



HINTERGRUND // MÄRZ 2022

Erneuerbare Energien in Deutschland

Daten zur Entwicklung im Jahr 2021

Für Mensch & Umwelt

HINTERGRUND // MÄRZ 2022

Erneuerbare Energien in Deutschland

Daten zur Entwicklung im Jahr 2021



Inhalt

Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2021	6
Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen sinkt deutlich	7
Photovoltaik (PV)	8
Windenergie	8
Biomasse	9
Wasserkraft	10
Geothermie	10
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme steigt	11
Biomasse	11
Geothermie und Umweltwärme	12
Solarthermie	12
Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor sinkt	13
Biokraftstoffe	13
Erneuerbarer Strom im Verkehrssektor	14
Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch steigt	15
Erneuerbare Energien vermeiden 221 Millionen Tonnen Treibhausgase	16
Wirtschaftliche Effekte	17
Quellen	18
Anhang	19
Glossar	27

Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2021

Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) bilanziert im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz die Nutzung der erneuerbaren Energien und erstellt regelmäßig auf der Grundlage aktuell verfügbarer Daten eine erste Schätzung zur Entwicklung der erneuerbaren Energien für das Vorjahr. Das vorliegende Hintergrundpapier beschreibt die bisherigen Erkenntnisse für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr, ergänzt

um Zahlen zu den wirtschaftlichen Effekten und der Emissionsvermeidung durch erneuerbare Energien. Darüber hinaus werden im Anhang einige Indikatoren zur Witterung im aktuellen Jahr dargestellt, um die aktuellen Entwicklungen besser einordnen zu können.

Die hier vorgestellten Daten sind vorläufig und werden im Laufe des Jahres nach Vorliegen weiterer amtlicher Statistiken durch die AGEE-Stat aktualisiert.

Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2021 – die wichtigsten Fakten:



Anteil der Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch sinkt von 45,2 auf 41,1 Prozent

Im Jahr 2021 ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch erstmals seit 1997 nicht weiter angewachsen. Ungünstige Witterung sorgte für deutlich weniger Strom aus Windenergieanlagen bei zugleich wieder anziehendem Strombedarf. Im Ergebnis sank der Anteil des erneuerbaren Stroms deutlich von 45,2 Prozent auf 41,1 Prozent.



Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch Wärme steigt von 15,3 auf 16,5 Prozent

Eine deutlich kühlere Witterung sorgte 2021 für einen stärkeren Einsatz erneuerbarer Energieträger. Die kalte Witterung führte zwar auch zu einem höheren Verbrauch fossiler Energieträger für Heizzwecke. Allerdings spiegelt sich dies nur teilweise in der Energiestatistik wider, weil der Heizölabsatz aufgrund hoher Lagerbestände und anziehender Preise stark rückläufig war. Im Ergebnis stieg der Anteil der erneuerbaren Energien überproportional.



Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch Verkehr sinkt von 7,6 auf 6,8 Prozent

Im Jahr 2020 war der Absatz von Biokraftstoffen durch die Erhöhung der Treibhausgasminderungsquote stark angestiegen. 2021 standen bei gleicher Quote in stärkerem Maße auch andere Erfüllungsoptionen zur Verfügung, so dass vor allem die Nutzung von Biodiesel zurück ging. Insgesamt sank der Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch Verkehr von 7,6 auf 6,8 Prozent.



Anteil der Erneuerbaren am gesamten Bruttoendenergieverbrauch steigt auf 19,7 Prozent

Nachdem Deutschland 2020 sein 18-Prozent-Ziel nach der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU mit 19,3 Prozent übererfüllt hat, stieg der erneuerbare Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch – also über alle Sektoren hinweg – in 2021 weiter leicht auf 19,7 Prozent an. Dies ist u.a. auf eine für das Monitoring der europäischen Ausbauziele relevante Witterungsbereinigung der Stromerzeugung und den Anstieg der erneuerbaren Energien im Wärmesektor zurückzuführen.



Erneuerbare vermeiden 221 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen

Durch die Nutzung erneuerbarer Energien verringert sich der Einsatz fossiler Energieträger und damit der Ausstoß von Treibhausgasen und Luftschadstoffen. Der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz umfasste im Jahr 2021 knapp 221 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Durch den Rückgang der erneuerbaren Stromerzeugung waren dies knapp 11 Millionen Tonnen weniger als im Vorjahr.



Investitionen und Wirtschaftliche Effekte

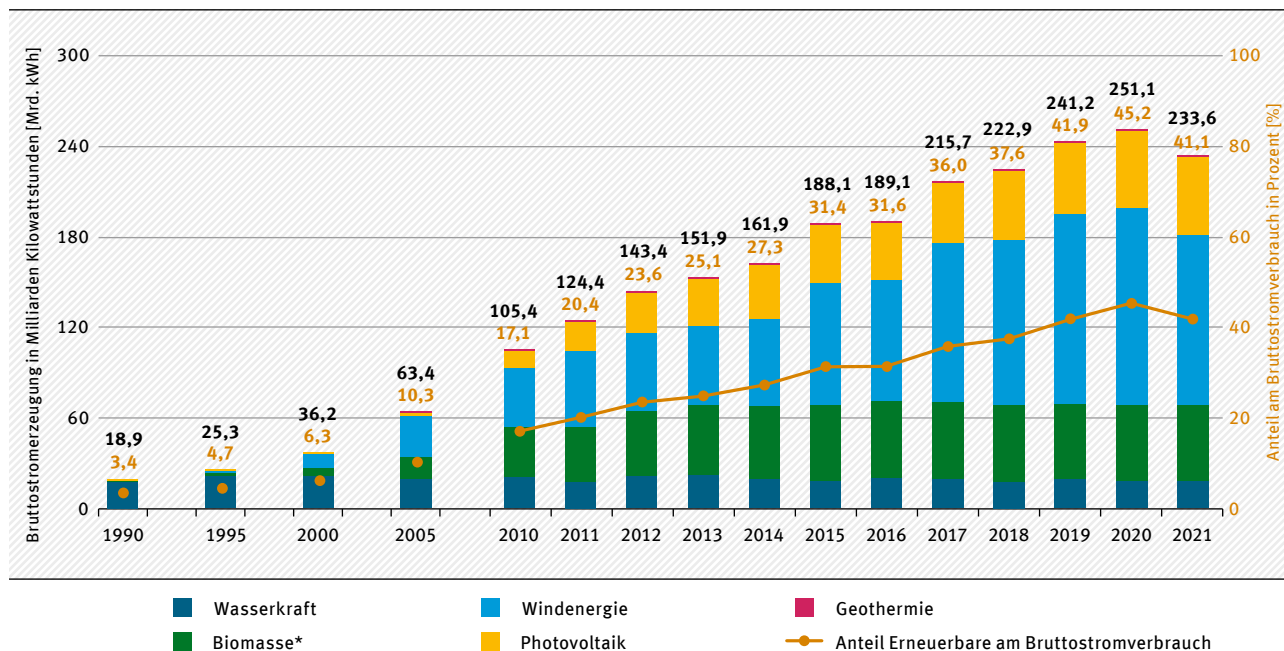
Insgesamt stiegen die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im zweiten Jahr in Folge an und lagen im Jahr 2021 bei etwa 13,4 Milliarden Euro. Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb bestehender Anlagen wuchsen ebenfalls und lagen 2021 bei 20,2 Milliarden Euro.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen sinkt deutlich



Abbildung 1

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



* inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponiegas, Klärgas, Klärschlamm sowie dem biogenen Anteil des Abfalls

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Nach kontinuierlichem Wachstum in den Vorjahren sank die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2021 deutlich. Mit nunmehr 233,6 Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh) wurde etwa sieben Prozent weniger „grüner Strom“ erzeugt als noch im Vorjahr (251,1 Mrd. kWh). Die erzeugte Strommenge lag damit auch unter dem Niveau des Jahres 2019 (241,2 Mrd. kWh).

Hauptgrund für den Rückgang waren im Vergleich zu den Vorjahren deutlich ungünstigere Witterungsverhältnisse. Während die geringere Sonnenscheindauer durch den Zubau vieler Solaranlagen kompensiert wurde, konnte der abermals geringe Kapazitätszubaue an Windenergieanlagen das schlechte Windjahr nicht ansatzweise wettmachen.

Insgesamt lag der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung am Bruttostromverbrauch im Jahr 2021 bei 41,1 Prozent und damit 4,1 Prozentpunkte unter dem Wert des Vorjahres (45,2 Prozent). Neben der gesunkenen erneuerbaren Strommenge war auch der wieder ansteigende Stromverbrauch (plus

2,4 Prozent) für den deutlichen Rückgang des Erneuerbaren-Anteils verantwortlich.

Ein Blick auf die Stromerzeugung der einzelnen Energieträger zeigt, dass die Entwicklung im Jahr 2021 vor allem vom schlechten Ergebnis der Windenergie geprägt war. Zwar trägt diese weiterhin mit knapp 49 Prozent den mit Abstand größten Anteil an der gesamten erneuerbaren Stromerzeugung bei, im Vergleich zum Vorjahr sank die Stromproduktion aus Windenergieanlagen aber um über 18 Mrd. kWh (minus 14 Prozent) und ist damit rechnerisch für den gesamten Verlust verantwortlich. Alle weiteren Energieträger konnten das Minus der Windenergie nicht kompensieren und verbleiben mit kleineren Abweichungen in etwa auf dem Niveau des Vorjahres.

