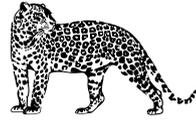




Deutsche Umwelthilfe

urgewald



Siemens Energy – Riskantes Klammern am fossilen Geschäftsmodell



Siemens Energy – Riskantes Klammern am fossilen Geschäftsmodell

Siemens Energy freut sich in seinem Geschäftsbericht über Auftragseingänge von über 50 Milliarden Euro im vergangenen Geschäftsjahr. Der Bereich „Grid Technologies“ (GT) führt die Aufträge mit 20,9 Milliarden Euro an, gefolgt von „Gas Services“ (GS) mit 16,4 Milliarden Euro, die Windkraftsparte Siemens Gamesa (SG) belegt Platz drei der Auftragseingänge mit 7,3 Milliarden Euro und „Transformation of Industry“ (TI) schließt mit 6,4 Milliarden Euro.

Auch wenn sich das Unternehmen gerne als wichtiger Partner der Energiewende darstellt, gibt es klar zu: *„Die Produkte, Lösungen und Dienstleistungen, die von unseren Geschäftsbereichen GS und TI angeboten werden, dienen zu einem großen Teil der konventionellen Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen. Die fossile Stromerzeugung steht derzeit aufgrund des vorherrschenden Trends zu einer nachhaltigeren Stromerzeugung mit erneuerbaren Energiequellen oder klimaneutralen Brennstoffen unter Druck.“*¹ Mit der

Windkrafttochter Siemens Gamesa versucht Siemens Energy zwar an dem Trend zur erneuerbaren Stromerzeugung teilzunehmen. Die schweren Probleme der letzten Jahre bei Gamesa scheinen überwunden oder ihre Lösung zumindest auf einem guten Weg zu sein.

Doch das hält Siemens Energy nicht davon ab, gleichzeitig sein fossiles Geschäft weiter zu betreiben und sogar auszubauen. So freuen sich Vorstand und Aufsichtsrat über erwartete 500 Milliarden Euro Investitionen, die in den USA bis 2030 für Rechenzentren vor allem für Künstliche Intelligenz ausgegeben werden sollen und erhoffen sich massiven Rückenwind durch Donald Trumps Energiestrategie. Allerdings lauern auch Risiken: Als mit DeepSeek ein chinesischer KI-Anbieter auf den Markt drängte, der nach eigenen Angaben im Vergleich zu US-Wettbewerbern deutlich weniger Energie für seine Modelle benötigt, ist die Siemens-Energy-Aktie abgestürzt.² Im Anschluss erholte sich der Aktienkurs wieder.

Gasturbinen für die ganze Welt – ohne Rücksicht auf Mensch und Umwelt

Auf der Hauptversammlung 2024 erklärte das Unternehmen, dass im Geschäftsjahr 2023 Neuanlagen-bezogene Auftragseingänge für erdgasbefeuerte Kraftwerke und LNG-Projekte hauptsächlich aus den USA, Brasilien, Nigeria und Polen eingingen. Der Auftragseingang bei LNG-Projekten im Geschäftsbereich „Transformation of Industry“ kam demnach vorwiegend aus China und den USA, aber auch aus Algerien, Indonesien und Malaysia. Laut der Global Oil & Gas Exit List 2024 von urgewald ist Siemens Energy zudem Anteilseigner von geplanten und im Bau befindlichen Gaskraftwerken in Usbekistan, Brasilien und den USA. Siemens Energy plant darüber hinaus Turbinenlieferungen für Gaskraftwerke in mindestens 15 Ländern: Argentinien, Belgien, Brasilien, Irak, Kanada, Libyen, Mexiko, Nigeria, Philippinen, Polen, Saudi-Arabien, USA, Usbekistan, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Die geplanten Exporte fossiler Infrastruktur durch Siemens Energy in Staaten wie Saudi-Arabien³, Libyen^{4,5} oder Irak⁶ tragen zur Legitimierung und Normalisierung der dort herrschenden menschenrechtsverletzenden Regime bei.⁷ In Brasilien, dem Gastgeber der diesjährigen Weltklimakonferenz, ist Siemens Energy an der Konstruktion einer Gaskraftwerksinsel im Rahmen des Komplexes Gás-Natural-Açu (GNA) im hochumstrittenen Super-Hafen Port Açu beteiligt⁸. Dessen Entstehung und Betrieb schaden der Umwelt und konnten nur gegen immer noch anhaltende Proteste sowie die teilweise Enteignung und Umsiedlung von hunderten Familien realisiert werden.^{9,10} Siemens Energy liefert auch Gasturbinen für das Kraftwerk Manaus 1.¹¹ Brasilianische Umweltgruppen haben sich vehement gegen dieses Projekt ausgesprochen und darauf hingewiesen, dass die geplanten Anlagen ein Risiko für die Luft- und Wasserqualität darstellen, Brasiliens Treibhausgasemissionen erheblich erhöhen und die Verbraucher*innen weitaus mehr kosten werden als Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen.¹²

