

Wirtschaftliche Impulse durch Erneuerbare Energien

Zahlen und Daten zum Erneuerbaren-Ausbau
als Wirtschaftsfaktor

Kurzdokumentation

Stand: Februar 2020

Erarbeitet im Rahmen des Vorhabens 13/19 „Wirtschaftliche Impulse durch erneuerbare Energien und wissenschaftliche Unterstützung für fachpolitische Veröffentlichungen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland“

Inhalt

Energiewende und EE-Ausbau	1
Erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor	2
Entwicklung der Investitionen weiter rückläufig	3
Photovoltaik erstmals wieder vor Windenergie an Land	3
Abwärtstrend der Windinvestitionen setzt sich fort.....	4
Dauerhafte Impulse durch den Anlagenbetrieb.....	6
Biomasseanlagen mit höchsten wirtschaftlichen Impulsen.....	7
So wurden wirtschaftliche Impulse aus Investition und Anlagenbetrieb ermittelt	9

Energiewende und EE-Ausbau

Die Energiewende ist Deutschlands langfristige, sektorübergreifende Strategie, um die Energieversorgung sicher, wirtschaftlich und umweltverträglich zu machen. Sie umfasst die Umstellung der Energieversorgung weg von nuklearen und fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien (EE) und mehr Energieeffizienz. Im Bereich der Stromerzeugung bildet das im Jahr 2000 in Kraft getretene und seitdem mehrfach novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) die Grundlage für den erfolgreichen EE-Ausbau. So wuchs der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von rund sechs Prozent im Jahr 2000 auf ca. 42 Prozent im Jahr 2019. Gemäß Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung soll der Anteil bis zum Jahr 2030 weiter auf 65 Prozent erhöht werden.

Im Bereich der Wärme-/Kälteversorgung stellen das Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG) sowie das Marktanreizprogramm (MAP) die zentralen Instrumente zur Förderung der Energiewende auf Bundesebene dar. Im Verkehrsbereich wird der Einsatz erneuerbarer Energien wesentlich durch das Biokraftstoffquotengesetz bestimmt. Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte gemäß dem EEWärmeG auf 14 Prozent und nach der EU-Richtlinie 2009/28/EG am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf 10 Prozent ansteigen.

Die mit der Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien verbundenen Investitionen in Anlagen sowie die laufenden Aufwendungen für deren Betrieb haben sich im Verlauf der vergangenen beiden Jahrzehnte zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor mit vielen Arbeitsplätzen entwickelt. Es ist ein eigener Industriezweig mit Anlagenherstellern und deren Zulieferern, mit Vertriebs- und Serviceunternehmen entstanden. Durch die Entwicklung innovativer Produkte (z.B. im Bereich der Windenergienutzung) konnten verschiedene inländische Hersteller zeitweise eine starke Stellung im internationalen Wettbewerb mit hohen Exportanteilen erreichen. Allerdings sind diese Erfolge durch die zuletzt sehr schwache Entwicklung auf dem heimischen deutschen Markt aktuell stark gefährdet.

