

# Wege in die moderne Energiewirtschaft

Ausbauprognose der  
Erneuerbare-Energien-Branche

## Teil 1: Stromversorgung 2020

Berlin, Oktober 2009



**Kontakt für Rückfragen:**

Bundesverband Erneuerbare Energie – BEE e.V.  
Björn Klusmann, Geschäftsführer  
Tel. 030-2 75 81 70 0  
[bjoern.klusmann@bee-ev.de](mailto:bjoern.klusmann@bee-ev.de)

Daniel Kluge, Referent für Medien und Politik  
Tel. 030-2 75 81 70 15  
[daniel.kluge@bee-ev.de](mailto:daniel.kluge@bee-ev.de)

## 1. Einleitung und Zusammenfassung

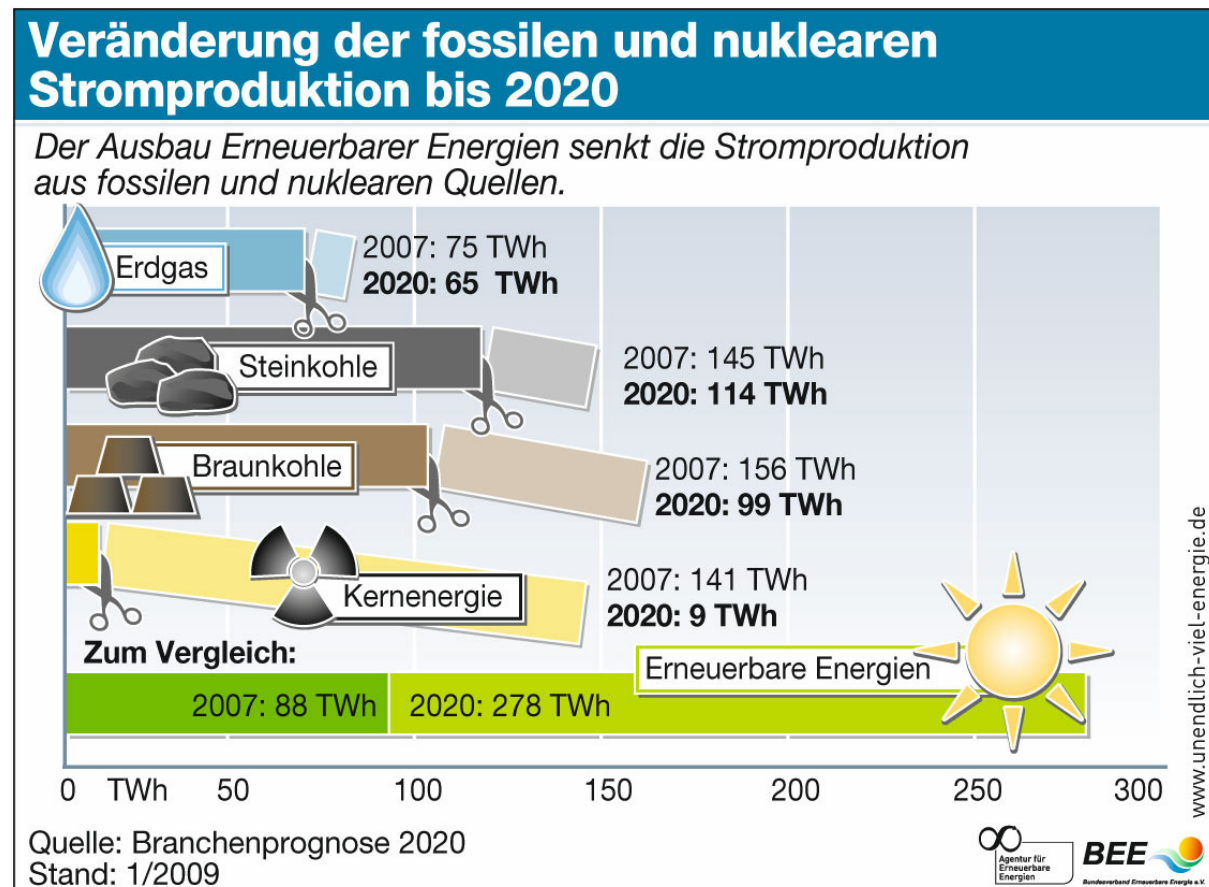
Die vorliegende Prognose der Branche für den Stromsektor wurde erstmals im Januar 2009 veröffentlicht. Sie beschreibt den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 und gibt die Einschätzung der Experten aus Unternehmen und Verbänden der Erneuerbaren wieder. Grundlage der Prognose ist die Analyse der bisherigen Entwicklung im Stromsektor sowie fundierte Zukunftsannahmen über den Stromverbrauch, die Veränderung des konventionellen Kraftwerksparks sowie der Netzinfrastruktur.