Hohe „finanzierte Emissionen“ drohen zum Problem zu werden

Das Beharren von Siemens Energy auf dem fossilen Geschäft ist nicht nur aus Klima-, Umwelt- und Menschenrechtsperspektive problematisch, sondern kann sich auch zum Problem bei Finanzierungen entwickeln: Finanzinstitute, die sich Klimaschutzinitiativen anschließen, müssen sich Reduktionsziele für ihre „finanzierten Emissionen“ setzen. Das sind die Emissionen, die daraus resultieren, dass sie z.B. Gelder an Öl- und Gasunternehmen, Energieversorger oder auch an die Stahl- oder Zementindustrie vergeben. Ein anerkannter Standard für die Bewertung und Berechnung finanziert Emissionen in der Finanzbranche ist der

Financed Emissions Standard der Finanzbrancheninitiative Partnership for Carbon Accounting Financials (PCAF). Über 550 Finanzinstitutionen haben die PCAF unterzeichnet, darunter große US-amerikanische, japanische und europäische Banken wie Mitsubishi UFJ, HSBC, BNP Paribas, Barclays, Bank of America, Crédit Agricole, Citibank oder die Deutsche Bank.¹³ **Nach einer Auswertung auf Basis des erweiterten Datensatzes des „Banking On Climate Chaos“-Berichts befinden sich 10 PCAF Unterzeichner unter den Top 15 Banken, die Siemens Energy zwischen 2020 und 2023 finanziert haben (siehe Tabelle 1).**

Tabelle 1: Top 15 – Internationale Banken von Siemens Energy

Finanzierung in Form von Krediten und Finanzdienstleistungen in Mio. US-Dollar (2020–2023)

	Name	Land des Hauptsitzes	Gesamt	PCAF Unterzeichner
1	Societe Generale	Frankreich	693,4	Nein
	Citigroup	USA	693,4	Ja
2	UniCredit	Italien	489,2	Nein
	HSBC	UK	489,2	Ja
3	Bank of America	USA	388,2	Ja
	Deutsche Bank	Deutschland	388,2	Ja
	BNP Paribas	Frankreich	388,2	Ja
	JPMorgan Chase	USA	388,2	Nein
4	UBS	Schweiz	258,6	Ja
	Bank of China	China	258,6	Nein
	Santander	Spanien	258,6	Ja
	Goldman Sachs	USA	258,6	Nein
	Standard Chartered	UK	258,6	Ja
	Commerzbank	Deutschland	258,6	Ja
	Credit Agricole	Frankreich	258,6	Ja

Quelle: BOCC+ 2024 Extended Dataset, Rainforest Action Network, Indigenous Environmental Network, BankTrack, CEED, Oil Change International, Reclaim Finance, Sierra Club, Urgewald, 13. Mai 2024, eingesehen 13. August 2024¹⁴; <https://file.carbonaccountingfinancials.com/en/financial-institutions-taking-action#overview-of-financial-institutions>

Der Financed Emissions Standard beschreibt, wie die für Finanzinstitute relevanten finanzierten Emissionen errechnet werden können, die mit Investitionen in Aktien und Anleihen, Kreditvergabe sowie mit der Ausgabe von Anleihen zusammenhängen. Dafür wird zum

Beispiel der ausstehende Kreditbetrag durch den Wert des finanzierten Unternehmens geteilt, das Kredite erhalten hat.¹⁵ Dieser Wert wird mit den Emissionen des finanzierten Unternehmens multipliziert.

