einsatz von Schwefelhexafluorid in Windkraftanlagen

Berlin: (hib/HAU) Der Petitionsausschuss vertritt mehrheitlich die Auffassung, dass es einer europäischen Regelung bedarf, um klimaschädigende Emissionen, die sich beispielsweise durch den Einsatz von Schwefelhexafluorid (SF6) als Isoliergas in Windkraftanlagen ergeben, spürbar zu vermindern. In der Sitzung am Mittwoch verabschiedete der Ausschuss mit dem Stimmen der Koalitionsfraktionen sowie der Fraktionen von CDU/CSU und Die Linke die Beschlussempfehlung an den Bundestag, eine Petition mit der Forderung nach einem umgehenden Verbot des Einsatzes von Schwefelhexafluorid als Isoliergas in Windkraftanlagen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) „als Material“ zu überweisen und sie dem Europäischen Parlament zuzuleiten. Die AfD-Fraktion hatte für das höhere Überweisungsvotum „zur Erwägung“, ohne die Zuleitung an das Europäische Parlament, plädiert.

Ziel der Materialüberweisung an das BMUV ist es laut der Begründung zur Beschlussempfehlung, auf die Bedeutung des Anliegens hinzuweisen und zu erreichen, „dass sich die Bundesregierung auf europäischer Ebene gezielt für ein zeitnahes Verbot des Einsatzes von Schwefelhexafluorid als Isoliergas in Windkraftanlagen einsetzt“.

## 2. Der Anteil von SF6 an Treibhausgasen





DAS TREIBT UNS AN

51

Gto CO<sub>2</sub>e/Jahr

# Perspektive

SF6 ist verantwortlich für einen CO2 äquivalenten Beitrag von:

0,0036

0,036

0,36

3,6

36

%

der globalen Treibhausgase?

# Perspektive

SF6 ist verantwortlich für einen CO2 äquivalenten Beitrag von:

0,0036

0,036

0,36

3,6

36

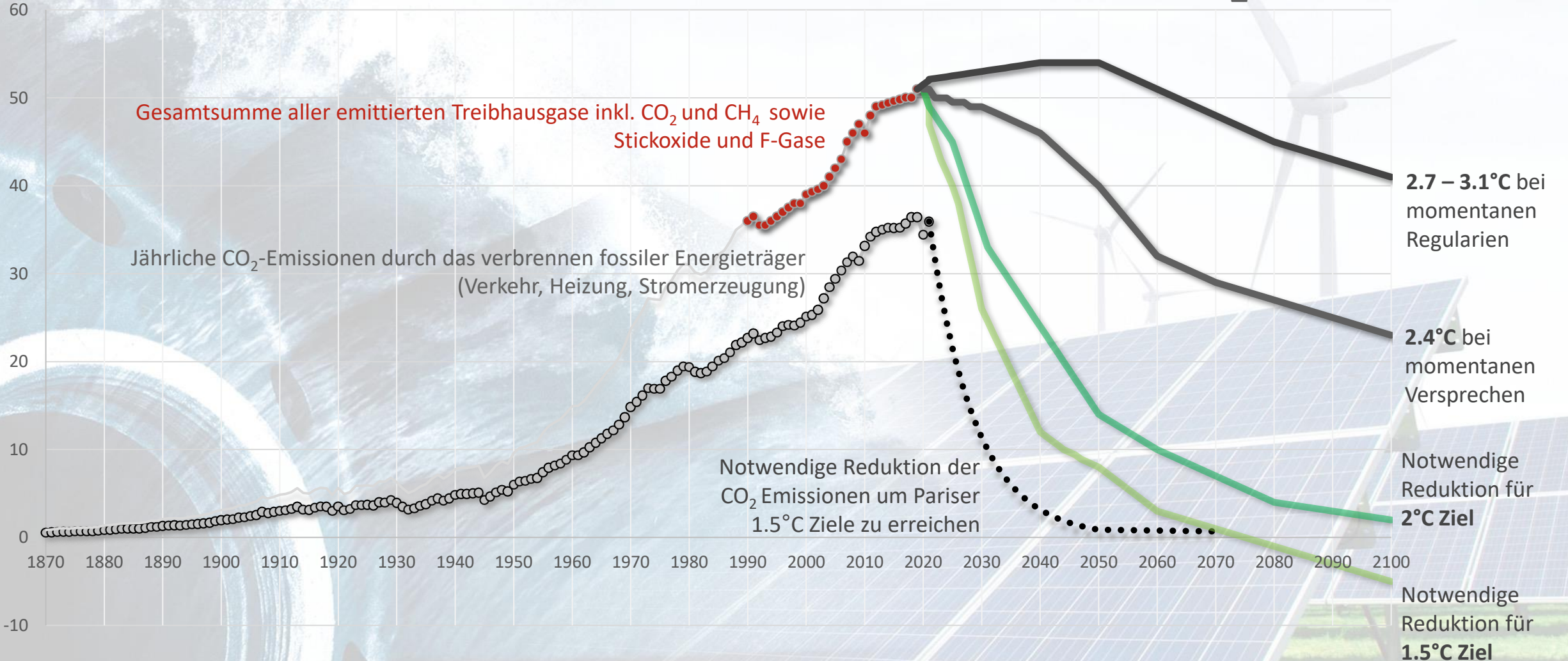
%

der globalen Treibhausgase?