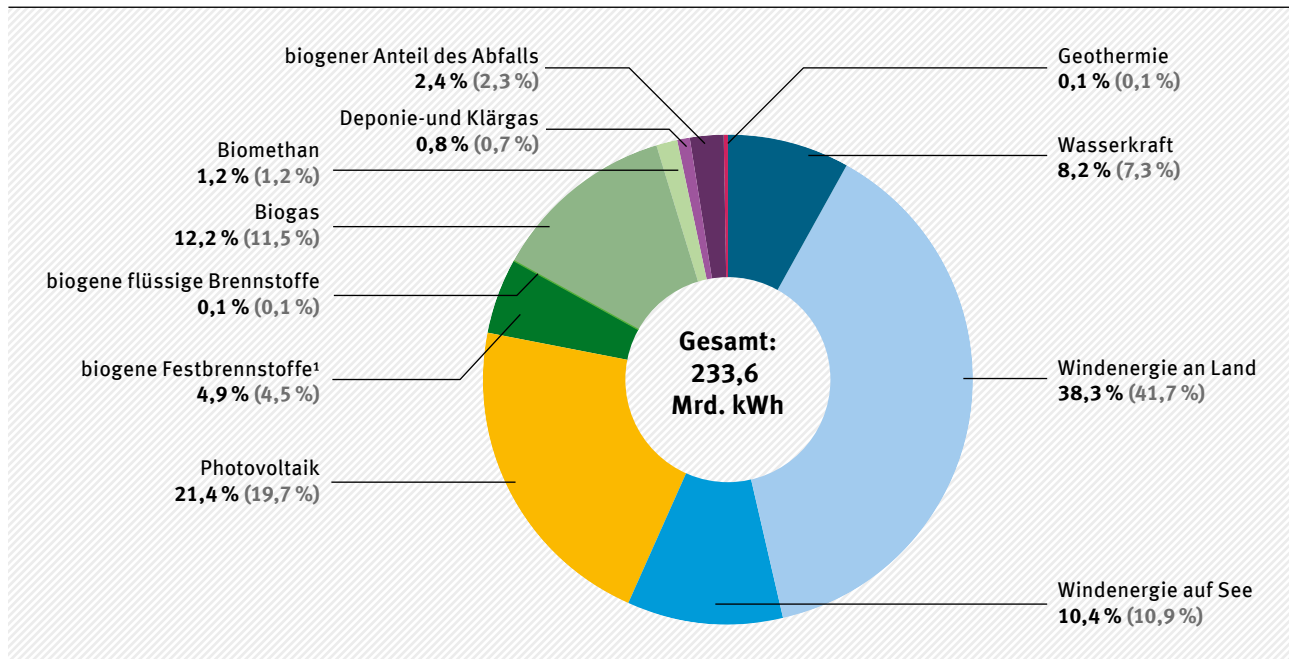
Ein Blick auf die unterjährige Entwicklung zeigt außerdem, dass besonders das windarme erste Quartal für die Verluste verantwortlich war. In den restlichen Monaten des Jahres konnte jeweils in etwa das Niveau des Vorjahres erreicht werden.



Abbildung 2

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2021

Anteile in Prozent [%], Werte für das Vorjahr in Klammern



¹ inkl. Klärschlamm

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Photovoltaik (PV)

Die Stromerzeugung aus PV-Anlagen stieg im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahreswert nur leicht um etwa ein Prozent auf nunmehr 50,0 Mrd. kWh (2020: 49,5 Mrd. kWh). Verantwortlich für den nur mäßigen Anstieg waren zwei gegenläufige Effekte: Zwar stieg die Leistung der in Deutschland installierten PV-Anlagen auch im Jahr 2021 deutlich, gleichzeitig war die Witterung aber weit weniger sonnig als im Jahr 2020.

In den Jahren 2018 bis 2020 profitierte die Photovoltaik von sehr viel Sonnenschein und hoher Globalstrahlung (siehe Anhang Abbildung 14). Im Vergleich dazu lag der Wert der Globalstrahlung, der als Indikator für die PV-Stromerzeugung gelten kann, im Jahr 2021 auf deutlich niedrigerem Niveau (minus neun Prozent im Vergleich zum Vorjahr).

Ende des Jahres 2021 waren in Deutschland PV-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 58.728 MW installiert. Damit wuchs die Gesamtleistung des PV-Anlagenparks um etwa neun Prozent

gegenüber dem Wert am Ende des Vorjahres (53.721 MW). Die photovoltaische Gesamtleistung übertraf damit 2021 erstmals die installierte Leistung der Windenergieanlagen an Land.

Nach dem Rekordzubau an PV-Anlagen im Jahr 2012 (8.161 Megawatt) war die zugebaute Leistung neu errichteter Anlagenjahrgänge in den folgenden Jahren stark rückläufig. Seit dem Jahr 2015 steigt der jährliche Zubau der PV-Kapazität jedoch wieder kontinuierlich. Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2021 fort, allerdings in abgeschwächter Form: Mit 5.007 Megawatt (MW) wuchs der Zubau gegenüber dem Jahr 2020 (4.807 MW) nur leicht. Dieser geringe Anstieg liegt deutlich unter dem Wachstum, das für die ambitionierten Klimaziele der Bundesregierung erforderlich ist.

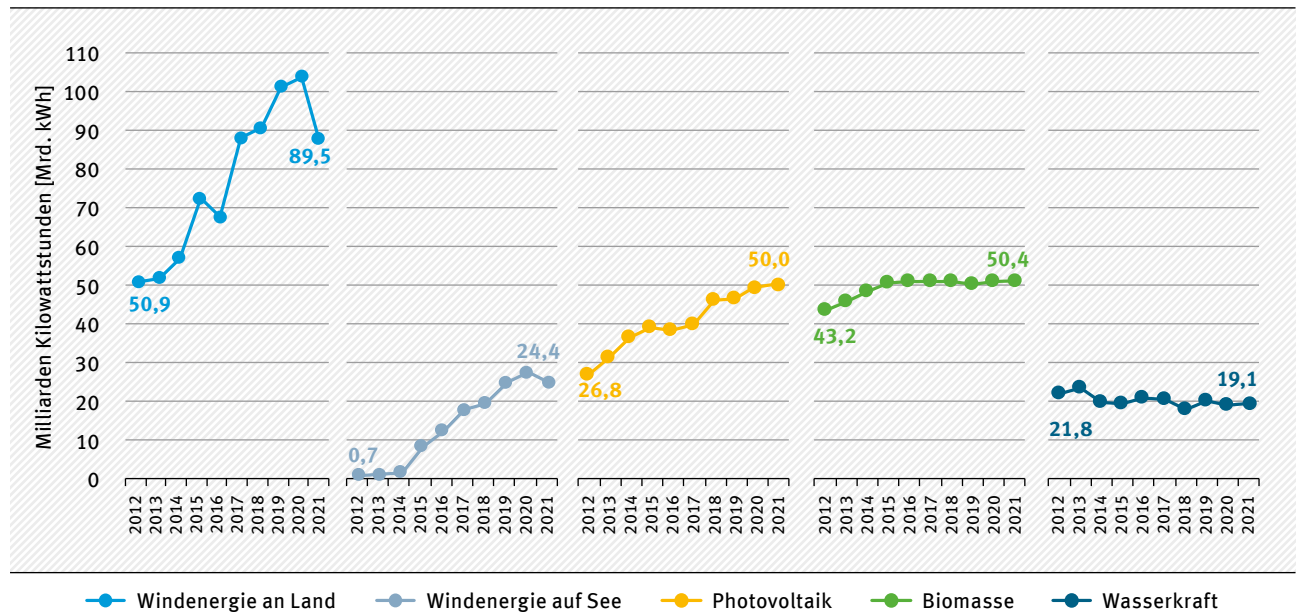
Windenergie

Durch Windenergieanlagen an Land und auf See wurde im Jahr 2021 eine Strommenge von 113,8 Mrd. kWh erzeugt – dies entspricht einem



Abbildung 3

Entwicklung der Stromerzeugung erneuerbarer Energieträger im Vergleich der letzten 10 Jahre



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

deutlichen Rückgang von 14 Prozent gegenüber dem Vorjahr (132,1 Mrd. kWh). Die Windenergie deckte trotz des Rückgangs gleichwohl noch immer etwa 20 Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs. Sie blieb auch in diesem eher windschwachen Jahr (siehe Anhang Abbildung 15) vor der Braunkohle der wichtigste Energieträger im deutschen Strommix.

In den Vorjahren konnten witterungsbedingte Schwankungen in der Stromerzeugung aus Windkraftanlagen regelmäßig durch starken und kontinuierlichen Zubau neuer Anlagen aufgefangen werden. Durch den eher mäßigen Zubau der letzten Jahre war dies im Jahr 2021 nicht ansatzweise der Fall.

Bei der Windenergie an Land (Onshore) fiel der witterungsbedingte Rückgang der erzeugten Strommenge besonders negativ ins Gewicht. Mit 89,5 Mrd. kWh wurden fast 15 Prozent weniger Strom erzeugt als im Jahr 2020 – und ebenfalls weniger als in den Jahren 2018 und 2019.

Im Vergleich zum Rekordzubau im Jahr 2017 (4.891 MW) blieb der Netto-Zubau an neu installierter

Windenergieanlagen an Land mit 1.677 MW auch im Jahr 2021 auf relativ niedrigem Niveau, obgleich wieder mehr Windenergieanlagen installiert wurden als 2020 (1.227 MW). Ende des Jahres 2021 waren in Deutschland Windenergieanlagen an Land mit einer Leistung von 56.091 MW installiert. Damit wuchs die Gesamtleistung um nur drei Prozent gegenüber dem Vorjahr.

Auf See (Offshore) wurden im Jahr 2021 keine neuen Anlagen an das Netz angeschlossen. Insgesamt blieb damit die installierte Leistung unverändert bei 7.774 MW. Bei der Stromerzeugung durch Offshore-Windenergieanlagen machten sich die schlechteren Windbedingungen ebenfalls bemerkbar: Mit 24,4 Mrd. kWh sank die Stromerzeugung allerdings weniger stark als an Land (minus 11 Prozent).