Formel: PCAF – Financed Emissions Standard

$$\text{Finanzierte Emissionen} = \frac{\text{Ausstehender Betrag}}{\text{Unternehmenswert}} \times \text{Unternehmensemissionen}$$

Ab 2025 sollen für alle Sektoren, die finanziert werden, nicht nur die direkten Emissionen (Scope 1 und 2) einfließen, sondern auch die Scope-3-Emissionen, einschließlich der Emissionen, die durch die Nutzung verkaufter Produkte erzeugt werden. Bei Öl- und Gasunternehmen betrifft dies die Verbrennung von Öl und Gas etwa in Fahrzeugen oder Kraftwerken.¹⁶

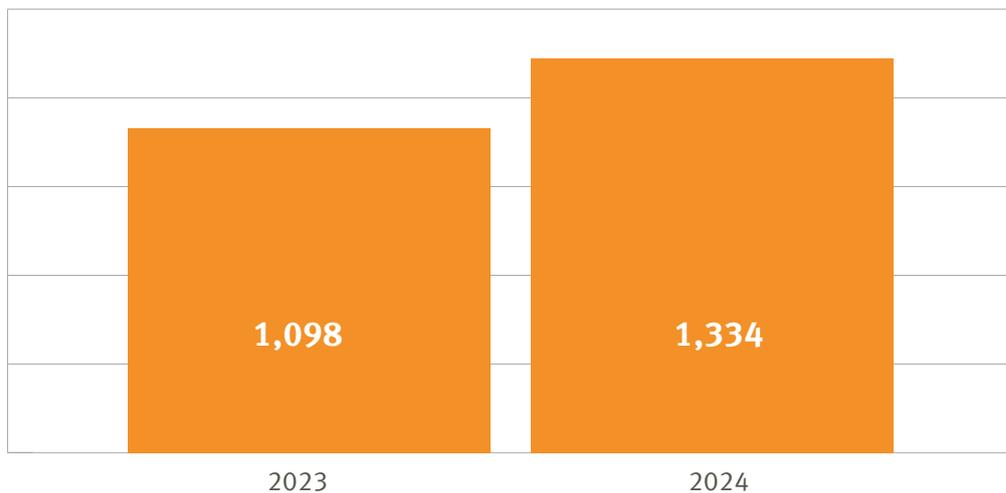
Siemens Energy weist seine Scope-3-Emissionen aus der Nutzung verkaufter Produkte (Downstream) im Geschäftsbericht aus. **Wegen vieler fossiler Aufträge stiegen sie im Geschäftsjahr 2024 im Vergleich zu**

2023 um 0,235 Gigatonnen CO₂e auf insgesamt 1,334 Gigatonnen CO₂e an (2023: 1,098 Gigatonnen CO₂e) (siehe Grafik 1).¹⁷

Um einzuschätzen, wie sich dieser hohe Scope-3-Wert auf die finanzierten Emissionen von Banken und Investoren auswirkt, hat urgewald das Forschungsinstitut Profundo beauftragt, aus Finanzdaten des Jahres 2023 die resultierenden finanzierten Emissionen zu ermitteln: für Siemens Energy, den Öl- und Gaskonzern Shell sowie das Offshore-Windenergieunternehmen Ørsted.