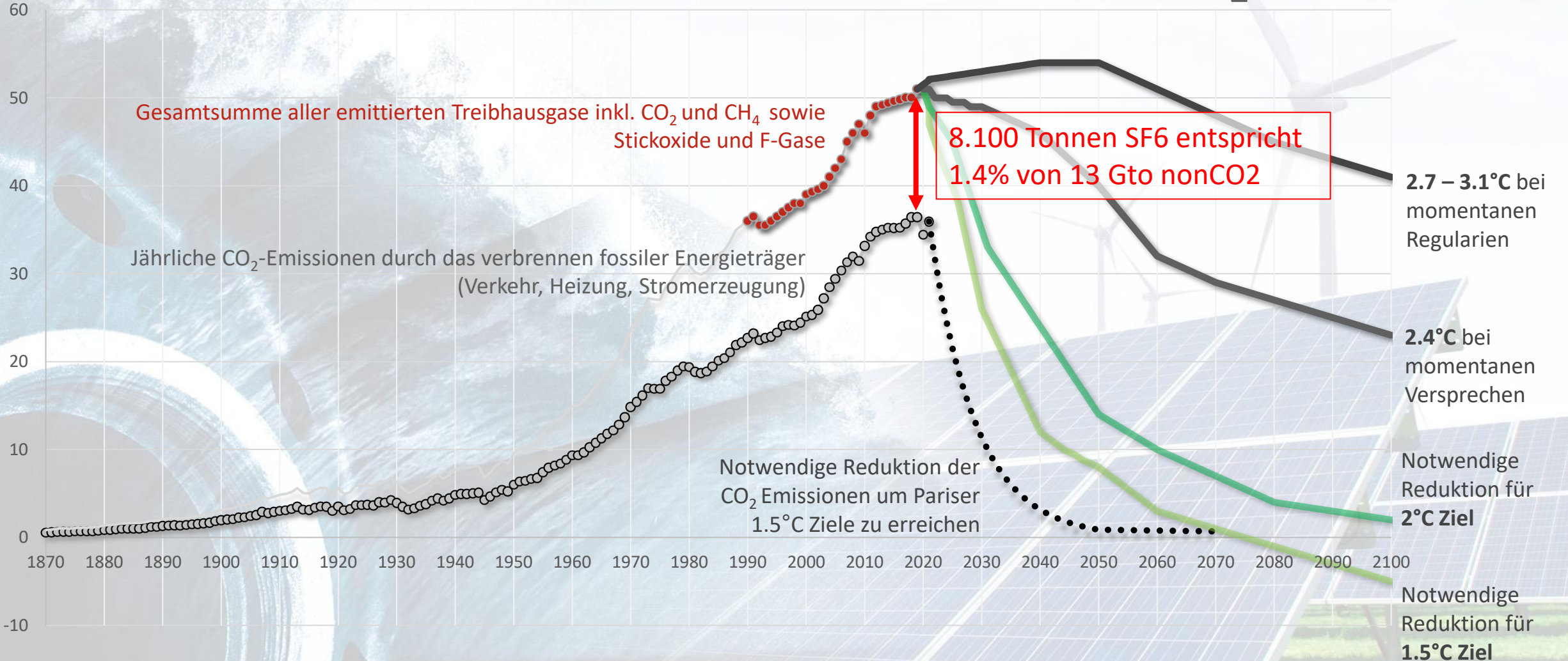
- 8.100 to \* 22.800 / 51 Gto



# Globale Emissionen in Gto oder Mrd.Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr



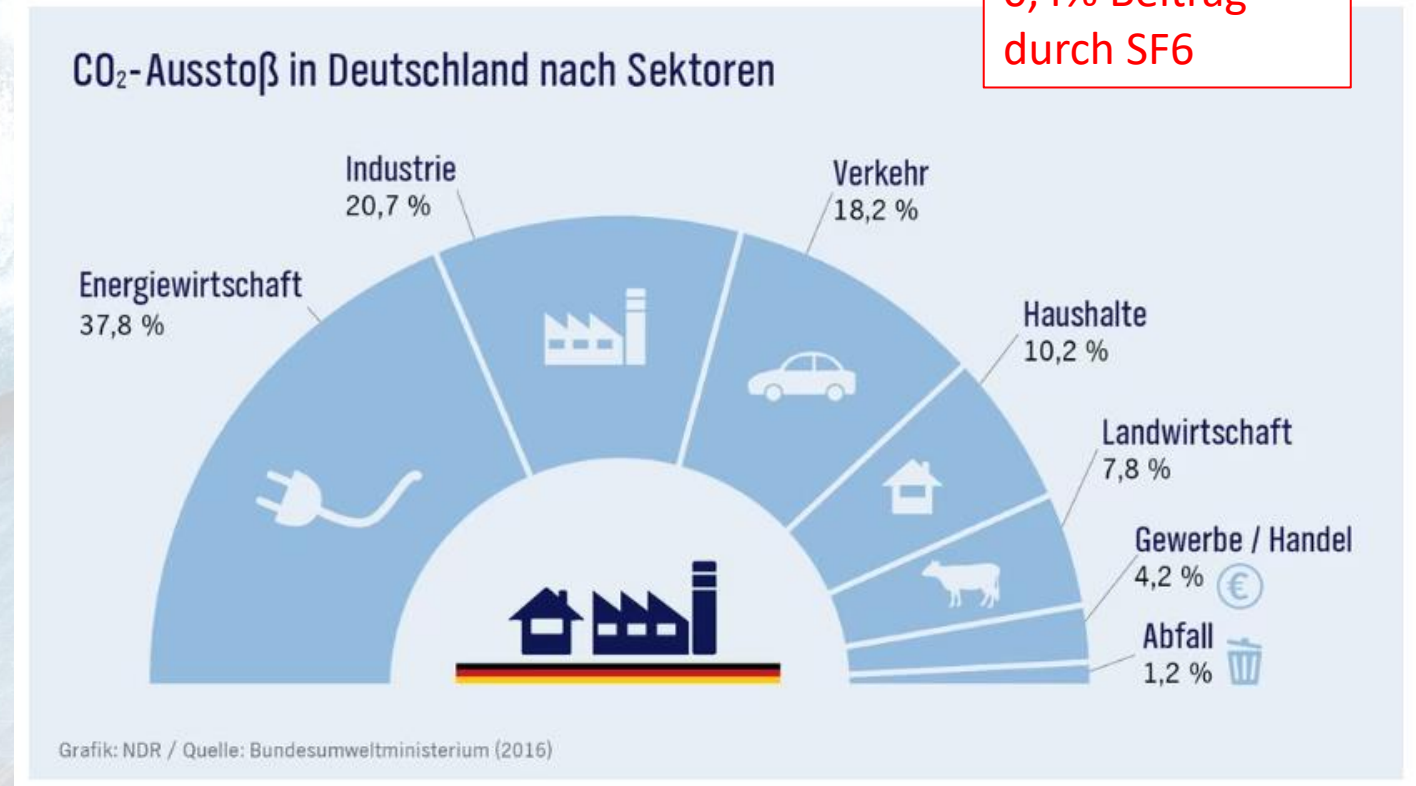
# Globale Emissionen in Gto oder Mrd.Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr



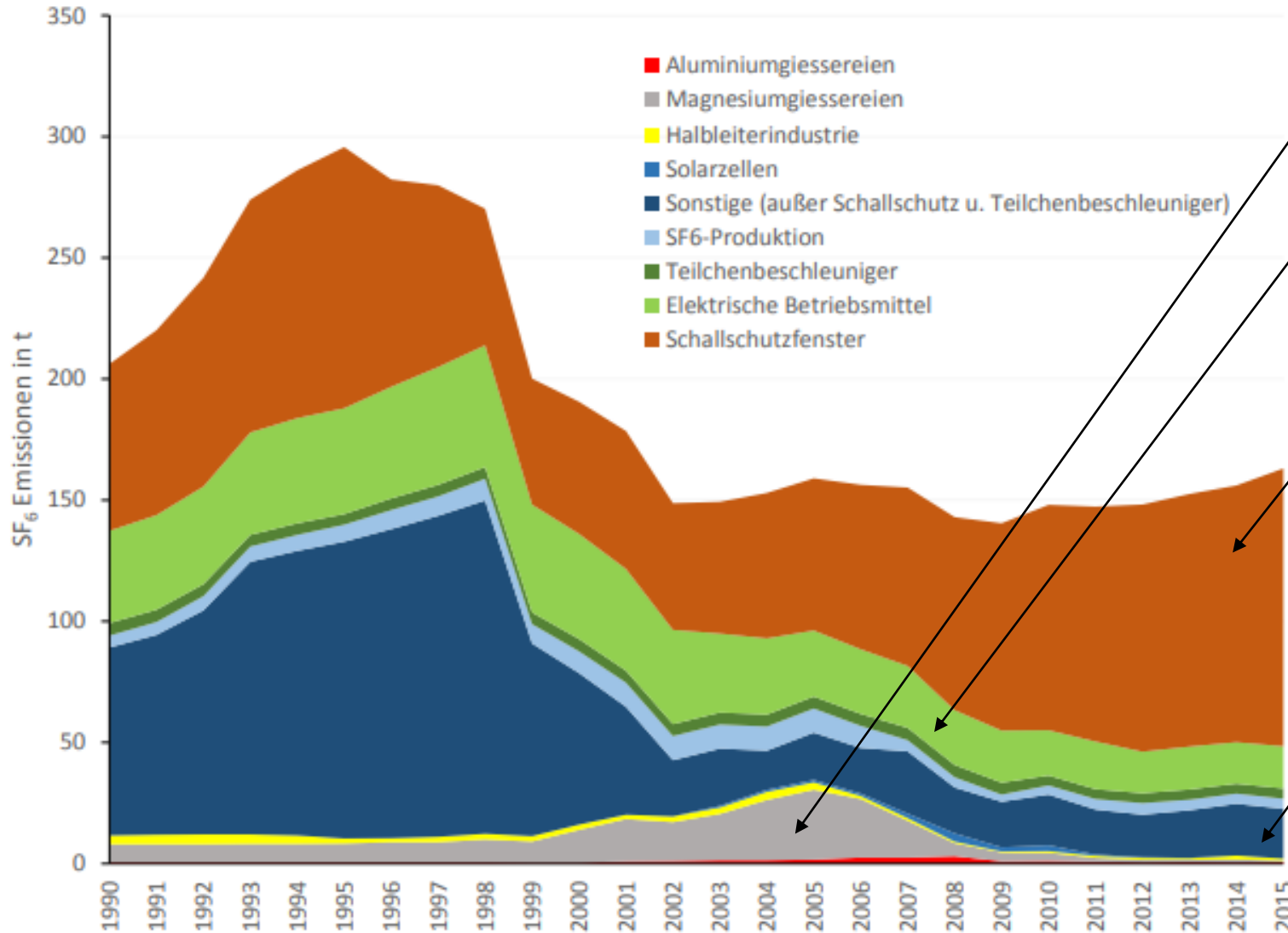
# Perspektive

- Die Landwirtschaft in DE ist für 20x mehr THG-Emissionen verantwortlich als das gesamte in Deutschland emittierte SF6-Gas
- 5% Reduktion in Landwirtschaft = 100% Reduktion SF6
- Der Verkehr in DE ist für 50x mehr THG-Emissionen verantwortlich als das gesamte in Deutschland emittierte SF6-Gas
- 2% Reduktion in Verkehr = 100% Reduktion SF6

0,4% Beitrag durch SF6



# SF<sub>6</sub>-Emissionen in Deutschland



Magnesiumgiessereien  
(bereits verboten)

Elektrische Betriebsmittel

Schallschutzfenster:  
Seit 2006 verboten

Sonstige: Radar,  
Herstellung optische  
Spezialgasfenster

# Parlamentsnachrichten: DE größter SF6 Emittent in der EU

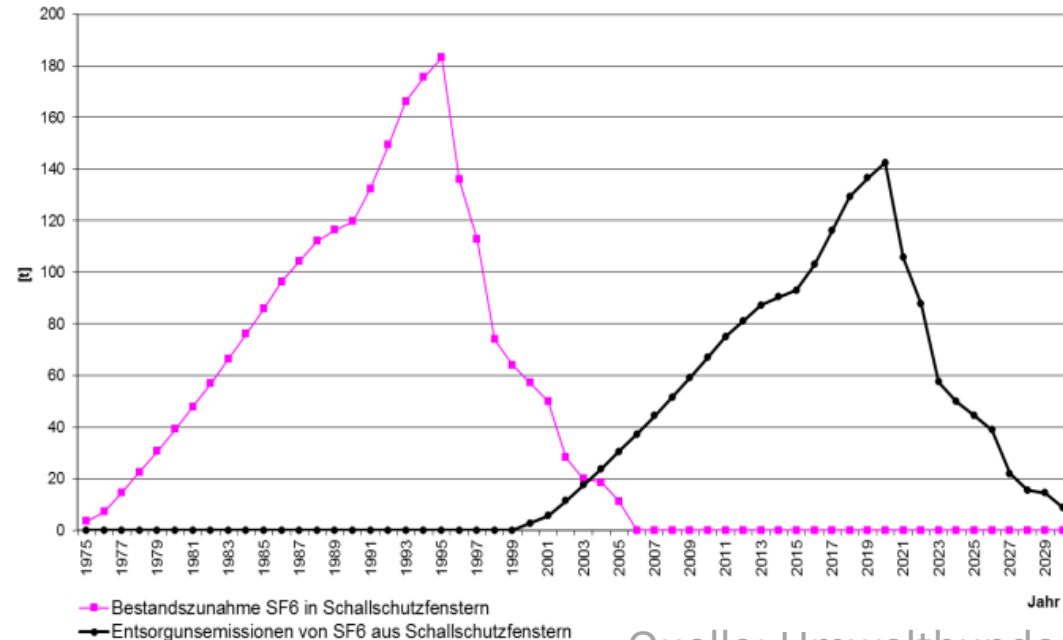
- „DE war 2020 für 55,3% der SF6-Emissionen der EU verantwortlich. Der Größte Teil stammt aus der Entsorgung von Schallschutzfenstern.“
- „Zum Zeitpunkt des Einbaus nicht Kennzeichnungspflichtig – daher kann nicht zielgerichtet entsorgt werden.“
- Ohne Schallschutzfenster: 14,6% Anteil an EU-Emissionen

24.11.2022

Klimaschutz und Energie — Antwort — hib 685/2022

Deutschland größter Schwefelhexafluorid-Emittent in der EU

Emissionen aus der Entsorgung von Schallschutzfenster in Deutschland



Modellannahmen:

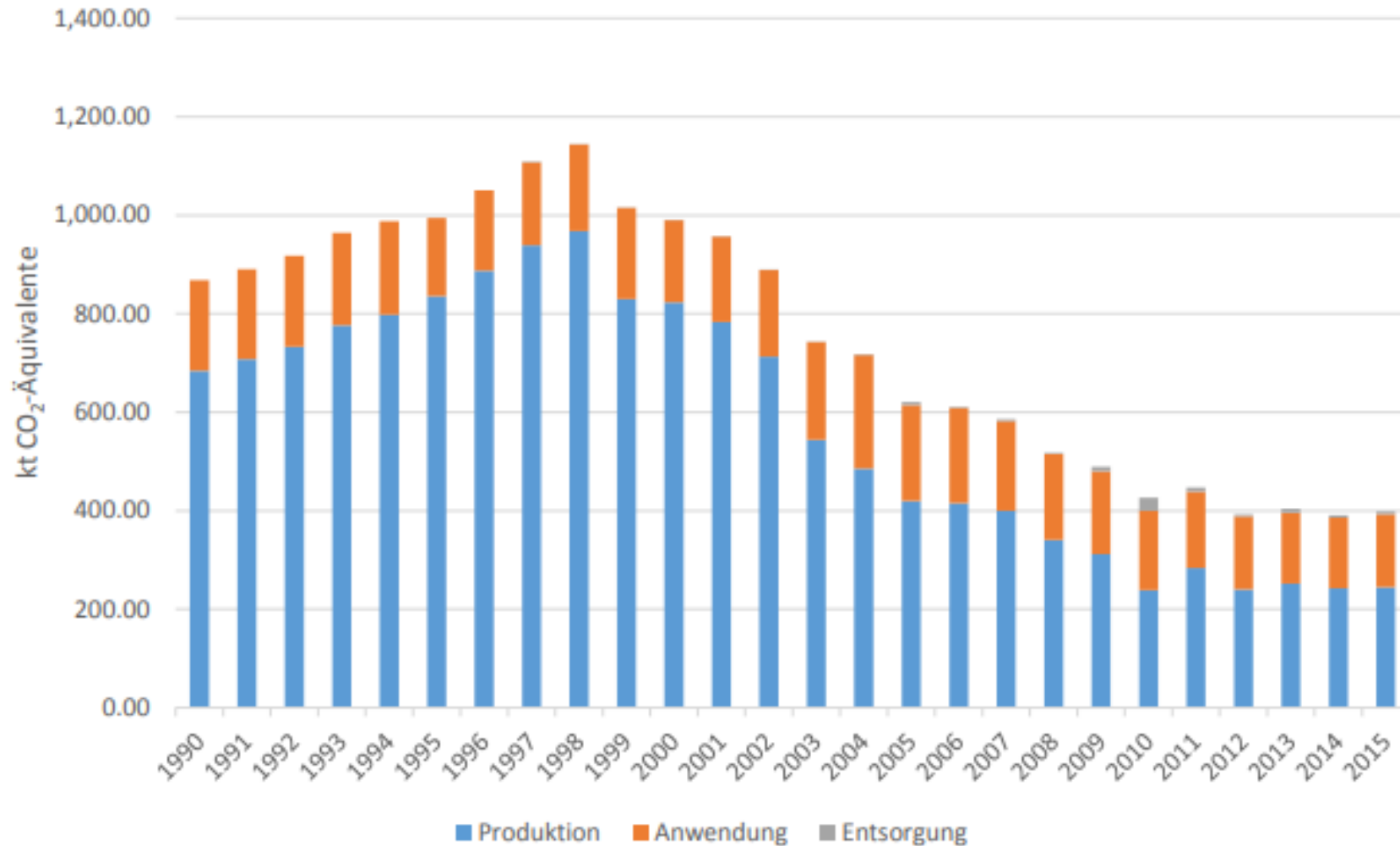
Durchschnittliche Lebenszeit:  
25 Jahr;