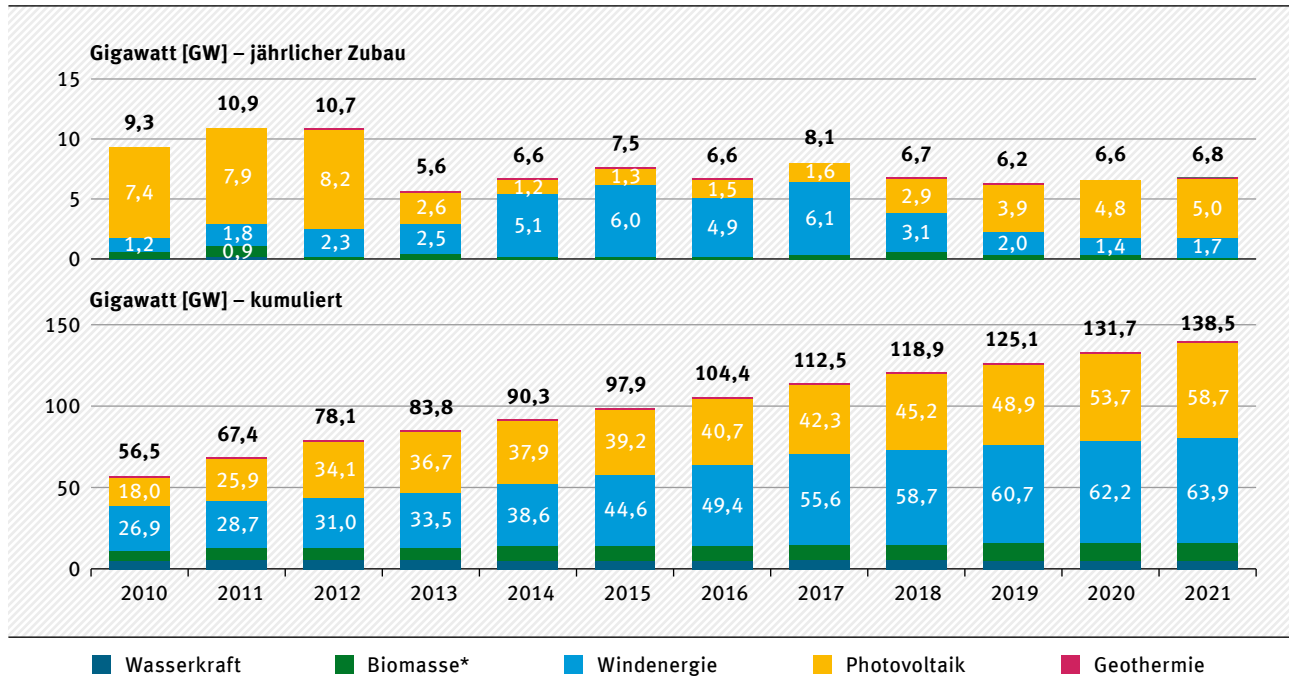
Biomasse

Insgesamt sank die Stromerzeugung aus Biomasse um etwa ein Prozent gegenüber dem Vorjahr. Aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse sowie dem erneuerbaren Anteil der Siedlungsabfälle wurden im Jahr 2021 insgesamt etwa 50,4 Mrd. kWh Strom



Abbildung 4

Entwicklung des Zubaus und der installierten Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



* inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponiegas, Klärgas und Klärschlamm, sowie inklusive des biogenen Anteil des Abfalls

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

erzeugt (2020: 50,9 Mrd. kWh). Insgesamt stellten die Biomassen damit etwa 22 Prozent des gesamten erneuerbaren Stroms und deckten damit fast neun Prozent des gesamten Bruttostromverbrauchs.

Für die Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan wurde 2021 mit 130 MW deutlich weniger Leistung zugebaut als im Jahr 2020. Darüber hinaus diente ein großer Anteil der neu installierten Leistung – wie in den Vorjahren auch – der Erhöhung der Generatorleistung bei bestehenden Anlagen. Diese sogenannte „Überbauung“ hat das Ziel, eine flexible und bedarfsgerechte Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan zu fördern. Die Stromerzeugung dieser beiden Energieträger sank im Jahr 2021 leicht von 31,7 Mrd. kWh auf 31,3 Mrd. kWh. Damit trugen sie jedoch 62 Prozent des gesamten aus Biomasse erzeugten Stroms bei. Bei Anlagen zur Nutzung fester und flüssiger Biomasse gab es nur wenig Änderungen der installierten Leistung und der damit verbundenen Stromerzeugung.

Wasserkraft

Nach dem relativ trockenen Vorjahr stieg die Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen im Jahr 2021 durch stärkere Niederschläge wieder etwas an. Mit 19,1 Mrd. kWh wurde etwa vier Prozent mehr erzeugt als im Vorjahr (18,3 Mrd. kWh). Der Anteil der Wasserkraft am gesamten Bruttostromverbrauch lag damit bei etwas mehr als drei Prozent.

Geothermie

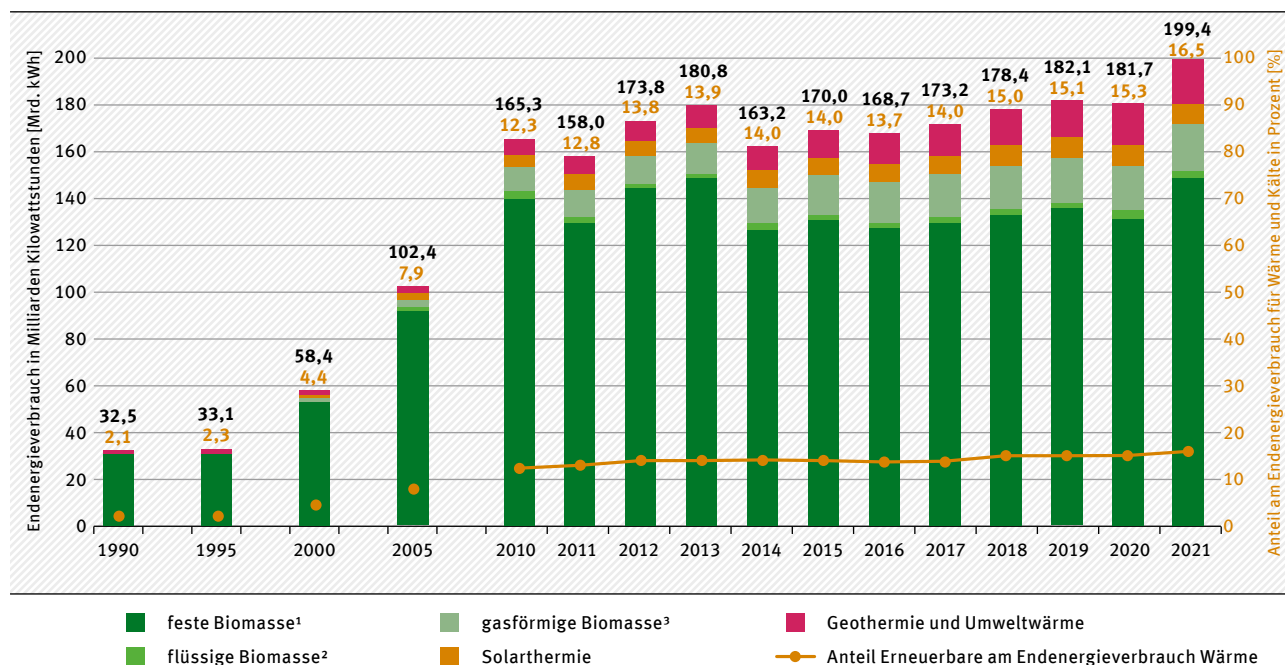
Zwar stieg die aus Geothermie erzeugte Strommenge auch im Jahr 2021 wieder um etwa acht Prozent an. Mit insgesamt nur etwa 0,25 Mrd. kWh liegt ihr Anteil am gesamten Bruttostromverbrauch in Deutschland aber weiterhin bei unter 0,1 Prozent. Im Jahr 2021 wurde eine neue Geothermianlage in Betrieb genommen. Die installierte Leistung erhöhte sich damit um 6 MW auf 53 MW.

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme steigt



Abbildung 5

Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien



¹ inkl. Klärschlamm und biogenem Anteil des Abfalls

² inkl. Biokraftstoffverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft, im Baugewerbe und beim Militär

³ Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Nach derzeit vorliegenden Daten lag der Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2021 mit 199,4 Mrd. kWh deutlich über dem Niveau des Vorjahres (2020: 181,7 Mrd. kWh). Zurückzuführen ist dieser Anstieg um zehn Prozent in erster Linie auf die im Vergleich zu den Vorjahren deutlich kältere Witterung. Neben dem Einsatz erneuerbarer Energien stieg zwar auch der Einsatz konventioneller Energieträger im Wärme- und Kältesektor – allerdings deutlich weniger stark, weil zugleich der Heizölabsatz aufgrund hoher Lagerbestände und anziehender Preise stark rückläufig war. In Summe führten diese Entwicklungen zu einem kräftigen Anstieg des Anteils erneuerbarer Wärme am gesamten Wärmeverbrauch um 1,2 Prozentpunkte auf 16,5 Prozent.

Insgesamt zeichnen sich wegen des hohen Wärmebedarfs im Jahr 2021 bei den meisten erneuerbaren Technologien positive Entwicklungen ab. So kam es bei Biomasse und biogenem Abfall zu einem Anstieg der Wärmeerzeugung um über zehn Prozent.

Gleichzeitig zeigte auch die Entwicklungen bei der Geothermie und Umweltwärmenutzung in eine positive Richtung (plus elf Prozent). Wegen der niedrigeren Sonneneinstrahlung ging die Wärmenutzung aus Solarthermieanlagen allerdings zurück (minus fünf Prozent).

Biomasse

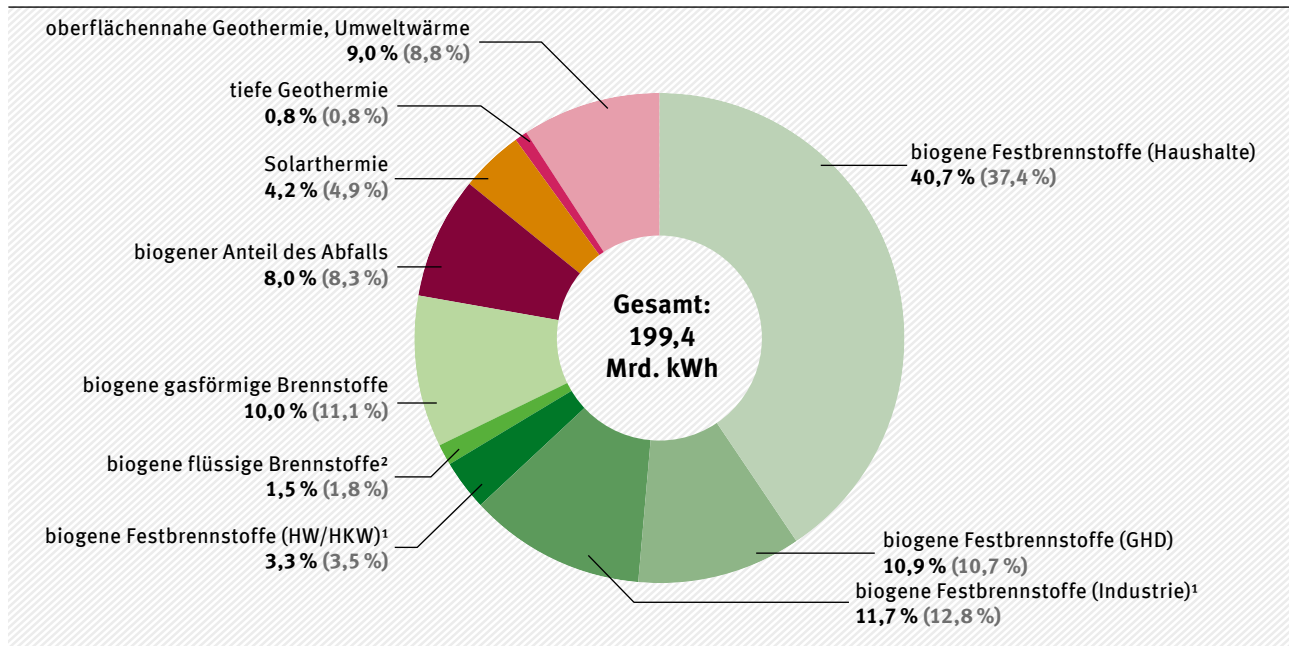
Mit einem Anteil von 86 Prozent blieb die Biomasse (inklusive des biogenen Abfalls) mit großem Abstand die wichtigste erneuerbare Wärmequelle. Die gesamte aus Biomasse bereitgestellte Wärmemenge stieg überwiegend temperaturbedingt deutlich von 155,3 Mrd. kWh im Jahr 2020 auf 171,5 Mrd. kWh im Jahr 2021. Mit 77 Prozent stellt die feste Biomasse – hauptsächlich Brennholz und andere energetisch genutzte Holzprodukte – den größten Anteil an der Wärme aus Biomasse bereit (132,8 Mrd. kWh). Danach folgt die Wärmebereitstellung aus Biogas und Biomethan (17,4 Mrd. kWh), biogenem Abfall (15,9 Mrd. kWh) und flüssiger Biomasse (2,9 Mrd. kWh).



