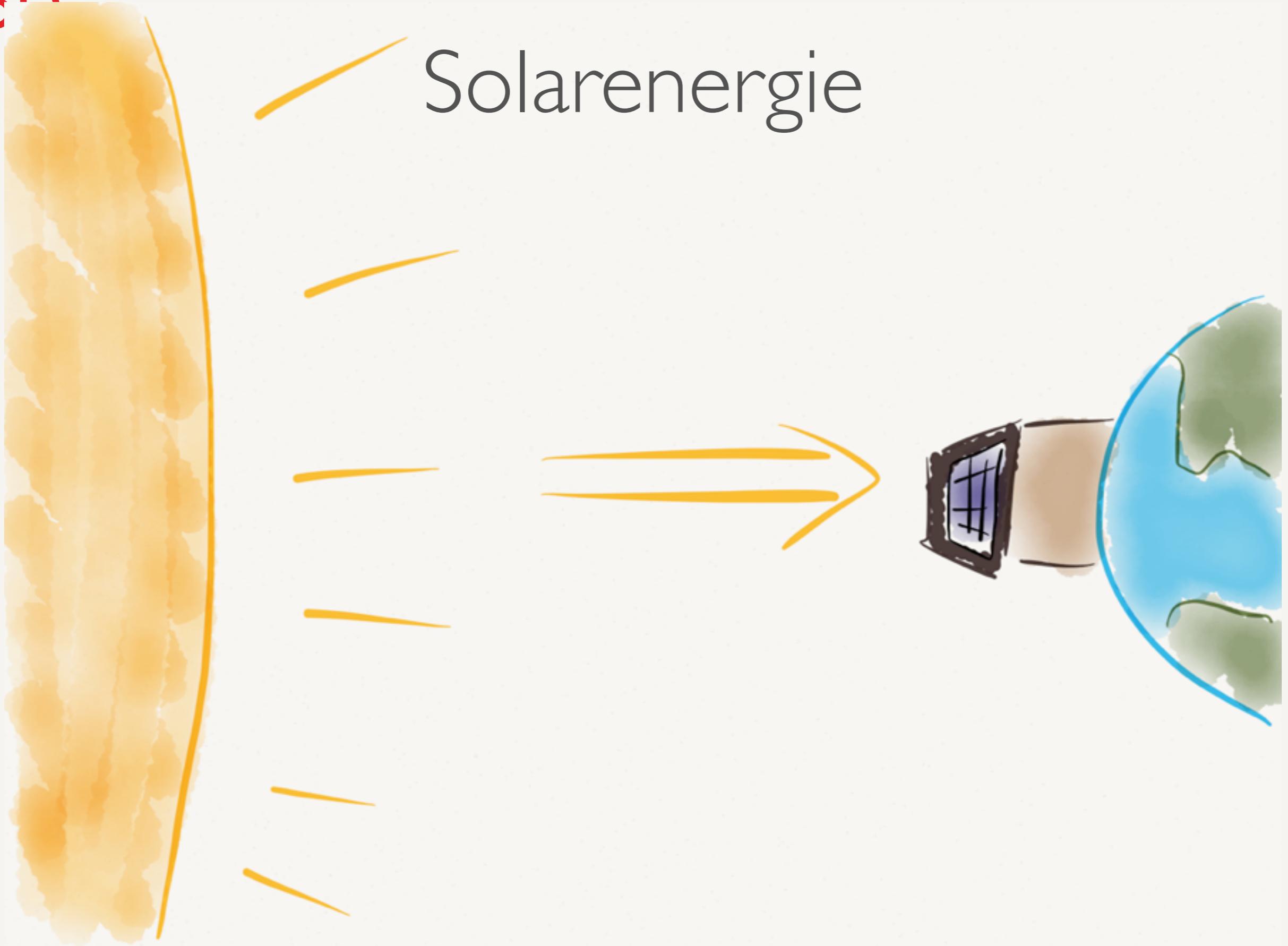




# Solarenergie

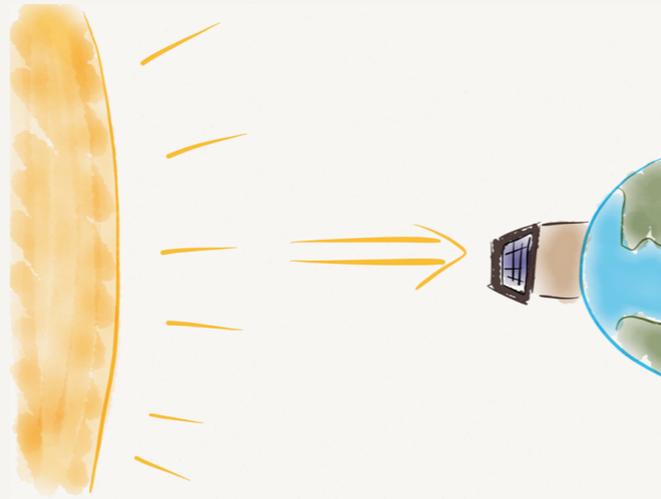
Energie

# Solarenergie

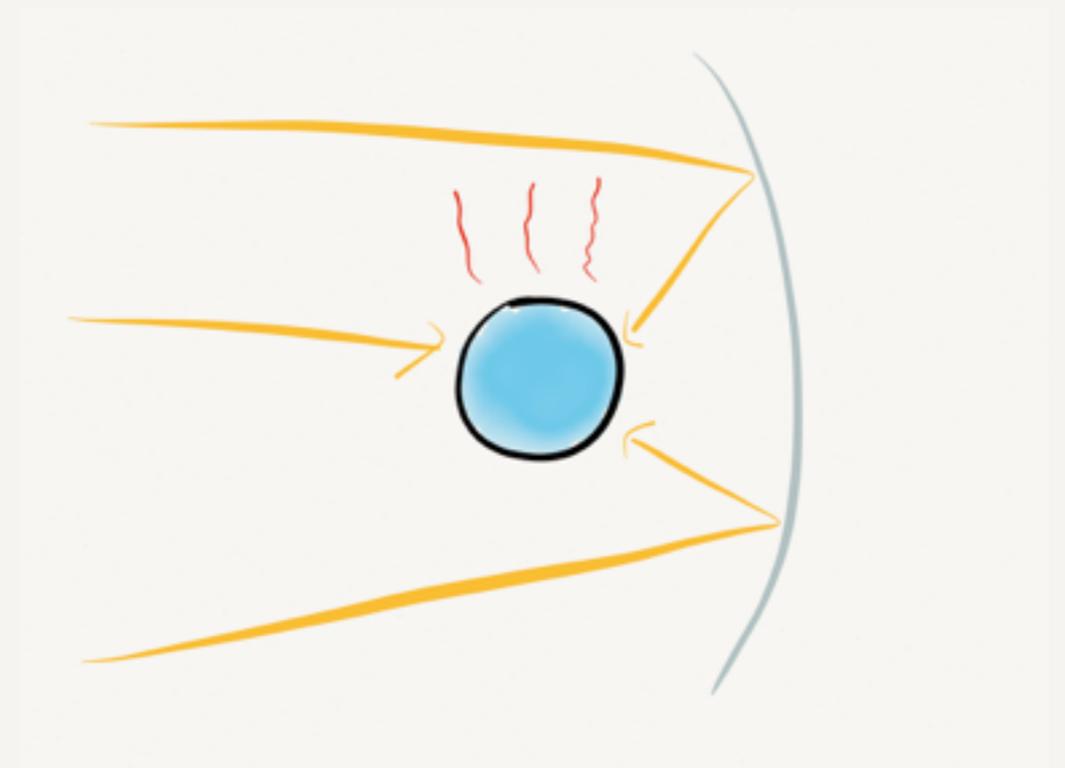
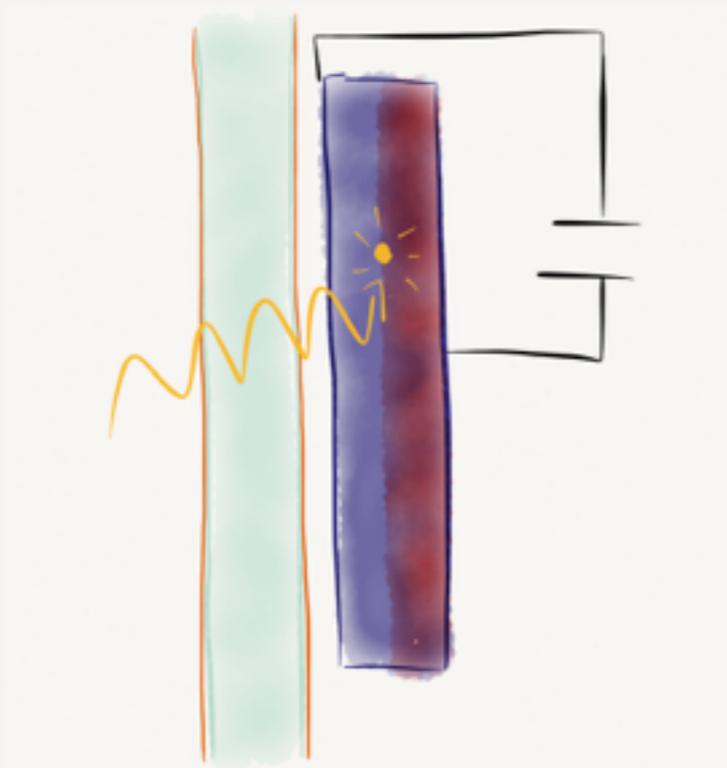