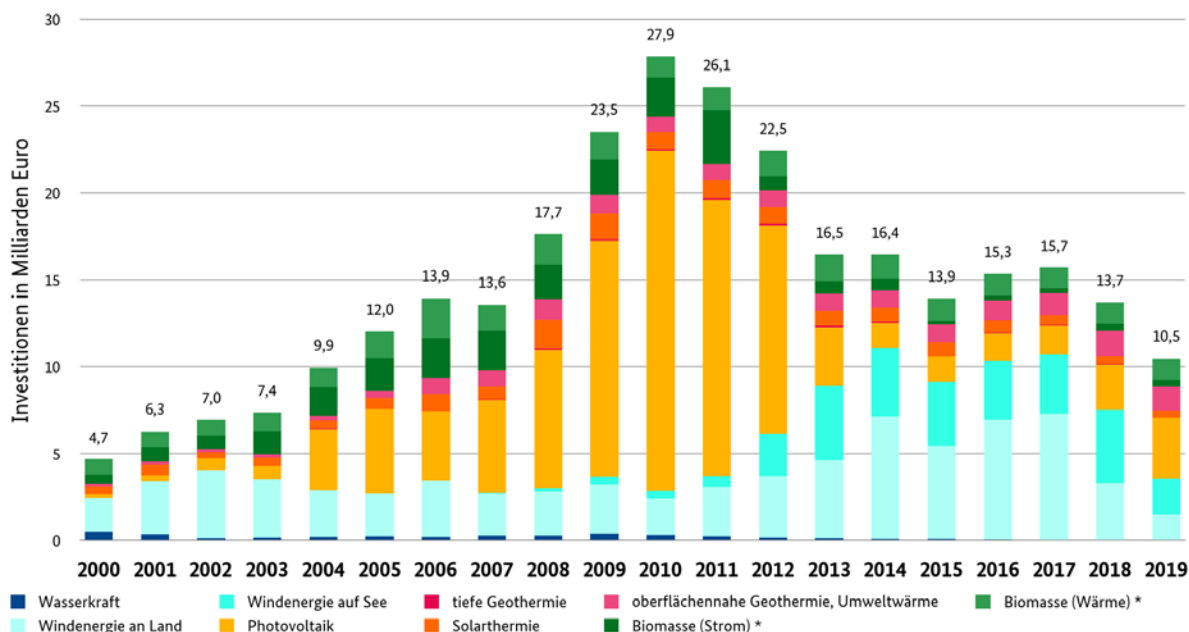
Die Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie die aus deren Betrieb erwachsenden wirtschaftlichen Impulse bilden einen wichtigen Indikator für den Ausbau der EE-Nutzung in Deutschland sowie die Grundlage für die Berechnung der mit dem EE-Ausbau verbundenen Beschäftigungswirkungen.

Erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

Der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland hat über lange Zeit zu einer stark gewachsenen Bedeutung der EE-Branche für die Gesamtwirtschaft geführt. Im Jahr 2019 wurde mit 10,5 Milliarden Euro jedoch deutlich weniger in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen investiert als noch in den vergangenen Jahren. Doch von diesen Investitionen profitiert der Wirtschaftsstandort Deutschland stark, da ein großer Teil der Wertschöpfung bei der Herstellung und Installation dieser Anlagen hierzulande erbracht wird.

Durch die Wartungs- und Betriebskosten der bestehenden Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien erzielen andere Branchen, wie beispielsweise Brennstofflieferanten oder Wartungsunternehmen, weitere 17,4 Milliarden Euro. Diese wirtschaftlichen Impulse förderten in Deutschland die Entstehung zahlreicher, oftmals regional bedeutender Unternehmen der EE-Branche mit einer beträchtlichen Zahl an Arbeitsplätzen.

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



* Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

Entwicklung der Investitionen weiter rückläufig

Der bisherige Höchstwert für Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen wurde im Jahr 2010 mit knapp 28 Milliarden Euro verzeichnet. Danach sanken die Investitionen bis auf knapp 14 Milliarden Euro im Jahr 2015, stiegen bis zum Jahr 2017 wieder auf 15,7 Milliarden Euro, um nunmehr auf 10,5 Milliarden Euro zu sinken, was einem Rückgang um 24 Prozent gegenüber 2018 gleichkommt und dem niedrigsten Niveau seit 2004 entspricht.

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

	Wasser- kraft	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie, Umweltwärme	Biomasse Strom	Biomasse Wärme	Gesamt
(Millionen Euro)									
2000	520	1.920	0	260	440	130	530	900	4.700
2001	340	3.070	0	360	610	180	800	920	6.280
2002	120	3.930	0	680	370	190	770	890	6.950
2003	170	3.360	0	760	480	210	1.340	1.060	7.380
2004	200	2.710	0	3.530	470	290	1.640	1.100	9.940
2005	230	2.490	0	4.840	630	410	1.910	1.510	12.020
2006	210	3.220	0	4.010	990	940	2.270	2.300	13.940
2007	270	2.470	30	5.330	760	920	2.280	1.500	13.560
2008	300	2.540	170	7.970	1.700	1.230	1.980	1.760	17.650
2009	410	2.800	470	13.570	1.490	1.140	2.020	1.610	23.510
2010	310	2.110	450	19.580	990	960	2.240	1.210	27.850
2011	260	2.860	610	15.860	1.060	990	3.120	1.320	26.080
2012	180	3.550	2.440	11.980	950	1.060	790	1.500	22.450
2013	130	4.490	4.270	3.380	860	1.090	700	1.530	16.450
2014	90	7.060	3.940	1.450	790	1.080	670	1.360	16.440
2015	80	5.370	3.680	1.480	800	1.020	220	1.270	13.920
2016	60	6.910	3.380	1.570	700	1.210	270	1.230	15.330
2017	30	7.280	3.420	1.660	540	1.310	280	1.200	15.720
2018	20	3.280	4.220	2.600	470	1.490	400	1.210	13.690
2019	20	1.480	2.080	3.490	400	1.400	390	1.210	10.470