Abbildung 6

Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2021

Anteile in Prozent [%], Werte für das Vorjahr in Klammern



¹ inkl. Klärschlamm

² inkl. Biokraftstoffverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft, im Baugewerbe und beim Militär (HW/HWK = Heizwerke/Heizkraftwerke, GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Geothermie und Umweltwärme

Wie in den Vorjahren ist der Markt der Wärmepumpen laut dem Bundesverband Wärmepumpe (BWP) auch im Jahr 2021 kräftig gewachsen: Mit rund 154.000 verkauften Heizungswärmepumpen wurden etwa 28 Prozent mehr Anlagen zu Heizzwecken abgesetzt als im Vorjahr. Auch der Absatz von Brauchwasserwärmepumpen konnte gesteigert werden (plus 15 Prozent). Durch die weiterhin steigenden Anlagenabsätze hat sich der Gesamtbestand von Wärmepumpen im Vergleich zum Vorjahr um etwa 13 Prozent erhöht. Insgesamt trugen im Jahr 2021 rund 1,5 Millionen Wärmepumpen zur Erzeugung erneuerbarer Wärme bei.

Die zunehmende Verbreitung spiegelt sich auch in einem Anstieg der Wärmenutzung wider: Zusammen mit den tiefeingeothermischen und balneologischen Anlagen (Bäderbetriebe) wurden im Jahr 2021 insgesamt 19,4 Mrd. kWh Wärme aus Geothermie und Umweltwärme gewonnen. Dies sind elf Prozent mehr

als im Vorjahr (17,5 Mrd. kWh) und entspricht fast zehn Prozent der gesamten erneuerbaren Wärme.

Solarthermie

Nachdem der Zubau von Solarkollektoren seit dem Jahr 2012 kontinuierlich zurückging, konnte dieser Trend seit dem Jahr 2020 durchbrochen werden. Nach Angaben des Bundesverbandes Solarwirtschaft e.V. (BSW) lag die 2021 neu installierte Kollektorfläche mit insgesamt etwa 640.000 Quadratmetern in etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Unter Berücksichtigung des Rückbaus von Altanlagen waren damit Ende des Jahres 2021 etwas mehr als 21,8 Millionen Quadratmeter Kollektorfläche in Deutschland installiert.

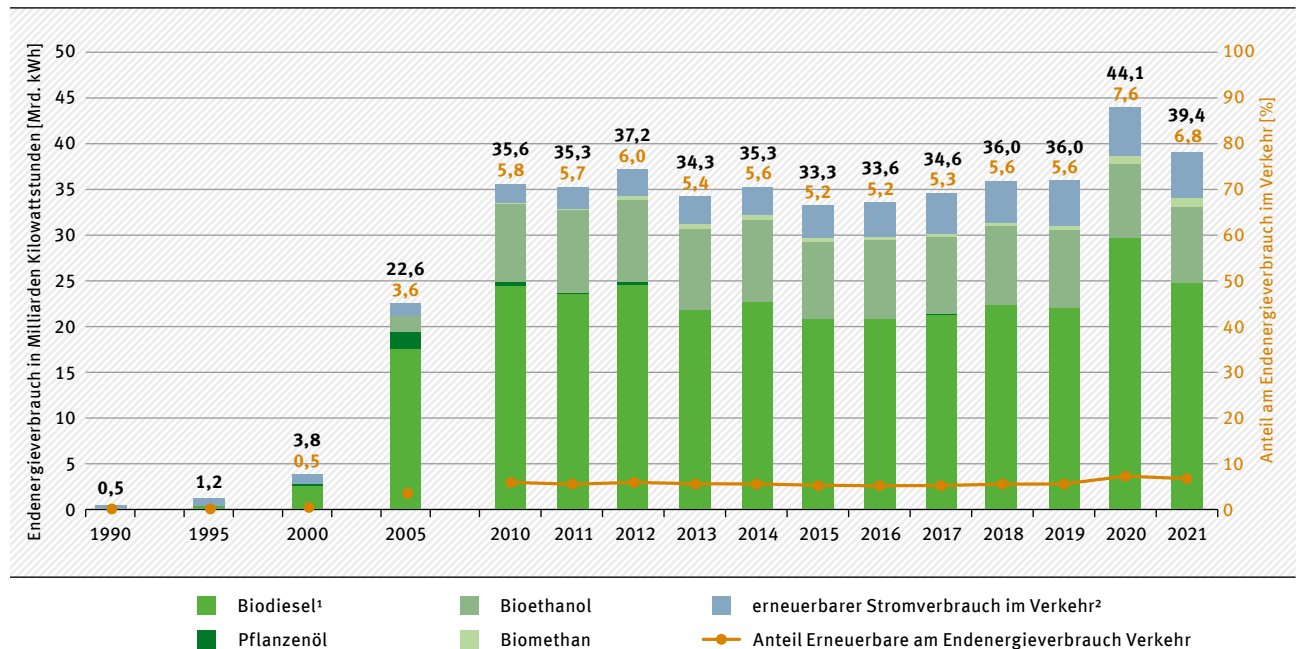
Der Zubau an neuen Anlagen reichte gleichwohl nicht aus um die schlechtere Witterung mit niedrigerer Sonneneinstrahlung zu kompensieren. Die Wärmeerzeugung aus Solarthermie lag im Jahr 2021 mit 8,4 Mrd. kWh etwa fünf Prozent unter dem Wert des Jahres 2020 (8,9 Mrd. kWh).

Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor sinkt



Abbildung 7

Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor



¹ Verbrauch von Biodiesel (inkl. hydriertes Pflanzenöl / HVO) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

² berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Im Jahr 2021 sank der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch im Verkehr von 7,6 Prozent im Vorjahr auf nunmehr 6,8 Prozent. Hierfür verantwortlich war ein Rückgang beim Gesamteinsatz von Biokraftstoffen. So sank der Absatz von Biodiesel und hydrierten Pflanzenölen (HVO) deutlich, während es einen geringen Anstieg bei Bioethanol und Biomethan gab. Diese Entwicklung ist – bei gleichbleibender Treibhausgasminderungsquote gegenüber 2020 – im Wesentlichen auf besondere Quotenübertragungsregelungen in den Jahren 2019 bis 2021 zurückzuführen. Auch dürften im Jahr 2021 verstärkt sogenannte Upstream-Emissionsminderungen (UERs) bei der Kraftstoffherstellung zur Erfüllung der Treibhausgasminderungsquote zum Einsatz gekommen sein.

Der Verbrauch von erneuerbarem Strom im Verkehrssektor ist trotz des geringeren Anteils der Erneuerbaren im Strommix dagegen aufgrund des voraussichtlich höheren Gesamtverbrauchs (insbesondere durch deutliche Zuwächse im Straßenverkehr) leicht

angestiegen, konnte aber den Rückgang bei den Biokraftstoffen nicht kompensieren.

Der Rückgang erneuerbarer Energieträger im Verkehr wurde begleitet von einem weiteren Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs im Verkehrssektor. Nach ersten Schätzungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) betrug der Endenergieverbrauch im Verkehr im Jahr 2021 etwa 580 Mrd. kWh und lag damit ein Prozent niedriger als der Vorjahreswert (584 Mrd. kWh).

Biokraftstoffe

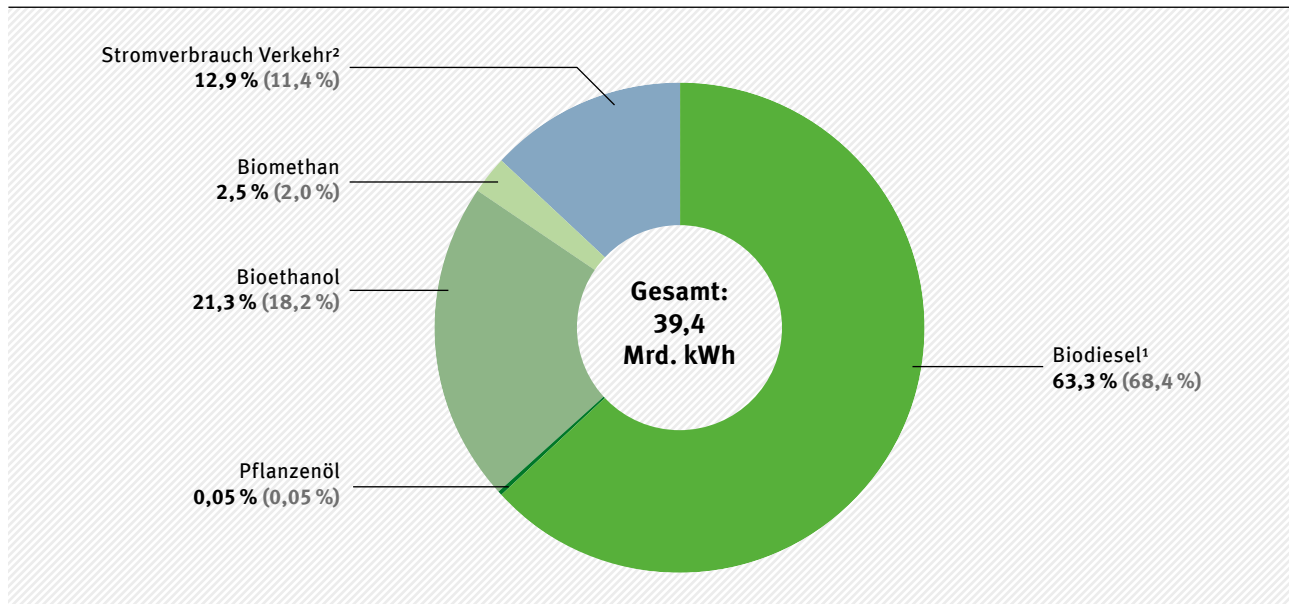
Basierend auf einer Hochrechnung vorläufiger Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sank der Gesamtabsatz von Biokraftstoffen im Jahr 2021 bezogen auf den Energiegehalt um etwa zwölf Prozent. Besonders deutlich sank der Absatz von Biodiesel und HVO (minus 17 Prozent) auf nunmehr 2,4 Millionen Tonnen. Der Absatz von Bioethanol steigerte sich