Grafik 1: Siemens Energy's Emissionen steigen

Scope-3-Emissionen von Siemens Energy 2023 und 2024 in Gigatonnen CO₂e



Quelle: Siemens Energy Jahresbericht 2024

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Unternehmensemissionen und finanzierten Emissionen

Vergleich der Formel-Bestandteile des Financed Emissions Standard von Siemens Energy, Shell und Ørsted

Unternehmen	Ausstehender Betrag in Mrd. USD 2023	Unternehmenswert in Mrd. USD 2023	Unternehmens-emissionen in Gigatonnen CO ₂ e (Scope 1+2+3) 2023	Finanzierte Emissionen in Gigatonnen CO ₂ e 2023
Siemens Energy	1,171	10,318 ¹⁸	1,107	0,125
Shell ¹⁹	2,607	254,337	1,205	0,012
Ørsted	6,292	30,084	0,011	0,002

Quelle: Profundo für den ausstehenden Betrag (insgesamt 59 Banken) sowie Unternehmensangaben für Scope 1-3 Emissionen und den Unternehmenswert von Ende 2023

Die deutlich höheren finanzierten Emissionen für Siemens Energy resultieren aus einem im Vergleich zu Shell sehr viel geringeren Unternehmenswert (siehe Tabelle 2). Dies führt in der PCAF-Formel zu einem deutlich kleineren Wert (attribution factor) als bei Siemens Energy, mit dem die Unternehmensemissionen multipliziert werden (siehe Formel sowie Grafik 2).

Das lässt Shell im Vergleich zu Siemens Energy besser erscheinen, als das Unternehmen mit Blick auf die enorm hohen absoluten Emissionen tatsächlich ist.

Der hohe Wert für finanzierte Emissionen von Siemens Energy sollte der Unternehmensführung trotzdem Anlass zur Sorge sein. Denn der große fossile Geschäftsanteil im Bereich Gasturbinen und -kraftwerke sowie Flüssigerdgasterminals führt unweigerlich zu hohen Scope-3-Emissionen. Da diese Werte ab diesem Jahr in die Berichte zu finanzierten Emissionen einfließen sollen, die PCAF-Unterzeichner veröffentlichen, kann Siemens Energy für Finanzinstitute mit Emissionsreduktionszielen bzw. PCAF-Mitglieder zu einem unattraktiven Wert im Portfolio werden.

Grafik 2: Finanzierte Emissionen von Siemens Energy – Risiko für Finanzinstitute mit Klimazielen

Vergleich der Unternehmensemissionen vs. Finanzierte Emissionen von Siemens Energy, Shell und Ørsted

Unternehmensemissionen in Gigatonnen CO₂e (Scope 1+2+3) 2023



Quelle: Websites der genannten Unternehmen

Finanzierte Emissionen in Gigatonnen CO₂e 2023



Quelle: Datenerhebung von profundo

Siemens Energy's Transformationsverständnis bleibt fossil

Die in 2024 nochmals deutlich gestiegenen Scope-3-Emissionen von Siemens Energy werden sich absehbar wohl auch nicht substantiell reduzieren. Denn Siemens Energy stellt klimaschädliches, fossiles Gas als einen wichtigen Baustein der Energiewende dar. In dieser Erzählung ermöglicht die Umstellung von Kohlekraftwerken auf fossile Gaskraftwerke (sog. Coal-to-Gas Shifts) CO₂-Einsparungen in der Stromproduktion. Zu einem nicht definierten späteren Zeitpunkt könnten die Treibhausgas-Emissionen von Gaskraftwerken dann durch eine Umrüstung auf Wasserstoff oder eine Zusatzausstattung mit Technologien zur Kohlenstoffabscheidung und -endlagerung (CCS) gemindert werden.²⁰

Lock-In-Gefahr im Gasturbinengeschäft

Diese Erzählung birgt eine große Gefahr fossiler Lock-In-Effekte²¹ und bedeutet ein steigendes Transformationsrisiko im Gasturbinengeschäft. Denn auch neue, effiziente Gaskraftwerke stoßen weiterhin klimaschädliche Treibhausgase aus. Das Risiko benennt Siemens Energy selbst im diesjährigen Geschäftsbericht: „Es besteht zudem das Risiko, dass die Nachfrage nach fossilen Kraftwerken und der dazugehörigen Infrastruktur, einschließlich hocheffizienter Gasturbinen, durch einen beschleunigten Übergang zu erneuerbaren Energien geringer ausfällt als erwartet.“²²