Quelle: ZSW, Stand Februar 2020, Angaben vorläufig

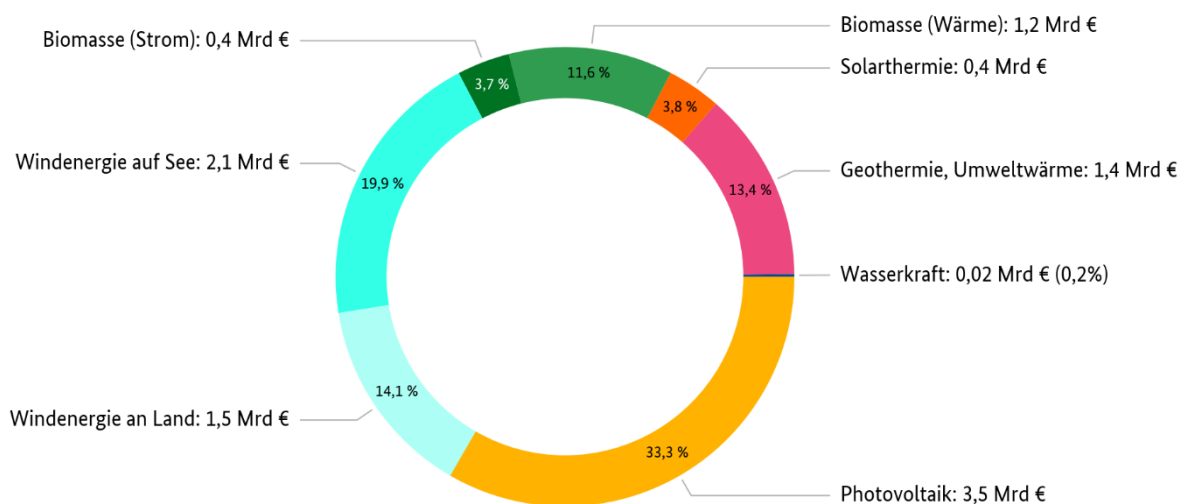
Photovoltaik erstmals wieder vor Windenergie an Land

War die Windenergie an Land in den Jahren 2013 bis 2018 die klar investitionsstärkste Sparte unter den Erneuerbare-Energien-Anlagen, so lag im Jahr 2019 die Photovoltaik erstmals wieder auf dem ersten Rang – wie schon in den Jahren vor 2013. So entfiel mit einem Drittel ein praktisch ebenso großer Anteil an den Gesamtinvestitionen auf die Photovoltaik wie auf die Windenergie an Land und auf See zusammen (34,0 Prozent). Der deutliche Rück-

gang der Gesamtinvestitionen nach dem Jahr 2010 beruhte zunächst vor allem auf der Entwicklung im Bereich der Photovoltaik (PV). In den Jahren 2011 und 2012 sanken die Anlagenpreise, während unvermindert neue Anlagen zugebaut wurden. Ab dem Jahr 2013 schlug hingegen bei weitgehend stabilen Preisen der einbrechende PV-Zubau durch. Während die Investitionen in PV-Anlagen in den Jahren 2007 bis 2012 zwischen 40 und 70 Prozent der Gesamtinvestitionen ausmachten, sank dieser Anteil auf nur noch 10 bis 11 Prozent in den Jahren 2015 bis 2017. Im Jahr 2018 wuchs der Anteil erstmals wieder auf 19 Prozent und erreichte 2019 33,3 Prozent bzw. 3,5 Milliarden Euro.

