

EIN DRITTEL DER EMISSIONEN DEUTSCHER KOHLEKRAFTWERKE FINDET NACH 2030 STATT

Factsheet von Energy Brainpool im Auftrag von Greenpeace Energy eG

Der Betrieb von Kohlekraftwerken zwischen Ende 2030 und 2038 verringert das deutsche CO₂-Restbudget um 681 Megatonnen CO₂ oder 15 %. Die genaue Höhe der Emissionen und ihr Anteil am CO₂-Budget hängt dabei aber von vielen Faktoren ab, sie schwankt in zwei weiteren betrachteten Szenarien zwischen 13 % (höherer CO₂-Preis) und 32 % (verzögerter Kohleausstieg).

Der aktuelle Kohleausstiegsfahrplan sieht einen Kohleausstieg bis 2038 vor. Das kontinuierliche Abschalten der Kohlekraftwerke über die kommenden 16 Jahre führt zu einer schrittweisen Reduktion der Stromerzeugung und CO₂-Emissionen aus Kohlekraftwerken. Eine stundenscharfe Strommarktmodellierung zeigt, dass sich diese Emissionen ab 2022 bis zum Ende des Jahres 2030 auf 1.307 Megatonnen CO₂ addieren, die Jahresstromproduktion dieser Kraftwerke beträgt dann noch 108 TWh. Bis 2038 kommen 681 Megatonnen CO₂ hinzu¹, bis die Stromproduktion aus Kohlekraftwerken endet. Das entspricht bis ins Jahr 2030 30 % bzw. bis 2038 insgesamt 45 % des CO₂-Budgets Deutschlands².

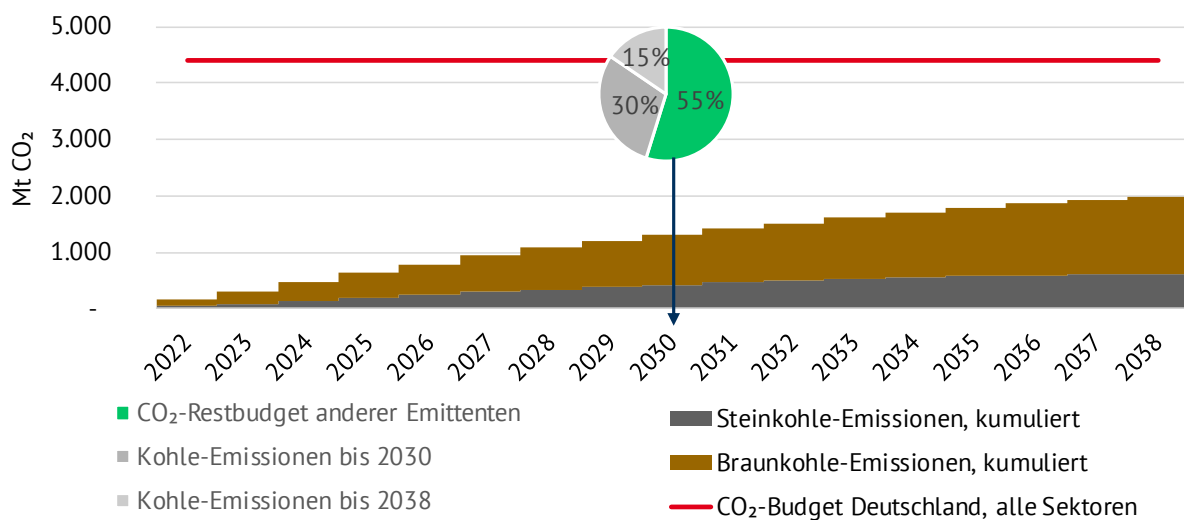


Abbildung 1: Jährliche CO₂-Emissionen deutscher Kohlekraftwerke in Megatonnen CO₂ im Vergleich zum deutschen CO₂-Budget, Anteile am CO₂-Budget bis 2030 und 2038 [Quelle: eigene Berechnung gemäß Szenario 1: stagnierender CO₂-Preis]

Wie viele dieser CO₂-Emissionen aus Kohlekraftwerken bei einer Beschleunigung des Ausstiegs tatsächlich eingespart werden, hängt von der konkreten energiepolitischen Umsetzung dieser Beschleunigung ab. Mit dem Bau von Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von 45 Gigawatt, 20 Gigawatt Windkraftanlagen an Land und 5 Gigawatt Windkraftanlagen auf See lassen sich jährlich