# Solarenergie

**Photovoltaik**  
Licht in Strom



**Solarthermie**  
Licht in Wärme



# Nutzung der Sonnenenergie



## Photovoltaik

- Direkte Stromerzeugung über den inneren photoelektrischen Effekt
- Haus- und Kraftwerksbetrieb

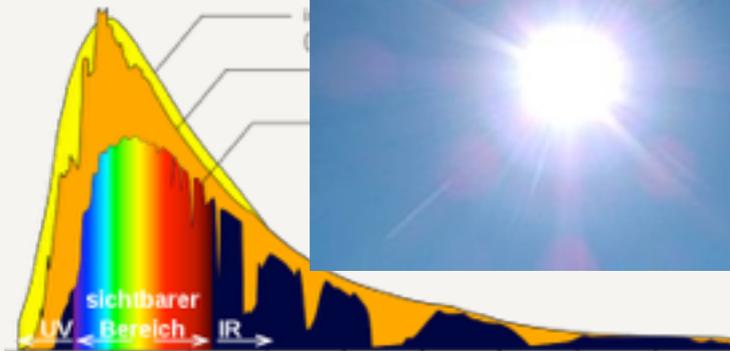
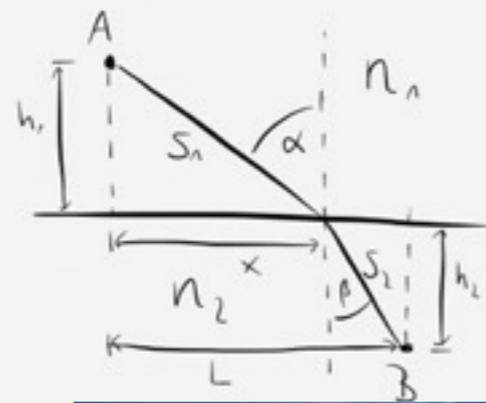


## Solarthermie

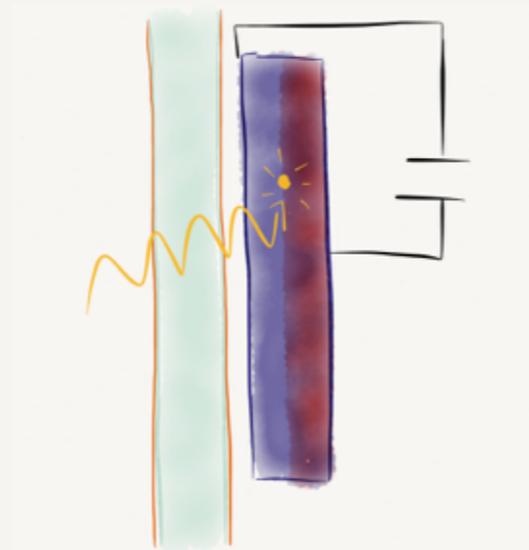
- Direkte Wärmeerzeugung
- Indirekte Stromerzeugung über Turbinen
- Haus- und Kraftwerksbetrieb

# Überblick über die Vorlesung

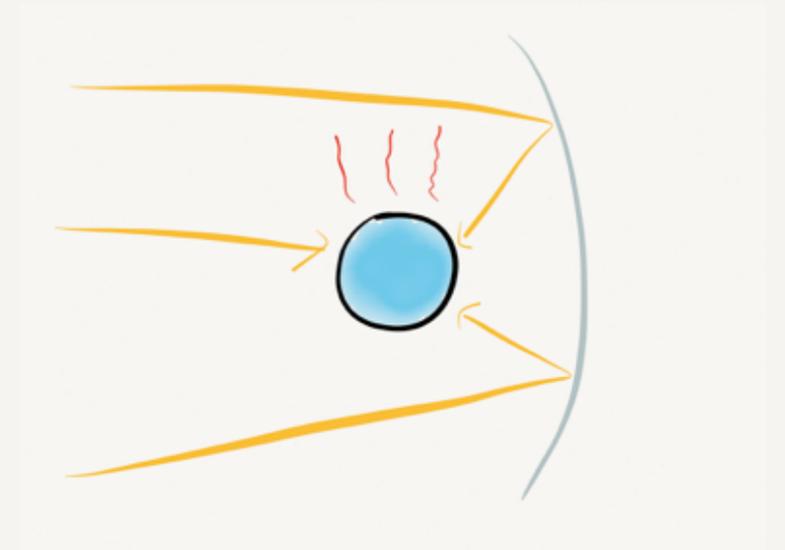
## Grundlagen



## Photovoltaik



## Solarthermie



Oktober



Nov. - Dez.



Januar

# Literatur

[1] Wesselak, Voswinckel, Photovoltaik, Technik im Fokus (2012) <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-24297-7/page/1>

[2] Wagemann, Eschrich, Photovoltaik, Solarstrahlung und Halbleitereigenschaften, Solarzellenkonzepte und Aufgaben, Vieweg und Teubner (2010) <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-8348-9376-5/page/1>

