ENERGIE Perspektiven
Ausgabe 2 / 2021
Forschung für die Energieversorgung von morgen

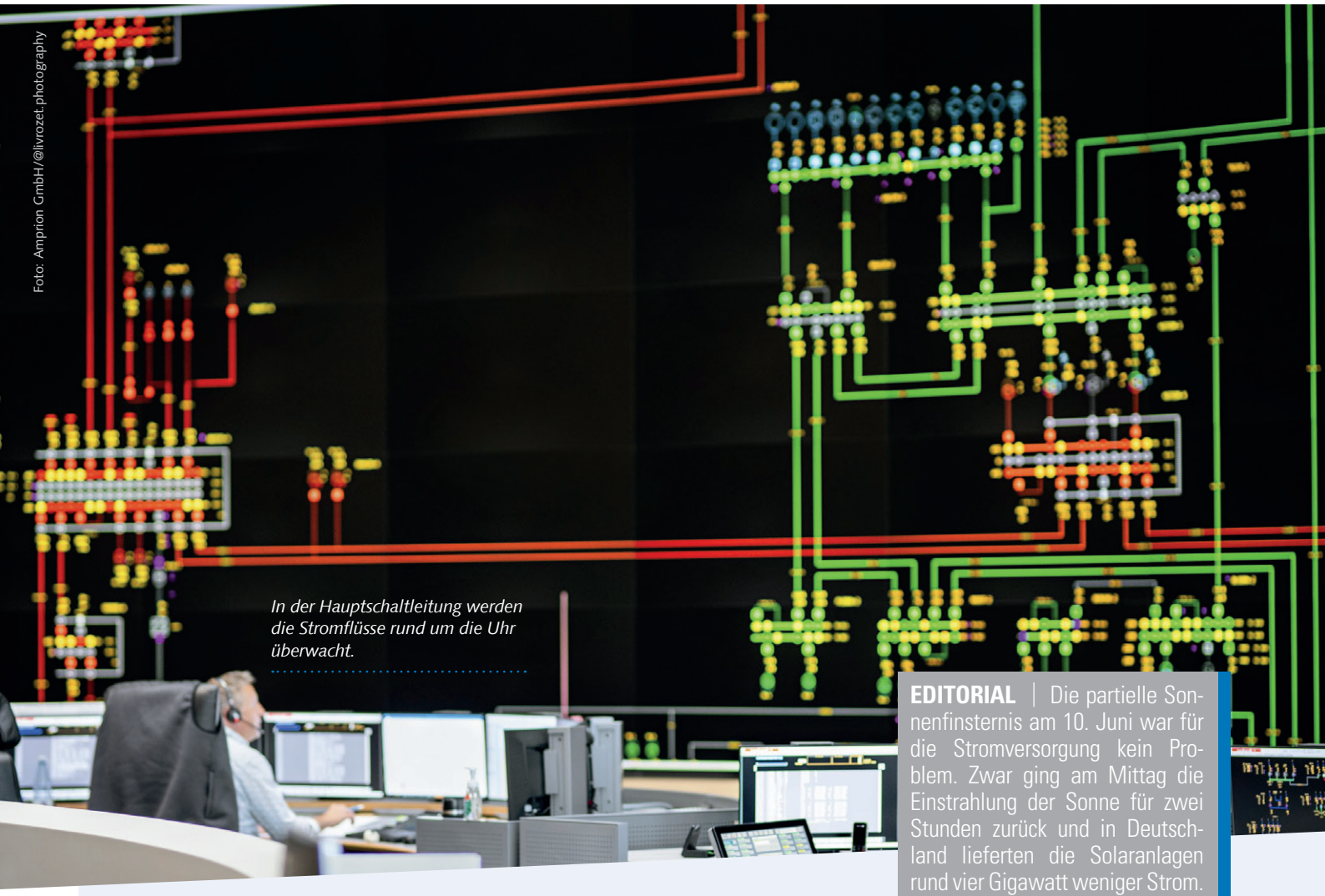


Foto: Amprion GmbH/@livrozet.photography

In der Hauptschaltleitung werden die Stromflüsse rund um die Uhr überwacht.