Dabei geht die Branche davon aus, dass die positiven politischen Rahmenbedingungen wie das Erneuerbare Energie-Gesetz, insbesondere mit dem darin definierten Vorrang für Erneuerbare Energie erhalten und fortentwickelt werden. Die Prognose berücksichtigt außerdem die bereits getätigten Milliardeninvestitionen der Industrie in den Ausbau Erneuerbarer Energien am Standort Deutschland. Gleichzeitig sind die Annahmen konservativ angesetzt und enthalten einen Sicherheitspuffer. Folgende Ergebnisse leiten sich daraus ab:

- Alle Sparten der Erneuerbaren Energien können sich durch Effizienzsteigerung, Erschließen neuer Potenziale und Modernisierung vorhandener Anlagen weiter dynamisch entwickeln.
- Kraftwerkskapazitäten und Stromproduktion der Erneuerbaren Energien werden sich bis 2020 etwa verdreifachen, das durchschnittliche jährliche Wachstum beträgt über 9 Prozent.
- 2020 tragen die Erneuerbaren Energien in der Summe 278 Milliarden Kilowattstunden (kWh) zur Stromproduktion bei. Die installierte Leistung wächst auf 111 Gigawatt (GW).
- Die für 2020 prognostizierte Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien entspricht bereits einem Anteil am Bruttostromverbrauch von 47 Prozent. Sie wird damit Garant für eine sichere und bezahlbare Stromversorgung.
- Rund zwei Drittel der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (189 TWh) werden die fluktuierenden Quellen Wind und Sonnenstrahlung erbringen.
- Selbst unter konservativen Annahmen steht im Jahr 2020 zu jeder Zeit ausreichend gesicherte Kraftwerksleistung zur Verfügung. Das gilt auch zum Zeitpunkt der Jahreshöchstlast. Die Flexibilität im Kraftwerkspark ist schon heute groß genug, um die volle Integration der Erneuerbaren Energien ohne Abstriche bei der Versorgungssicherheit bis 2020 sicherzustellen.
- Die Erneuerbaren Energien vermeiden im Jahr 2020 allein im Stromsektor über 200 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Damit bleiben sie Klimaschützer Nr. 1. Zugleich wird der Ausbau der Erneuerbaren im Stromsektor einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung des EU-Ziels erbringen, das für Deutschland einen Anteil Erneuerbarer Energien von 18 Prozent am Energieverbrauch im Jahr 2020 vorschreibt.
- Der Ausbau der Erneuerbaren Energien entlastet die Volkswirtschaft erheblich. Im Jahr 2020 reduzieren sie die externen Kosten durch Umwelt- und Klimaschäden um 6,3 Mrd. Euro. Außerdem sparen die Erneuerbaren fossile Energieimporte im Wert von 22,6 Mrd. Euro ein. Die Entlastung übersteigt damit die Kosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor bei Weitem. Die EEG-Differenzkosten liegen im Jahr 2020 voraussichtlich nur noch bei 2,4 Mrd. Euro.

## 2. Schlussfolgerungen

Das Einspeiseverhalten der verbleibenden fossil-nuklearen Kraftwerkskapazitäten sowie der Einsatz der vorhandenen Speicherwasserkraftwerke werden zunehmend vom Angebot der Erneuerbaren Energien bestimmt. Die Auslastung der fossilen Kraftwerke geht in der Folge stark zurück. Damit verringert sich der Bedarf an Brennstoffimporten. Anders als immer wieder behauptet sinkt dadurch auch die Abhängigkeit von Erdgas im Stromsektor.



Über die Mitte 2008 bereits in Bau befindlichen Kraftwerksprojekte hinaus werden keine neuen herkömmlichen fossilen Kraftwerke benötigt, um 2020 eine sichere Stromversorgung in Deutschland zu gewährleisten. Eine Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke ist nicht notwendig. Im Gegenteil: Nach Berechnungen des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) auf Basis der vorliegenden Prognose schrumpft der Bedarf an konventionellen Großkraftwerken, die im Dauerbetrieb Strom produzieren, im Jahr 2020 auf etwa die Hälfte.

Das Forschungsinstitut hat anhand der realen Wetterdaten und der realen Stromverbrauchswerte des Jahres 2007 die Stromnachfrage, die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien und den Bedarf an ergänzender konventioneller Kraftwerksleistung für jede Stunde im Jahr 2020 simuliert. Während heute 43,9 Gigawatt (GW) konventioneller Kraftwerksleistung mit mehr als 8000 Stunden im Jahr fast durchgehend Strom produzieren können, besteht 2020 nur noch eine dauerhafte Nachfrage nach 24,5 GW aus Kohle- oder Kernkraftwerken. Der übrige Teil des durchgehenden Strombedarfs, der so genannten Grundlast, wird dann durch Erneuerbare Energien und Pumpspeicher gedeckt. Zusätzliche fossil-atomare Kraftwerksleistung steht daher dem Ausbau der Erneuerbaren Energien im Wege.

### 3. Annahmen der Branchenprognose für den Stromsektor

**Entwicklung des Stromverbrauchs:** Der Nettostromverbrauch betrug 2007 in Deutschland 539,5 Mrd. kWh. Es bestehen erhebliche wirtschaftliche Einsparpotenziale. Nach den Vorgaben der EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen sollen die Mitgliedstaaten über einen Zeitraum von 9 Jahren den Energieverbrauch um insgesamt 9 Prozent reduzieren. Die Umsetzung ist im Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) beschrieben. In der Branchenprognose wird konservativ unterstellt, dass der jährliche Rückgang des Stromverbrauchs nur ein Viertel dieses Wertes beträgt, also 0,35 Prozent pro Jahr. Der Nettostromverbrauch sinkt daher bis 2020 nur minimal auf 521 Mrd. kWh.

**Rohstoffpreise:** Es wird davon ausgegangen, dass der Preis für das Barrel Öl auf 200 US-Dollar<sub>2008</sub> im Jahr 2020 steigt und Erdgas sich in der Folge ebenfalls verteuert. Die Preise für Kohle und Uran werden wie in der Vergangenheit im Trend weiter ansteigen.

**Verfügbare Flächen für Energiepflanzenanbau:** Die Branchenprognose übernimmt die Annahmen der Leitstudie des Bundesumweltministeriums. Diese prognostiziert bis 2020 eine Fläche von 3,2 Millionen Hektar, die für Energiepflanzen zur Verfügung steht, ohne Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion hervorzurufen. Die Branchenprognose 2020 kommt ebenfalls ohne Importe von Agrarrohstoffen aus. Palmöl oder Soja werden erst wieder in nennenswertem Maße importiert werden, wenn ein verlässliches Zertifizierungssystem für Nachhaltigkeitskriterien installiert ist.

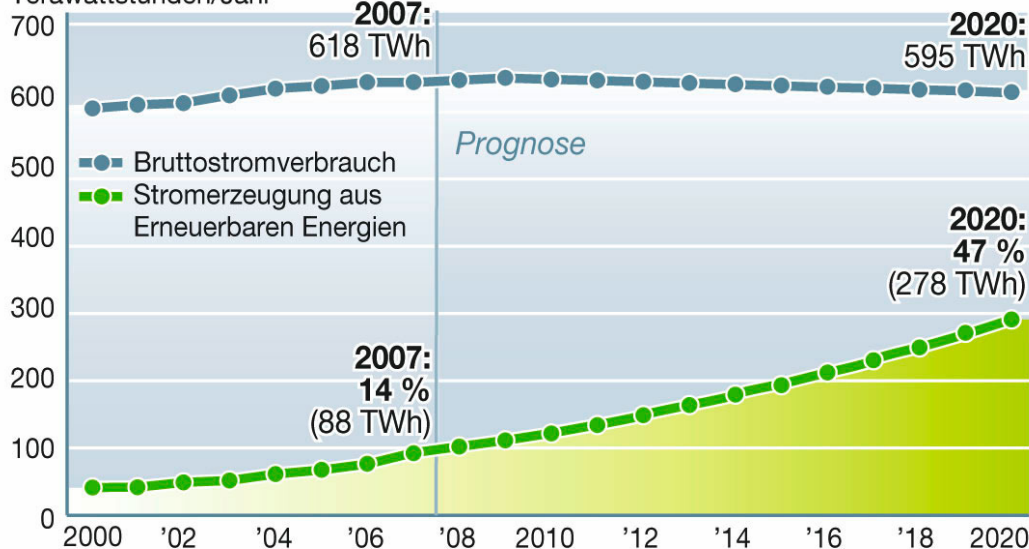
### 4. Ergebnisse

Nach einer Verdreifachung des Anteils im Stromsektor in den letzten 10 Jahren wachsen Erneuerbare Energien rasant weiter. Im Jahr 2020 stammen selbst bei geringen Energieeffizienzerfolgen bereits 47 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus Erneuerbaren Energien. Dabei sind Netzverluste, Pumpstromaufwand für Speicherkraftwerke und der Eigenverbrauch konventioneller Kraftwerke bereits berücksichtigt (Bruttostromverbrauch). Die installierte Leistung sowie die produzierte Strommenge verdreifachen sich gegenüber heute auf 111 GW bzw. 278 Mrd. kWh. Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie werden damit zum prägenden Element des Stromversorgungssystems.

#### Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland bis 2020

Bis 2020 wächst der Anteil Erneuerbarer Energien auf 47 %.

Terawattstunden/Jahr



Quelle: Branchenprognose 2020  
Stand: 1/2009

## 4.1 Windenergie

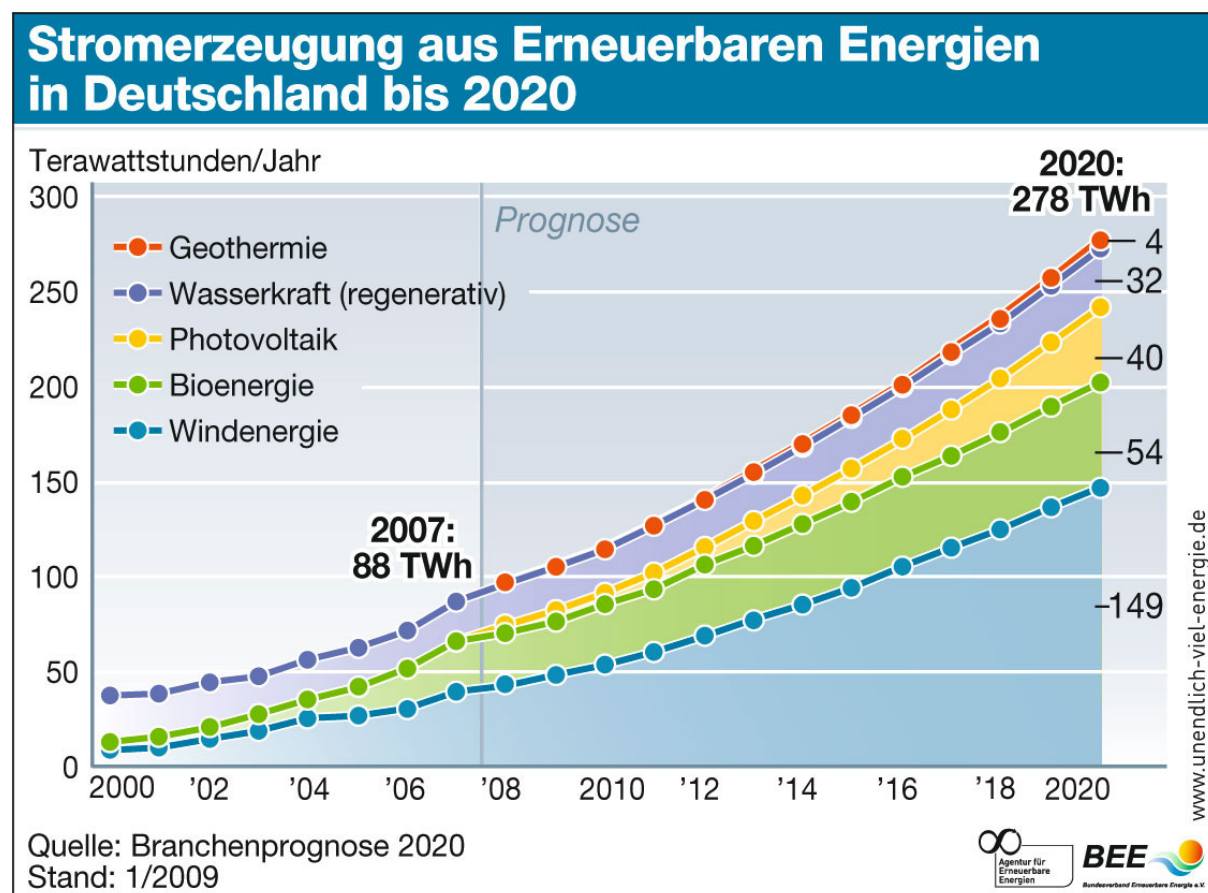
Die Windenergie bleibt weiterhin der größte Stromproduzent im Konzert der Erneuerbaren Energien. Bis 2020 stellt sie nach Branchenerwartungen mit 149 Mrd. kWh ein Viertel des gesamten deutschen Stromverbrauchs. Rechnerisch könnte mit dieser Strommenge der Bedarf von Bayern und Baden-Württemberg zusammen gedeckt werden. Der Ausbau der Windenergie erfolgt zum Großteil an Land. Hier geht die Branche davon aus, dass sich die installierte Leistung von heute 25 GW auf 45 GW fast verdoppelt.