Jährliche durchschnittliche  
Emissionsrate aus dem  
Bestand:  
1%

Füllmenge bei der Entsorgung:  
ca. 78% der Erstbefüllung

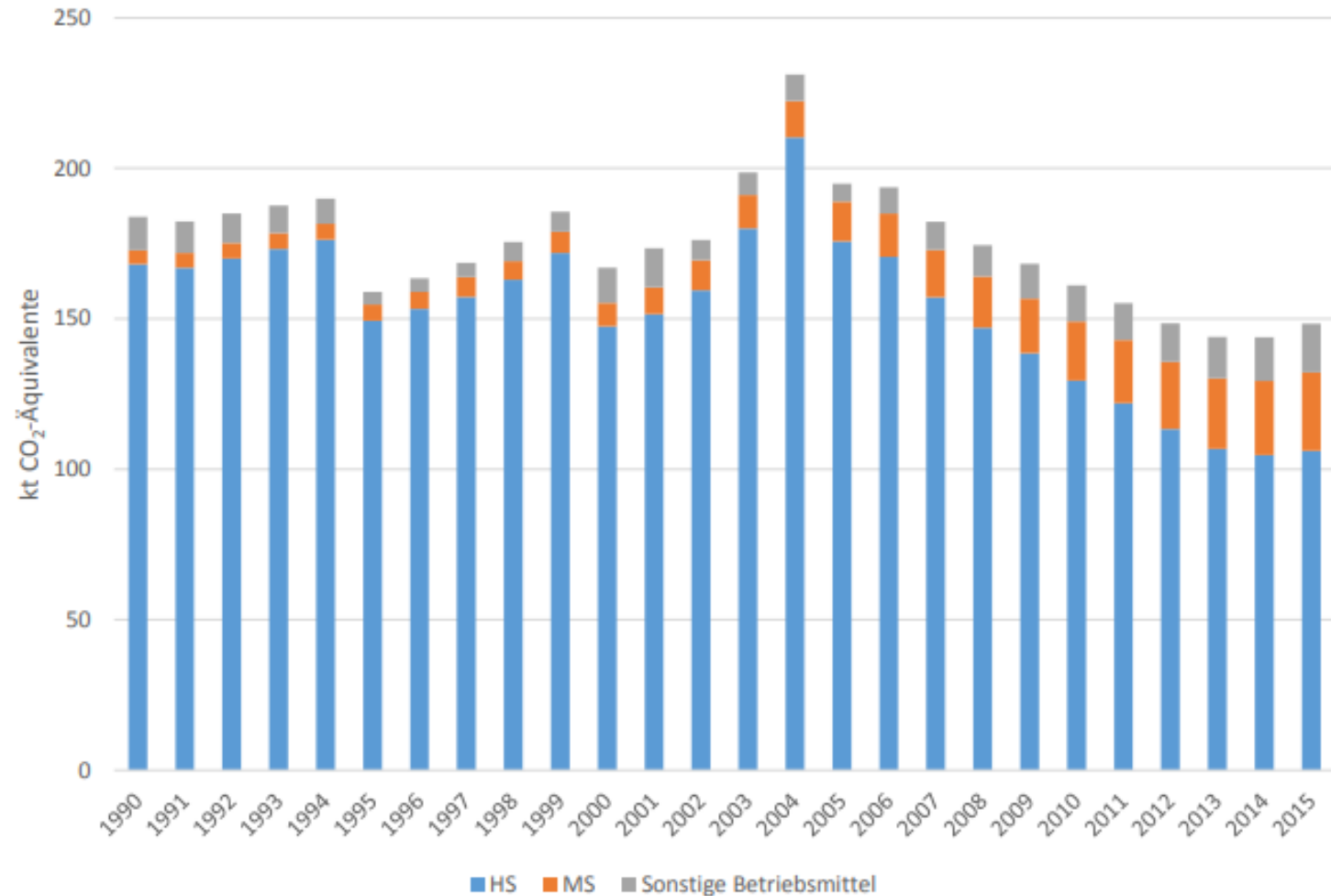
Quelle: Umweltbundesamt.de

# SF6 Emissionen aus elektrischen Betriebsmitteln in DE



# SF6 Emissionen aus der Anwendung elektrischer Betriebsmittel in DE

- Emissionen in der Hochspannung gesunken
- Hochspannungsanlagen dichter, Emissionsfaktor gesunken
- Emissionen in der Mittelspannung gestiegen, da Anzahl der Anlagen gestiegen
- Emissionsfaktor in der Mittelspannung = konstant
- 25 kto CO<sub>2</sub>e = 1.100 kg SF<sub>6</sub> / Jahr das aus Mittelspannungsanlagen entweicht (DE)



### 3. Was sagt Österreichs Energie dazu?





## 3. Was sagt Österreichs Energie dazu?

### Umwelterklärung zu Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) in Schaltanlagen

#### Was ist uns aus aktuellen wissenschaftlichen Ergebnissen bekannt?

1. SF<sub>6</sub> trägt nicht zum Abbau der Ozonschicht bei.
2. Der derzeitige Beitrag von SF<sub>6</sub> zum Treibhauseffekt ist unbedeutend, weil seine Konzentration in der Luft gering ist und bei verminderter Geräteleckage, sorgfältigem Recycling und verbessertem Hantieren mit SF<sub>6</sub> noch lange Zeit so bleiben wird.
3. Die Energiewirtschaft trägt nur einen Bruchteil zur SF<sub>6</sub>-Emission in die Atmosphäre bei, weil sie SF<sub>6</sub> in geschlossenen Anlagen verwendet. Wenn aus Umweltgründen eine Reduktion der SF<sub>6</sub>-Emissionen angestrebt wird, sollte diese bei offenen Anwendungen ansetzen.
4. SF<sub>6</sub> bietet sich als die technisch/wirtschaftlich optimale Lösung für Isolier- und Schaltzwecke an und ist in modernen Starkstromanlagen unverzichtbar.

[Oesterreichs-Energie A4 Merkkarte Betrieb SF Anlagen v01 F39L.pdf \(oesterreichsenergie.at\)](#)

# 4. Kann man darauf verzichten? Oder warum bisher NICHT darauf verzichtet wurde!



## 4. Kann man darauf verzichten? Oder warum bisher NICHT darauf verzichtet wurde!

- 110 kV Hochspannungsschaltanlage im UW  
Simmering



## 4. Kann man darauf verzichten? Oder warum bisher NICHT darauf verzichtet wurde!

- The electrical industry is without doubt one of the most conservative in terms of updating technology.
- ... a dependency created by a tension between grid operators performance criteria, and the inherent risk associated with innovation.
- Grid operators main Performance criteria include transmission continuity and voltage quality



Energypost.eu

[Grid switchgear uses SF6, the world's most potent greenhouse gas. How do we regulate it? - Energy Post](#)

# 5. Technische Alternativen



# 5. Technische Alternativen (Perspektive Baugröße)

- Patentschrift SF6 an Schaltanlagen-Hersteller 1978 erteilt.

- 24kV – SF6 isoliert**

Kabelfeld: Breite: 210mm

Trafofeld: Breite: 370mm

Leistungsschalterfeld: 460mm

- 24kV luftisoliert**

750mm

750mm

850mm

- 24kV feststoffisoliert**

380mm

- mm

380mm



# 6. Perspektive des Gesetzgebers



# 6. Perspektive des Gesetzgebers

## Verordnung (EU) 517/2014

### ARTIKEL 21

(4) Die Kommission veröffentlicht bis spätestens **1. Juli 2020** einen Bericht, in dem bewertet wird, ob es kostenwirksame, technisch realisierbare, energieeffiziente und zuverlässige Alternativen gibt, **mit denen fluorierte Treibhausgase in neuen sekundären Mittelspannungsschaltanlagen** und neuen kleinen Mono-Splitklimageräten ersetzt werden können, und unterbreitet gegebenenfalls dem Europäischen Parlament und dem Rat einen Gesetzgebungsvorschlag zur Änderung der Liste in Anhang III. (Anhang III: Verbot des Inverkehrbringens)

(2) [...]

Sie veröffentlicht bis spätestens **31. Dezember 2022** einen umfassenden Bericht über die Auswirkungen dieser Verordnung, einschließlich insbesondere [...]

b) einer Bewertung der Frage, ob im Lichte bestehender und neuer internationaler Verpflichtungen bezüglich der Reduzierung von Emissionen von fluorierten Treibhausgasen weiterer Handlungsbedarf für die Union und ihre Mitgliedstaaten besteht; [...]

d) einer Überprüfung der Verfügbarkeit von technisch realisierbaren und kostenwirksamen Alternativen zu Erzeugnissen und Einrichtungen, die fluorierte Treibhausgase enthalten, für nicht in Anhang III aufgeführte Erzeugnisse und Einrichtungen, unter Berücksichtigung der Energieeffizienz.



# Verordnung (EU) Nr. 517/2014 über fluorierte Treibhausgase

- Die neue F-Gase-Verordnung (eigentlich Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006) **löste die bisherige Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase ab.**

[Verordnung \(EU\) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung \(EG\) Nr. 842/2006](#)[Text von Bedeutung für den EWR \(europa.eu\)](#)

PRESSEMITTEILUNG | 5. Oktober 2023 | Vertretung in Deutschland

## Rat und Parlament einigen sich auf strengere Vorgaben für F-Gase und ozonabbauende Stoffe



European Union 2018

## Aktuelles

- 16.01.2024: [EU Parlament](#) stimmt dem Entwurf der neuen F-Gas-Verordnung zu. Der Rat muss den Text noch förmlich billigen, bevor er im Amtsblatt der EU veröffentlicht werden kann.

# Verringerung der Emissionen von fluorierten Gasen und ozonabbauenden Stoffen

Pressemitteilung [PLENARTAGUNG](#) [ENVI](#) 16-01-2024 - 12:39

- Ziel ist ein kompletter Verzicht auf teilfluorierte Kohlenwasserstoffe bis zum Jahr 2050, begleitet von einem Übergang zu klimafreundlicheren Lösungen
- Die EU setzt sich ambitioniertere Ziele zur weiteren Senkung der Emissionen von ozonabbauenden Stoffen
- Angleichung der EU-Richtlinien an die Vorgaben des Europäischen Green Deals und internationale Abkommen

**Am Dienstag billigte das Parlament neue Vorschriften zur Minimierung der Emissionen starker Treibhausgase im Einklang mit den Klimazielen der EU und weltweit.**

Mit 457 Ja-Stimmen, 92 Nein-Stimmen und 32 Enthaltungen billigten die Abgeordneten eine mit dem Rat erzielte [Einigung](#) zur weiteren Reduzierung der Emissionen von fluorierten Gasen. Der Text sieht einen vollständigen Ausstieg aus den teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW) bis 2050 vor, einschließlich eines Zeitplans zur Reduzierung der EU-Verbrauchsquote zwischen 2024 und 2049. Zusätzlich werden strikte Vorgaben eingeführt, die den Verkauf von Produkten, die F-Gase enthalten, in der EU verbieten.

[Verringerung der Emissionen von fluorierten Gasen und ozonabbauenden Stoffen | Aktuelles | Europäisches Parlament \(europa.eu\)](#)

### Weitere Informationen

- > [Der verabschiedete Text wird hier verfügbar sein \(16.01.2024\)](#)
- > [Aufzeichnung der Plenardebatte \(15.01.2024\)](#)
- > [Merkblatt zu den Verfahrensschritten - F-Gase](#)
- > [Merkblatt zu den Verfahrensschritten - Ozonabbauende Stoffe](#)
- > [Weitere Informationen zu Inhalt und Verfahren - F-Gase \(auf Englisch\)](#)

# 6. Perspektive des Gesetzgebers

Was bedeuten Übergangsfristen praktisch?

- Übergangsfristen werden Jahre dauern
- **24 kV beginnt zuerst**
- **36 kV erst später**
- **110 kV erst viel später**
  
- Übergangsfristen zwingt Hersteller zu Mehrfachkapazität da beide Technologien gefragt werden.
- Hersteller werden Preise laut Eigenaussagen um bis zu 20% zusätzlich anheben, da Investition in Fertigung und Entwicklung verdient werden muss

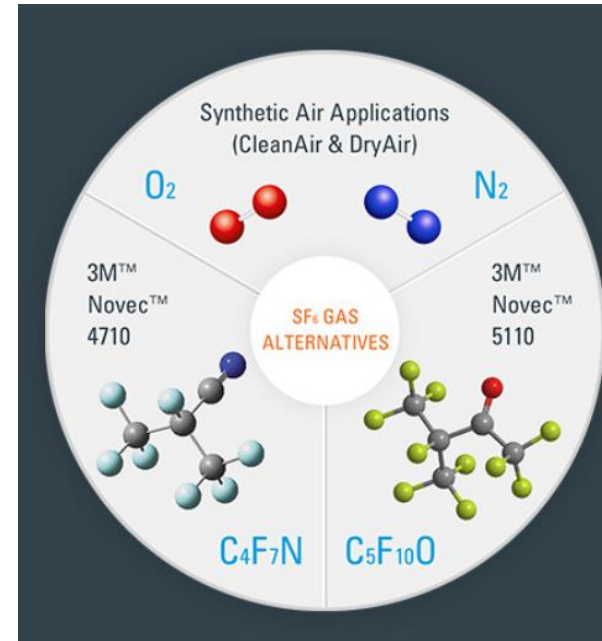
# 7. Alternativen zu SF6-Isoliergas



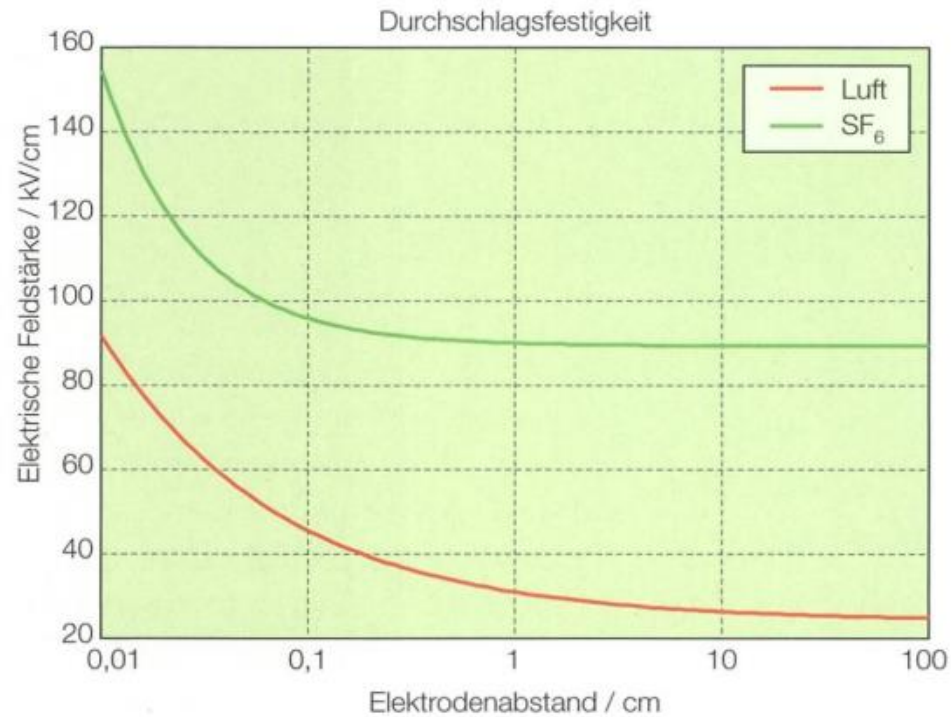
# 7. Alternativen zu SF6-Isoliergas

- Alternative synthetische Gase (C4, C5)
- Clean Air
- Dry Air
- feststoffisoliert

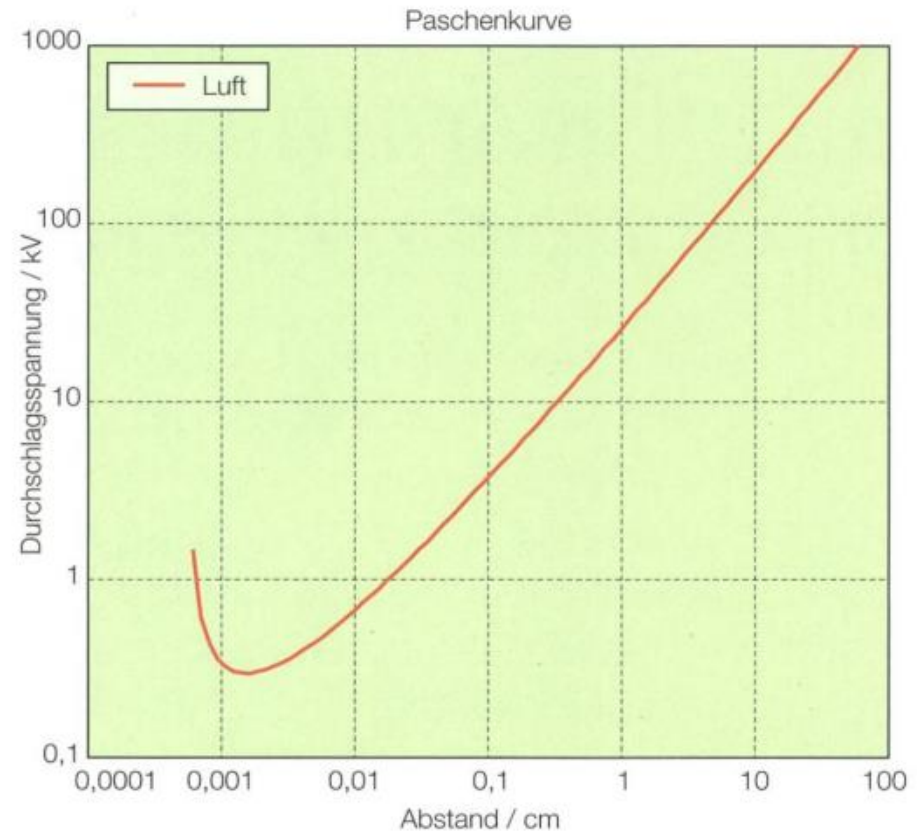
Alternative Gase jeweils mit ca. 2 bar Überdruck



# Alternativen in der Mittelspannungstechnik



**Bild 2** Durchschlagsfestigkeit im homogenen Feld [11].



**Bild 3** Paschenkurve für Luft mit Kupferelektroden [11].

# Technische Details (110kV)

Table 1: Overview of Alternative Gases and their mixtures compared to SF<sub>6</sub>.

	Sulphur hexafluoride SF <sub>6</sub>	2,3,3,3-tetrafluoro- 2-(trifluoromethyl)- propannitrile C4	1,1,1,3,4,4,4-hepta- fluoro-3-(trifluoro- methyl)butan-2-one C5	Synthetic Air/ CleanAir/DryAir
Trademark	SF <sub>6</sub>	3M™ Novec™ 4710	3M™ Novec™ 5110	
Chemical formula	SF <sub>6</sub>	C <sub>4</sub> F <sub>7</sub> N	C <sub>5</sub> F <sub>10</sub> O	O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
CAS number	2551-62-4	42532-60-5	756-12-7	7782-44-7; 7727-37-9
Boiling point	-63.8 °C	-4.7 °C	+26.9 °C	-183 °C; -196 °C
Atmospheric dwell time	3200 y	30 y	0.04 y	-
Global warming potential	22800	2100	< 1	0
Properties of the gas mixtures				
Common trade names		g <sup>3</sup> (GE) <sup>a</sup>	AirPlus (ABB)	CleanAir (Siemens)
Used gas mixtures	Pure SF <sub>6</sub>	C4: < 10 % with CO <sub>2</sub>	C5: < 15 % in Synth. Air	~ 20 % O <sub>2</sub> in N <sub>2</sub>
	SF <sub>6</sub> with N <sub>2</sub> or CF <sub>4</sub>	C4: < 10 % with O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub>	C5: < 15 % in O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub>	
Minimum operating temperature	Pure SF <sub>6</sub> : < -30 °C	Depending on the exact mixture:		< -50 °C
	SF <sub>6</sub> with N <sub>2</sub> /CF <sub>4</sub> : < -50 °C	-30 °C - -5 °C		
Global warming potential		< 760	< 1	0

<sup>a</sup>) Common mixtures of g<sup>3</sup> have a C4 mole fraction ≤ 6,3 % (GWP: ≤ 500).