¹ Emissionsfaktoren: 0,34 (Steinkohle) und 0,41 t CO₂/MWh_{th}, vgl. Tabelle 2 in UBA 2020

² Der jüngste Bericht des Weltklimarats IPCC benennt ein weltweites CO₂-Budget von 400 Gigatonnen ab 2020, um mit einer Wahrscheinlichkeit von 67 Prozent eine globale Erwärmung von 1,5 Grad Celsius zu verhindern². Deutschland hat einen Anteil von 1,1 Prozent an der Weltbevölkerung (Vgl. The World Bank 2021: 83,1 Mio. Einwohner Deutschlands bei einer Weltbevölkerung von 7,67 Mrd. bezogen auf das Jahr 2019). Der deutsche Anteil des CO₂-Budgets beträgt gemessen an der Bevölkerung 4.400 Megatonnen CO₂.

107 TWh erneuerbaren Stroms herstellen³. Ein Zubau dieser oder vergleichbarer zusätzlicher Kraftwerksleistungen kann den Kohlestrom und seine CO₂-Emissionen im Jahr 2030 demnach komplett ersetzen. Ohne einen solchen Zubau erneuerbarer Energien ersetzen hingegen andere steuerbare, konventionelle Kraftwerke in Europa den Strom und führen zu Ersatzemissionen.

Zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit einerseits und für den Ersatz der Wärmebereitstellung durch Kohlekraftwerke andererseits sind bei einem beschleunigten Kohleausstieg zusätzliche Maßnahmen zwingend notwendig. Zu den Flexibilitätsoptionen, die dieser Nachfrage begegnen, zählen Power-to-X, Gaskraftwerke, Stromspeicher, Netzausbau und eine verstärkte europäische Marktkopplung. Zudem benötigt das Elektrizitätssystem erneuerbare Brennstoffe wie grünen Wasserstoff oder synthetisches Methan, um auch während einer mehrtägigen, gleichzeitig in unterschiedlichen europäischen Marktgebieten stattfindenden, kalten Dunkelflaute in Erdgas als verbleibenden fossilen Energieträger in Gaskraftwerken zu ersetzen.

Das untersuchte Strommarktszenario geht von einem CO₂-Preis von 40,31 EUR/t CO₂ im Jahr 2038 aus. Nach den jüngsten CO₂-Preisspitzen im Jahr 2021 sinkt, so die Annahme, der CO₂-Preis auf den langjährigen, langsamer steigenden Preistrend der letzten Jahre zurück. Dieser langfristige Preistrend entstammt dem World Energy Outlook 2020 der International Energy Agency („Stated Policies Scenario“). In einem zweiten Szenario mit höherem CO₂-Preis von 105,34 EUR/t CO₂ betragen die CO₂-Emissionen zwischen 2022 und 2030 lediglich 1.133 Megatonnen CO₂ bei einer Kohlestromproduktion von 82 TWh im Jahr 2030. Bis 2038 kamen noch 593 Megatonnen CO₂ hinzu. In diesem zweiten Szenario machen die Kohlemissionen ab Ende 2030 also nur 13 % des CO₂-Budgets aus. Sollten hingegen der Ausbau erneuerbarer Energien und die Reduzierung der Nutzung fossiler Energiequellen in Europa hinter den energiepolitischen Plänen zurückbleiben (verzögerter Kohleausstieg), erhöht sich dieser Anteil auf 32 % aufgrund einer hohen Auslastung der verbleibenden Kohlekraftwerke.

³ Beispiel für eine die saisonale Stromerzeugung betreffend ausgewogene Mischung erneuerbarer Energien. Angenommene Vollbenutzungsstunden PV 900 h/a, Wind a. L. 2.200 h/a und Wind a. S. 4.400 h/a.

QUELLEN

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

UBA (2020): Climate Change 13/2202: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2019. [online]

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-01_climate-change_13-2020_strommix_2020_fin.pdf [zuletzt abgerufen am 10.08.2021].

The World Bank, 2021: World Development Indicators, total population 2019. [online]

<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> [zuletzt abgerufen am 10.08.2021].