Abbildung 8

Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor im Jahr 2021

Anteile in Prozent [%], Werte für das Vorjahr in Klammern



¹ Verbrauch von Biodiesel (inkl. Hydriertes Pflanzenöl (HVO)) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

² berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

dagegen um fast fünf Prozent auf knapp 1,1 Millionen Tonnen. Der Einsatz von Biomethan als Kraftstoff lag wegen der auch gegenüber 2020 nochmals verbesserten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit 965 Mio. kWh etwa neun Prozent über dem Vorjahreswert (884 Mio. kWh). Pflanzenöl wurde weiterhin in nur sehr geringem Umfang eingesetzt (etwa 2.000 Tonnen, 21 Mio. kWh).

Erneuerbarer Strom im Verkehrssektor

Neben den Biokraftstoffen trägt auch der Stromverbrauch im Verkehrssektor in Verbindung mit dem hohen Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix zur Energiewende im Verkehrssektor bei.

Laut dem Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) wurden im Jahr 2021 682.000 Neuwagen mit elektrischem Antrieb neu zugelassen (batterieelektrisch, Plug-in-Hybrid, Brennstoffzelle). Dies waren 26 Prozent aller in Deutschland neu zugelassenen Pkw. Fast 14 Prozent aller neu zugelassenen PKW wurden rein batterieelektrisch angetrieben.

Der Stromverbrauch der gesamten Elektrofahrzeugflotte hat sich dadurch gegenüber dem Vorjahr wiederum stark erhöht. Er liegt jedoch mit 1,4 Mrd. kWh weiterhin deutlich unter dem Verbrauch von Strom im Schienenverkehr (etwa 11,0 Mrd. kWh).

Straßen- und Schienenverkehr sind damit zusammen (12,4 Mrd. kWh) weiterhin für nur etwas mehr als zwei Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs verantwortlich.

Die Nutzung von erneuerbarem Strom im Verkehrssektor stieg im Jahr 2021 nur um etwa ein Prozent auf knapp 5,1 Mrd. kWh (2020: 5,0 Mrd. kWh), da dem steigenden Stromverbrauch ein im Jahr 2021 gesunkener Anteil an erneuerbarem Strom im Strommix gegenüberstand.

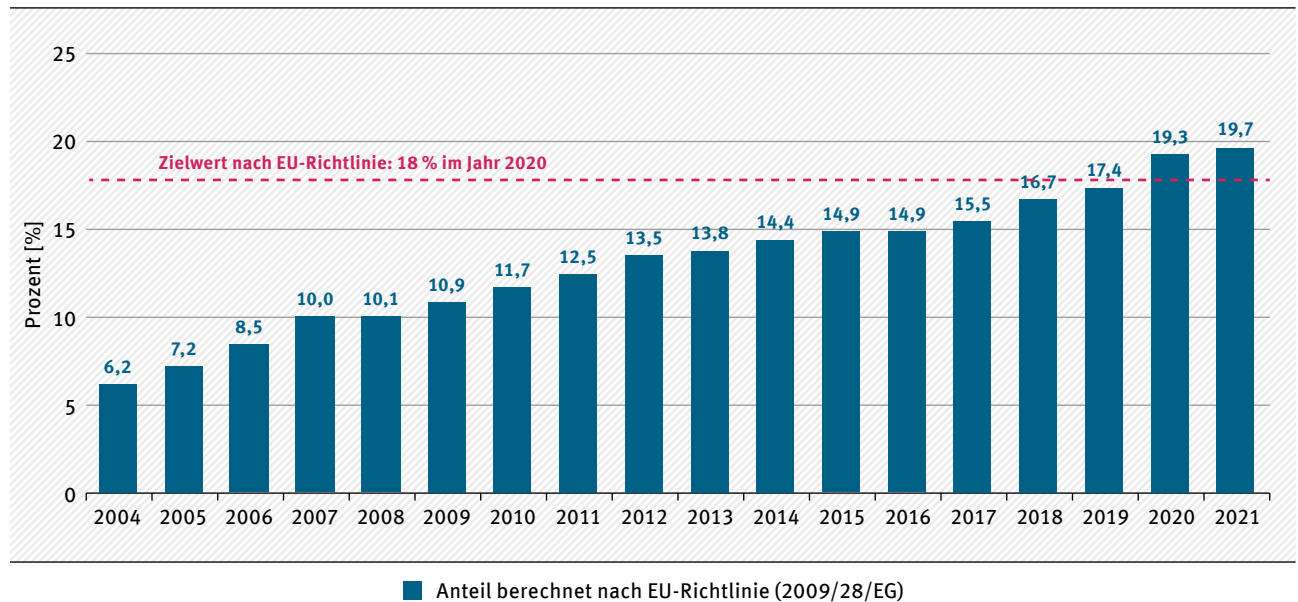
Insgesamt trägt der Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Quellen etwa 13 Prozent zum Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor bei.



Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch steigt

Abbildung 9

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch nach EU-Richtlinie



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Mit den europäischen Richtlinien für erneuerbare Energien (2009/28/EC und 2018/2001/EC) wurden verbindliche Ziele für die gesamte EU gesetzt: Bis 2020 sollten EU-weit 20 Prozent des Brutto-Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien sowie ein Mindestanteil von 10 Prozent erneuerbarer Energien im Verkehrssektor erreicht werden. Deutschland hatte sich verpflichtet, 18 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien bereit zu stellen. Dieses nationale Ziel wurde im Jahr 2020 deutlich übertroffen: Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch stieg entsprechend den Berechnungsvorschriften der Richtlinie auf 19,3 Prozent.

Nach Auswertung der derzeit verfügbaren Daten stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2021 auf 19,7 Prozent. Für diese Entwicklung war zum einen der deutliche Anstieg der Nutzung erneuerbarer Wärme verantwortlich, zum anderen ist in den Berechnungsvorschriften für den erneuerbaren Anteil entsprechend EU-Richtlinie eine Normalisierung der

Stromerzeugung aus Wasserkraft und Windenergie vorgeschrieben. Hierdurch werden Witterungseffekte ausgeglichen und der Einfluss des vergleichsweise guten Windjahres 2020, sowie des eher schlechten Windjahres 2021, auf den Anteilswert begrenzt.

Im Laufe des Jahres können sich mit dem Vorliegen amtlicher energiestatistischer Daten besonders im Bereich der Wärme und im Verkehr noch Abweichungen zum derzeit geschätzten Anteil ergeben.

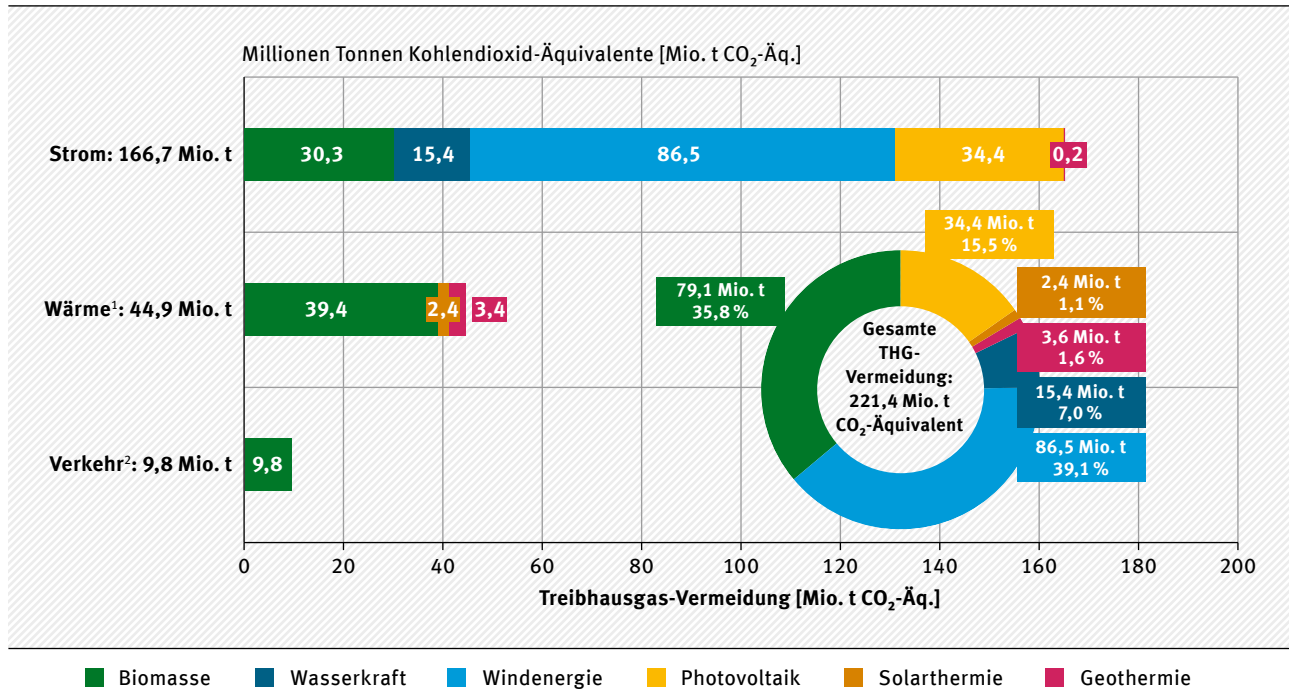
Der ebenfalls in der 2009/28/EC enthaltene Zielwert eines Mindestanteils von 10 Prozent erneuerbarer Energien im Verkehrssektor wurde im Jahr 2020 mit 9,9 Prozent knapp verfehlt. Im aktuellen Jahr war dieser Wert nach ersten sehr vorläufigen Daten rückläufig.