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland im Jahr 2019

Gesamtes Investitionsvolumen: 10,5 Mrd. Euro



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

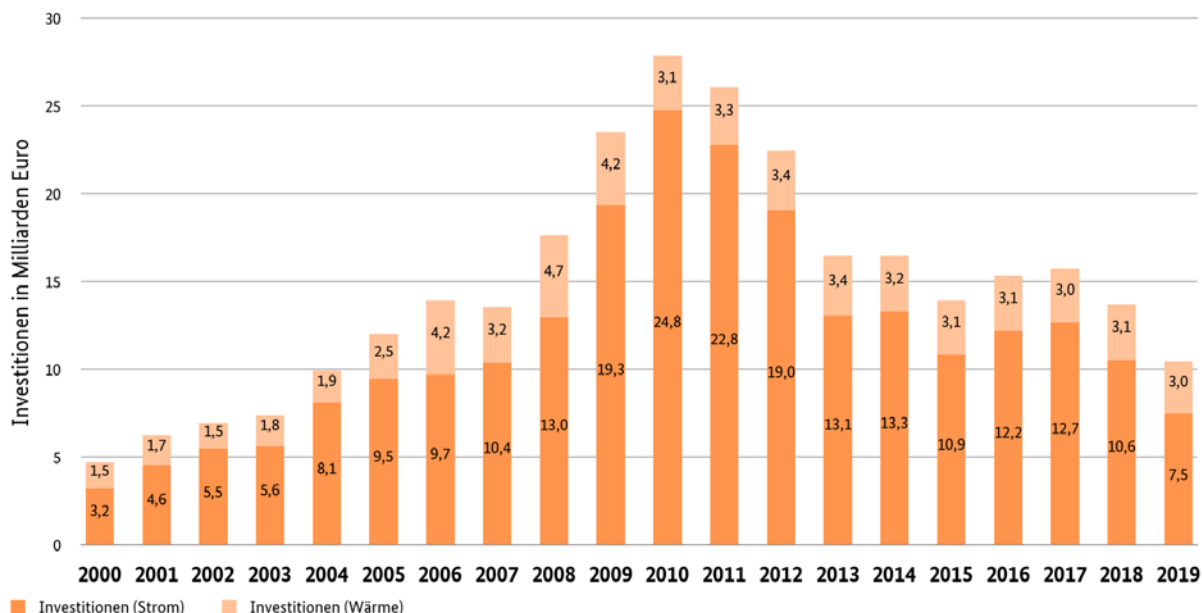
Abwärtstrend der Windinvestitionen setzt sich fort

Bei den Windkraftanlagen an Land hingegen setzte sich der starke Rückgang der Zahl zugebauter Anlagen des Vorjahres fort. Bei den Anlagen auf See entwickelte sich zwar die Zahl der in Betrieb genommenen Anlagen positiv, allerdings sank die für die Investitionen ausschlaggebende Bautätigkeit deutlich. Da sich die Errichtung der Windparks auf See über längere Zeit erstreckt und die Investitionen über mehrere Jahre anfallen, ergeben sich Verschiebungen zwischen den Investitions- und Inbetriebnahme-Zeitpunkten.

Die Investitionen in den anderen Bereichen (Biomassestrom und -wärme, Wasserkraft, Solar-, Erd- und Umweltwärme) erreichten im Jahr 2019 zusammen 3,4 Milliarden Euro bzw.

32,7 Prozent der Gesamtinvestitionen. Im Vergleich zum Vorjahr sanken die Investitionen in den genannten Anlagensegmenten bzw. stagnierten im besten Fall.