ANHANG

Die drei Strommarktszenarien wurden mit dem Fundamentalmodell **Power2Sim** modelliert. Die Berechnung erfolgt auf stündlicher Basis und berücksichtigt alle Länder Europas.

Grundlage für die Szenarien bilden öffentliche Studien und Datenbanken, wie beispielsweise „EU Energy, Transport and Emission GHG Trends to 2050“ sowie Eurostat und ENTSO-E. Aktuelle politische Entwicklungen und Rahmenbedingungen fließen ebenso in die Modellierung ein.

Die Simulation des länderübergreifenden Energieaustausches berücksichtigt die Transformation des europäischen Energiemarktes und den Einfluss des Im- und Exports von Strom in jedem modellierten Land.

Die Betrachtung des stündlichen Erzeugungsverhaltens fluktuierender, erneuerbarer Energien ermöglicht die realitätsnahe Modellierung der Erzeugung und des Einflusses auf die Strompreise. Zusätzlich wird das Temperaturprofil desselben Jahres für die konsistente Simulation des Wetters verwendet.

Allen Szenarien liegt dafür das Jahr 2009 zugrunde, welches für Zentraleuropa eine dem langjährigen Mittel vergleichbare Auslastung der Windkraftanlagen ergibt.

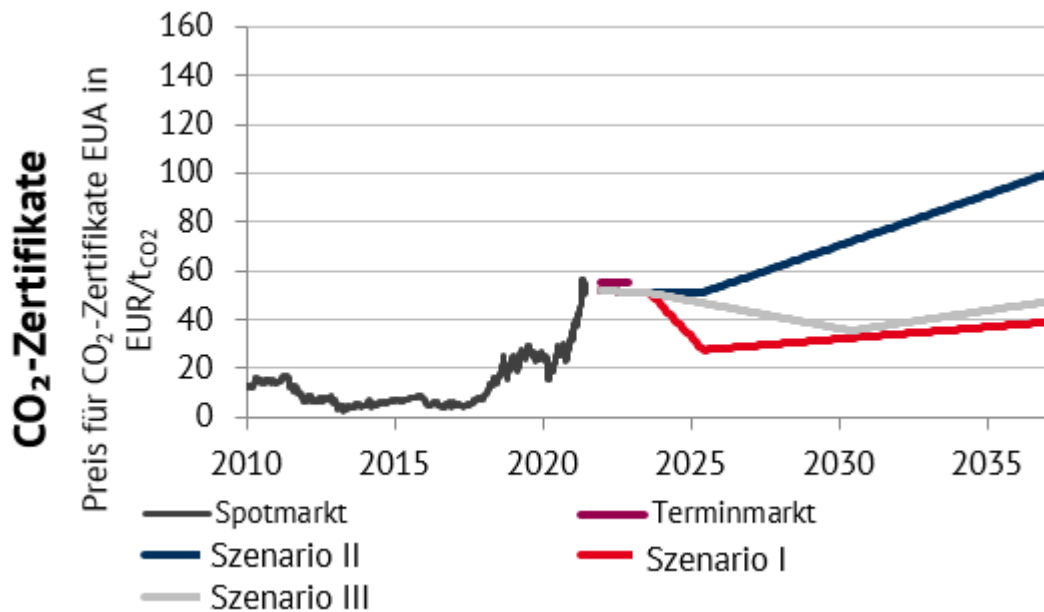


Abbildung 2: Entwicklung der CO₂-Preise in Europa je Szenario

BESCHREIBUNG SZENARIEN I UND II

Die Grundlage für die Entwicklung der Brennstoff- und CO₂-Preise in Szenario I ist das „Stated Policies Scenario“ und in Szenario II das „Sustainable Development“ Szenario des „World Energy Outlook 2020“.

In Szenario I ergibt sich aufgrund gleichbleibend ambitionierter Klimapolitik ein nach den jüngsten CO₂-Preisspitzen zunächst wieder fallender, dann leicht steigender CO₂-Preis. Der vorübergehende Rückgang der CO₂-Preise auf das Prä-Corona-Niveau bis zum Jahr 2025 folgt der Annahme, die aktuellen, historisch hohen Rohstoff- und CO₂-Preise dieses Jahres seien ein vorübergehender Effekt, der auf die situativ starke Nachfrage nach fossilen Energieträgern zurückzuführen ist. Der im Anschluss nach 2025 nur leicht steigende CO₂-Preis führt zu einem verhältnismäßig hohen Verbrauch fossiler Brennstoffe. Damit steigen deren Preise leicht an. In Szenario II bringt eine strengere Klimaschutzpolitik höhere CO₂-Preise mit sich. Infolgedessen ergeben sich leicht fallende Preise für Kohle und stagnierende Preise für Erdgas.

