



Faktencheck: SF₆-Einsatz in Windenergieanlagen

September 2022

1. Was ist SF₆?

Schwefel-Hexafluorid (SF₆) ist eine anorganische, chemische Verbindung. Unter Normalbedingung ist SF₆ ein farb- und geruchloses Gas. Es ist weder giftig noch brennbar und äußerst reaktionsträge. Wie alle fluorierten Gase ist auch SF₆ klimaschädlich, wenn es entweicht. Seine Verweildauer in der Atmosphäre beträgt mehr als 3.000 Jahre.¹ Das Gas gilt als die Substanz mit der stärksten Treibhauswirkung; 1 kg SF₆ wirkt rund 22.800-mal so stark wie ein Kilo Kohlenstoffdioxid (CO₂)².

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.³

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 SF₆ im Vergleich zu den Bedarfen anderer Branchen gering ist.⁴

Demgegenüber stehen die Einsparpotenziale an CO₂-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 CO₂-Äquivalente einzusparen. Das entspricht rund 75 % der deutschen CO₂-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 %).⁵ 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 CO₂ jährlich.⁶ An einem sehr guten Standort, mit einem Jahresertrag von 14,5 Mio. kWh, spart die gleiche Anlage sogar 9.671 Tonnen CO₂ ein.⁷

Das Potenzial der Erneuerbaren Energien CO₂ einzusparen, wächst dabei stetig weiter – insbesondere angesichts der Ausbaupläne und Klimaziele der Bundesregierung. Demgegenüber bleibt die Menge an SF₆-Emissionen im Betrieb der elektrischen Betriebsmittel seit Jahren auf einem niedrigen Niveau konstant.

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

² 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.

³ Ecofys (2018): Abschlussbericht zur SF₆-freien Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. [Link](#). Zuletzt abgerufen am 22.9.2022.

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

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

⁶ Echtermann, Alice (2019) Corretiv Faktencheck: Nein, der abgeholzte Wald für eine Windkraftanlage nimmt nicht mehr CO₂ auf, als die Anlage vermeiden kann. [Link](#). Letzter Abruf am 22.9.2022.

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



2. Wofür wird SF₆ verwendet?

SF₆ zeichnet sich besonders durch seine hervorragenden Isoliereigenschaften aus. Es wird daher als Isolation und Lichtbogenlöschgas in Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen in der gesamten Elektrizitätsinfrastruktur eingesetzt. Durch den Einsatz von SF₆ lassen sich die Schaltanlagen sehr kompakt konstruieren. Solche mit SF₆ 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 SF₆ in allen Schaltanlagen vor. Dazu gehören Anlagen zur Energieerzeugung ebenso wie Transformatoren von Ortsnetzen und Industrieanlagen.

Früher wurde SF₆ 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 SF₆ in die Atmosphäre?

SF₆ gelangt primär durch Leckagen SF₆-haltiger Systeme in die Atmosphäre. Wenn es dazu kommt, ist seine Treibhauswirkung um ein Vielfaches höher als die von CO₂.

Ein Leckage-Risiko besteht vor allem auch bei der Dekommissionierung von Anlagen, die SF₆ 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 zusammengetragen⁸.

4. Was sind mögliche Alternativen zum Einsatz von SF₆?

Im Bereich der Mittel- und Hochspannungsanlagen gibt es erste Alternativen zur Verwendung von SF₆ am Markt. Darunter fallen, je nach Einsatzgebiet, vollkommen luftisolierte Schaltanlagen oder Anlagen mit alternativen Isoliermedien wie beispielsweise Feststoffen, Flüssigkeiten oder anderen fluorierten Gasen bzw. Gasgemischen.⁹

5. Was bringt die Zukunft?

Die Hersteller der Schaltanlagen sind auf der Suche nach Alternativen zum Einsatz von SF₆. 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.

Die Produzenten von SF₆ haben im Jahr 2005 eine freiwillige Selbstverpflichtung zur Reduzierung von SF₆ geschlossen. Als direktes Resultat ist die Menge der SF₆ Emissionen deutlich gesunken und nimmt