Einhaltung der Klimaziele erfordert dekarbonisiertes Stromsystem in 2040 bzw. 2045

Die Internationale Energieagentur (IEA) weist darauf hin, dass zur Vermeidung schwerwiegender Klimaauswirkungen die Stromerzeugung aus fossilem Gas in OECD-Ländern bis 2040 und in Nicht-OECD-Ländern bis 2045 auf Netto-Null-Emissionen sinken muss. Zudem ist der Stromsektor nach dem IEA-Netto-Null-Szenario der erste Energiesektor, der Netto-Null-Emissionen erreichen muss, was Potentiale für die Elektrifizierung anderer Industriebereiche schafft, um dort die Emissionen weiter zu senken.²³ Neue Gaskraftwerke haben jedoch oft lange Planungs- und Bauphasen sowie eine Lebensdauer von 25 bis 40 Jahren. Damit solche neuen Gaskraftwerke 1,5°C-kompatibel wären, müssten sie also bis spätestens 2040 in OECD-Ländern und bis 2045 in Nicht-OECD-Ländern heruntergefahren oder auf die hundertprozentige Verbrennung von grünem Wasserstoff umgestellt werden.

Auch langfristig kein ausreichendes Angebot an grünem Wasserstoff für den Stromsektor

Doch eine neue Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) stellt fest, dass im Jahr 2023 nur 7 % der ursprünglich angekündigten grünen Wasserstoffproduktionskapazitäten tatsächlich realisiert und rechtzeitig in Betrieb genommen wurden. Angesichts der bisherigen und künftigen Umsetzungslücken erwarten die Autor*innen eine anhaltende weltweite Knappheit an grünem Wasserstoff, weshalb es sinnvoll sei, den Einsatz von grünem Wasserstoff auf die schwer zu elektrifizierenden Sektoren wie Stahl oder Chemie zu konzentrieren, in denen eine Dekarbonisierung ohne grünen Wasserstoff (im Gegensatz zum Stromsektor) unmöglich ist.²⁴

Blauer Wasserstoff und CCS – klimaschädlich, teuer und unerprobt

Siemens Energy behauptet, dass neben grünem Wasserstoff auch blauer Wasserstoff nachhaltig sei und dabei helfen könne, den Betrieb von Gasturbinen zu dekarbonisieren.²⁵ Doch zur Herstellung von blauem Wasserstoff wird fossiles Erdgas verwendet. Entsprechend werden die mit der Förderung und dem Transport von Erdgas verbundenen Treibhausgasemissionen weiter in die Atmosphäre ausgestoßen.²⁶ Insgesamt kann der Treibhausgas-Fußabdruck von blauem Wasserstoff sogar um ca. 20 % größer sein als bei der Verbrennung von fossilem Gas oder Kohle.²⁷ Alternativ könne laut Siemens Energy auch CCS als Methode verwendet werden, um die Stromerzeugung aus Gaskraftwerken nahezu auf Netto-Null zu senken.²⁸ Doch Gaskraftwerke mit CCS sind nicht nur nicht verfügbar und wären hypothetisch sehr teuer.²⁹ Sie können aufgrund von geringen Abscheideraten und hohem Energieaufwand auch bei weitem keine vollständige Dekarbonisierung gewährleisten.³⁰ Zudem müssten Gaskraftwerke mit CCS neu gebaut werden – ein späterer Umbau bereits bestehender Gaskraftwerke auf CCS-Nutzung ist nicht wirtschaftlich.³¹ Daneben lohnen sich Gaskraftwerke mit CCS selbst in der Theorie nur mit sehr hohen Betriebsstunden, d.h. als Grundlastanlagen, sie sind nicht als flexible „Peaker-Kraftwerke“ geeignet.³²