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



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

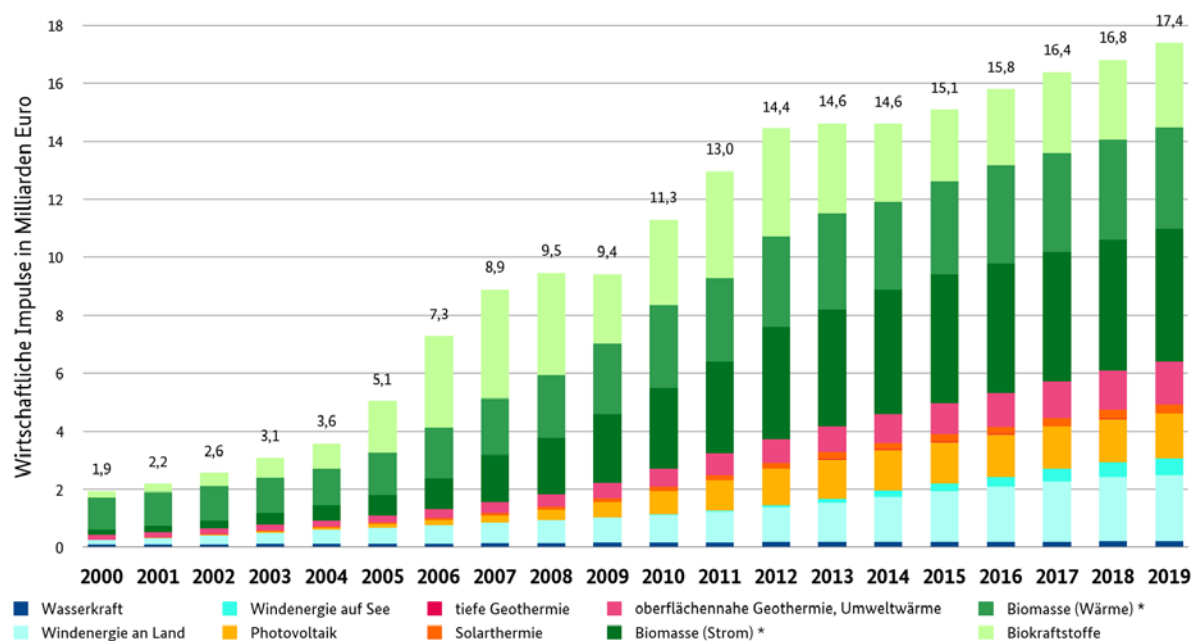
Seit Beginn der Zeitreihe im Jahr 2000 liegen die Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung deutlich über denen in Anlagen zur Wärmeerzeugung. Ihr Anteil bewegt sich zwischen 69 Prozent im Jahr 2000 und 89 Prozent im Jahr 2010. Von 2013 bis 2018 bewegte sich der Anteil der Stromerzeugungsanlagen relativ stabil zwischen 77 und 81 Prozent, im Jahr 2019 sank er auf gut 71 Prozent.

Dauerhafte Impulse durch den Anlagenbetrieb

Neben den Investitionen hat auch der Betrieb der Anlagen erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Der Anlagenbetrieb (einschließlich Wartung) löst durch die Nachfrage nach Personal, Strom (Hilfsenergie), Ersatzteilen oder Brennstoffen wirtschaftliche Impulse auch in anderen Branchen aus. Die beim Anlagenbetreiber anfallenden Betriebskosten führen zu Umsätzen in entsprechender Höhe unter anderem bei Zulieferern. Die ausgelösten wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb zeigen seit Jahren einen kontinuierlichen Aufwärtstrend, entsprechend der zunehmenden Anzahl installierter Anlagen. So stiegen sie seit dem Jahr 2000 Jahr für Jahr stetig von knapp 2 Milliarden Euro bis auf über 17 Milliarden Euro im Jahr 2019. Damit übersteigen die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb seit dem Jahr 2015 die Investitionen in die Errichtung von Anlagen – in den letzten Jahren deutlich.

Dies spiegelt sich auch in der Beschäftigungsentwicklung wider: Die steigenden Beschäftigtenzahlen im Bereich Betrieb und Wartung von EE-Anlagen konnten einen Teil des Rückgangs in der Bruttobeschäftigung durch Anlagenzubau (Investitionen) ausgleichen.

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



* Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

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

	Wasser- kraft	Windenergie an Land	auf See	Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie, Umweltwärme	Biomasse Strom	Wärme	Biokraft- stoffe	Gesamt
(Millionen Euro)										
2000	100	160	0	10	0	170	160	1.130	210	1.940
2001	110	220	0	10	10	180	220	1.160	300	2.210
2002	110	310	0	20	20	190	280	1.180	460	2.570
2003	120	400	0	30	30	200	430	1.210	670	3.090
2004	120	480	0	70	40	220	520	1.250	880	3.580
2005	130	550	0	130	50	240	710	1.460	1.790	5.060
2006	130	630	0	190	70	290	1.080	1.740	3.150	7.280
2007	140	710	0	260	90	360	1.620	1.960	3.750	8.890
2008	150	790	0	360	110	440	1.930	2.150	3.530	9.460
2009	160	870	10	530	140	530	2.340	2.450	2.390	9.420
2010	170	970	20	770	170	620	2.770	2.880	2.920	11.290
2011	180	1.060	30	1.040	190	730	3.180	2.870	3.690	12.970
2012	190	1.200	60	1.250	210	820	3.870	3.120	3.720	14.440
2013	190	1.360	130	1.360	230	900	4.020	3.320	3.100	14.610
2014	200	1.550	210	1.400	240	990	4.300	3.020	2.690	14.600
2015	200	1.730	280	1.420	260	1.080	4.450	3.190	2.490	15.100
2016	200	1.890	350	1.440	270	1.170	4.450	3.400	2.620	15.790
2017	200	2.080	420	1.470	290	1.270	4.470	3.410	2.760	16.370
2018	210	2.220	500	1.500	300	1.370	4.510	3.440	2.760	16.810
2019	210	2.290	570	1.540	310	1.490	4.580	3.480	2.930	17.400