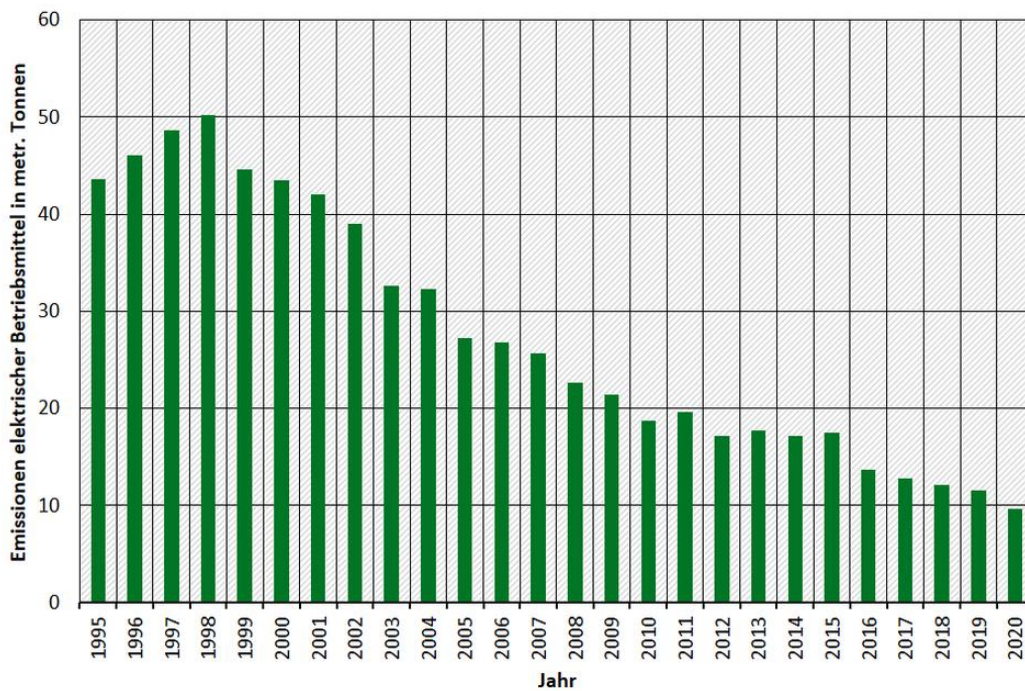
⁸ Bundesverband WindEnergie BWE e.V. (2019): Hintergrundpapier: Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

⁹ T&D Europe (2020): Summary of T&D Europe's Technical report on alternative to SF₆ gas in medium voltage & high voltage electrical equipment. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

auch weiterhin kontinuierlich ab; von 50 metrischen Tonnen im Jahr 1998 auf weniger als zehn im Jahr 2020. Einige Hersteller haben die Produktion von CO₂-neutralen Schaltanlagen bereits aufgenommen, wobei einige CO₂-Mittelspannungsanlagen heute schon im Betrieb sind.

Wir begrüßen diesen Schritt ausdrücklich und unterstützen die Umsetzung von CO₂-neutralen Lösungen. Für Anwendungsfälle, in denen es noch keine alternativen Lösungen gibt, hält der Bundesverband WindEnergie seine Mitglieder dazu an, SF₆ beim Rückbau von Anlagen fachgerecht zu entsorgen, so dass dieses im Rahmen eines geschlossenen Kreislaufs beim Neubau von Anlagen wiederverwendet und so die Neuproduktion von SF₆ möglichst vermieden werden kann.

SF6 Emissionen elektrischer Betriebsmittel in Deutschland*



*SF6 - Schwefelhexafluorid

Quelle: Umweltbundesamt 10

Auf EU-Ebene zirkuliert aktuell der Entwurf einer Richtlinie, laut welcher der Einsatz von SF₆ ab dem Jahr 2030 verboten werden soll. Die Windbranche unterstützt ambitionierte Zeitpläne zum Ersatz von SF₆ und begrüßt daher ausdrücklich, dass der aktuelle Entwurf des Klimaschutzsofortprogramms unter anderem eine Förderung der Mehrkosten von SF₆-freien Schaltanlagen vorsieht.

Der europäische Windenergieverband WindEurope hat seine Positionen zur Regulierung von fluorisierten Gasen in einem Papier zusammengetragen.¹¹

¹⁰ Umweltbundesamt (2022): Schaltanlagen. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.

¹¹ Vandenberghe, Alexander (2022): F-gas regulation proposal. [Link](#); letzter Abruf am 22.8.2022.



Derzeit fehlt es auf europäischer Ebene noch an einem klaren regulatorischen Rahmen, insbesondere beim Recyclingprozess von SF₆, sodass es außerhalb von freiwilligen Selbstverpflichtungen keine konkreten Handhabungen gibt. Trotzdem gibt es für den dauerhaften Verzicht auf SF₆ 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 SF₆ – eine Maßnahme, die auch der BWE unterstützt, um so für alle Verwender von SF₆ einen allgemeingültigen Orientierungsrahmen zu schaffen.