Die langfristige Entwicklung der Stromnachfrage bis 2050 beruht auf den Annahmen der „EU Energy [...] Trends to 2050“ der Europäischen Kommission. Der zusätzliche und zeitlich flexible Verbrauch durch die Sektorenkopplung folgt den Zielen des nationalen Klimaschutzprogramms. Bis 2030 stützt sich diese Nachfrage auf die konkreten sektorenspezifischen Ziele. Bis 2038 ergibt sich diese aus dem sektorenübergreifenden Defossilisierungspfad für 2050. Die beiden Szenarien berücksichtigen den Kohleausstieg bis 2038 bei lastspitzengerechter Substitution der steuerbaren Erzeugungsleistung durch Gaskraftwerke.

Der Ausbau erneuerbarer Energien folgt den nationalen Plänen und Klimaschutzzielen gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz 2021. Die beschlossenen Kohleausstiege in aktuell 10 EU-Staaten sind im vorliegenden Szenario berücksichtigt. Ersetzt werden diese Kraftwerke durch einen verstärkten Ausbau von Gaskraftwerken sowie erneuerbaren Energien.

Bedingt durch das derzeit hohe Niveau der Rohstoffpreise an den Terminmärkten fallen die Strompreise zunächst bis 2030. Anschließend steigen die Strompreise an. Grund hierfür sind insbesondere die steigenden CO₂-Preise.