Erneuerbare Energien vermeiden 221 Millionen Tonnen Treibhausgase

Abbildung 10

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2021



¹ ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

² ausschließlich biogene Kraftstoffe im Verkehrssektor (ohne Land und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär und ohne Stromverbrauch des Verkehrssektors), basierend auf vorläufigen Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für das Jahr 2020 sowie den fossilen Basiswerten gemäß § 3 und § 10 der 38. BImSchV

Quelle: Umweltbundesamt (UBA)

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Indem fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt werden, sinken die energiebedingten Treibhausgasemissionen aus Kohle, Gas und Öl. Insgesamt wurden im Jahr 2021 durch den Einsatz erneuerbarer Energien rund 221 Mio. t CO₂-Äquivalente vermieden. Durch die gesunkene erneuerbare Strommenge ist dies allerdings weniger als im Vorjahr (232 Mio. t vermiedene Emissionen). Den größten Anteil daran hatte mit rund 87 Mio. t CO₂-Äquivalenten die Stromerzeugung aus Windkraft. Insgesamt entfielen auf den Stromsektor rund 167 Mio. t CO₂-Äquivalente.

Im Wärmesektor wurden etwa 45 Mio. t CO₂-Äquivalente und durch Biokraftstoffe im Verkehr etwa 10 Mio. t CO₂-Äquivalente vermieden. Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung. Dabei werden die durch die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler Energieträger vermieden werden. Vorgelagerte Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) werden dabei berücksichtigt. Nähere Informationen zur Methodik können der Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ des Umweltbundesamts (siehe Infobox) entnommen werden.

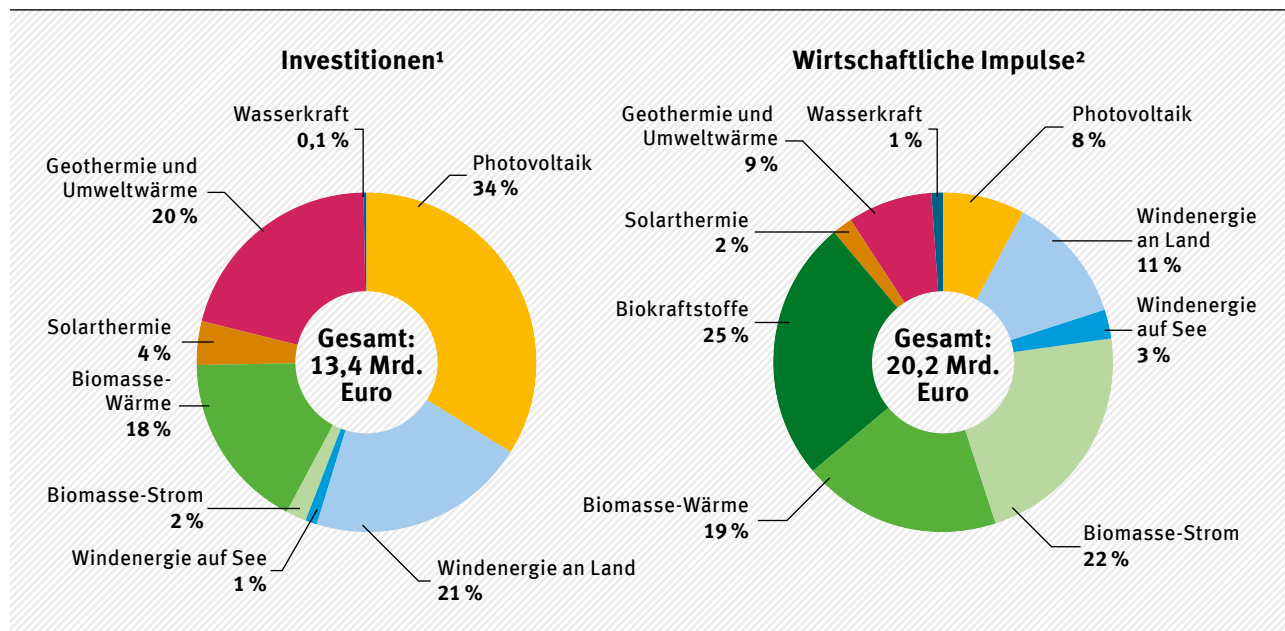
Die Publikation „Emissionsbilanz Erneuerbarer Energieträger“ ist auf den Seiten des Umweltbundesamtes verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2020

Wirtschaftliche Effekte



Abbildung 11

Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien im Jahr 2021



¹ Investitionen: hauptsächlich Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie z. B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.

² Wirtschaftliche Impulse aus dem Anlagenbetrieb umfassen im wesentlichen Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen (einschl. Brennstoffe) sowie Umsätze aus dem Absatz von Biokraftstoffen.

Quelle: Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Die erneuerbaren Energien spielen auch weiterhin eine wichtige Rolle als Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Nach der im Vorjahr zu beobachtenden Trendwende bei den Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien verstärkte sich deren Anstieg von rund 11,1 Mrd. Euro (2020) auf knapp 13,4 Mrd. Euro (2021). Dies entspricht einer deutlichen Zunahme um 20 Prozent und ist vor allem auf gestiegene Installationszahlen im Wärmebereich sowie eine Belebung des Ausbaus der Windenergie an Land zurückzuführen.

Die stärksten absoluten Zuwächse im Vorjahresvergleich weisen Windenergieanlagen an Land und Wärmepumpen auf, gefolgt von Biomasseanlagen zur Nutzung von Wärme sowie Photovoltaikanlagen. Während es bei Solarthermie keine Veränderungen zum Vorjahr gab, gingen die Investitionen in Biomasseanlagen zur Stromerzeugung sowie in Wasserkraftanlagen zurück. Eine Sonderrolle nahmen Windenergieanlagen auf See ein, da hier keine neuen Anlagen

fertiggestellt wurden, sondern lediglich vorbereitende Arbeiten für Windparks zu verzeichnen waren, die in den kommenden Jahren errichtet werden.

Insgesamt entfielen 34 Prozent der Investitionen auf Photovoltaik (nach 38 Prozent 2020), 22 Prozent auf Windenergie (nach 19 Prozent 2020), 20 Prozent auf Geothermie und Umweltwärme (nach 17 Prozent 2020) und 18 Prozent auf Biomasseanlagen zur Nutzung von Wärme (nach ebenfalls 18 Prozent 2020).

Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (inklusive Biokraftstoffe) setzten ihren Aufwärtstrend fort. Sie wuchsen im Vergleich zum Jahr 2020 von 18,3 auf 20,2 Mrd. Euro, insbesondere durch einen stark gestiegenen Umsatz aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Damit überstiegen sie wie schon in den Jahren seit 2015 die Investitionen in neue Anlagen.

Quellen

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin
BNetzA	Bundesnetzagentur, Bonn
BSW	Bundesverband Solarwirtschaft, Berlin
BWP	Bundesverband Wärmepumpe, Berlin
DEPV	Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband, Berlin
DWD	Deutscher Wetterdienst, Offenbach
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
GeotIS	Geothermisches Informationssystem für Deutschland, Hannover
GZB	Internationales Geothermiezentrum, Bochum
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg
StBA	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
TI	Thünen-Institut, Hamburg
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart

Anhang

Grafiken und Tabellen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland Stand: Februar 2022

Tabelle 1

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Erneuerbare Energien 2020		Erneuerbare Energien 2021	
	Bruttostromerzeugung in GWh	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁴ in %	Bruttostromerzeugung in GWh	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁴ in %
Wasserkraft ¹	18.317	3,3	19.086	3,4
Windenergie an Land	104.796	18,9	89.474	15,7
Windenergie auf See	27.306	4,9	24.374	4,3
Photovoltaik	49.496	8,9	49.992	8,8
biogene Festbrennstoffe ²	11.306	2,0	11.363	2,0
biogene flüssige Brennstoffe	307	0,1	293	0,1
Biogas	28.757	5,2	28.453	5,0
Biomethan	2.914	0,5	2.890	0,5
Klärgas	1.579	0,3	1.587	0,3
Deponiegas	247	0,04	229	0,04
biogener Anteil des Abfalls ³	5.820	1,0	5.630	1,0
Geothermie	231	0,04	249	0,04
Summe	251.076	45,2	233.620	41,1

¹ bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

² inklusive Klärschlamm

³ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

⁴ bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2020: 555,3 TWh, 2021: 568,8 TWh, fossile Bruttostromerzeugung nach AGEb, Außenhandelsaldo nach StBA, vorläufige Schätzung

Tabelle 2

Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Geo- thermie	feste Biomasse¹	flüssige Biomasse	gasför- mige Biomasse²	Gesamt
		an Land	auf See						
	Megawatt (MW)								
2010	5.407	26.823	80	18.006	8	2.264	410	3.548	56.546
2011	5.625	28.524	188	25.916	8	2.297	345	4.520	67.423
2012	5.607	30.711	268	34.077	19	2.272	277	4.918	78.149
2013	5.590	32.969	508	36.710	30	2.553	263	5.150	83.773
2014	5.580	37.620	994	37.900	33	2.533	232	5.439	90.331
2015	5.589	41.297	3.283	39.224	34	2.554	232	5.643	97.856
2016	5.629	45.283	4.152	40.679	38	2.578	231	5.850	104.440
2017	5.627	50.174	5.406	42.293	38	2.605	230	6.147	112.520
2018	5.585	52.328	6.393	45.158	42	2.669	230	6.761	119.166
2019	5.595	53.193	7.528	49.047	47	2.689	231	7.068	125.398
2020	5.436	54.414	7.774	53.721	47	2.621	231	7.467	131.711
2021	5.383	56.091	7.774	58.728	53	2.623	229	7.579	138.460

¹ inklusive biogener Anteil des Abfalls² Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas

Tabelle 3

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme

	Erneuerbare Energien 2020		Erneuerbare Energien 2021	
	Endenergie- verbrauch Wärme in GWh	Anteil am End- energieverbrauch Wärme ⁸ in %	Endenergie- verbrauch Wärme in GWh	Anteil am End- energieverbrauch Wärme ⁸ in %
biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ¹	67.898	5,7	81.130	6,7
biogene Festbrennstoffe (GHD) ²	19.425	1,6	21.768	1,8
biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³	23.279	2,0	23.279	1,9
biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴	6.296	0,5	6.662	0,6
biogene flüssige Brennstoffe ⁵	3.239	0,3	2.932	0,2
Biogas	13.603	1,1	13.339	1,1
Biomethan	4.023	0,3	4.056	0,3
Klärgas	2.378	0,2	2.378	0,2
Deponiegas	85	0,01	70	0,01
biogener Anteil des Abfalls ⁶	15.060	1,3	15.895	1,3
Solarthermie	8.905	0,8	8.449	0,7
tiefe Geothermie	1.427	0,1	1.513	0,1
oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁷	16.049	1,4	17.905	1,5
Summe	181.667	15,3	199.376	16,5

