



# Meistervorbereitungskurs im Elektrotechniker-Handwerk

Ausbildungsort: Handwerkskammer Flensburg

Ausbildungsmeister: Ingo Hartwig

Lehrgang: Erneuerbare Energien



Handwerkskammer  
Flensburg

---

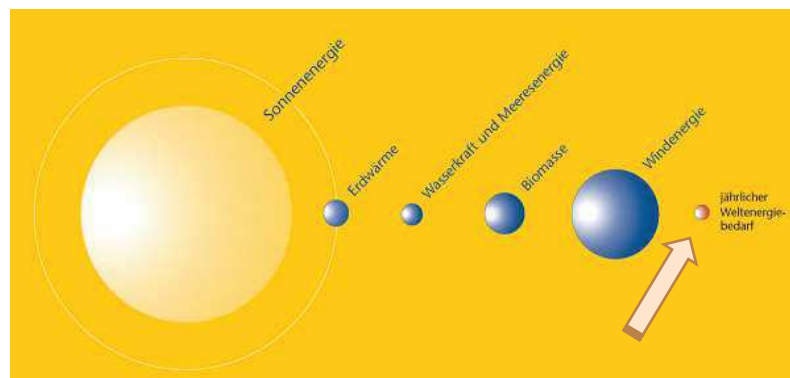
---

# Erneuerbare Energien

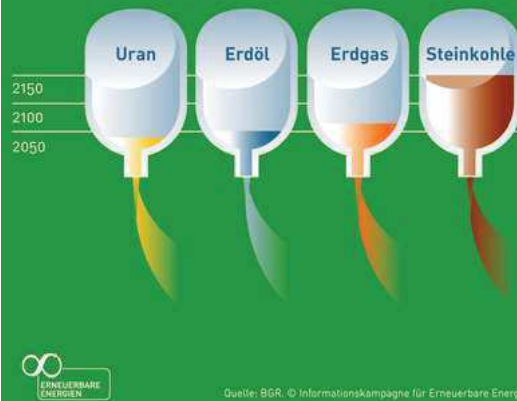
Handwerkskammer-Flensburg



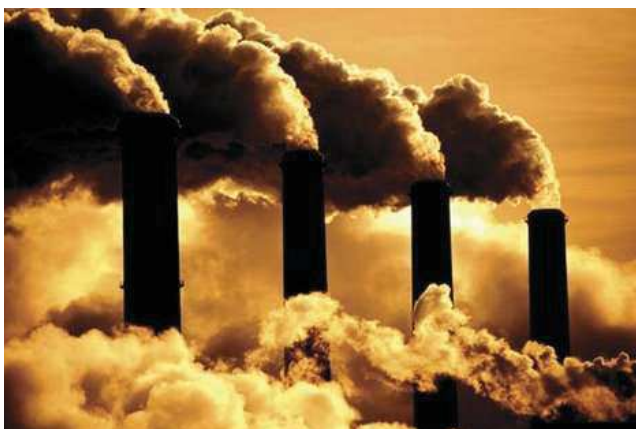
**DAS HANDWERK**  
DIE WIRTSCHAFTSMACHT. VON NEBENAN.



### Die meisten konventionellen Energiereserven reichen nur noch wenige Jahrzehnte



Die Bundesregierung hat im Energiekonzept vom 28. September 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen in Deutschland



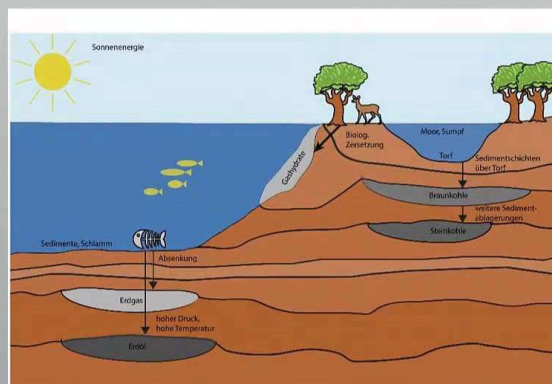
bis zum Jahr **2020** um **40** Prozent,  
bis zum Jahr **2030** um **55** Prozent,  
bis zum Jahr **2040** um **70** Prozent  
und bis zum Jahr **2050** um **80** bis **95** Prozent  
unter das Niveau von **1990** zu senken.