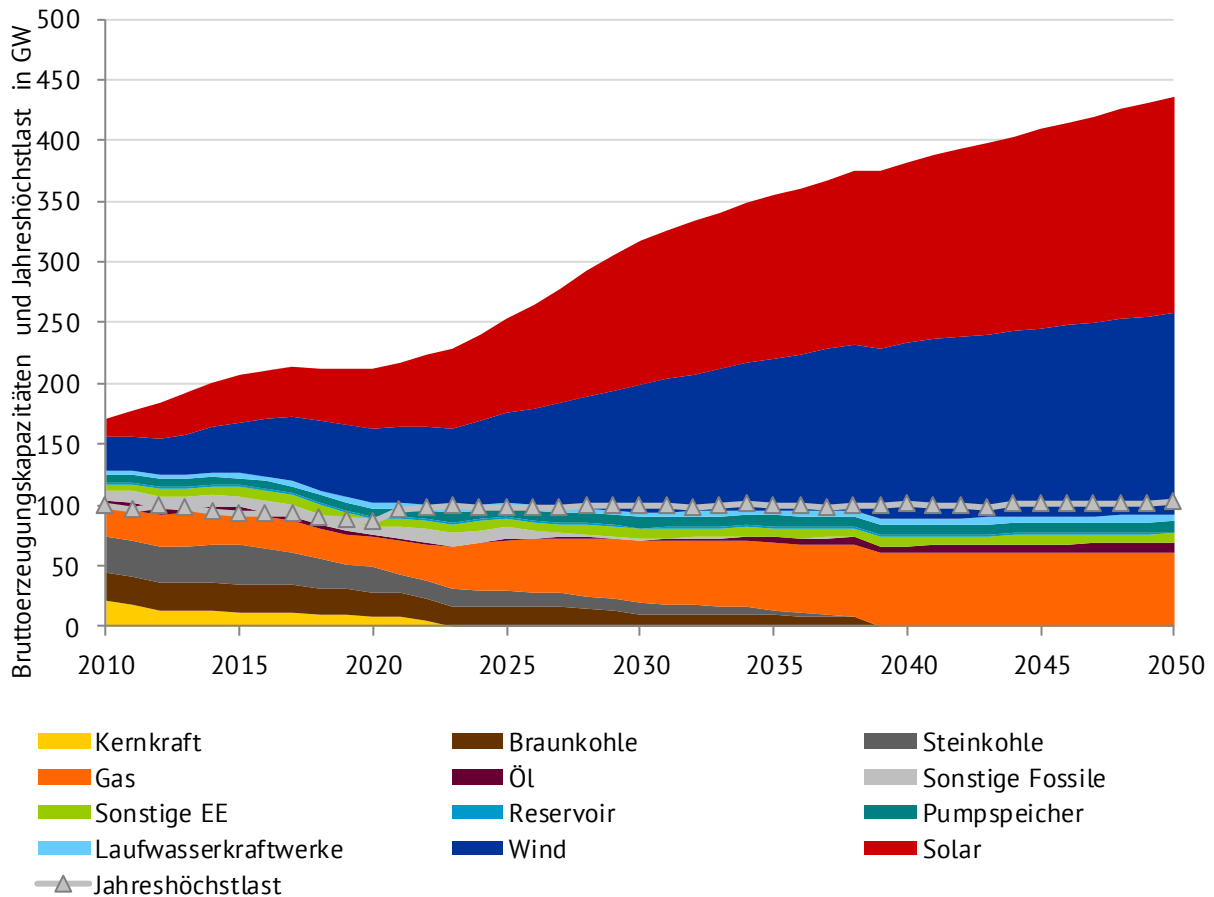


Abbildung 3: Entwicklung der Erzeugungleistung in Deutschland in Szenario I und II

BESCHREIBUNG SZENARIO III

Szenario III geht von hohen Rohstoffpreisen sowie CO₂-Zertifikatspreisen aus, die auf den „EU Energy Trends to 2050“ basieren. Das hohe Niveau der Ölpreise führt zu hohen Preisen für fossile Brennstoffe. Aufgrund der Klimaziele im Jahr 2050 steigen auch die CO₂-Zertifikatspreise. Dies führt insgesamt zu einem hohen Strompreisniveau. In diesem Szenario müsste durch Carbon Capture Storage langfristig sehr viel CO₂ gebunden werden, um europäische Klimaziele erreichen zu können. Dieses Szenario folgt auch in den Annahmen zur zukünftigen Entwicklung des Kraftwerksparks den „EU Energy Trends to 2050“. Diese gehen von einem eher mäßigen Ausbau an erneuerbaren Energien aus und von einem hohen Anteil fossiler Erzeugung: Mit einem Nettozubau von 5,2 Gigawatt Windenergieanlagen bis 2030 und von 10,5 Gigawatt Photovoltaikanlagen bleibt das Szenario in Deutschland hinter den Zubauplänen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zurück und repräsentiert damit ein mögliches Ergebnis gescheiterter Energiepolitik. Die Zubauzahlen für Windenergieanlagen an Land der Jahre 2019 und 2020 zeigen, dass solch ein Szenario zustande kommen kann. Durch die Kombination aus hohen Brennstoff-, CO₂-Preisen und einem hohen Anteil fossiler Erzeugung steigen

die Strompreise zukünftig stark an.

Obwohl in Szenario III die Kohlekraftwerke erst nach technischer Lebensdauer vom Netz gehen und somit 2038 nicht wie geplant abgeschaltet werden, beziehen sich die berechneten Emissionsmengen Zwecks Vergleichbarkeit der Zahlen auf den Zeitraum 2022 bis 2038.