¹ überwiegend Holz inklusive Holzpellets² GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen³ inklusive Klärschlamm⁴ inklusive Klärschlamm (HW= Heizwerke, HKW= Heizkraftwerke)⁵ inklusive Biokraftstoffe für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär⁶ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt⁷ durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)⁸ ohne Strom für Wärme, bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme, 2020: 1.184,4 TWh, 2021: 1.209,4 TWh, nach AGE (vorläufige Schätzung)

Tabelle 4

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr

	Erneuerbare Energien 2020		Erneuerbare Energien 2021	
	Endenergie- verbrauch Verkehr in GWh	Anteil am End- energieverbrauch Verkehr ³ in %	Endenergie- verbrauch Verkehr in GWh	Anteil am End- energieverbrauch Verkehr ³ in %
Biodiesel ¹	30.148	5,2	24.916	4,3
Pflanzenöl	21	0,004	21	0,004
Bioethanol	8.014	1,4	8.382	1,4
Biomethan	884	0,2	965	0,2
Stromverbrauch erneuer- bare Energien im Verkehr ²	5.034	0,9	5.083	0,9
Summe	44.101	7,6	39.367	6,8

¹ Verbrauch von Biodiesel im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär² berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres, Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEb, BDEW³ bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr, 2020: 583,8 TWh, 2021: 580,2 TWh, nach AGEb (vorläufige Schätzung)

Tabelle 5

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Biomasse		Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	
Millionen Euro									
2010	350	2.110	450	19.580	990	960	2.240	1.210	27.890
2011	300	2.860	610	15.860	1.060	990	3.120	1.320	26.120
2012	200	3.550	2.440	11.980	950	1.060	790	1.500	22.470
2013	130	4.490	4.270	3.380	860	1.090	700	1.560	16.480
2014	90	7.060	3.940	1.450	790	1.080	670	1.320	16.400
2015	80	5.370	3.680	1.480	800	1.010	220	1.290	13.930
2016	60	6.910	3.370	1.570	700	1.210	270	1.230	15.320
2017	60	7.450	3.400	1.660	540	1.320	280	1.230	15.940
2018	70	3.390	4.100	2.580	490	1.520	390	1.240	13.780
2019	60	1.560	2.130	3.420	440	1.410	350	1.260	10.630
2020	40	2.080	70	4.220	530	1.920	320	1.950	11.130
2021	10	2.840	160	4.570	530	2.620	210	2.410	13.350

Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

Tabelle 6

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Biomasse			Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	Kraft- stoffe	
	Millionen Euro									
2010	170	970	20	770	170	620	2.770	2.880	2.920	11.290
2011	190	1.060	30	1.040	190	730	3.180	2.870	3.690	12.980
2012	190	1.200	60	1.250	210	820	3.870	3.120	3.720	14.440
2013	200	1.360	130	1.360	230	900	4.020	3.320	3.050	14.570
2014	200	1.550	210	1.400	240	1.000	4.300	3.030	2.640	14.570
2015	200	1.730	280	1.420	260	1.090	4.440	3.190	2.440	15.050
2016	210	1.890	350	1.440	270	1.180	4.430	3.390	2.560	15.720
2017	210	2.080	420	1.470	290	1.280	4.450	3.410	2.710	16.320
2018	210	2.230	500	1.500	300	1.390	4.470	3.430	2.700	16.730
2019	220	2.300	560	1.540	310	1.510	4.560	3.450	2.830	17.280
2020	220	2.300	600	1.590	320	1.650	4.580	3.470	3.540	18.270
2021	230	2.310	620	1.660	330	1.830	4.400	3.860	4.970	20.210

Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

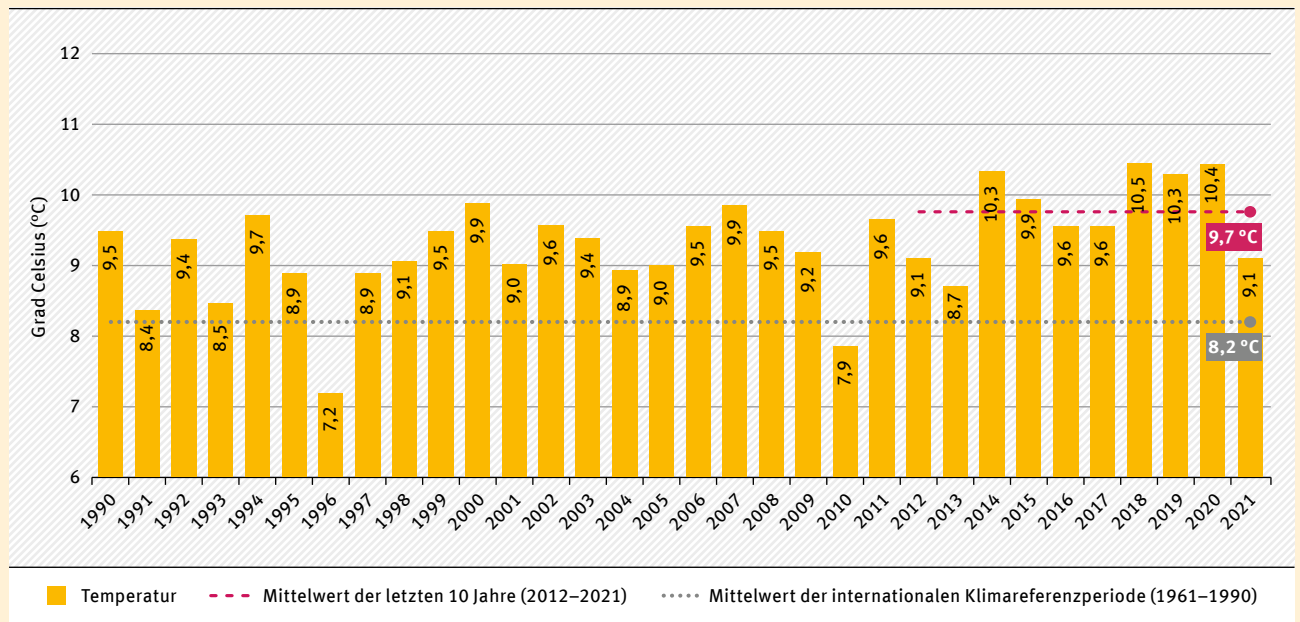
Tabelle 7

Vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Biomasse			Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	Kraft- stoffe	
	Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalent									
2010	16,7	27,4	0,1	8,1	1,5	1,0	20,1	33,3	6,5	114,8
2011	14,7	37,6	0,4	14,2	1,8	1,1	22,5	31,7	6,4	130,3
2012	16,6	33,5	0,5	16,6	1,8	1,2	23,3	34,3	7,0	134,8
2013	16,3	36,4	0,6	18,1	1,9	1,3	22,1	34,9	6,4	138,0
2014	15,4	43,2	1,1	23,4	2,0	1,6	27,2	31,2	6,7	151,8
2015	14,8	53,2	6,0	25,4	2,1	1,7	27,6	33,1	6,3	170,2
2016	15,8	49,6	9,1	24,9	2,1	1,9	27,5	32,7	6,9	170,6
2017	14,9	61,3	12,5	24,8	2,2	2,2	26,2	33,3	7,4	184,9
2018	13,2	64,0	13,9	27,7	2,5	2,5	27,1	34,6	7,7	193,3
2019	15,9	76,6	19,0	31,5	2,4	3,0	29,9	36,0	7,5	221,8
2020	14,7	78,9	21,0	34,4	2,5	3,4	30,3	35,7	11,1	231,9
2021	15,4	67,7	18,8	34,4	2,4	3,6	30,3	39,1	9,8	221,4

Quelle: Umweltbundesamt (UBA), Stand: Februar 2022

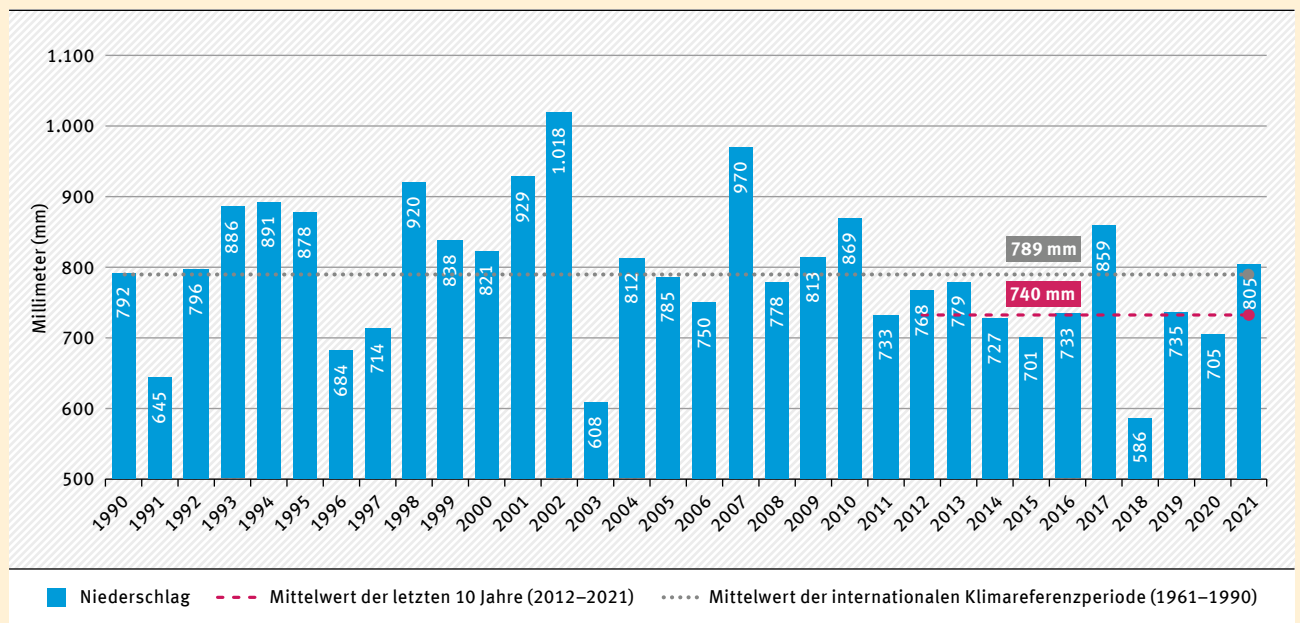
Abbildung 12

Gemittelte Jahrestemperatur in Deutschland (1990–2021)

Das Jahr 2021 war mit 9,1°C etwa 0,9°C wärmer als der Mittelwert der internationalen Klimareferenzperiode (1961–1990). Im Vergleich der letzten zehn Jahre waren allerdings nur die Jahre 2012 und 2013 kühler als das Kalenderjahr 2021.