[3] Webseite des BMWi

[4] <http://www.unendlich-viel-energie.de/>

[5] Webseite des BMU: <http://www.erneuerbare-energien.de/>

<http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=251954.html>

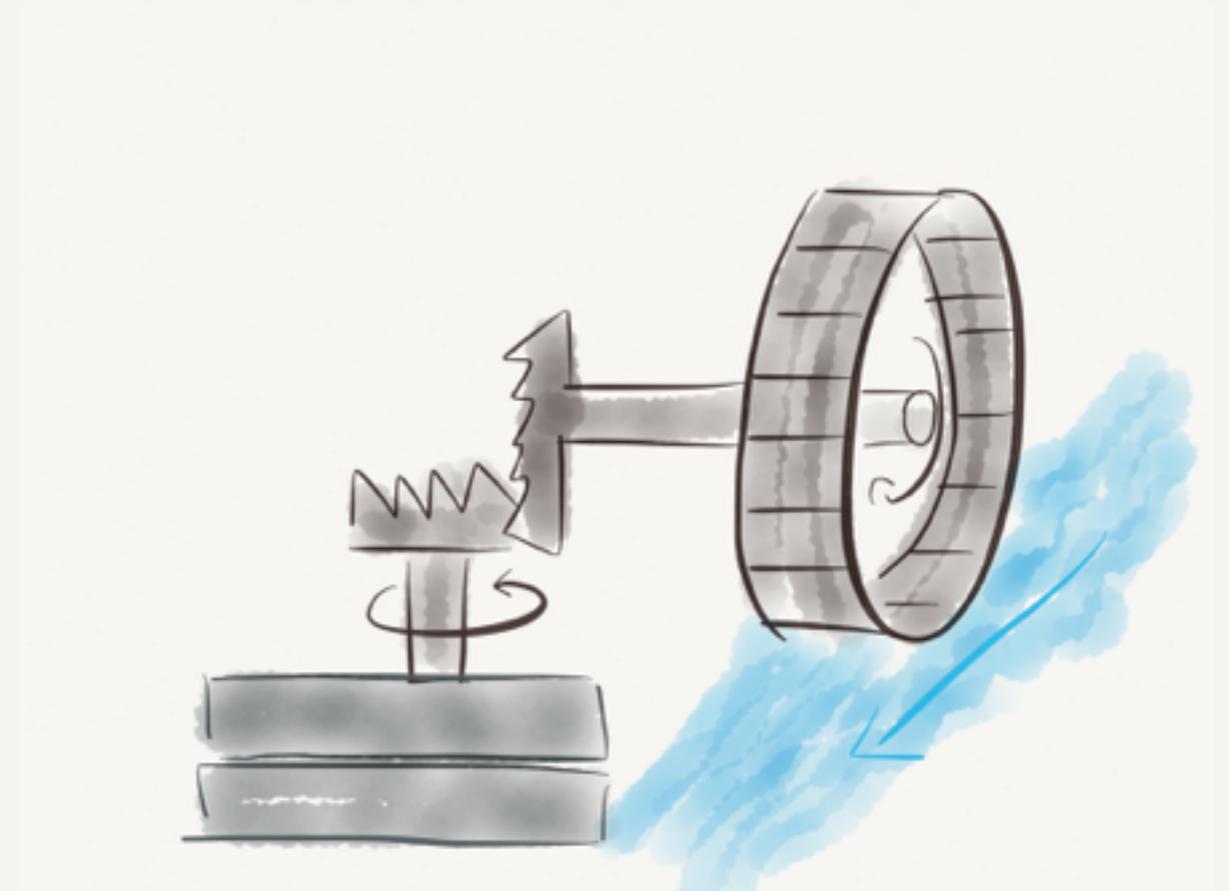
[http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx\\_ttnews\[backPid\]=632](http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews[backPid]=632)

# Energie

# Energie

*Fähigkeit eines Systems,  
Arbeit zu verrichten*

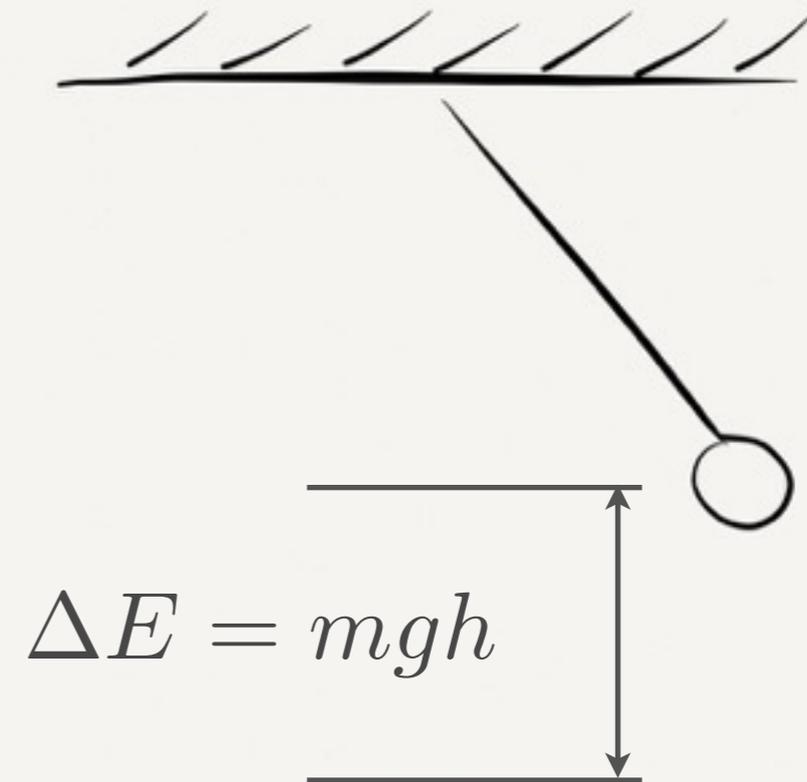
- $\epsilon\nu$  - Innen
- $\epsilon\rho\gamma\omicron\nu$  - Wirken
- Viele Energieformen: potentielle, kinetische, chemische, elektrische, thermische, ...
- Energie kann umgewandelt werden.
- Energie kann übertragen werden.
- Energie kann gespeichert werden.



# Energieformen

## Potentielle Energie

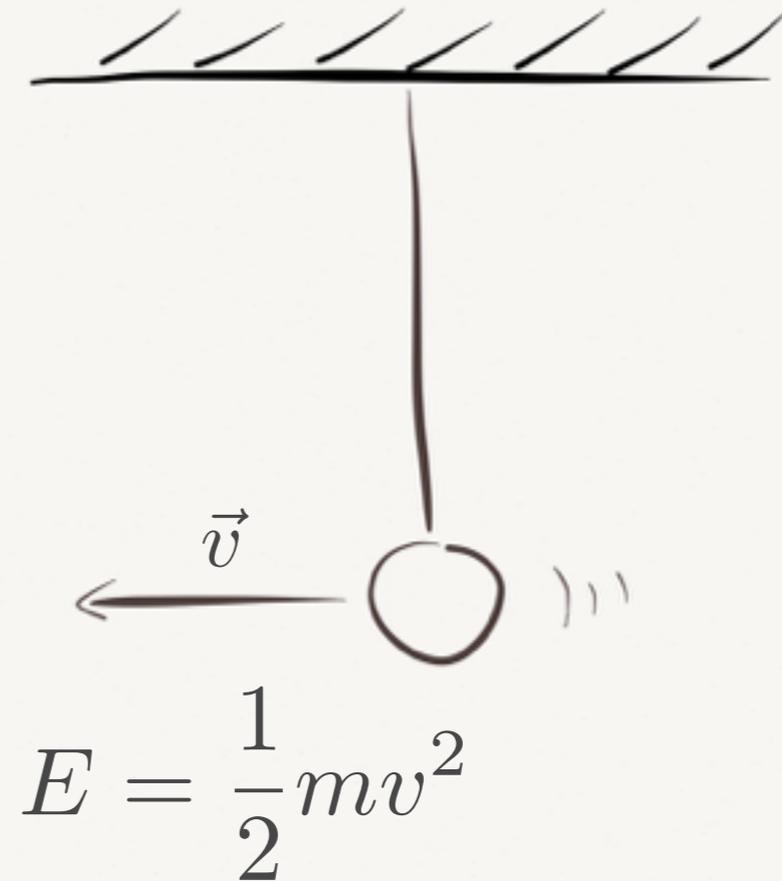
- Im Schwerfeld der Erde
- In einer gestreckten Feder
- Coulomb-Potential



# Energieformen

## Kinetische Energie

- Mechanische Energie der Bewegung



# Energieformen

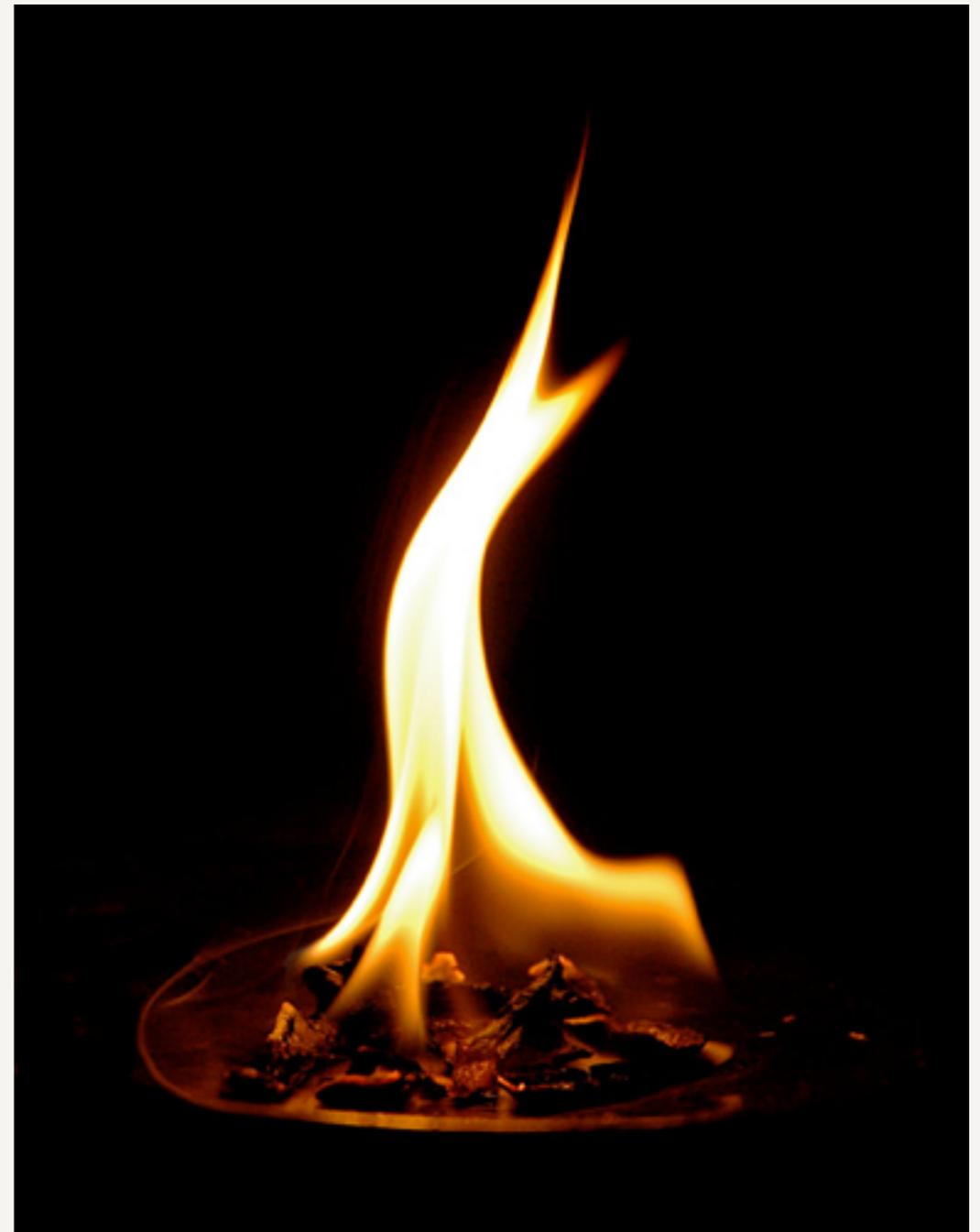
## Chemische Energie

Quelle: Wikipedia

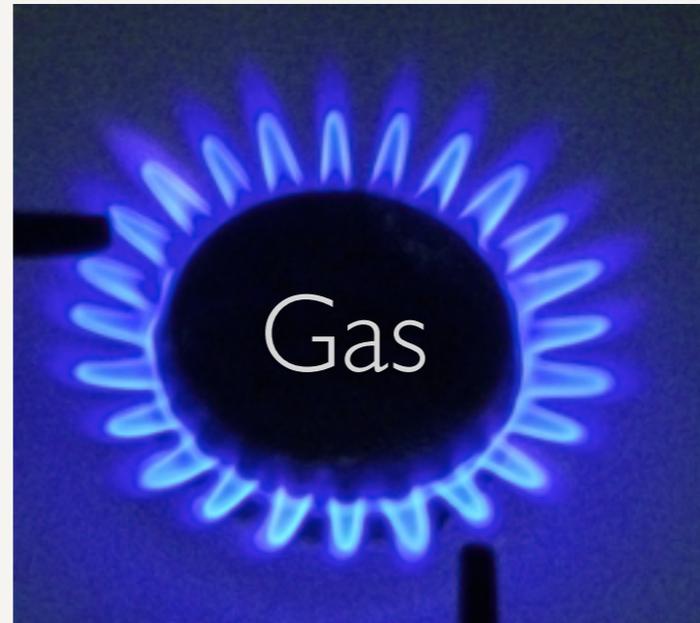


- Energie, die in einer chemischen Verbindung gespeichert ist.
- Kann durch chemische Reaktionen aufgenommen (endotherm) oder abgegeben werden (exotherm).
- Beispiel: Verbrennung mit einem Heizwert.

[http://de.wikipedia.org/wiki/Chemische\\_Energie](http://de.wikipedia.org/wiki/Chemische_Energie)



# Energieformen Verbrennung



# Energieformen

## Elektrische Energie

Quelle: Wikipedia



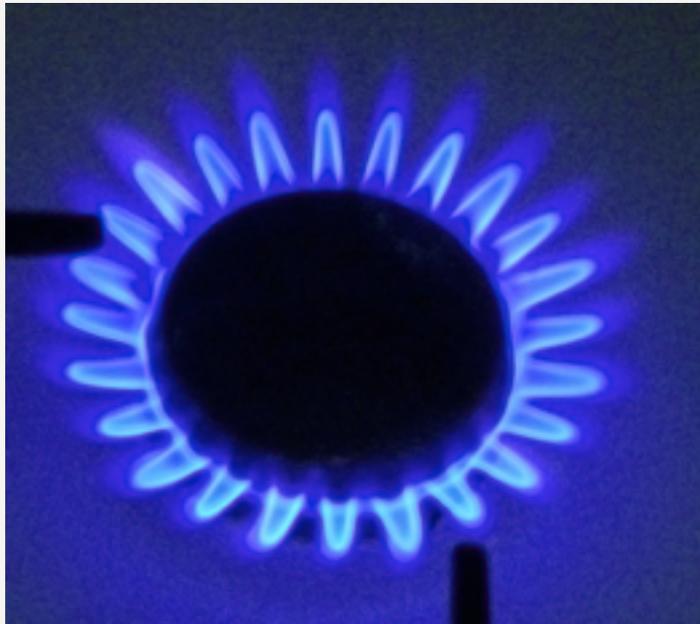
- Spannung = Potentialenergie im Coulomb-Potential
- Nutzbare elektrische Energie ist wenn Strom fließt



[http://www.teslamotors.com/de\\_DE/models/features#/performance](http://www.teslamotors.com/de_DE/models/features#/performance)

# Energieformen

## Wärme



- Wärme ist ungeordnete Bewegung von Atomen oder Molekülen.



# Energieeinheiten

Größe	Formel
Kraft = Masse x Beschleunigung	$F = m \cdot a$
Arbeit = Kraft x Weg	$W = F \cdot x = max$
Leistung = Arbeit pro Zeit	$P = \frac{W}{t}$
Druck = Kraft pro Fläche = Energie pro Volumen	$p = \frac{F}{A} = \frac{E}{V}$

# Energieeinheiten

## Joule

$$\begin{aligned}[W] &= [m \cdot a \cdot x] \\ &= kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m \\ &= kg \cdot \frac{m^2}{s^2} \\ &= J\end{aligned}$$

$$1 \text{ kg} \cdot \frac{m^2}{s^2} = 1 \text{ J}$$

# Aufgabe

- Rechnen Sie kWh in J um.