Fazit: Scope-3-Emissionen senken statt fossilen Mythen folgen

Die Betreiber von Gaskraftwerken werden weltweit auch mittel- bis langfristig keine für den klimaneutralen und kosteneffizienten Betrieb von Gaskraftwerken ausgelegte H₂- und CCS-Infrastruktur nutzen können. Daher sind die Transformationserzählungen vom klimaneutralen Gaskraftwerksbetrieb mit Wasserstoff oder CCS leider keine realistischen Szenarien, sondern fossile Mythen. Gaskraftwerksbetreiber werden versuchen, ihre Kraftwerke auf lange Sicht mit fossilem Gas zu betreiben, um die Investitionskosten zu amortisieren, weiter Profite zu machen und ihre Investition nicht abschreiben zu müssen (sog. Stranded Assets). Die Produktion von neuen Gaskraftwerken schafft wiederum Anreize, auch fossile Upstream- und Midstream-Infrastruktur auszubauen. Damit wettet Siemens Energy entweder auf ein nicht absehbares technologisches Dekarbonisierungswunder oder aber auf das Scheitern der 1,5°C-Klimaziele. Mit dem Festhalten am fossilen Geschäftsmodell nimmt Siemens Energy

nicht nur fatale Klimaauswirkungen in Kauf, sondern auch ein hohes Transformationsrisiko: Investitionen in Gasturbinen und Wasserstofftechnologie bergen mittel- und langfristig große geopolitische und finanzielle Risiken. Auf dem globalen Gasturbinenmarkt zeichnen sich Überkapazitäten ab³³, es gibt keinen verlässlichen Hochlauf von Wasserstoff- und CCS-Infrastruktur und erneuerbare Alternativen wie Netzausbau und Speicherlösungen gewinnen im Vergleich deutlich an Bedeutung.^{34 35}

→ Für ein langfristig nachhaltiges Management finanzieller Risiken und einen ernst gemeinten Beitrag zur Energiewende sollte Siemens Energy seine enormen Scope-3-Emissionen senken und dafür das Gasturbinengeschäft schnellstmöglich herunterfahren.