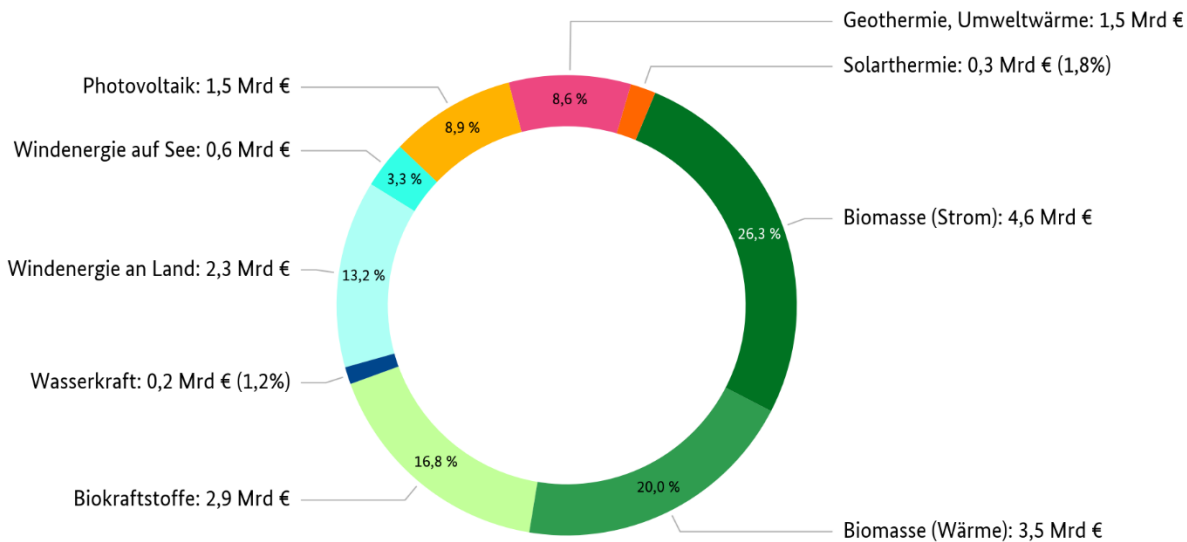
Quelle: ZSW, Stand Februar 2020, Angaben vorläufig

Biomasseanlagen mit höchsten wirtschaftlichen Impulsen

Im Gegensatz zu den übrigen Erneuerbare-Energien-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Die Kosten dafür bewirken, dass der größte Anteil der gesamten wirtschaftlichen Impulse durch den Anlagenbetrieb auf Biomasseanlagen entfällt. Es folgen Umsätze durch den Verkauf von Biokraftstoffen. Weitere Impulse kommen durch den Betrieb von Windenergie- und PV-Anlagen, von Anlagen zur Geothermie- und Umweltwärmenutzung sowie von Solarthermie- und Wasserkraftanlagen hinzu. Die ausgelösten wirtschaftlichen Impulse (Betriebskosten bzw. Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen) stärken die Wirtschaft nachhaltig, da sie über die gesamte Anlagenlaufzeit von zumeist 20 Jahren kontinuierlich anfallen und mit jeder zusätzlich installierten Anlage weiterwachsen.