# Energieeinheiten Umrechnungen

Einheit	Definition	Umrechnung
1 eV	Kinetische Energie: Ein Elektron durchläuft eine Spannung von 1V.	$1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
1 kWh	Eine Maschine mit Leistung 1kW läuft 1h lang.	$3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$
1 Cal	1g Wasser wird um 1°C erhitzt.	4.2 J

# Umwandlung der Energieformen

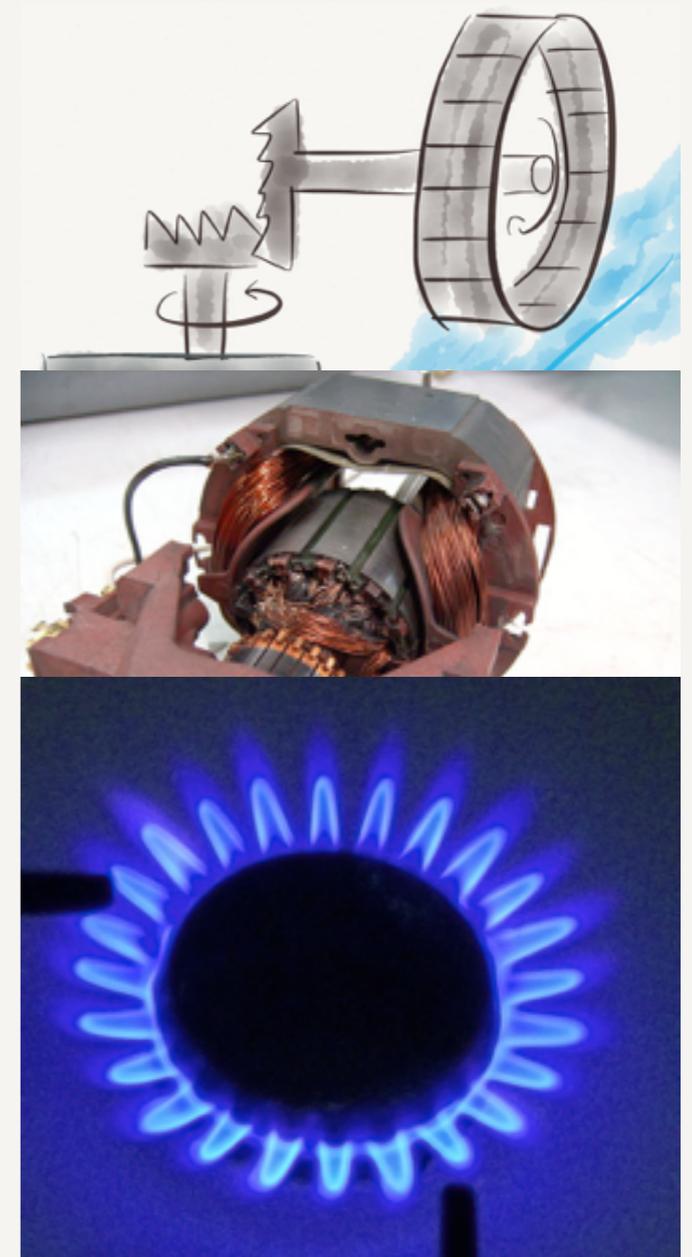
- Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden.
- Kinetische - Potentielle (Pendel)
- Elektrische Energie - mechanische Kraft
- Chemische Energie - Wärme
- Wärme - mechanische Kraft
- Trennung zwischen Umwandlung von Wärme und Umwandlung mit Strom - Anwendbarkeit von Carnot

# Umwandlung der Energieformen

Quelle: Wikipedia



Von	Nach	Beispiel
Potentielle	Kinetische	Wassermühle
Elektrische	Kinetische	Elektromotor
Chemische	Wärme	Verbrennung
Wärme	Kinetische	Turbine
Kinetische	Elektrische	Generator



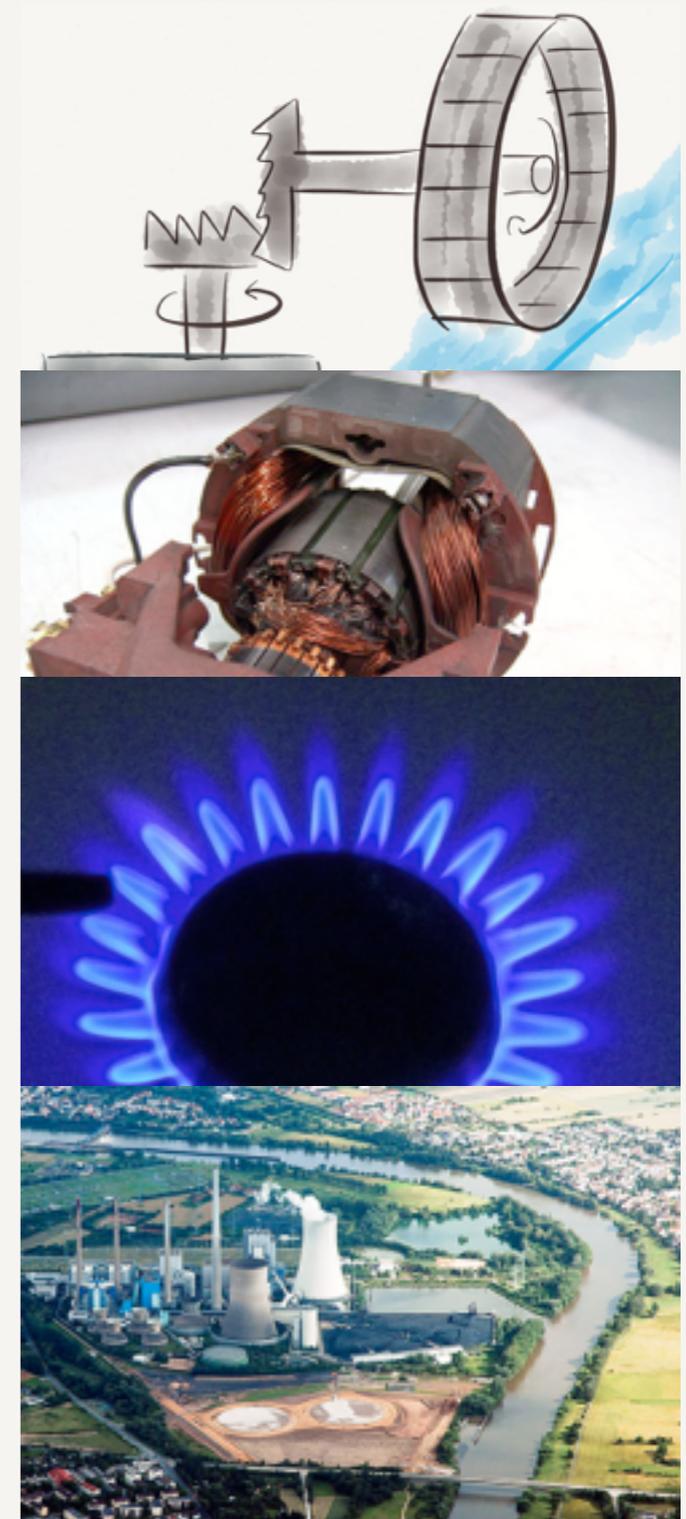
# Umwandlung der Energieformen

Quelle: Wikipedia



Von	Nach	Beispiel
Potentielle	Kinetische	Wassermühle
Elektrische	Kinetische	Elektromotor
Chemische	Wärme	Verbrennung
Wärme	Kinetische	Turbine
Kinetische	Elektrische	Generator

**Kraftwerk**



# Wärmekraftmaschinen

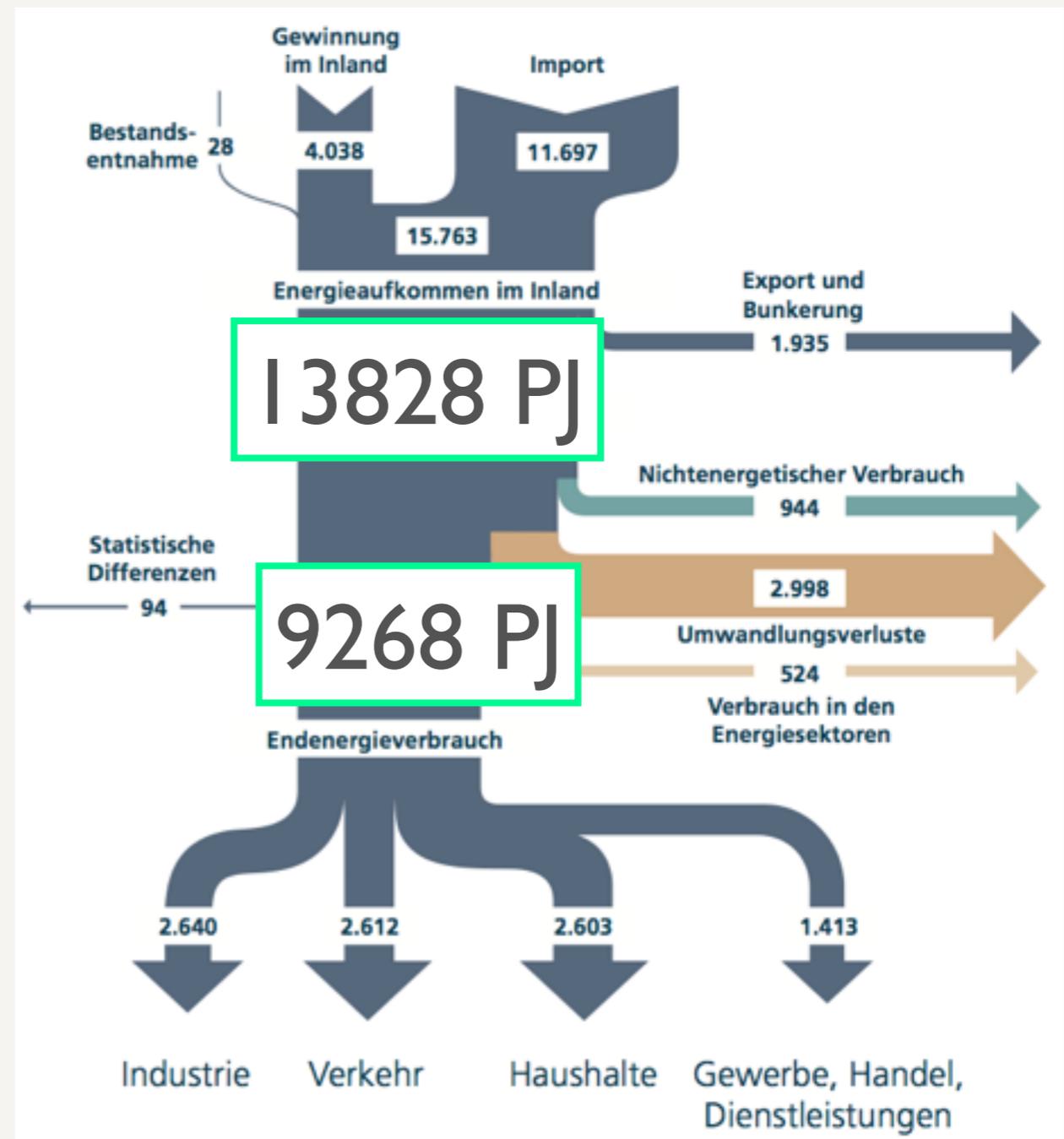
- Wärmekraftmaschine wandeln Wärme in mechanische Energie um.
- Sie arbeiten i.A. zyklisch (Motor).
- Wie viel Wärme  $Q$  kann in Arbeit  $W$  maximal umgesetzt werden?
- Gibt es eine Obergrenze des Wirkungsgrades?