EDITORIAL | Die partielle Sonnenfinsternis am 10. Juni war für die Stromversorgung kein Problem. Zwar ging am Mittag die Einstrahlung der Sonne für zwei Stunden zurück und in Deutschland lieferten die Solaranlagen rund vier Gigawatt weniger Strom. Die deutschen und europäischen Betreiber der Übertragungsnetze hatten sich jedoch gründlich vorbereitet, berichtet der Dortmunder Netzbetreiber Amprion, und konnten so die Auswirkungen abschätzen. Abweichungen von der Prognose wurden im Verlauf der Sonnenfinsternis mit Regelleistung ausgeglichen – Fähigkeiten, die um so wichtiger werden, je mehr regelbare Kraftwerke künftig den Markt verlassen werden (siehe Seite 1).

Die Redaktion

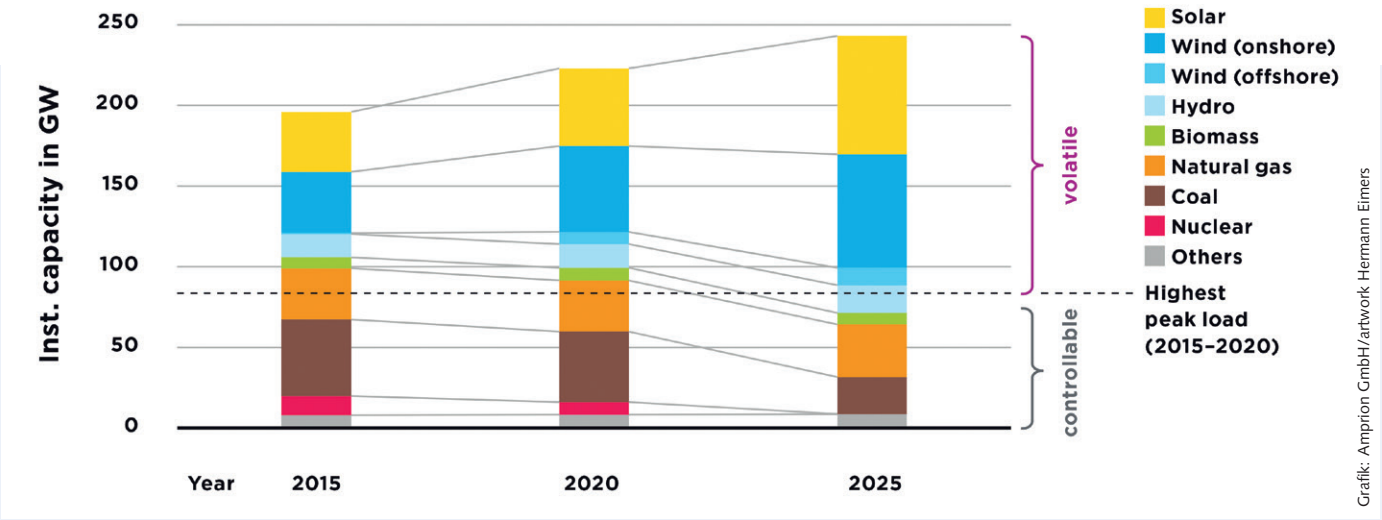
Stromversorgung

Strommarkt im Wandel

Die Covid19-Pandemie hat im Strommarkt für ein Ausnahmejahr gesorgt, sagt der Netzbetreiber Amprion in seinem Marktbericht 2020. Mit dem Stillstand des öffentlichen Lebens und der niedrigeren Wirtschaftsleistung sank der Stromverbrauch in Deutschland auf 544 Terawattstunden, den niedrigsten Wert seit 1999. Die erneuerbaren

Fortsetzung auf Seite 2

Ergänzt werden die Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im Internet.



Installierte Stromerzeugungskapazität in Deutschland 2015, 2020 und 2025 (gestrichelte Linie: höchste Spitzenlast). Ab etwa 2025 werden nicht mehr genügend regelbare Kraftwerke vorhanden sein, um in einer Dunkelflaute die bisherige Spitzenlast abzudecken.

Energien erreichten mit einem Anteil von 49 Prozent am Strom-Mix den bisherigen Höchstwert. Ursachen waren ihr fortschreitender Ausbau und vorrangiger Zugang zum Markt bei insgesamt gesunkenem Verbrauch.

Ihr Maximum erreichten die Erneuerbaren – Wind, Sonne, Biomasse und Wasserkraft – am 4. Juli um 12 Uhr mit einem Anteil von 84 Prozent der Nettostromerzeugung, das Minimum von 14 Prozent am 27. November um 6 Uhr. Solche Perioden geringen Wind- und Sonnenstroms könnten bei den je nach Wetter, Tages- und Jahreszeit schwankenden Quellen nicht nur über Stunden, sondern über Tage und sogar Wochen andauern, so Amprion. Das Backup liefern bislang konventionelle Kohle-, Kern- und Gaskraftwerke. Sie sorgen für das nötige Gleichgewicht zwischen Stromangebot und -nachfrage.