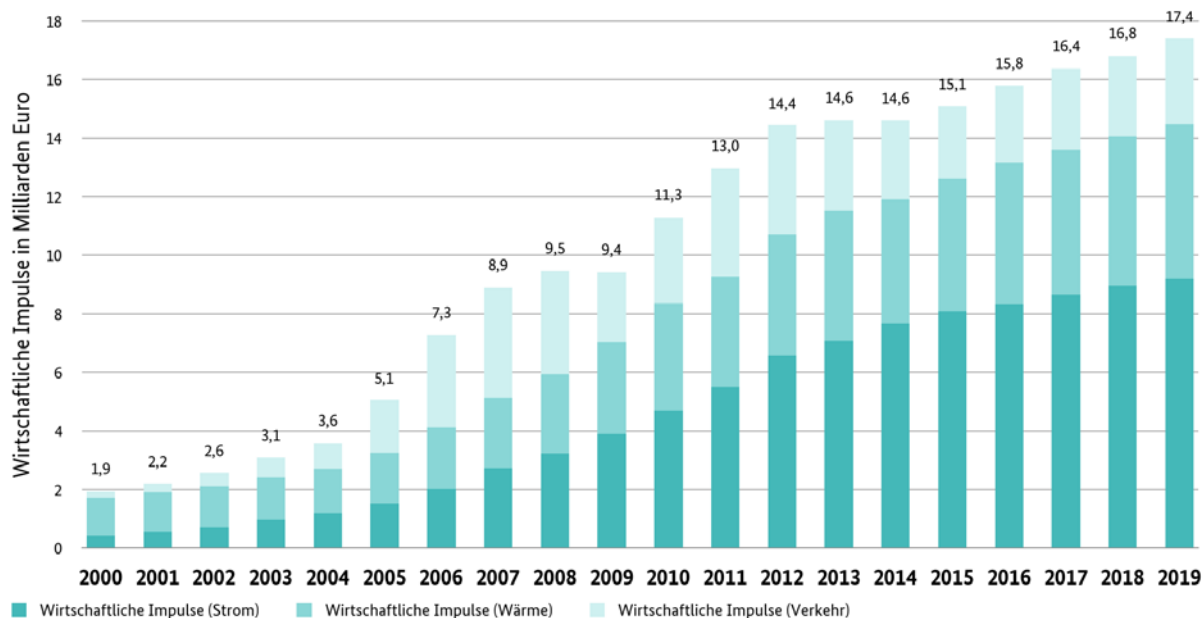
Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland im Jahr 2019

Gesamt: 17,4 Mrd. Euro



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

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



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2020; Angaben vorläufig

So wurden wirtschaftliche Impulse aus Investition und Anlagenbetrieb ermittelt

Die in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien getätigten **Investitionen** werden auf Basis der zugebauten Leistung bzw. Anlagenzahl ermittelt. Mit Hilfe spezifischer Investitionskosten (Euro/kW) bzw. mittlerer Kosten je Anlage (Euro/Anlage) werden daraus die gesamten Investitionen je Sparte im Betrachtungsjahr berechnet. Auf Grund der überschaubaren Anzahl von Projekten wurden für Windenergie auf See und tiefe Geothermie diese direkt ausgewertet. Die folgende Tabelle illustriert die Datengrundlage für den Anlagenzubau und resultierende Investitionskosten. Insbesondere im Bereich der Stromerzeugung wird auf Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) zum Anlagenzubau zurückgegriffen¹. Wo erforderlich werden detailliertere eigene Auswertungen durchgeführt, sowie weitere Datenquellen erschlossen.

Datengrundlage für Anlagenzubau und resultierende Investitionskosten²

	Anlagenzubau	Investitionskosten
Wasserkraft	Leistung: Anlagenstammdaten der ÜNB, EEG-Anlagenregister, Kraftwerksliste	Spezifische Investitionskosten nach Anlagenleistung auf Basis EEG-Erfahrungsberichte
Wind an Land	Leistung: Anlagenzubau nach DEWI	Spez. Inv.kosten nach Anlagenleistungsklassen auf Basis EEG-Erfahrungsberichte
Wind auf See	Projektscharfe Auswertung von Branchenangaben, Pressemeldungen usw.	
Photovoltaik	Leistung: Anlagenstammdaten der ÜNB, EEG-Anlagenregister, PV-Melderegister	Spez. Inv.kosten nach Anlagenleistungsklassen auf Basis EEG-Erfahrungsberichte
Solarthermie	Fläche: Branchenangaben	Spez. Inv.kosten auf Basis MAP-Förderung
Geothermie/ Umweltwärme	Tiefe Geothermie: projektscharfe Auswertung von Branchenangaben, Pressemeldungen usw.	
	Umweltwärme: Anlagenzahl nach Branchenangaben	Umweltwärme: Kosten je Anlage auf Basis MAP-Förderung
Biomasse (Strom)	Leistung: Anlagenstammdaten der ÜNB, EEG-Anlagenregister	Spez. Inv.kosten nach Anlagenleistung auf Basis ASUE, EEG-Erfahrungsberichte
Biomasse (Wärme)	Heizwerke: Leistung (MAP-Förderung)	Heizwerke: spez. Inv.kosten auf Basis MAP-Förderung
	Einzelraumfeuerungen: Anlagenzahl (Branchenangaben)	Einzelraumfeuerungen: Kosten je Anlage (auf Basis Branchenangaben)
	Heizungskessel: Anlagenzahl (MAP-Förderung)	Heizungskessel: Kosten je Anlage auf Basis MAP-Förderung