### Vergleich der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten

Vergleich verschiedener Kraftwerkstypen	CO <sub>2</sub> - Vermeidungskosten in Euro pro Tonne CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> -Vermeidung in Tonnen pro 10000 Euro
<b>Wasserkraft</b>	<b>20</b>	<b>500</b>
<b>Windenergieanlage</b>	<b>40</b>	<b>250</b>
<b>Biomasse-Heizkraftwerk</b>	<b>40</b>	<b>250</b>
<b>Photovoltaikanlage</b>	<b>800</b>	<b>12.5</b>

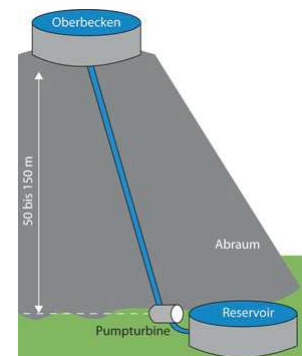
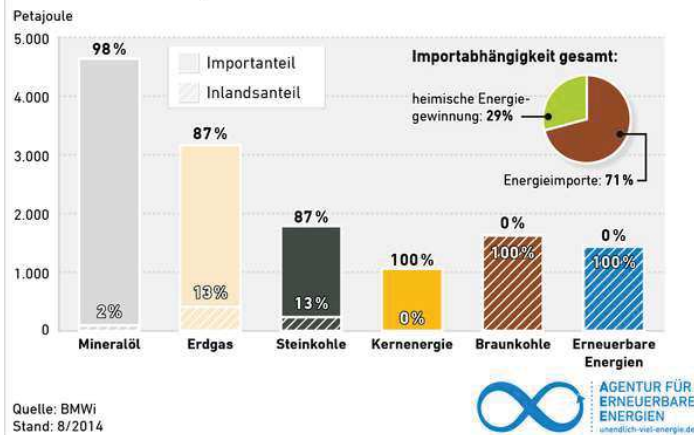


### Entstehung fossiler Energieträger - Kohle, Erdöl, Erdgas -



### Primärenergieverbrauch und Importabhängigkeit der deutschen Energieversorgung 2013

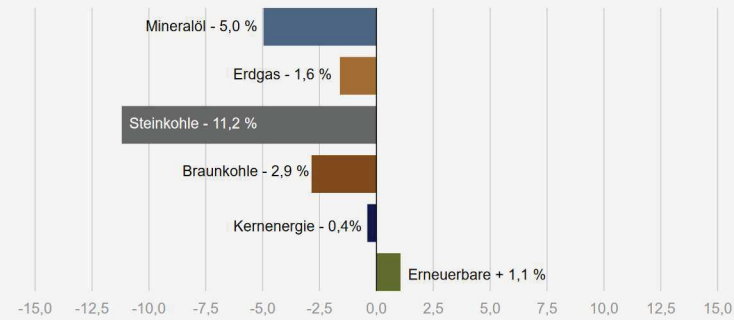
Vom gesamten Primärenergieverbrauch in Höhe von 13.828 Petajoule wurden 71 Prozent importiert.



## Primärenergieverbrauch

**bdeu**  
Energie. Wasser. Leben.

2018 (vorläufig): 12 963 Petajoule  
Veränderungen im Vergleich zum Vorjahreszeitraum  
(Veränderung insgesamt: -3,5 %)

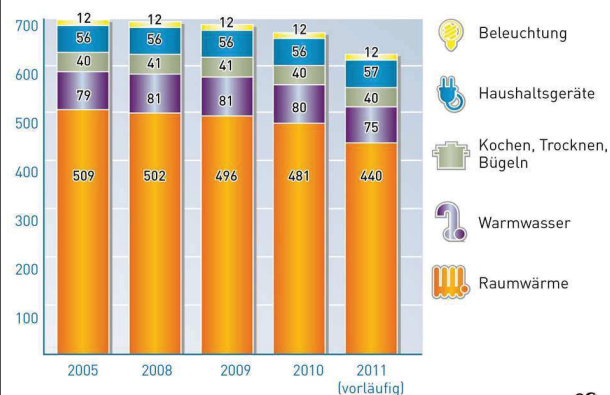


BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

## Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen

(temperaturbereinigt)

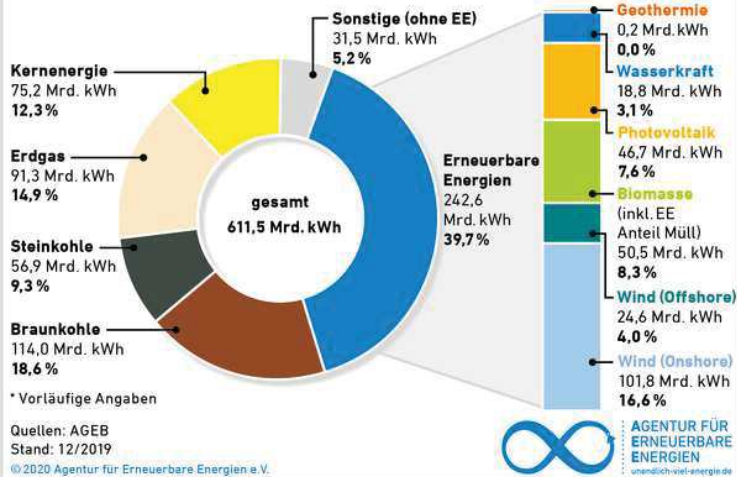
in Milliarden Kilowattstunden





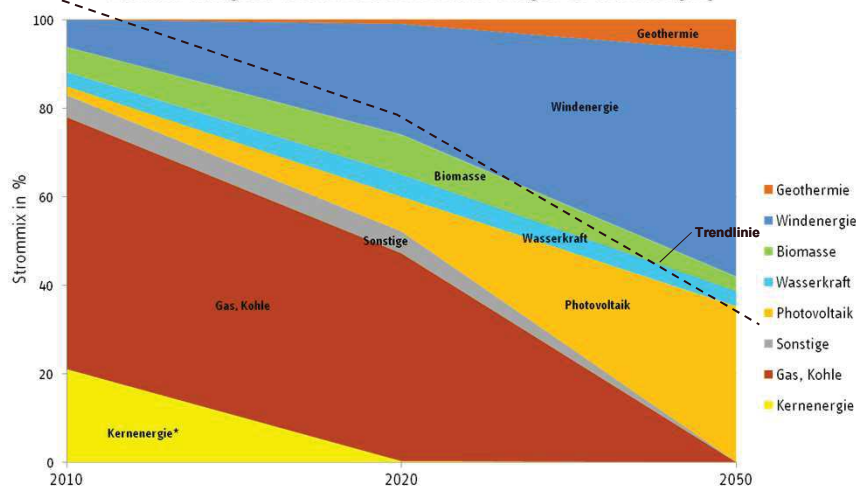
### Der Strommix in Deutschland im Jahr 2019\*

Mit 243 Milliarden Kilowattstunden lieferten Erneuerbare Energien rund 40 Prozent der deutschen Bruttostromerzeugung. Ihr Anteil am Bruttostromverbrauch betrug 42 Prozent.



### Strom-Mix in Deutschland: 2010-2020-2050

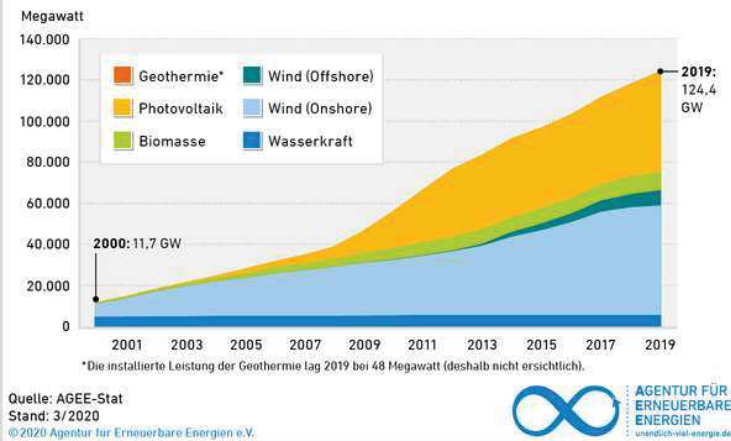
Technisch-Ökologische Potenziale der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung





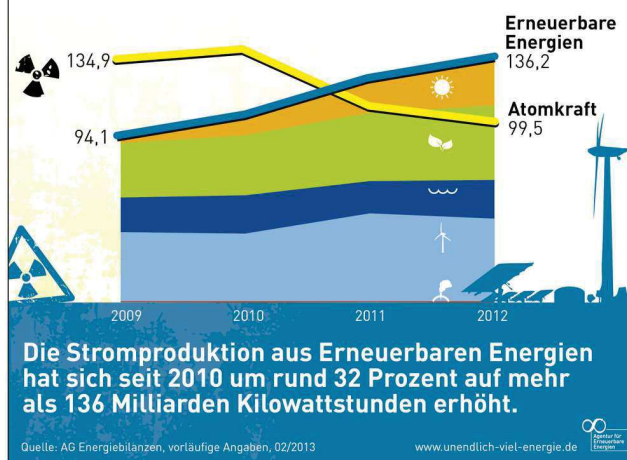
## Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland 2000-2019

2019 waren 124 Gigawatt Leistung installiert. Das entspricht mehr als einer Verzehnfachung gegenüber dem Jahr 2000.



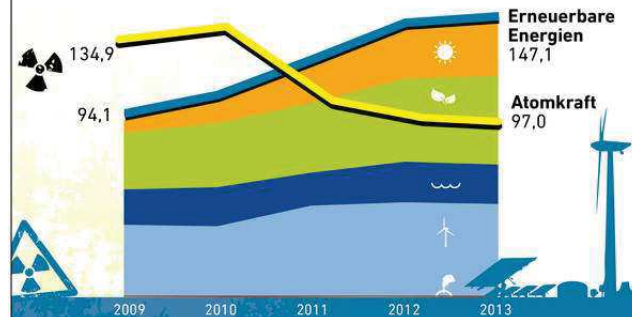
## Erneuerbare Energien ersetzen in Deutschland immer mehr Atomstrom

Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und Atomkraft, in Milliarden Kilowattstunden



## Erneuerbare Energien ersetzen in Deutschland immer mehr Atomstrom

Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und Atomkraft, in Milliarden Kilowattstunden



Die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien hat sich seit 2010 um rund 40 Prozent auf mehr als 147 Milliarden Kilowattstunden erhöht.

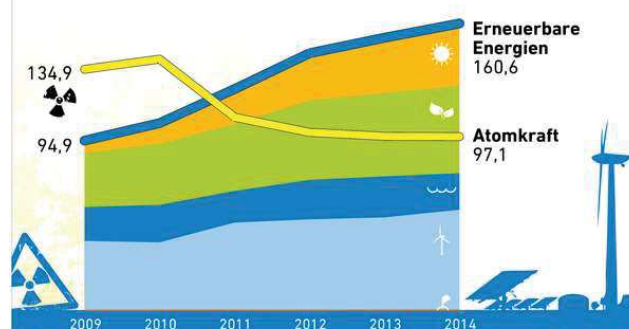
Quelle: AG Energiebilanzen, vorläufige Angaben, 12/2013

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



## Erneuerbare Energien ersetzen in Deutschland immer mehr Atomstrom

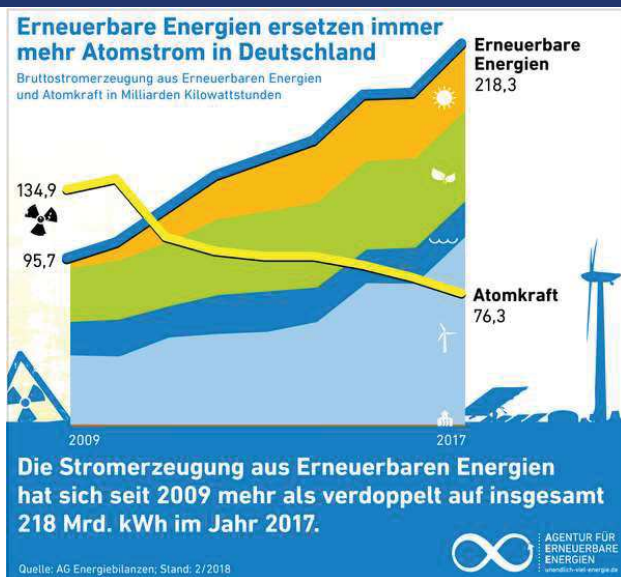
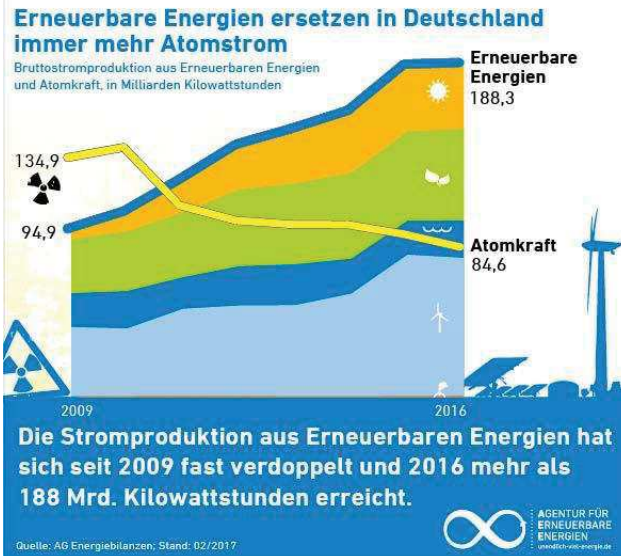
Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und Atomkraft, in Milliarden Kilowattstunden

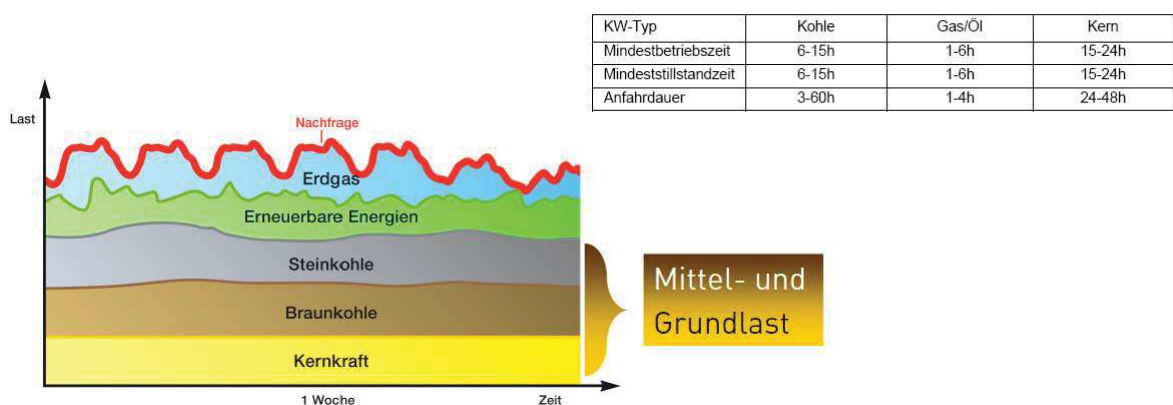
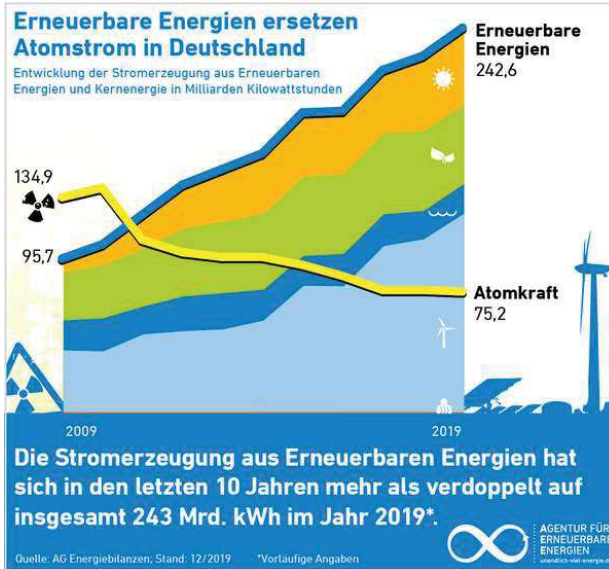


Die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien hat sich seit 2010 um 50 Prozent auf mehr als 160 Milliarden Kilowattstunden erhöht.

Quelle: AG Energiebilanzen; Stand: 3/2015







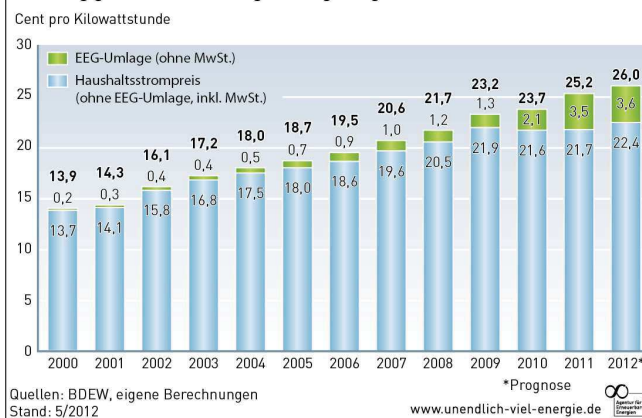
### Netzstabilität bleibt gewahrt: Solarstromanlagen werden durch Nachrüstung fit gemacht

Bis Ende 2014 müssen deutschlandweit mehr als 400.000 Photovoltaikanlagen technisch nachgerüstet werden. Dadurch wird verhindert, dass sich zu viele PV-Anlagen gleichzeitig vom Netz trennen, wenn die normale Stromnetzfrequenz von 50,0 Hertz überschritten wird.



### Entwicklung der Haushaltsstrompreise und der EEG-Umlage in Deutschland

Die Strompreise für Haushalte sind in den vergangenen zwölf Jahren auch unabhängig von der EEG-Umlage stark gestiegen.

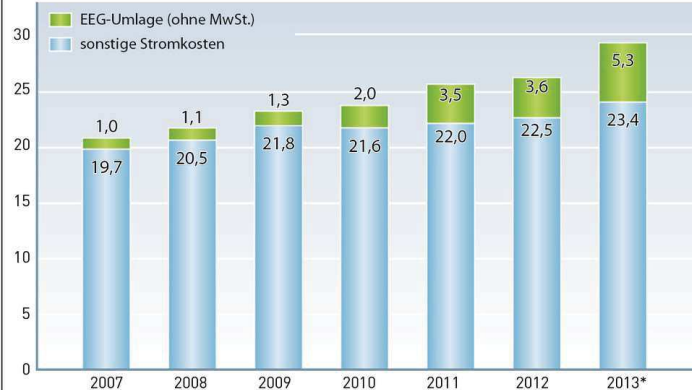




## Entwicklung der Haushaltsstrompreise 2007-2013

Die Förderung Erneuerbarer Energien kann den Gesamtanstieg der Strompreise nicht erklären.

Cent pro Kilowattstunde



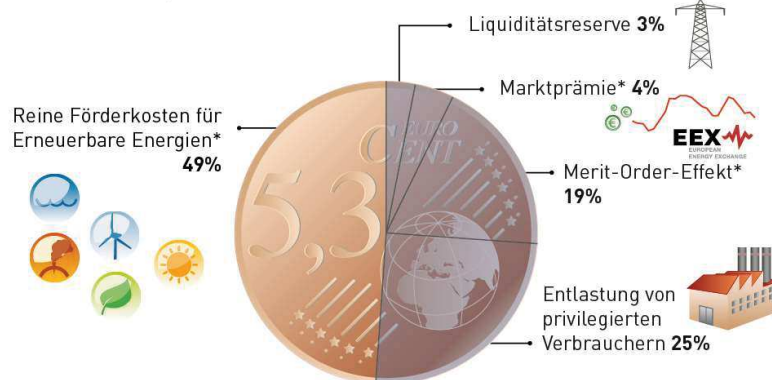
Quellen: BDEW, BNetzA, ÜNB, Verivox, eigene Berechnungen und Abschätzungen; Stand: 2/2013

\*Prognose  
www.unendlich-viel-energie.de



## Einflüsse auf die EEG-Umlage 2013

Die reinen Förderkosten für Erneuerbare Energien machen weniger als die Hälfte der 5,277 ct/kWh aus.



\*inklusive Nachholung für 2012

Quellen: ÜNB, BEE; Stand: 10/2012

www.unendlich-viel-energie.de



## Strompreise in Deutschland im Vergleich

Die EEG-Umlage macht nur einen geringen Anteil am Industriestrompreis aus.

Durchschnittlicher Preis in Euro/kWh



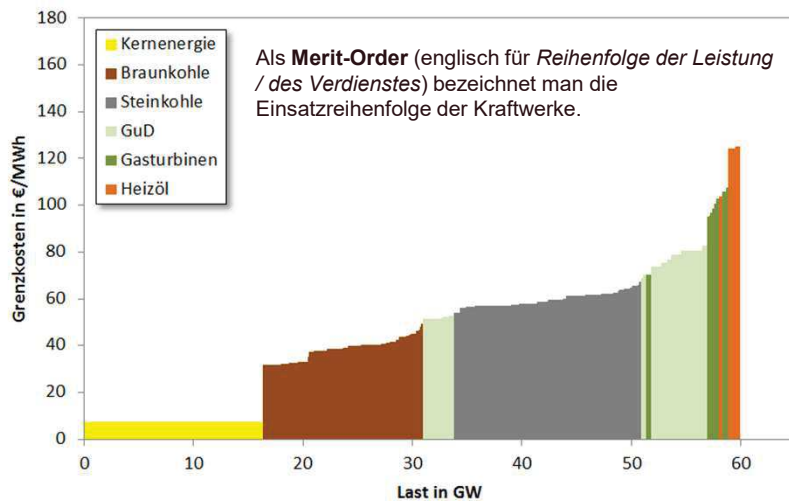
Quelle: Arepo Consult, Frontier economics / ewi, VIK, eigene Berechnungen; Stand: 4/2012

www.unendlich-viel-energie.de

## Merit-Order

Beginnend mit den *niedrigsten* Grenzkosten werden solange Kraftwerke mit höheren Grenzkosten zugeschaltet, bis die Nachfrage gedeckt ist.

An der Strombörse bestimmt das letzte Gebot, das noch einen Zuschlag erhält, den Strompreis. **Der Preis für Strom wird also durch das jeweils teuerste Kraftwerk bestimmt, das noch benötigt wird, um die Stromnachfrage zu decken.**

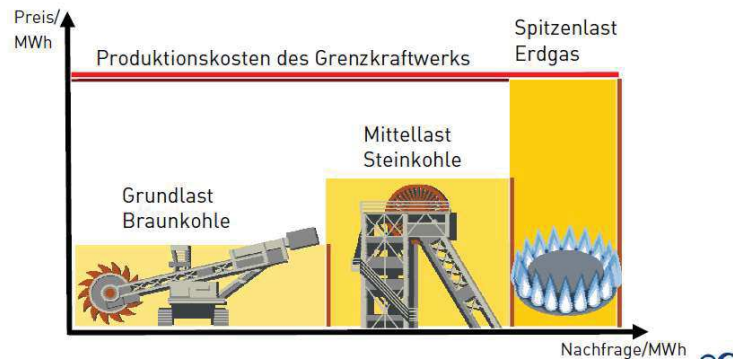


Als **Merit-Order** (englisch für *Reihenfolge der Leistung / des Verdienstes*) bezeichnet man die Einsatzreihenfolge der Kraftwerke.



## Wie entsteht der Börsenstrompreis?

Das teuerste Kraftwerk bestimmt den Preis



Für Atom- und Kohlestrom wird der gleiche Preis verlangt wie für Strom aus dem teuersten Kraftwerk



## EEG-Strom verringert die Erträge der konventionellen Kraftwerksbetreiber



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

## Stromgestehungskosten

**Stromgestehungskosten** bezeichnen die Kosten, welche für die Energieumwandlung von einer anderen Energieform in elektrischen Strom notwendig sind.

Die Stromgestehungskosten umfassen alle Kosten, die für die Erzeugung von Strom durch die erneuerbaren Energien auftreten.

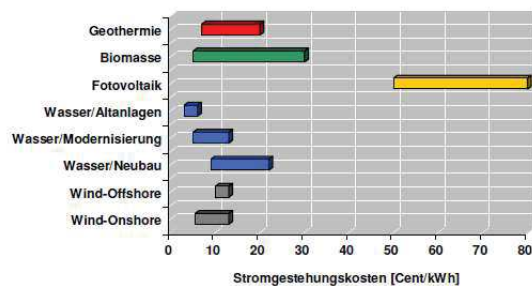


Abbildung 1. Bandbreite der derzeitigen Stromerzeugungskosten aus erneuerbaren Energien (Daten: Nitsch et al. 2004)

Manchmal wird fälschlicherweise auch der Begriff *Stromentstehungskosten* verwendet. Da es sich bei der Stromerzeugung allerdings um einen Energieumwandlungsprozess handelt, wird dieser Begriff als ungenau angesehen.

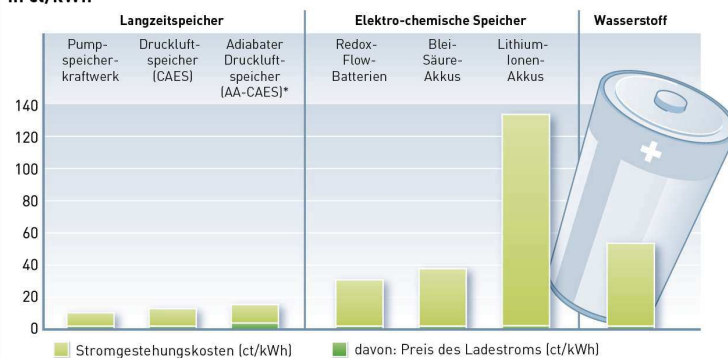
© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

## Wohin mit überschüssigem Strom ?



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

## Stromgestehungskosten verschiedener Stromspeicher in ct/kWh



Angenommen werden eine Speicherkapazität von 6 h (Wasserstoff: 200 h) und durchschnittliche Wirkungsgrade im Jahr 2009 [\*Prognose 2020].

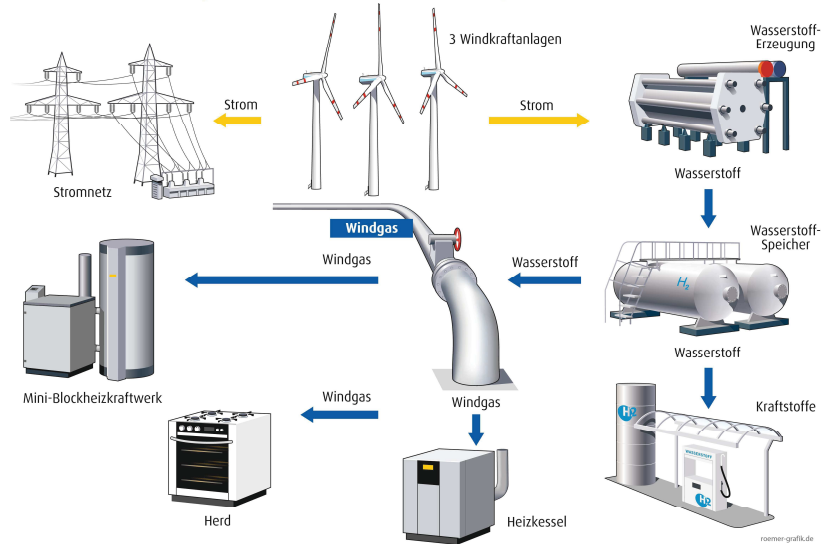
Quelle: DLR/Fraunhofer IWES/IfNE 2010, Stand: 12/2011

www.unendlich-viel-energie.de



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

### Windgas aus dem ENERTRAG Hybridkraftwerk



### Ringwallspeicher-Hybridkraftwerk