Da zahlreiche alte Windenergieanlagen durch neue, leistungsfähigere ersetzt werden („Repowering“), bleibt die Anzahl der Windenergieanlagen an Land dennoch konstant bei etwa 20.000. Bezüglich der Entwicklung von Windparks auf hoher See (Offshore) geht die Branche davon aus, dass die Ziele der Bundesregierung von 10 GW installierter Leistung bis 2020 erreicht werden.

## 4.2 Bioenergie

Die Erneuerbare-Energien-Branche rechnet für 2020 mit einem Anstieg der installierten Leistung im Bereich Bioenergie auf 9,3 GW (2007: 4,1 GW) und einer Verdopplung der Stromerzeugung aus Biomasse auf etwa 54 Mrd. kWh. Strom aus Bioenergie ist 2020 damit die zweitstärkste Säule im Strommix der Erneuerbaren Energien.

Den größten Anteil im Bereich Bioenergie stellt Biogas, danach folgen die feste Biomasse (v.a. Holz, Reststoffe) und mit Abstand flüssige Biomasse (Pflanzenöl-BHKW) sowie Klär- und Deponiegas. Wegen ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit liefert die Bioenergie im Hinblick auf die Versorgungssicherheit den höchsten Beitrag aller Erneuerbaren Energien zur gesicherten Leistung.



### 4.3 Photovoltaik

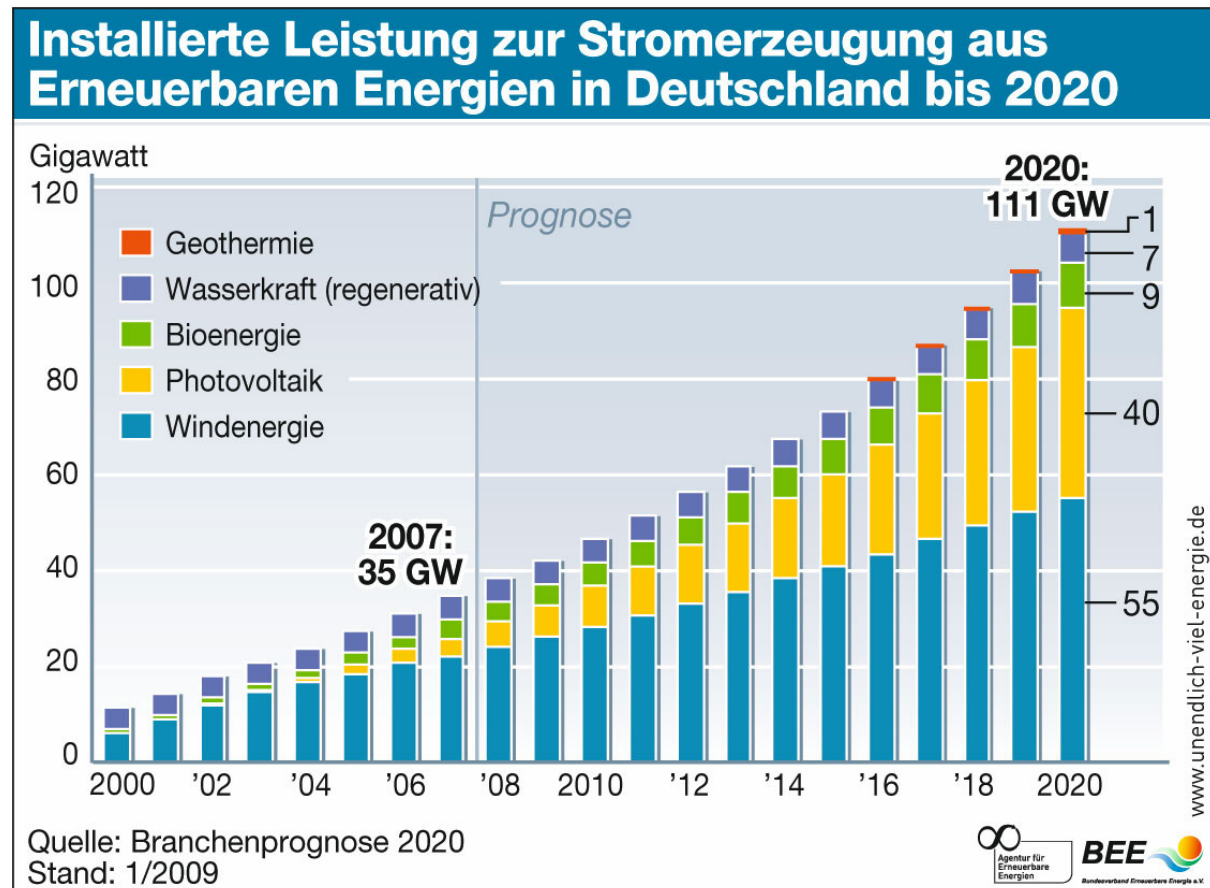
Der Beitrag der Photovoltaik zur Stromversorgung wird sich von heute 4,3 Mrd. kWh auf knapp 40 Mrd. kWh bis 2020 fast verzehnfachen, ebenso die installierte Leistung (2020: 39,5 GW). Diese Sparte erlebt damit nach der Offshore-Windenergie und der Geothermie das stärkste Wachstum der Erneuerbaren Energieträger und wird 2020 rund 7 Prozent zur Stromversorgung beitragen. Grundlage dafür sind Fortschritte in der Effizienz der Anlagentechnik und die damit verbundene Kostensenkung.

Eine besondere Dynamik erwartet die Branche ab Mitte des nächsten Jahrzehnts, wenn die sogenannte Netzparität erreicht sein wird. Das bedeutet, dass die Stromerzeugung mit der Solaranlage auf dem eigenen Dach preisgünstiger wird, als der Strombezug vom Energieversorger.

### 4.4 Wasserkraft

Bei der so genannten Kleinen Wasserkraft erwartet die Branche bis 2020 aufgrund neuer ökonomischer Anreize im EEG 2009 einen stärkeren Zubau als bisher. Auch Investitionen in große Wasserkraftwerke werden durch steigende fossile Energiepreise attraktiver. Daher geht die Prognose auch in diesem Bereich von einem Zuwachs an Leistung aus. Insgesamt steigt die Stromproduktion aus großer und kleiner Wasserkraft auf 32 Mrd. kWh im Jahr 2020 bei einer installierten Leistung von 6,5 GW (2007: 4,7 GW).

Mögliche Konflikte zwischen Naturschutz und Wasserkraftnutzung sind aus Sicht der Branche gut lösbar, insbesondere aufgrund der verbesserten Regelungen im EEG 2009. Diese können zusätzlich mit Förderungen aus Natur- und/oder Landschaftsschutzprogrammen kombiniert werden. Dadurch bestehen große Potenziale, bestehende Anlagen zu modernisieren und stillgelegte Kraftwerke zu reaktivieren und gleichzeitig ökologische Verbesserungen wie den Einbau von Fischtreppen umzusetzen.



## 4.5 Geothermie

Aktuell ist eine elektrische Leistung von etwa 7 MW installiert, mit einer jährlichen Stromproduktion von 150 Mio. kWh. Die Erneuerbare-Energien-Branche erwartet einen starken Aufschwung der Strom- und Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie: Bis 2020 steigt die installierte Leistung auf über 600 MW und die Stromerzeugung auf knapp 4 Mrd. kWh. Haupttreiber dieser Entwicklung sind die mit dem EEG 2009 erheblich verbesserten Rahmenbedingungen.

Über das Marktanreizprogramm der Bundesregierung erhalten die Projekte der tiefen Geothermie zusätzliche Förderung, die einen Teil des Risikos abdeckt. Schon heute gibt es in Deutschland rund 150 „Erlaubnisfelder zur Aufsuchung des Bodenschatzes Erdwärme“, die zum Teil so groß sind, dass mehrere Projekte verwirklicht werden könnten. Erfahrungen aus den ersten Projekten werden die Durchführung der Folgeprojekte erleichtern.

## 5. Versorgungssicherheit

Die Stromnachfrage im Jahr 2020 wird durch einen vielseitigen Kraftwerkspark gedeckt, in dem Erneuerbare Energien das prägende Element sind. Der wachsende Anteil Erneuerbarer Energien verändert allerdings die Struktur der Stromerzeugung. Rund zwei Drittel der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (189 TWh) werden 2020 die fluktuierenden Quellen Wind und Sonnenstrahlung erbringen.