Die regelbaren Kapazitäten nehmen jedoch ab und werden immer mehr durch volatile Erzeuger wie Wind- und Solarenergie ersetzt: In den letzten fünf Jahren hat sich die Kohleverstromung fast halbiert. Neben dem über Ausschreibungen gesteuerten Kohleausstieg bis 2038 geben auch steigende Kohlendioxid- und niedrige Gas-Preise Anreize für Kohlekraftwerke, den Markt zu verlassen. 2022 gehen zudem die letzten Kernkraftwerke vom Netz – im Vergleich zu 2020 ein weiterer Rückgang der konventionellen Stromerzeugung um acht Gigawatt.

Ab etwa 2025 seien nicht mehr genügend konventionelle, regelbare Kraftwerke vorhanden, um – falls nötig – die bisherige Spitzenlast alleine sicherzustellen, so Amprion. Für eine flexible, kontinuierliche Stromversorgung würden dann alternative Quellen benötigt: flexible, mit Gas- oder auch Wasserstoff befeuerte Kraftwerke oder Speicher. Für gewisse Zeiten könnten möglicherweise nur noch Strom-Importe helfen. Vor allem in den windarmen Sommermonaten waren sie schon 2020 hoch – im Vergleich zum Vorjahr eine Steigerung von 37 Prozent.

bal

www.energie-perspektiven.de

Netzausbau

NordLink in Betrieb

Nach fünf Jahren Bauzeit ging kürzlich NordLink in Betrieb, die erste direkte Stromleitung zwischen Deutschland und Norwegen. Die 623 Kilometer lange Gleichstromverbindung läuft von Südnorwegen quer durch die Nordsee nach Schleswig-Holstein (siehe Energie-Perspektiven 2/2019) und ist Teil des deutschen Netzentwicklungsplans.

Das Kabel soll die Kapazitäten der Wind- und Solarparks in Deutschland mit denen der Wasserkraftwerke in Norwegen verbinden, auf denen ein großer Teil der Stromversorgung des Landes beruht. Bei überschüssigem Windstrom im Norden Deutschlands oder Engpässen im Übertragungsnetz zum Süden muss der Strom nun nicht mehr abgeregelt werden. Er kann jetzt per NordLink in Norwegen genutzt werden, dort bei längeren Trockenperioden die Versorgung sicherstellen und vor teurem Stromimport bewahren. Umgekehrt können bei Flaute in Deutschland die norwegischen Wasserkraft-Speicher Strom nach Deutschland liefern – bei der NordLink-Leistung von 1400 Megawatt rechnerisch genug zur Versorgung von 3,6 Millionen Haushalten.



Foto: TenneT

An das Seekabel wurde auf deutscher Seite ein 54 Kilometer langes Erdkabel von der Küste bei Büsum bis zur Konverter-Station in Wilster angefügt.

Das rund zwei Milliarden Euro teure Projekt der Netzbetreiber Tennet in Deutschland und Statnett in Norwegen sowie der KfW-Bank wurde Ende Mai offiziell eröffnet. Es sei ein Meilenstein für nachhaltige Energieversorgung und Klimaschutz in Europa, lobte Bundeskanzlerin Merkel. Sie wies allerdings darauf hin, dass NordLink alleine Deutschlands Energie- und Netzprobleme nicht lösen könne: „Vielmehr kommt es auch darauf an, dass Norddeutschland besser mit Süddeutschland verbunden wird."