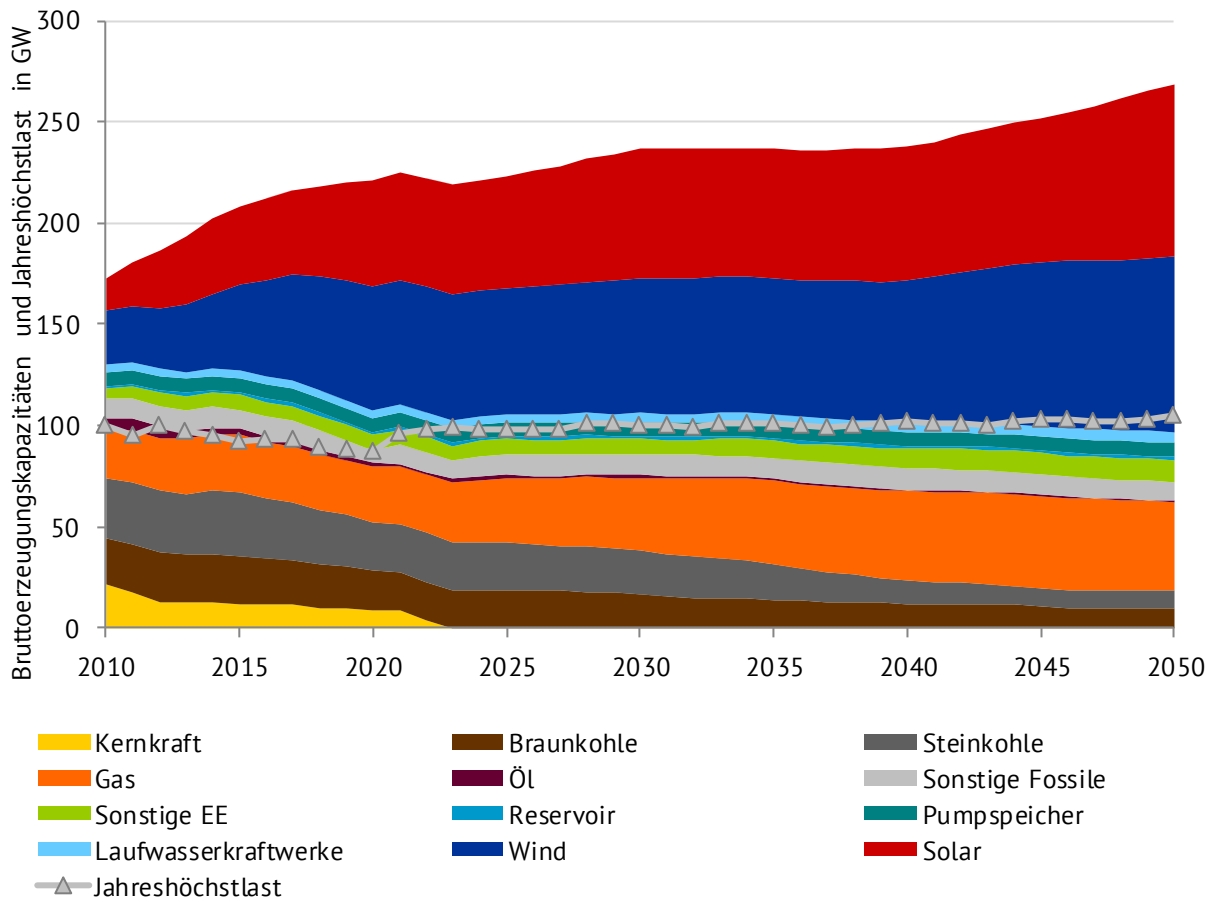


Abbildung 4: Entwicklung der deutschen Erzeugungskapazität in Szenario III

KURZPORTRÄT ENERGY BRAINPOOL

Die Energy Brainpool GmbH & Co. KG bietet unabhängige Energiemarkt-Expertise mit Fokus auf Marktdesign, Preisentwicklung und Handel in Deutschland und Europa. 2003 gründete Tobias Federico das Unternehmen mit einer der ersten Spotpreisprognosen am Markt. Heute umfasst das Angebot Fundamentalmodellierungen der Strompreise mit der Software Power2Sim ebenso wie vielfältige Analysen, Prognosen und wissenschaftliche Studien. Energy Brainpool berät in strategischen und operativen Fragestellungen und bietet seit 2008 Experten-Schulungen und Trainings an. Das Unternehmen verbindet Wissen und Kompetenz rund um Geschäftsmodelle, Digitalisierung, Handels-, Beschaffungs- und Risikomanagement mit langjähriger Praxiserfahrung im Bereich der steuerbaren und fluktuierenden Energien.

IMPRESSUM

Autor:

Fabian Huneke

Herausgeber:

Energy Brainpool GmbH & Co. KG

Brandenburgische Straße 86/87

10713 Berlin

www.energybrainpool.com

kontakt@energybrainpool.com

Tel.: +49 (30) 76 76 54 - 10

Fax: +49 (30) 76 76 54 - 20

August 2021

© Energy Brainpool GmbH & Co. KG, Berlin

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrokopie oder ein anderes Verfahren), Übersetzung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte findet eine Haftung ohne Rücksicht auf die Rechtsnatur des Anspruchs nicht statt. Sämtliche Entscheidungen, die aufgrund der bereitgestellten Informationen durch den Leser getroffen werden, fallen in seinen Verantwortungsbereich.