Bei Anlagen mit mehrjähriger Bauzeit werden die Investitionen periodengerecht zugeordnet. Dies betrifft insbesondere Windenergieanlagen auf See, Anlagen zur Nutzung tiefer Geothermie sowie große Wasserkraftanlagen, aber auch große Biomasseheizkraftwerke und Biogasanlagen. Auf diese Weise wird vermieden, dass Investitionen fälschlicherweise nur dem Jahr der Anlagenfertigstellung bzw. -inbetriebnahme zugerechnet werden.

¹ Vgl. BMWi (Hrsg.): Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland – unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) (Stand: Februar 2020).

² Vereinzelt lagen für das Berichtsjahr 2019 bei Redaktionsschluss nur unvollständige Daten vor (z.B. Zahl verkaufter Einzelraumfeuerungen). In diesen Fällen wurden auf Basis der Entwicklung in den vergangenen Jahren vorläufige Werte geschätzt.

Zu den **wirtschaftlichen Impulsen aus dem Anlagenbetrieb** trägt neben den Aufwendungen für Wartung und Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere in Form von Personalkosten für den Anlagenbetrieb und Hilfsenergiekosten, auch die Bereitstellung von regenerativen Brennstoffen und Biokraftstoffen bei.

Die Kosten für Wartung und Betrieb der Anlagen (ohne Brennstoffkosten) werden auf Basis technologiespezifischer Wertansätze ermittelt. Dazu wurden Kostenrechnungen aus diversen wissenschaftlichen Untersuchungen herangezogen. Hierzu gehören vor allem die Forschungsvorhaben zum EEG (insbesondere die Forschungsberichte zum EEG-Erfahrungsbericht³), die Evaluierungen des Marktanreizprogramms⁴ sowie Veröffentlichungen der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR)⁵. Für folgende Anlagenarten werden die Wartungs- und Betriebskosten auf Basis spezifischer Anteilssätze bezogen auf die Investitionskosten ermittelt: Wasserkraft, Wind an Land und auf See, Photovoltaik, Solarthermie, Biomasse-Heizwerke und Heizkessel. Für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus tiefer Geothermie und Biomasse (Biogas, flüssige und feste Biomasse) werden die Betriebskosten (ohne Brennstoffkosten) aus spezifischen Kostensätzen je kWh auf Basis der erzeugten Strommenge berechnet. Für die Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie und Umweltwärme werden spezifische Kostensätze je kWh erzeugter Wärme verwendet. Die erforderlichen Daten zur Strom- und Wärmeerzeugung werden durch die AGEE-Stat bereitgestellt¹. Für Einzelfeuerstätten schließlich werden Kosten je Anlage angesetzt.

Zur Ermittlung der Kosten der Brennstoffbereitstellung für die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse werden die Kosten fester und flüssiger Brennstoffe sowie der eingesetzten Substrate zur Herstellung von Biogas berücksichtigt. Wichtigste Datengrundlage für die Brennstoffpreise ist die Preiserhebung im Auftrag der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR).

Diese Erhebung bildet auch die Grundlage für die Ermittlung der Umsätze durch den Verkauf von Biokraftstoffen, deren Mengen der Mineralölstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) entnommen werden.

³ u.a.: ZSW et al.: Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 EEG, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie, Zwischenbericht, Februar 2018.

⁴ Fichtner GmbH & Co KG, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Institut dezentrale Energietechnologien (IdE), DBI – Gas- und Umwelttechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg – IUE, COMPARE Consulting: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014, Evaluierung des Förderjahres 2014, Bericht Juli 2016.

⁵ u.a.: Hartmann, H. und Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Dritte vollständig überarbeitete Auflage, September 2013.