imi

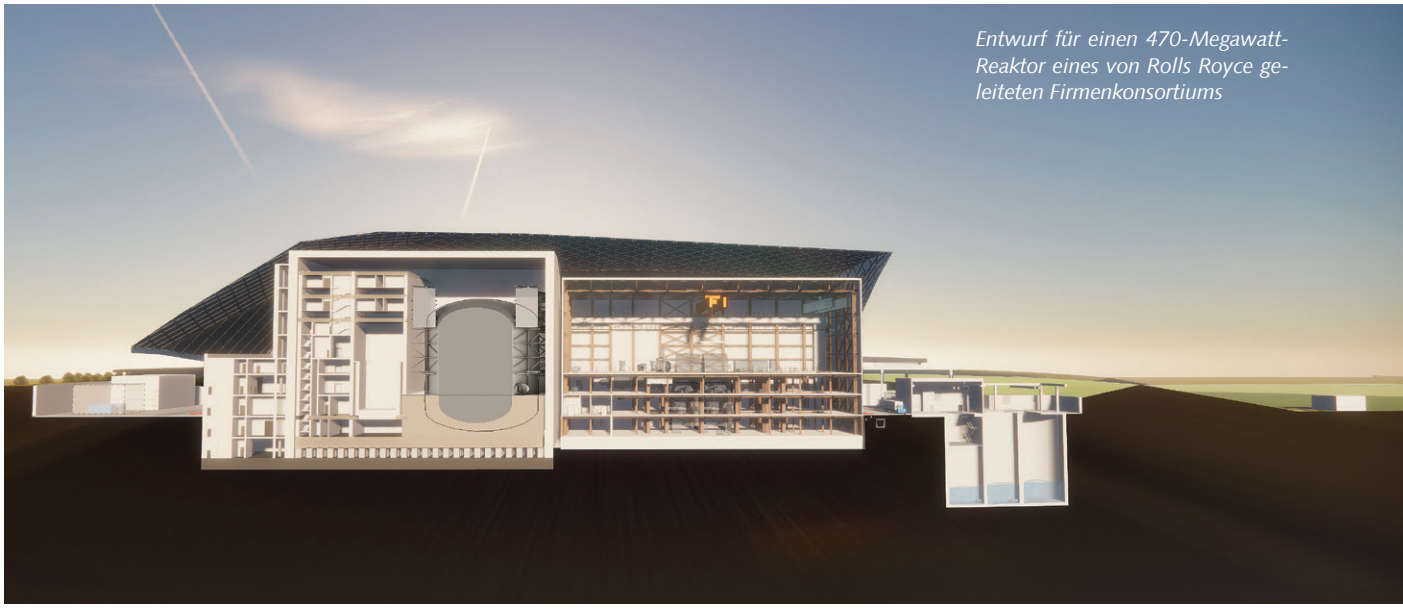
www.energie-perspektiven.de

Kernspaltung

Kleine Kernkraftwerke

Während Deutschland seine Atommeiler stilllegt, planen andere Länder ganz besondere: Kleine Modulare Reaktoren – Small Modular Reactors, kurz SMR. Zum Beispiel möchte China noch in diesem Jahr einen kleinen Kugelhaufenreaktor in Betrieb nehmen. Auch Argentinien baut derzeit einen Zwerg-Atommeiler.

Die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) listet über 70 verschiedene SMR aus rund 20 Ländern auf, die eröffnet, im Bau, überwiegend aber in Planung sind. Die Teile für diese kleinen Kraftwerke sollen einmal in Fabriken gebaut, zu einem beliebigen Ort transportiert und dort zusammengesetzt werden – daher der Name modular. Fernziel ist die Serienproduktion. „Die einzigartigen Eigenschaften der SMR in Bezug auf Effizienz, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit könnten sie in die Position bringen, eine Schlüsselrolle in der Wende zu sauberen Energien zu spielen“, sagt der Leiter für Kerntechnik-Entwicklung bei der IAEA, Stefano Monti.



Grafik: Rolls-Royce SMR

Entwurf für einen 470-Megawatt-Reaktor eines von Rolls Royce geleiteten Firmenkonsortiums

Der erste SMR ist – als schwimmendes Kraftwerk – mit 70 Megawatt Leistung im Mai 2020 in Russland in Betrieb gegangen und im äußersten Nordosten nahe der Stadt Plewek in der Tschuktschensee verankert. Der zweite SMR soll dieses Jahr in China den Betrieb aufnehmen: Im Hochtemperatur-Kugelhaufenreaktor HTR-PM ist Uran in etwa tennisballgroßen Graphitkugeln verpackt – das Prinzip hatte bereits das Versuchskernkraftwerk Jülich. Bei dieser Reaktorart gebe es zwar keine Kernschmelze, aber andere Störfälle, sagt Rainer Moormann, der lange in Jülich gearbeitet hat. Zudem habe der Reaktor in China keinen äußeren gasdichten Sicherheitsbehälter. „Das würde in Europa nicht mehr genehmigt werden.“

Als dritter kleiner Meiler soll 2023 in Argentinien der Druckwasserreaktor Carem-25 ans Netz gehen. In Europa haben unter anderem Frankreich, Großbritannien und Estland SMR-Pläne. Für Estland wäre es das erste Atomkraftwerk überhaupt. Wie viele andere Länder möchte es damit leichter auf Kohlestrom verzichten können.

Auch kleine Kraftwerke könnten bei Unfällen recht viel radioaktives Material freisetzen, sagt Edwin Lyman, Atomkraftexperte der Organisation Union of Concerned Scientists. Allerdings hätten die meisten SMR Elemente für eine passive Kühlung, die keine Stromzufuhr etwa für Wasserpumpen benötigt: „Einige werden sogar so konstruiert, dass sie in der Lage sind, einen Fukushima-ähnlichen Verlust der Stromversorgung für lange Zeit zu überstehen“.

„Ein Problem ist, dass Strom von SMR teurer sein wird als Strom von größeren Reaktoren, daher versuchen Anbieter die Kosten zu reduzieren, indem sie bei der Sicherheit sparen“, befürchtet Lyman. Der Wirkungsgrad von meist 30 bis 35 Prozent und auch der Atommüll pro Kilowattstunde seien bei kleinen Reaktoren ähnlich hoch wie bei den herkömmlichen, sagt der Atomenergie-Experte Walter Tromm vom Karlsruher Institut für Technologie. Die SMR müssten erst noch zeigen, dass sie kostenmäßig attraktiv seien. Sie könnten von Vorteil sein, wenn es standardisierte Lizenzverfahren in allen Ländern gäbe. „Aber wir sind selbst in Europa von standardisierten Lizenzen weit entfernt.“



Foto: TuomoS, CC BY-SA 4.0

Das schwimmende Kernkraftwerk Akademik Lomonossow ging 2020 in der Tschuktschensee nahe Pewek in Sibirien in Betrieb.

Simone Humml, dpa

Fusionsforschung

ITER-Aufbau

Die Montagegrube, in der der internationale Experimentalreaktor ITER aufgebaut wird, beginnt sich zu füllen. Gut ein Jahr nach dem Einbau des ersten Teils, des Kryostat-Sockels, am Boden des gewaltigen Raumes ist nun der untere, 12 Meter hohe Kryostat-Zylinder platziert. Gegen Ende der Montage werden der obere Zylinder und der Deckel folgen. Das 30 Meter hohe und ebenso breite Stahlgefäß umschließt später die gesamte Anlage und isoliert die auf Tieftemperatur gekühlten supraleitenden Magnete thermisch von der Umgebung.

Mit der 330 Tonnen schweren ringförmigen Poloidalfeldspule Nummer 6 wurde im April der erste Magnet in der Montagegrube positioniert. Nummer 5 soll Anfang August folgen. Für die 18 großen D-förmigen Hauptfeldspulen sind bereits die Träger am Rand des Kryostat-Sockels montiert.

Immer mehr Maschinenteile aus aller Welt kommen in Südfrankreich auf dem ITER-Gelände in Cadarache an. In Kalifornien steht das erste von sechs Modulen des Zentralmagneten kurz vor dem Abtransport. Er wird – 18 Meter hoch, gut vier Meter breit und tausend Tonnen schwer – später im Zentrum der Anlage stehen. Dort ist seine Aufgabe, im Plasma einen starken elektrischen Strom zu induzieren, der zusammen mit den Magnetspulen den magnetischen Käfig für das Plasma aufbaut. In Japan wurde gerade die vierte von neun Hauptfeldspulen fertiggestellt. Weitere neun plus eine Ersatzspule kommen aus Europa, zwei sind bereits ausgeliefert. Insgesamt sind laut ITER-Team bis heute 73 Prozent aller bis zum ersten Plasma anstehenden Arbeiten ausgeführt.