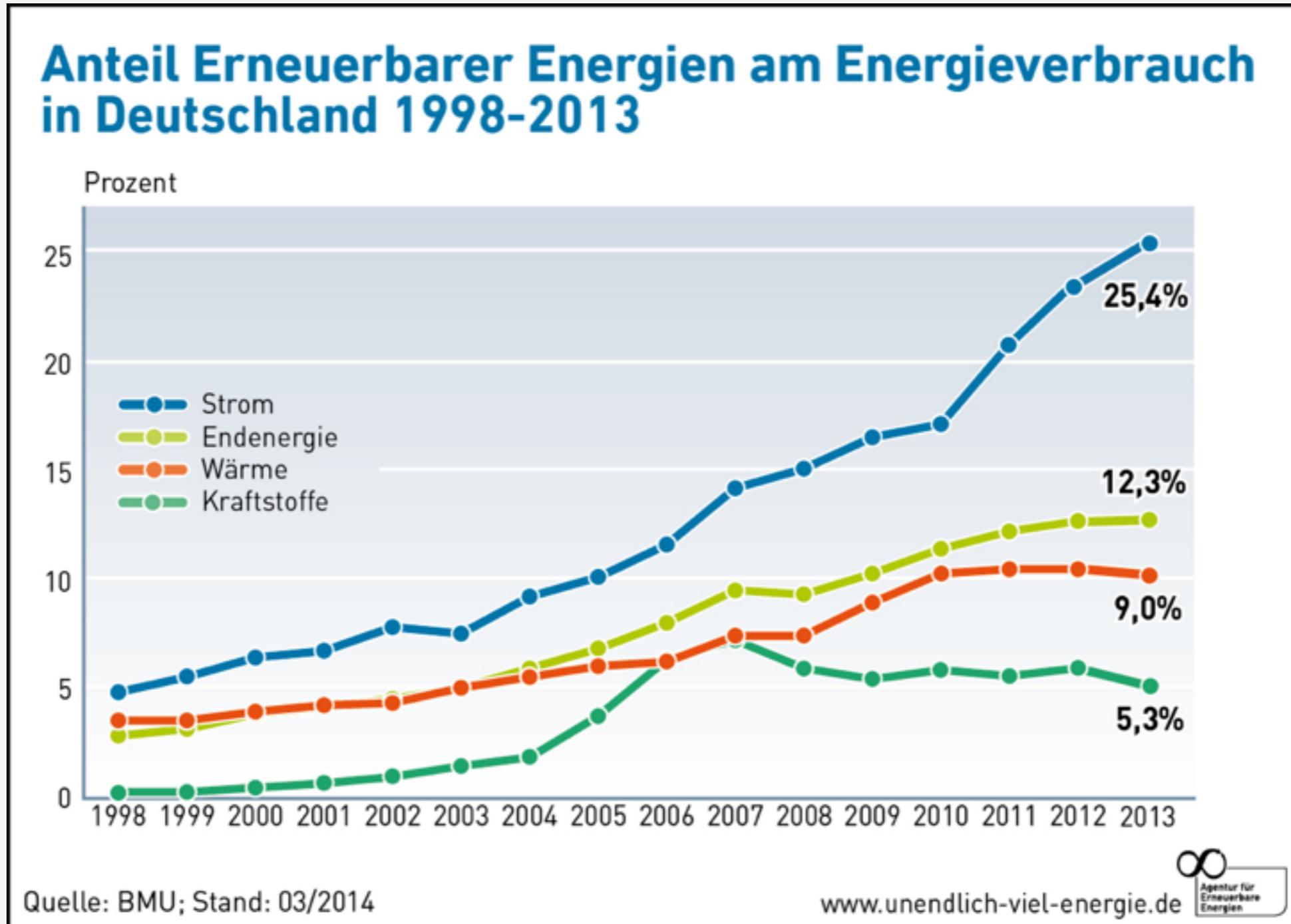
# Energie in Deutschland

# Primärenergie

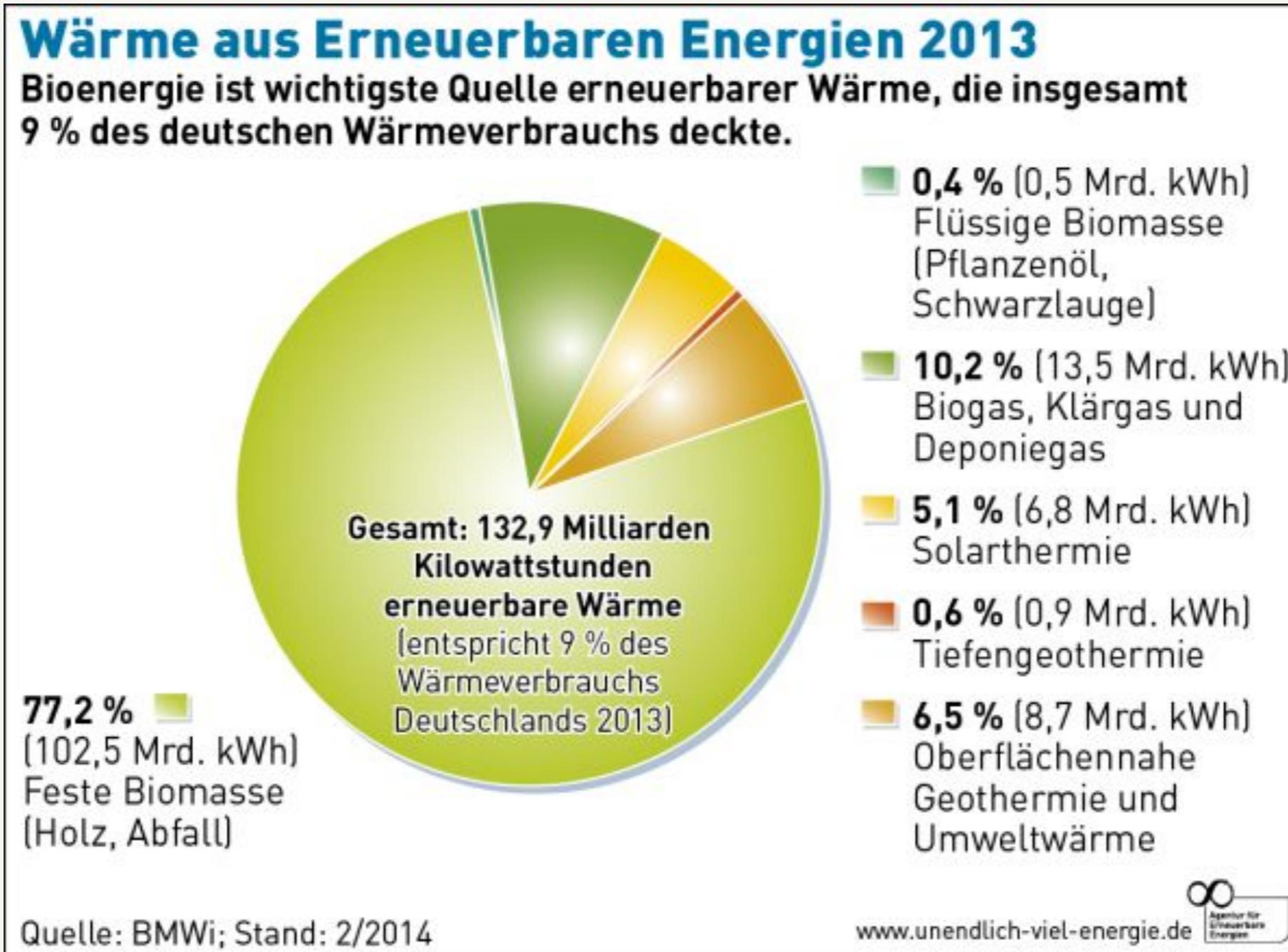
- „Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers“.
- Energieträger: Kohle, Öl, Gas, Uran, Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme, Gezeiten, ...