Endnoten

- 1 https://p3.aprimocdn.net/siemensenergy/0a203852-ede4-45b9-a5e1-b2430115b293/H-Nichtfinanzielle-Erkl%c3%a4rung-pdf_Original%20file.pdf, S.46
- 2 <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/deepseek-ki-schock-an-den-boersen-laesst-aktie-von-siemens-energy-abstuerzen/100103616.html>
- 3 <https://www.saudigulfprojects.com/2023/10/saudi-arabia-announces-winning-bidders-for-taiba-1-taiba-2-qassim-1-and-qassim-2-conventional-ipps-projects/>; <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/press-releases/1500-million-us-dollar-order-for-siemens-energy-in-saudi-arabia-.html>
- 4 <https://www.enka.com/portfolio-item/north-benghazi-1320-mw-simple-cycle-power-plant-project/>
- 5 <https://www.enka.com/portfolio-item/tripoli-west-671-mw-simple-cycle-power-plant-2/>
- 6 <https://gastopowerjournal.com/projects/finance/item/14674-china-s-csces-and-siemens-energy-to-upgrade-baiji-power-plant-in-iraq>
- 7 Für einen Überblick über Menschenrechtsverletzungen in diesen Staaten, siehe z.B. <https://www.amnesty.org/en/location/middle-east-and-north-africa/middle-east/>
- 8 <https://revistaoe.info/gna-ii-segue-em-montagem-da-1a-turbina-no-porto-de-acu/>
- 9 <https://www.jstor.org/stable/24394887>
- 10 https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Energie/DUH_urgewald_Klimakrise.pdf
- 11 <https://web.archive.org/web/20240125112230/http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/RIMA-UTE-Manaus-l.pdf>
- 12 Gegner*innen der Kraftwerke haben auch darauf hingewiesen, dass die Eile der Regierung, diese neuen Kraftwerke in Betrieb zu nehmen, zu Unregelmäßigkeiten bei der Umweltprüfung und dem Genehmigungsverfahren geführt hat. Vgl. https://www.gem.wiki/Manaus_1_power_station
- 13 <https://carbonaccountingfinancials.com/en/financial-institutions-taking-action#overview-of-financial-institutions>
- 14 Die Finanzierung wurde in vollem Umfang berücksichtigt und nicht entsprechend des Anteils der fossilen Aktivitäten am Gesamtgeschäft von Siemens Energy gewichtet. Möglicherweise stehen nicht alle Transaktionen in direktem Zusammenhang mit dem fossilen Geschäft von Siemens Energy. Nicht-zweckgebundene Finanzierung kann vom Unternehmen beliebig verteilt werden.
- 15 Auch vom Finanzinstitut gemanagte Aktien- und Anleihenemissionen für das finanzierte Unternehmen fließen in die Rechnung ein, bei diesen wird nach PCAF Methode nur ein Anteil des Wertes eingerechnet.
- 16 <https://carbonaccountingfinancials.com/files/downloads/PCAF-Global-GHG-Standard.pdf>, S. 50-56
- 17 Siemens Energy gibt an, dass „eine vergleichbare Zunahme des Auftragseingangs für alle Geschäftsbereiche“ ausschlaggebend für diesen Anstieg ist. Vgl. https://p3.aprimocdn.net/siemensenergy/0a203852-ede4-45b9-a5e1-b2430115b293/H-Nichtfinanzielle-Erkl%c3%a4rung-pdf_Original%20file.pdf, S. 54
- 18 Die Unternehmenswerte entsprechen denen von 2023. Aktuell liegt der Wert von Siemens Energy etwa viermal höher, was die finanzierten Emissionen deutlich senken würde. Dies ist eine Schwäche des PCAF-Ansatzes. Siehe auch: <https://reclaimfinance.org/site/wp-content/uploads/2024/09/Targeting-Net-Zero-Report.pdf>, S.14. Für die Vergleichbarkeit der Daten werden in der Tabelle durchgehend die Zahlen von 2023 genutzt.
- 19 Die Finanzdaten könnten für Shell noch höher liegen, da nur Kredite ab 2016 berücksichtigt wurden.
- 20 <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/actions/transform-conventional-power.html>
- 21 Lock-In Effekte bezeichnen einen Prozess der technologischen und institutionellen Koevolution, durch welchen Staaten und Unternehmen in fossile Energiesysteme eingebunden bleiben. Dieser Prozess kann die Verbreitung von erneuerbaren Energiesystemen trotz ihrer offensichtlichen ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile behindern. Vgl. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421500000707>
- 22 https://p3.aprimocdn.net/siemensenergy/0a203852-ede4-45b9-a5e1-b2430115b293/H-Nichtfinanzielle-Erkl%c3%a4rung-pdf_Original%20file.pdf, S.46
- 23 Vgl. <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>
- 24 <https://www.nature.com/articles/s41560-024-01684-7>
- 25 <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/energy-transition/strategies/transform-conventional-power.html>
- 26 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/wasserstoff-schluesel-im-kuenftigen-energiesystem#undefined>
- 27 Vgl. <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.956>
- 28 <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/energy-transition/strategies/transform-conventional-power.html>
- 29 <https://www.klimareporter.de/strom/co2-speicherung-bei-gaskraftwerken-kaum-realistisch>
- 30 <https://ieefa.org/resources/ccs-power-yet-stack-against-alternatives>
- 31 https://www.youtube.com/watch?v=S_7D5_FLhg042, ab Min. 34:00
- 32 https://www.youtube.com/watch?v=S_7D5_FLhg042, ab Min. 32:40
- 33 <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2024/08/GEM-Global-gas-turbines-brief-August-2024.pdf>
- 34 https://ieefa.org/sites/default/files/2023-03/IEEFA%20Report%20-%20CCS%20for%20power%20yet%20to%20stack%20up%20against%20alternatives_March2023.pdf
- 35 https://ieefa.org/sites/default/files/2024-07/Hydrogen%20Not%20a%20Solution%20for%20Gas%20Fired%20Turbines_August%202024.pdf