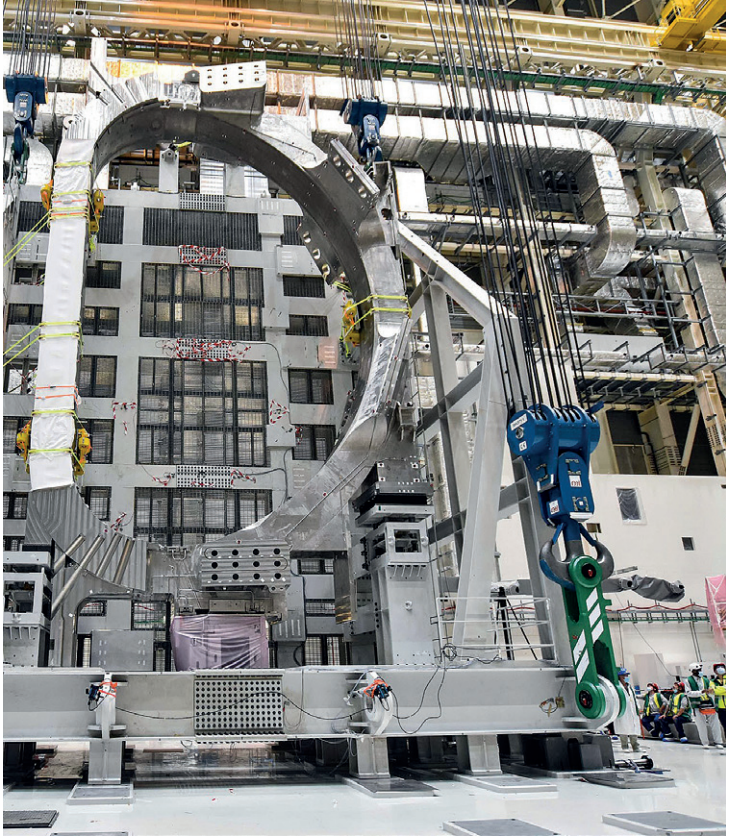


Foto: ITER-Organisation

Die erste von 18 D-förmigen supraleitenden Hauptfeldspulen. Sie bauen später einen Teil des magnetischen Käfigs auf, der das Plasma einschließt

imi

www.energie-perspektiven.de

Klima

Treibhausgase in Europa

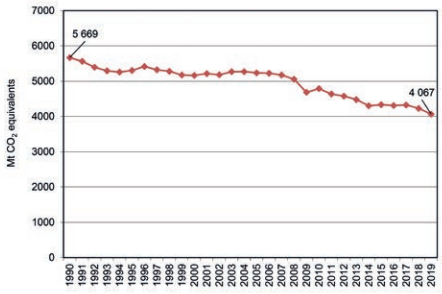
Die Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union sind im Jahr 2019 um fast vier Prozent gesunken, so aktuelle Daten der Europäischen Umweltagentur. Als Vertragspartei der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen berichtet die EU jährlich über die Emissionen ihrer Mitgliedsländer im vorvorigen Kalenderjahr. Die meisten Treibhausgase – 20 Prozent der Gesamtmenge – kamen 2019 aus Deutschland, gefolgt von Großbritannien und Frankreich mit je elf und Italien und Polen mit je zehn Prozent.

Hauptursache des starken Rückgangs, der bereits vor der Covid-19-Krise erreicht wurde, war der geringere Kohleverbrauch zur Stromerzeugung. Fast 80 Prozent des Kohlendioxids wurden im Wärme- und Stromsektor eingespart, der unter das EU-Emissionshandelssystem fällt. Steigende Preise hier und niedrige Erdgas-Kosten wirkten sich zugunsten von Gas und erneuerbaren Energien aus. Auch in anderen Industriesektoren sowie in Wohngebäuden – hier wegen eines wärmeren Winters – sank der Kohlendioxid-Ausstoß. Allein im Verkehrssektor stieg er weiterhin an.

Bis 2030 will die EU ihre Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 55 Prozent senken. Einschließlich der aktuellen Daten von 2019 sind minus 24 Prozent erreicht.

Weltweit gesehen – und bezogen allein auf Kohlendioxid, das den bei weitem größten Teil der freigesetzten Treibhausgase ausmacht – war Europa 2019 für knapp neun Prozent der globalen Emissionen verantwortlich, davon kam ein Fünftel aus Deutschland. Auf Platz eins liegt China mit einem Anteil von 30 Prozent, gefolgt von den USA mit 14 und Indien mit sieben Prozent.

bal



Von 1990 bis 2019 in der Europäischen Union freigesetzte Treibhausgase (ohne Berücksichtigung von Landnutzung und Forstwirtschaft)

Grafik: European Environment Agency, EEA/PUBL/2021/066

Foto: Panthermedia

IMPRESSUM

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
Postfach 1322
85741 Garching
Tel. +49 (0) 89 3299-1288
Fax +49 (0) 89 3299-2622
E-Mail: info@ipp.mpg.de
Redaktion: Isabella Milch
Gestaltung: Reinald Fenke

Gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier
22. Jahrgang 2021
Nächste Ausgabe: Sept. 2021
Abonnement: www.energie-perspektiven.de
ISSN 1438-5708