Die Analyse der Branche zeigt, dass auch unter vorsichtigen Annahmen zum Zeitpunkt des maximalen Bedarfs (Jahreshöchstlast) ausreichend gesicherte Kraftwerksleistung zur Verfügung steht. Das ist durch den starken Anstieg der installierten Leistung von Kraftwerken auf Basis Erneuerbarer Energien und gestiegene Speicherleistung gewährleistet.

Eine sichere Stromversorgung bedeutet, dass zu jedem Zeitpunkt so viel Strom produziert wie gerade nachgefragt wird. Schwankungen im Verbrauch (z.B. Spitzen um die Mittagszeit) oder im Stromangebot (Kraftwerksausfälle, variierende Windstärke und Sonneneinstrahlung) müssen immer ausgeglichen werden.

Der Anteil aller Kraftwerkskapazitäten, der statistisch mit großer Sicherheit in den Zeiten maximaler Nachfrage bereit steht, wird als „gesicherte Leistung“ bezeichnet. Die Differenz zwischen ihr und der Jahreshöchstlast wird als „verbleibende Leistung“ bezeichnet. Sie ist praktisch ein „Puffer“ und steht als Reserve für extreme Situationen (z.B. außergewöhnliche Kälteperioden), überdurchschnittlich hohe Kraftwerksausfälle und darüber hinaus als Exportkapazität zur Verfügung.

	2005	2006	2007	Prognose 2020
Bruttostromverbrauch (Mrd. kWh)	612,1	617	617,5	595
Jahreshöchstlast (GW)	76,7	77,8	78,5	76,0
Stundengesicherte Nettoleistung (GW)	82,7	86,2	89,3	83,9
Verbleibende Leistung („Puffer“) (GW)	6	8,4	10,8	7,9

Quellen: Bundesnetzagentur, AG Energiebilanzen, eigene Berechnungen

Schon heute ist das deutsche Stromversorgungssystem flexibler als allgemein bekannt. 10 Gigawatt Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke stehen für das deutsche Netz zur Verfügung. Das entspricht der Leistung von zwölf Kohlekraftwerken. Pumpspeicher nehmen Strommengen bei hoher Produktion auf und stellen sie bei Bedarf innerhalb weniger Augenblicke bereit. Bis 2020 wird dieser Wert voraussichtlich auf rund 13 GW ansteigen. Dennoch geht die Branchenprognose sehr konservativ von nur rund 10 GW Speicherleistung im Jahr 2020 aus. Hinzu kommt ein Anwachsen der regelfähigen Bioenergieleistung von heute gut 4 auf dann 9,3 GW.

## 6. Klimaschutz

Erneuerbare Energien verringern den Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid im Stromsektor erheblich und sind so unentbehrlich, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Der wachsende Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung erhöht gleichzeitig deren Beitrag zum Klimaschutz.

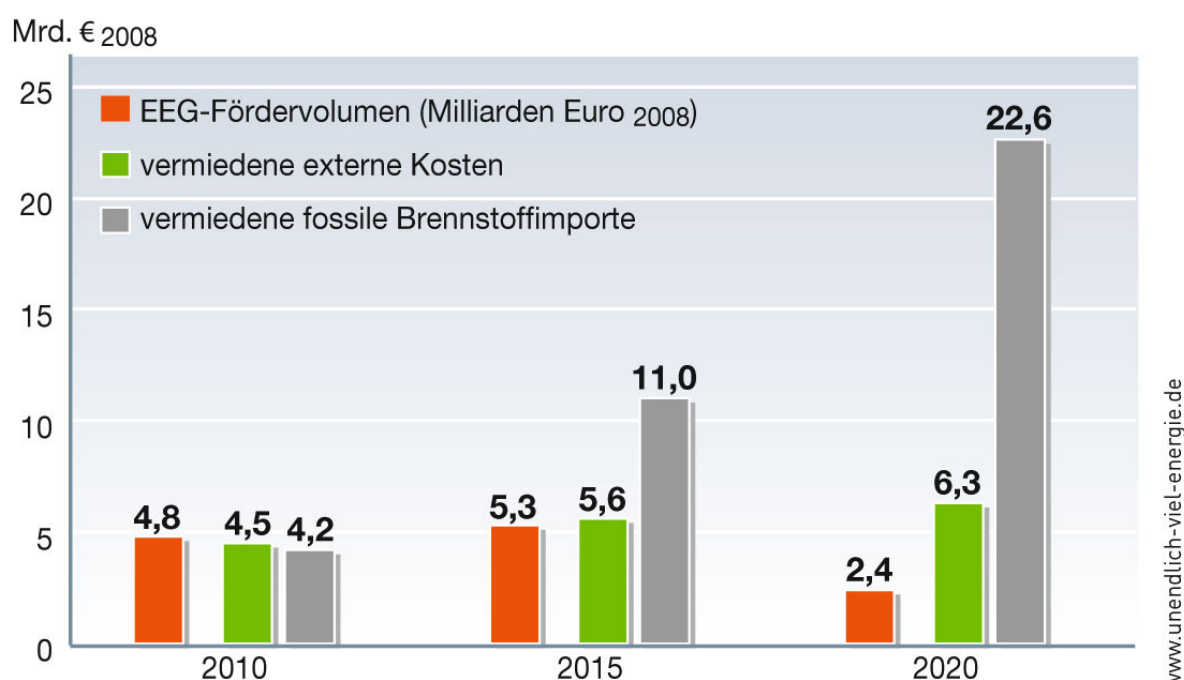
Im Jahr 2020 vermeiden die Erneuerbaren Energien allein im Stromsektor den Ausstoß von mehr als 200 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Das ist fast dreimal so viel wie 2007 (75 Mio. Tonnen) und entspricht etwa dem heutigen Ausstoß der deutschen Industrie und Haushalte zusammen. Erneuerbare Energien bleiben so Klimaschützer Nummer 1 und machen die Erfüllung der deutschen und europäischen Klimaziele erst möglich.

## 7. Wirtschaftlichkeit

Im Rahmen der Branchenprognose wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. Sie erfolgt auf Basis der Regelungen des EEG 2009 und der Annahme einer durchschnittlichen Inflationsrate von jährlich 2 Prozent. Des Weiteren geht die Prognose von einem Anstieg des Ölpreises auf 200 US Dollar<sub>2008</sub> pro Barrel im Jahr 2020 aus. Das Ergebnis zeigt, dass die Erneuerbaren Energien die Volkswirtschaft in erheblichem Umfang entlasten.

Die Klimafolgekosten werden durch CO<sub>2</sub>-Zertifikate nur teilweise abgegolten. Die Erneuerbaren Energien vermeiden in der Stromproduktion im Jahr 2020 zusätzlich externe Kosten in Höhe von 6,3 Mrd. Euro. Die durch die Einspeisevergütung des EEG verursachten Differenzkosten betragen 2020 nach der Branchenberechnung dagegen nur noch 2,4 Mrd. Euro (die Differenzkosten beziffern die Summe der gesamten EEG-Vergütungszahlungen abzüglich der durch den produzierten EEG-Strom vermiedenen Kosten der Energieversorgungsunternehmen für den Bezug der entsprechenden Mengen konventionell erzeugten Stroms). Damit weisen die Erneuerbaren Energien auch in wirtschaftlicher Hinsicht eine positive Bilanz auf. Hinzu kommt der Nutzen für den Arbeitsmarkt. Die Branche geht von einem Anstieg der Arbeitsplätze von heute 280.000 auf 500.000 im Jahr 2020 aus.

### Der Ausbau Erneuerbarer Energien hat positive volkswirtschaftliche Effekte



Quelle: ifnE auf Basis  
Branchenprognose; Stand: 1/2009

Der steigende Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung entlastet auch die Verbraucher. Die steigenden Preise für fossile Energieträger werden zu einem signifikanten Anstieg der Strompreise führen. Diesem wirkt der vermehrte Einsatz Erneuerbarer Energien entgegen, da ein immer größerer Anteil des Stroms aus Erneuerbaren Energien zu geringeren Kosten produziert wird als Strom aus anderen Energieträgern.

## **8. Ausblick**

Auch nach 2020 wird sich der dynamische Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor fortsetzen. Dauerhaft muss die Stromversorgung vollständig auf Erneuerbare Energien umgestellt werden. Dies erfordert eine deutlich höhere Flexibilität des elektrischen Versorgungssystems. Es muss daher vorrangiges Ziel von Politik und Wirtschaft sein, neue Energiespeicher in allen geeigneten Formen zu erschließen und den Zugang zu vorhandenen Speichern zu verbessern. Dafür sollten regenerative Kombikraftwerke gezielt gefördert und das Lastmanagement durch lastvariable Stromtarife und Netzentgelte verbessert werden (smart-metering). Daneben wird die Nutzung von Überschüssen aus dem Stromsektor in den Sektoren Wärme und Mobilität nach 2020 zunehmen.

Weiterführende Informationen zur Branchenprognose „Stromversorgung 2020“ gibt es im Internet unter [www.bee-ev.de/Energieversorgung/Strom/Stromversorgung-2020.php](http://www.bee-ev.de/Energieversorgung/Strom/Stromversorgung-2020.php).