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Abbildung 13

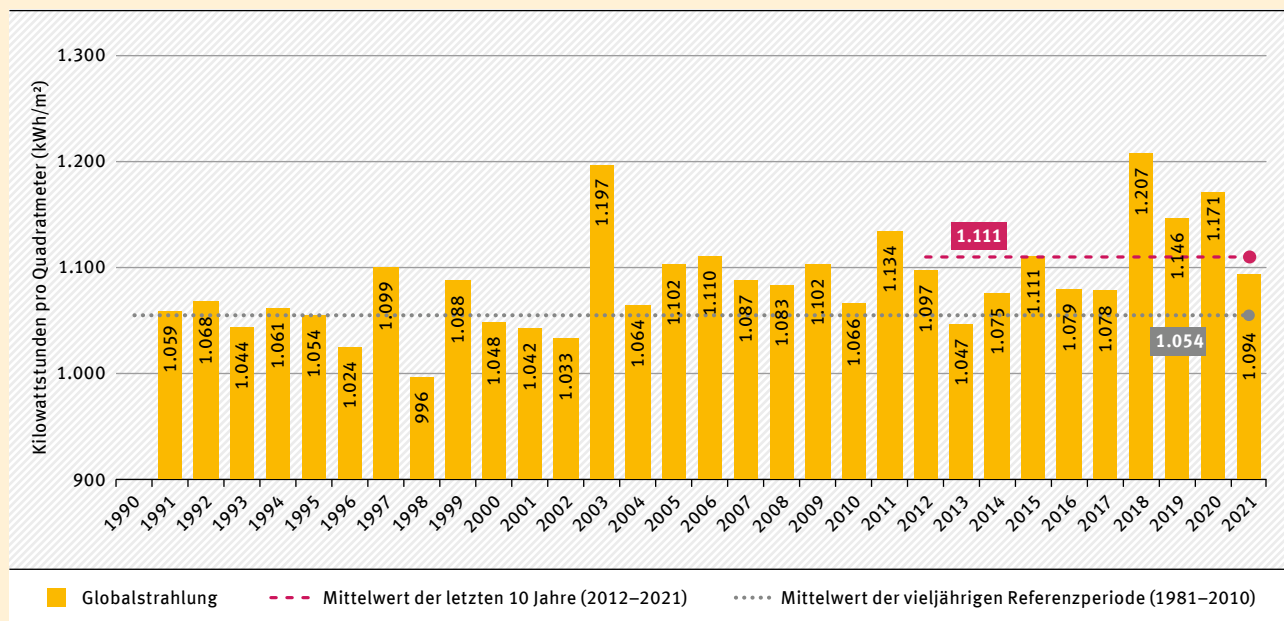
Gemittelte Niederschlagsmenge in Deutschland (1990–2021)

Das Jahr 2021 lag mit etwa 805 mm leicht über dem Niveau des vieljährigen Niederschlagsmittels. In den letzten 10 Jahren übertrafen damit allerdings nur 2 Jahre (2017, 2021) die Niederschlagsmenge des langjährigen Mittels von 789 mm.

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Abbildung 14

Gemittelte Globalstrahlung in Deutschland (1991–2021)

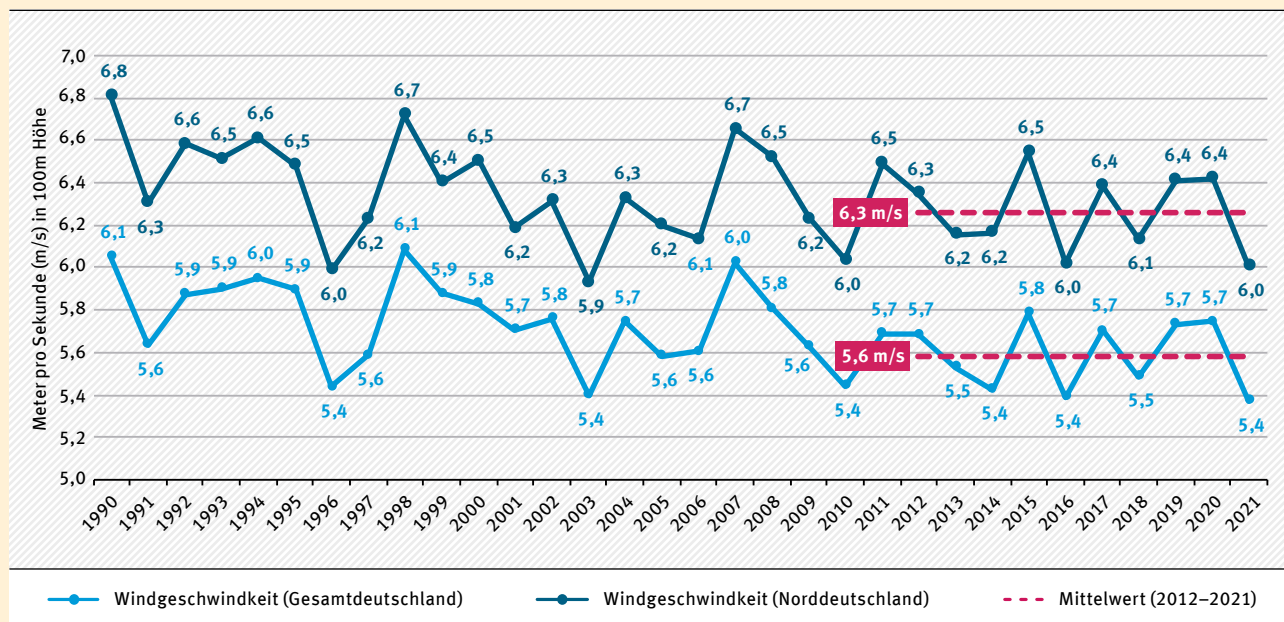


Die Globalstrahlung ist ein Maß für die Summe aus direkter und diffuser Sonnenstrahlung pro Fläche und damit ein direkter Indikator für die Leistung von PV- und Solarthermieanlagen. Systematisch wird die Globalstrahlung vom DWD seit 1991 bereitgestellt. Im Jahr 2021 wurde mit 1.094 kWh/m² der Wert des vieljährigen Mittels wieder deutlich übertroffen. Im Vergleich der letzten 10 Jahre war die Globalstrahlung im Jahr 2021 jedoch unterdurchschnittlich.

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Abbildung 15

Gemittelte Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe in Deutschland und Norddeutschland (1990–2021)



Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe über Deutschland sowie dem nördlichen Bereich Deutschlands. Die Daten basieren auf der globalen atmosphärischen Reanalyse „ERA5“ des europäischen Copernicus Klimadienstes (C3S) und stellen den Mittelwert über folgende Bereiche dar: Deutschland: ca. 6°O–15°O, ca. 48°N–55°N; nördliches Deutschland: ca. 6°O–15°O, ca. 52°N–55°N.

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Nationale Klimaüberwachung, basierend auf C3S/ERA5; Hersbach et al., 2019 (doi: 10.21957/vf291hehd7)

Weitere Informationen wie die Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien seit dem Jahr 1990 und entsprechende Schaubilder sind auf dem „Informationsportal Erneuerbare Energien“ des BMWK unter www.erneuerbare-energien.de zu finden.

Glossar

Bruttoendenergieverbrauch nach EU-Richtlinie

Für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch enthält die EU-Richtlinie 2009/28/EG detaillierte Vorgaben: So werden zum einen bei der Berechnung der Beiträge von Wind- und Wasserkraft die Auswirkungen klimatischer Schwankungen auf den Stromertrag berücksichtigt. Durch diese „Normalisierung“ auf ein durchschnittliches Jahr entspricht der Wert für Wind- und Wasserkraft nicht mehr dem tatsächlichen Ertrag des entsprechenden Jahres, spiegelt dafür aber den entsprechenden Ausbau besser wider. Des Weiteren werden nur flüssige Bioenergieträger und Biokraftstoffe angerechnet, die bestimmte Nachhaltigkeitskriterien erfüllen.

Bruttostromerzeugung

Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Erzeugungsanlagen verbleibt die Nettostromerzeugung.

Bruttostromverbrauch

Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Bruttostromerzeugung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Eigenverbräuche der Kraftwerke und der Netz- sowie Speicherverluste.

CO₂-Äquivalente

Die Einheit für das Treibhauspotenzial eines Gases gibt an, welche Menge CO₂ in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie das betrachtete Vergleichsgas. Die verwendeten Äquivalenz-Faktoren folgen den für die nationale Emissionsberichterstattung vorgegebenen Werten aus dem IPCC Fourth Assessment Report Climate Change 2007.

Endenergie

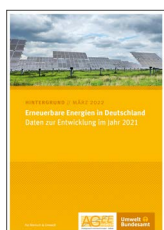
Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und der dann zur weiteren Verfügung steht. Formen der Endenergie sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.

Erneuerbare Energien

Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Die wichtigsten erneuerbaren Energien werden letztendlich durch die Sonne gespeist. Die Sonne verbraucht sich, ist also im strengen Sinne keine „erneuerbare Energiequelle“. Die nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft absehbare Lebensdauer der Sonne liegt aber bei mehr als einer Milliarde Jahre und ist aus unserer menschlichen Perspektive nahezu unbegrenzt. Die drei originären Quellen sind Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.

Primärenergie

Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er einer Umwandlung unterworfen wird. Zu den Primärenergieträgern zählen erschöpfliche Energieträger (zum Beispiel Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, spaltbares Material wie Uran) sowie erneuerbare Energien (Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie). Die Primärenergie wird in Kraftwerken oder Raffinerien in eine weiterführende Stufe der energetischen Reihe umgewandelt. Dabei kommt es zu Umwandlungsverlusten. Ein Teil der Primärenergieträger wird auch dem nicht-energetischen Verbrauch zugeführt (zum Beispiel Rohöl für die Kunststoffindustrie).



► **Unsere Broschüren als Download**

Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt