



# Faktencheck: SF<sub>6</sub>-Einsatz in Windenergieanlagen

November 2023

## 1. Was ist SF<sub>6</sub>?

Schwefel-Hexafluorid (SF<sub>6</sub>) ist eine anorganische, chemische Verbindung. Unter Normalbedingung ist SF<sub>6</sub> ein farb- und geruchloses Gas. Es ist weder giftig noch brennbar und äußerst reaktionsträge. Wie alle fluorierten Gase ist auch SF<sub>6</sub> klimaschädlich, wenn es entweicht. Seine Verweildauer in der Atmosphäre beträgt mehr als 3.000 Jahre.<sup>1</sup> Das Gas gilt als die Substanz mit der stärksten Treibhauswirkung; 1 kg SF<sub>6</sub> wirkt rund 22.800-mal so stark wie ein Kilo Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)<sup>2</sup>.

Das Gas wird überwiegend innerhalb geschlossener Systeme eingesetzt und daher im Betrieb im Normalfall nicht freigesetzt. Im Normalbetrieb elektrischer Anlagen ist bei sachgerechter Wartung und Entsorgung das Risiko einer Leckage mit weniger als 0,1 % pro Jahr laut einem Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Verbraucherschutz und nukleare Sicherheit (BMU) äußerst gering.<sup>3</sup>

Da die klimaschädliche Wirkung des Gases bekannt ist, ist es in diesem Zusammenhang sehr wichtig zu betonen, dass die im Bereich der Erneuerbaren Energien verwendete Menge an SF<sub>6</sub> im Vergleich zu den Bedarfen anderer Branchen gering ist.<sup>4</sup>

Demgegenüber stehen die Einsparpotenziale an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die sich durch einen konsequenten Ausbau der Erneuerbaren Energien ergeben. Allein die Windenergie in Deutschland hat das Potenzial, bis zum Jahr 2050 650 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente einzusparen. Das entspricht rund 75 % der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2018 (866 Millionen Tonnen).

Im Jahr 2021 wurden durch die Erneuerbaren Energien 221,4 Mio. Tonnen Kohlenstoff-Äquivalente vermieden. Daran hatte die Windenergie einen Anteil von 86,5 Mio. Tonnen (39,1 %).<sup>5</sup> Eine einzige Windenergieanlage mit einer Leistung von 3 MW führt an einem nicht optimalen Standort bei einem Jahresertrag von etwa 6 Mio. eingespeisten Kilowattstunden (kWh) zu einer Vermeidung von 3.600 Tonnen ausgestoßenem CO<sub>2</sub> jährlich.<sup>6</sup> An einem sehr guten Standort, mit einem Jahresertrag von 14,5 Mio. kWh, spart die gleiche Anlage sogar 9.671 Tonnen CO<sub>2</sub> ein.<sup>7</sup>

Das Potenzial der Erneuerbaren Energien CO<sub>2</sub> einzusparen, wächst dabei stetig weiter – insbesondere angesichts der Ausbaupläne und Klimaziele der Bundesregierung. Demgegenüber bleibt die Menge an SF<sub>6</sub>-Emissionen im Betrieb der elektrischen Betriebsmittel seit Jahren auf einem niedrigen Niveau konstant.

<sup>1</sup> Wikipedia.org: Schwefelhexafluorid (2022). [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

<sup>2</sup> Amtsblatt der Europäischen Union (2014): 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, S. 24. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

<sup>3</sup> Ecofys (2018): Abschlussbericht zur SF<sub>6</sub>-freien Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. [Link](#). Zuletzt abgerufen am 22.9.2022.

<sup>4</sup> Statistisches Bundesamt (2020): Stärkstes Treibhausgas: Bezug von Schwefelhexafluorid 2020 über ein Drittel niedriger als 2016. [Link](#). Letzter Abruf am 22.9.2022.

<sup>5</sup> Umweltbundesamt (2022): Erneuerbare Energien – Vermiedene Treibhausgase. [Link](#). Letzter Abruf am 22.9.2022.

<sup>6</sup> Echtermann, Alice (2019) Corretiv Faktencheck: Nein, der abgeholzte Wald für eine Windkraftanlage nimmt nicht mehr CO<sub>2</sub> auf, als die Anlage vermeiden kann. [Link](#). Letzter Abruf am 22.9.2022.

<sup>7</sup> Bundesverband WindEnergie BWE e.V. (2019): Informationspapier: Wer Klimaschutz will, braucht die Windenergie. [Link](#). Letzter Abruf am 22.9.2022.



## 2. Wofür wird SF<sub>6</sub> verwendet?

SF<sub>6</sub> zeichnet sich besonders durch seine hervorragenden Isolier- und Lichtbogenlöscheigenschaften aus. Es wird daher als Isolation und Lichtbogenlöschgas in Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen in der gesamten Elektrizitätsinfrastruktur eingesetzt. Durch den Einsatz von SF<sub>6</sub> lassen sich die Schaltanlagen sehr kompakt konstruieren. Solche mit SF<sub>6</sub> finden deshalb vor allem dort Anwendung, wo der verfügbare Platz beschränkt ist – beispielsweise in Windenergieanlagen.

Die Verwendung des Gases ist Stand der Technik bei der Konstruktion von Schaltanlagen. Folglich kommt SF<sub>6</sub> in allen Schaltanlagen vor. Dazu gehören Anlagen zur Energieerzeugung ebenso wie Transformatoren von Ortsnetzen und Industrieanlagen.

Früher wurde SF<sub>6</sub> zum Beispiel auch als isolierendes Gas zwischen doppelt verglasten Fenstern eingesetzt. Hier hat sich die Industrie jedoch selbst dazu verpflichtet, auf den Einsatz zu verzichten. Andere ehemalige Verwendungszwecke, wie als Dämmmittel in Schuhsohlen oder in Tennisbällen, sind mittlerweile verboten.

## 3. Wie gelangt SF<sub>6</sub> in die Atmosphäre?

SF<sub>6</sub> gelangt primär durch Leckagen SF<sub>6</sub>-haltiger Systeme in die Atmosphäre. Wenn es dazu kommt, ist seine Treibhauswirkung um ein Vielfaches höher als die von CO<sub>2</sub>.

Ein Leckage-Risiko besteht vor allem auch bei der Dekommissionierung von Anlagen, die SF<sub>6</sub> enthalten. Um ein Entweichen des Gases zu vermeiden, wird es beim Rückbau abgesaugt und kann nach einer gründlichen Reinigung im Anschluss weiterverwendet werden.

Detaillierte Informationen zum Thema Recycling und Rückbau von Windenergieanlagen hat der Bundesverband WindEnergie in einem Hintergrundpapier zusammengetragen<sup>8</sup>.

## 4. Was sind mögliche Alternativen zum Einsatz von SF<sub>6</sub>?

Im Bereich der Mittelspannungsanlagen gibt es erste Alternativen zur Verwendung von SF<sub>6</sub> bis 24 kV am Markt, für 36 kV werden die ersten Anlagen 2024 erwartet. Darunterfallen, je nach Einsatzgebiet, vollkommen luftisolierte Schaltanlagen oder Anlagen mit alternativen Isolier- und Schaltmedien wie beispielsweise Feststoffen, Flüssigkeiten oder anderen fluorierten Gasen bzw. Gasgemischen.<sup>9</sup> Für Hochspannungsnetzanschlüsse durch z.B. 110-kV Umspannwerke sind auch schon SF<sub>6</sub>-freie Alternativen verfügbar.

## 5. Was bringt die Zukunft?

Die Hersteller der Schaltanlagen sind auf der Suche nach Alternativen zum Einsatz von SF<sub>6</sub>. In den vergangenen Jahren umgesetzte Pilotprojekte sind vielversprechend. Die Zeit bis zur abschließenden Marktreife und einem ausreichend hohen Angebot dieser Alternativen gilt es möglichst kurz zu halten.

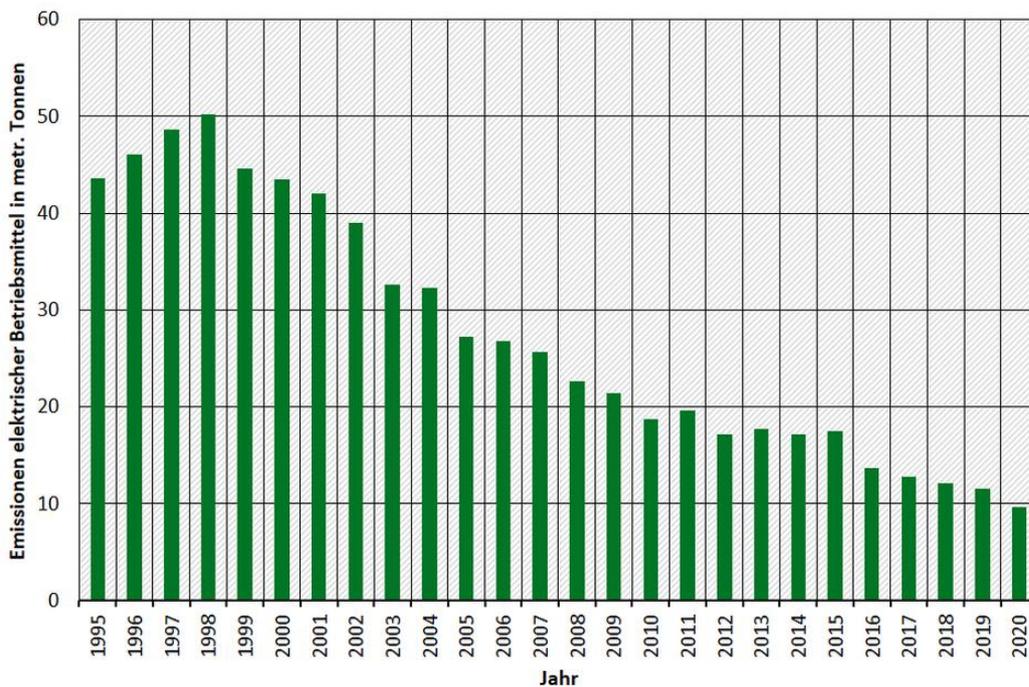
<sup>8</sup> Bundesverband WindEnergie BWE e.V. (2019): Hintergrundpapier: Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