# Technische Herausforderungen: Einschränkungen an Temperatur

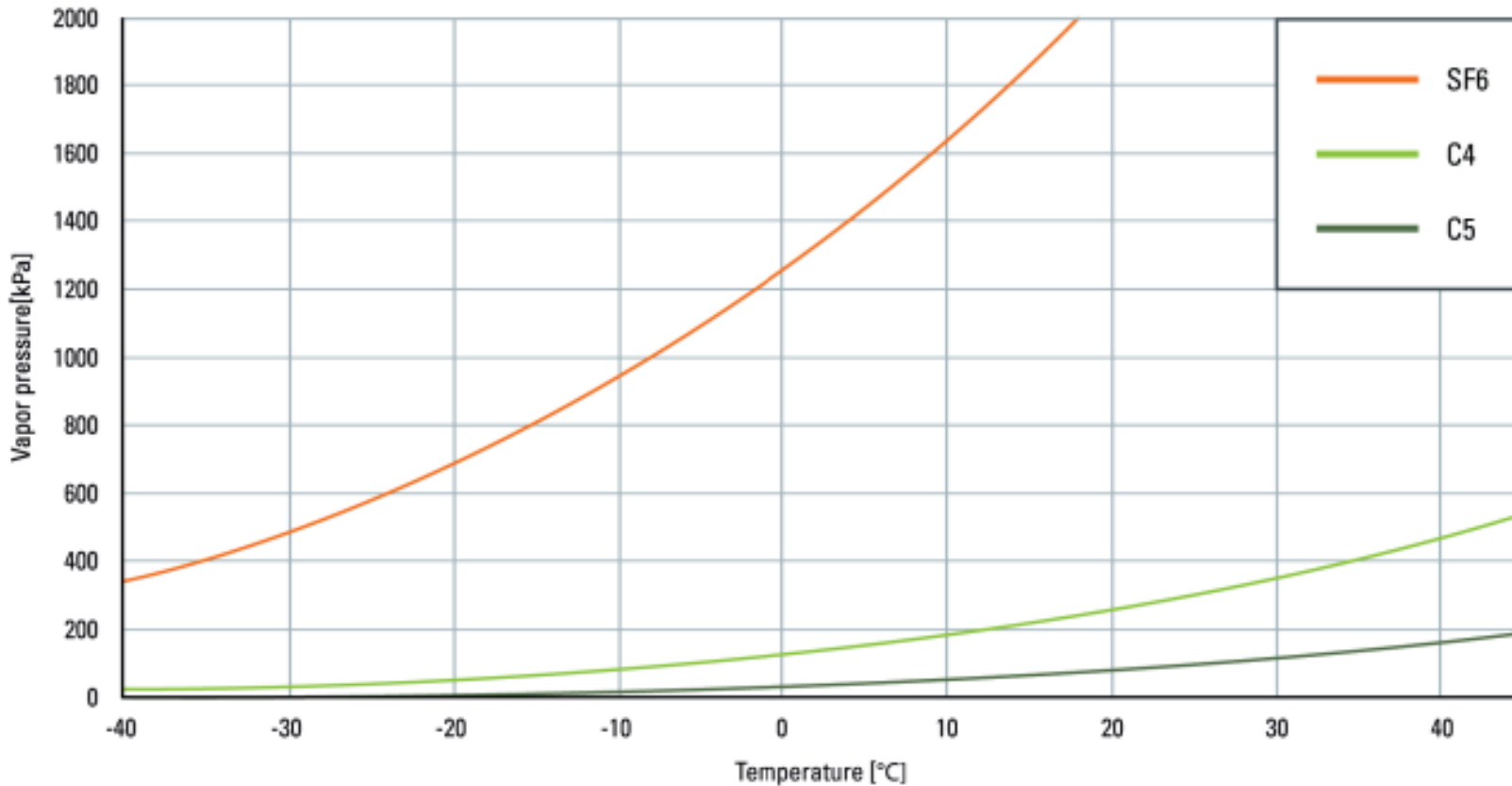


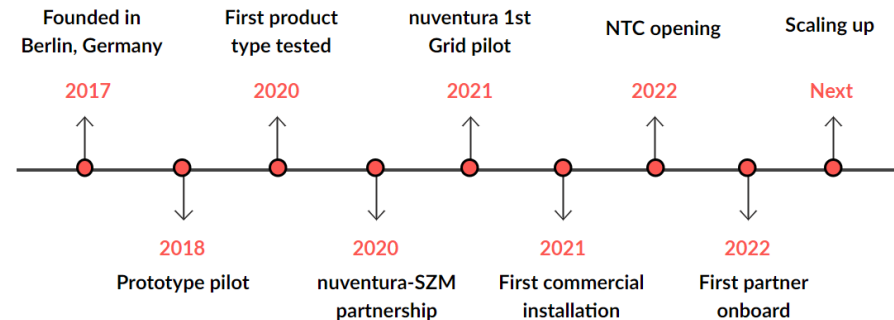
Figure 1: Vapour pressure curves of pure SF<sub>6</sub>, C4 and C5 in the temperature range from -40 °C to 45 °C. This curve describes the pressure at which a substance liquefies dependent on the temperature. In the area below the curve, the substance is gaseous, above the curve it is liquefied.

# 8. Alternative Schaltanlagen



## 8. Alternative Schaltanlagen 24kV (RMUs)

- EATON      bereits seit 25 Jahren mit SF6-freier Alternative (feststoffisoliert erfolgreich)  
Lieferzeiten derzeit bis zu 40 Wochen
- Siemens    blueGIS – 8DJH, clean air mit Überdruck, neu am Markt, wenig Erfahrungswerte aus Feldeinsatz, innovative Entwicklung
- Schneider   RM AirSeT, Druckluft mit Überdruck, innovative Entwicklung
- ABB          Trockenluftisolierung (nur bis 12kV)
- Driescher    noch nicht präsentiert, bereits bisher Luftisolierte Anlagen im Portfolio
- Nuventura    36kV, Druckluft mit Überdruck, neuer Hersteller, Startup, Produktion in Indien