<sup>9</sup> T&D Europe (2020): Summary of T&D Europe's Technical report on alternative to SF<sub>6</sub> gas in medium voltage & high voltage electrical equipment. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

Die Produzenten von SF<sub>6</sub> haben im Jahr 2005 eine freiwillige Selbstverpflichtung zur Reduzierung von SF<sub>6</sub> geschlossen. Als direktes Resultat ist die Menge der SF<sub>6</sub> Emissionen deutlich gesunken und nimmt auch weiterhin kontinuierlich ab; von 50 metrischen Tonnen im Jahr 1998 auf weniger als zehn im Jahr 2020. Einige Hersteller haben die Produktion von CO<sub>2</sub>-neutralen Schaltanlagen bereits aufgenommen, wobei einige CO<sub>2</sub>-Mittelspannungsanlagen heute schon im Betrieb sind.

Wir begrüßen diesen Schritt ausdrücklich und unterstützen die Umsetzung von CO<sub>2</sub>-neutralen Lösungen. Für Anwendungsfälle, in denen es noch keine alternativen Lösungen gibt, hält der Bundesverband WindEnergie seine Mitglieder dazu an, SF<sub>6</sub> beim Rückbau von Anlagen fachgerecht zu entsorgen<sup>10</sup>, so dass dieses im Rahmen eines geschlossenen Kreislaufs beim Neubau von Anlagen wiederverwendet und so die Neuproduktion von SF<sub>6</sub> möglichst vermieden werden kann.

SF<sub>6</sub> Emissionen elektrischer Betriebsmittel in Deutschland\*



\*SF<sub>6</sub> - Schwefelhexafluorid

Quelle: Umweltbundesamt

Auf EU-Ebene wurde im Rahmen der sogenannten F-Gas Verordnung (EU) 517/2014<sup>12</sup> ein sukzessives Verbot von SF<sub>6</sub> für Schaltanlagen ausgesprochen, welche am 19. Oktober 2023<sup>13</sup> verabschiedet wurde. Somit wird die Verwendung von SF<sub>6</sub> von 2026 bis 2032 von der Mittelspannungsebene (bis 24 kV) bis

<sup>10</sup> ZVEI (2023): Umweltgerechte Außerbetriebnahme von SF<sub>6</sub>-haltigen Betriebsmitteln. [Link](#); letzter Abruf am 30.10.2023

<sup>11</sup> Umweltbundesamt (2022): Schaltanlagen. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

<sup>12</sup> EU (2023): (EU) 517/2014 Verordnung über fluorierte Treibhausgase. [Link](#); letzter Abruf am 30.10.2023

<sup>13</sup> Europarat (2023): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on fluorinated greenhouse gases. [Link](#); letzter Abruf am 30.10.2023



zur Hochspannungsebene (über 145 kV), respektive der Verfügbarkeit von Alternativenanlagen, verboten. Der BWE unterstützt den ambitionierten Zeitplan zum Ersatz von SF<sub>6</sub> und hat hierzu ein Informationspapier „zum SF<sub>6</sub>-freien Betrieb von Windenergieanlagen“ veröffentlicht<sup>14</sup>. Die Staffelung der Umsetzung der F-Gas Verordnung finden Sie im genannten Dokument.

Der europäische Windenergieverband WindEurope hat seine Positionen zur Regulierung von fluorisierten Gasen in einem Papier zusammengetragen.<sup>15</sup>

Derzeit fehlt es auf europäischer Ebene noch an einem klaren regulatorischen Rahmen, insbesondere beim Recyclingprozess von SF<sub>6</sub>, sodass es außerhalb von freiwilligen Selbstverpflichtungen keine konkreten Handhabungen gibt. Trotzdem gibt es für den dauerhaften Verzicht auf SF<sub>6</sub> eine gemeinsame Anstrengung der gesamten Energiebranche. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz empfiehlt hierbei Sanktionen für den nicht fachgerechten Umgang bei der Entsorgung von SF<sub>6</sub> – eine Maßnahme, die auch der BWE unterstützt, um so für alle Verwender von SF<sub>6</sub> einen allgemeingültigen Orientierungsrahmen zu schaffen.

---

<sup>14</sup> Bundesverband WindEnergie BWE e.V. (2023): Informationspapier: SF<sub>6</sub>-freier Betrieb von Schaltanlagen in der Windenergie

<sup>15</sup> Vandenbergh, Alexander (2022): F-gas regulation proposal. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.