# 8. Alternative Schaltanlagen

Siemens, Schneider, ABB, Eaton



Ohne Anspruch auf  
Vollständigkeit und  
ohne Präferenz

# 9. Alternative Perspektiven und Zusammenfassung



# 9. Alternative Perspektive und Zusammenfassung: Windkraft-Anteil an Trafostationen

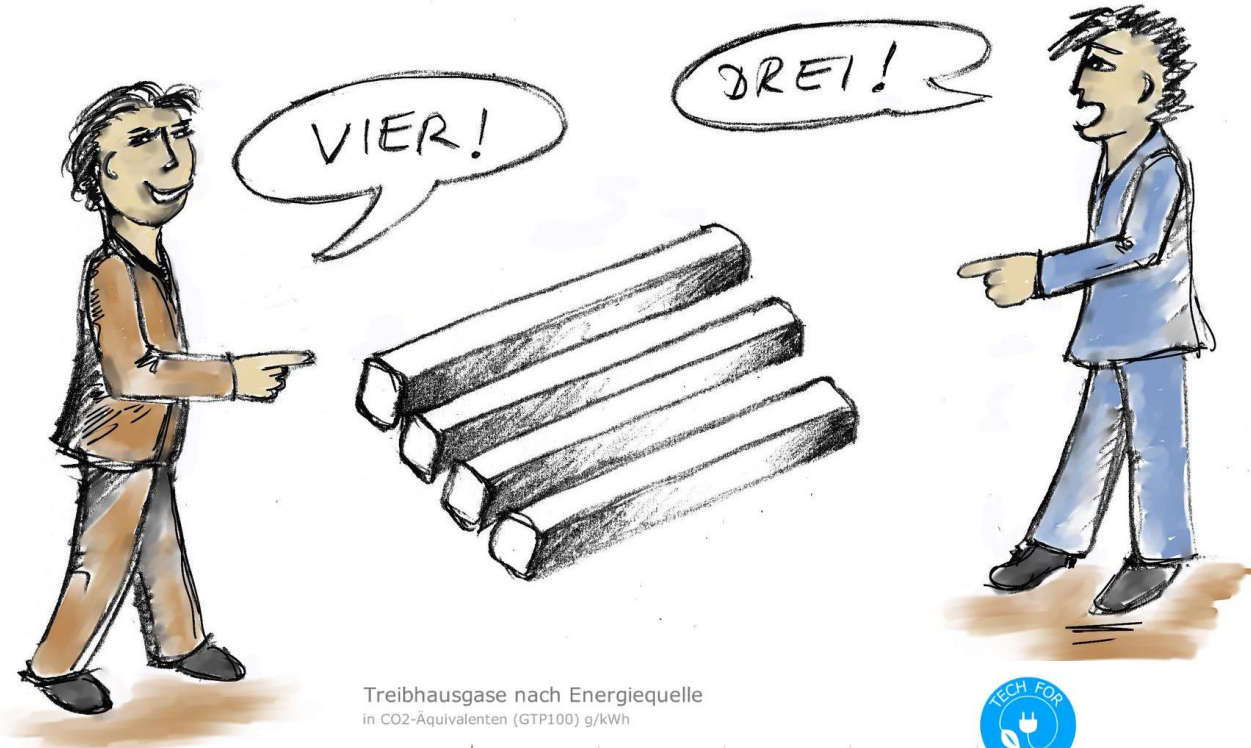
- Österreich: 1426 Windräder = ca. 4200 SF6-Felder
- Trafostationen 12/24/36 kV:  
NÖ: 18.000  
OÖ: 9.200  
Sbg: 5.000  
In Österreich daher ca. 50.000 TST mit je 4 Feldern = 200.000 Felder

**Nur ca. 2,1% aller SF6 Schaltfelder (MSP) stehen in Windkraftanlagen**

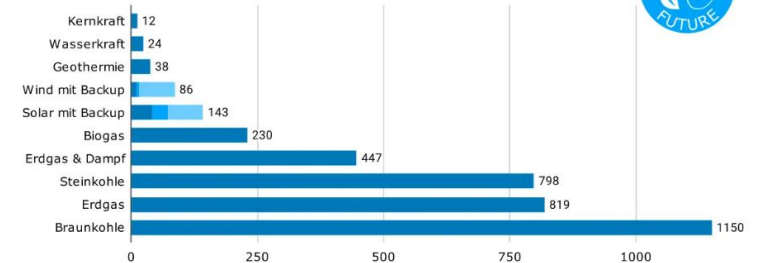


# 9. Alternative Perspektive und Zusammenfassung: Windkraft-Anteil an Trafostationen

- Wieviel CO2 wird NICHT eingespart, wenn sich die Installation eines Windrads mit 6 MW um einen windreichen Monat mit 300 Volllaststunden verspätet, weil eine MSP-Anlage nicht rechtzeitig geliefert wird?
- 440gCO2/kWh Gas anstelle 86gCO2/kWh Wind: 1800 MWh \* (0,44-0,08)
- **648 to CO2 nicht eingespart**
- **6 kg SF6 entspricht 136 to CO2**
- **Wieviel CO2 wird NICHT eingespart, wenn sich die Installation eines PV-Parks mit 6 MW um einen sonnenreichen Monat mit 200 Volllaststunden verspätet, weil eine MSP-Anlage nicht rechtzeitig geliefert wird?**
- **(0,44-0,14) = 360 to CO2 nicht eingespart**



Treibhausgase nach Energiequelle  
in CO2-Äquivalenten (GTP100) g/kWh



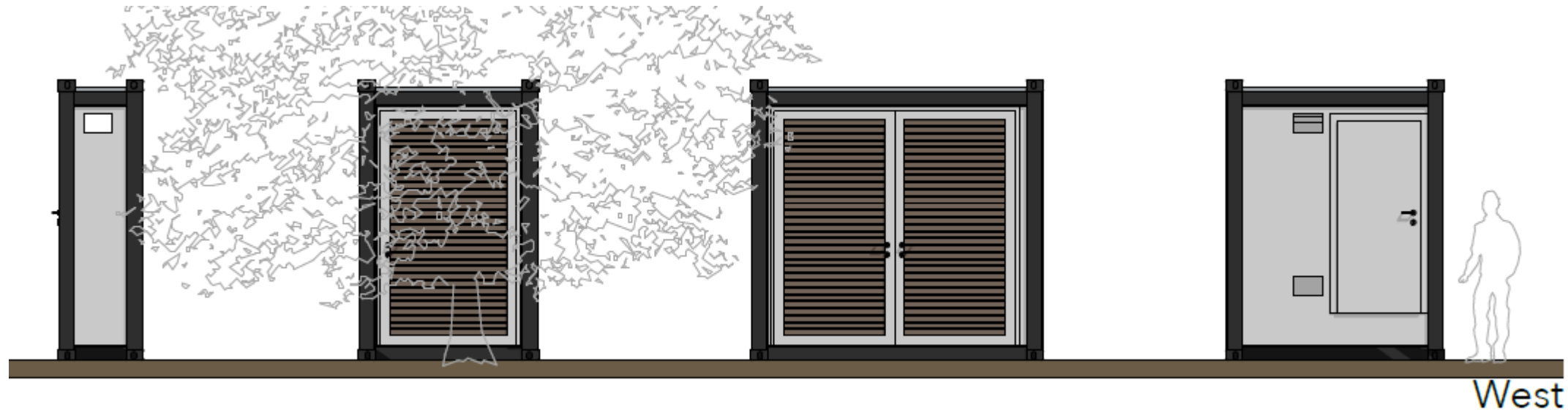
Quellen: IPCC AR5 (2018), AG Energiebilanzen (2019), Umweltbundesamt (2020), Hsu et al (2012), Peñat et al (2008), Energy Charts (2018)



# Perspektive Innovation



Modulare Transformatorstation: MCT-9000, einfache Prüfung Mittelspannung mit allen MSP-Schaltanlagen möglich





# MCT-9000

## Modulare und kompakte Transformatorstation

- Verfügbar ab 01/2024
- **Robuster Leichtbau** für flexible Aufstellung (Einzelmodule < 3 to)
- **Leistung bis 9.000 kVA** (individuelle Trafos möglich)
- **Module kombinierbar**
- Frei wählbare Transformatorspannungen
- **Frei konfigurierbare Verrechnungszählung und Mittelspannung**
- Frei konfigurierbare Niederspannung
- **Erhöhter Passanten- und Bedienschutz**
- Kundenspezifische, zusätzliche Features

für PV- und Windparks, Industrie, Gewerbe und Ladeinfrastruktur



# Zusammenfassung

- SF6-isolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen sind eine bewährte Technologie.
- SF-6 freie Mittelspannungsschaltanlagen sind innovative Produkte die das Potential haben, nach und nach Marktanteile zu gewinnen.
- Nachhaltigkeit erreichen wir in erster Linie durch die Einsparung von relevanten THG-Emissionen
- **Setzen wir unsere Anstrengungen dort ein, wo wir den größten Beitrag erzielen.**

„Die effiziente und effektive Reduktion der Treibhausgase steht im Vordergrund!“



Vielen Dank!

Stefan Haslinger



*für eine lebenswerte Zukunft!*