# Anteil der erneuerbaren Energien

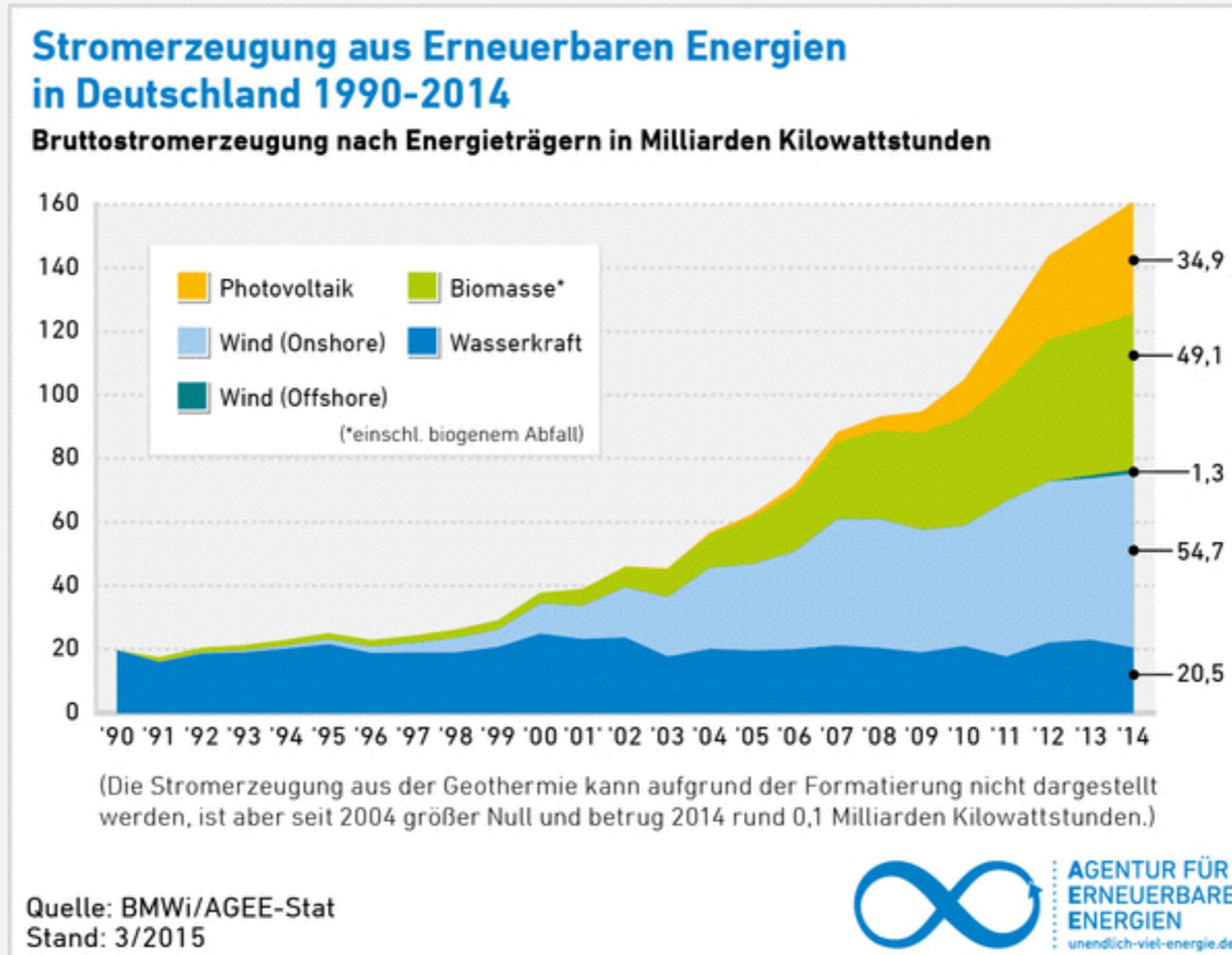


# Wärme aus erneuerbaren Energien



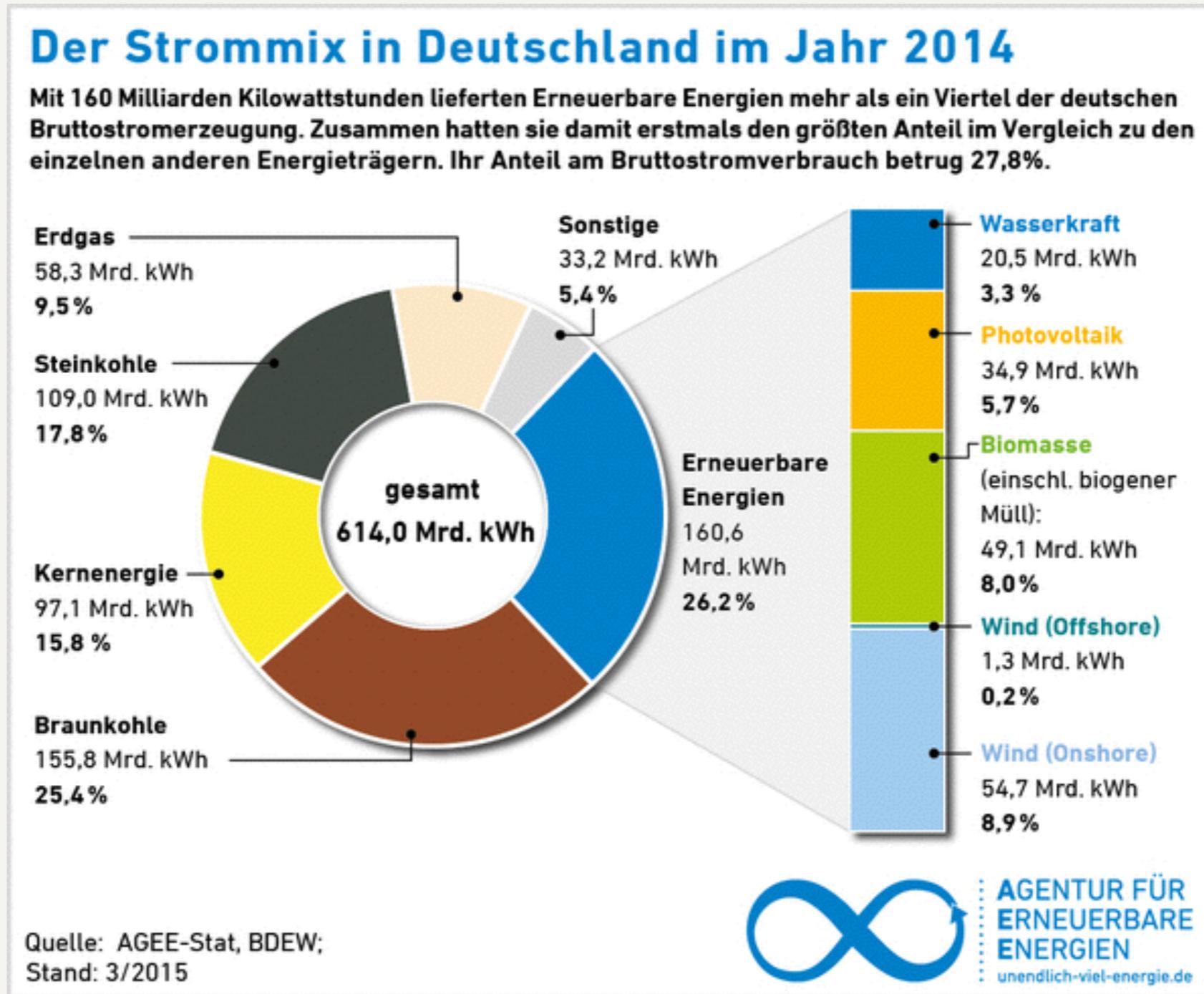
<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/waerme-aus-erneuerbaren-energien>

# Strom aus erneuerbaren Energien

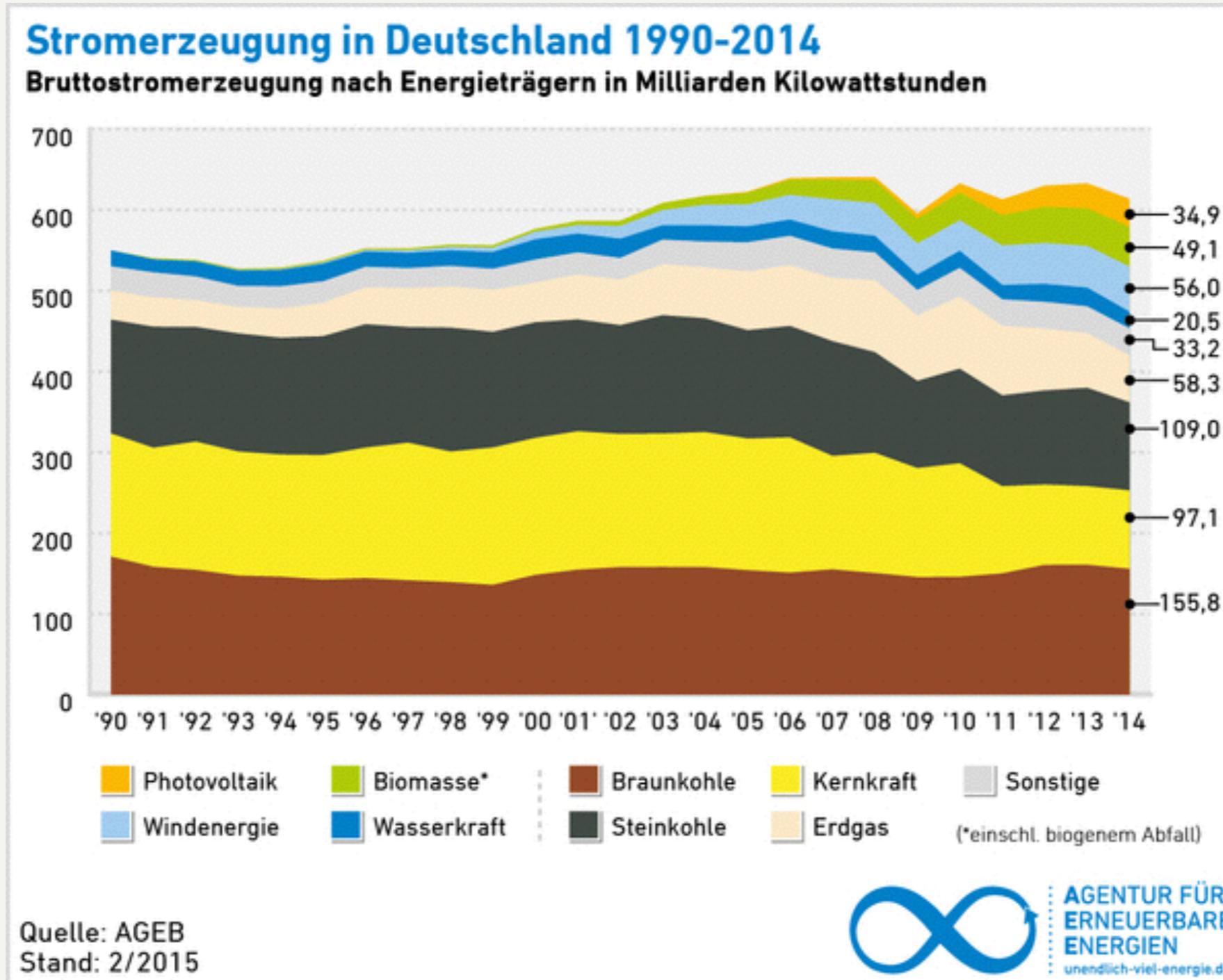


<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien>

# Strommix Deutschland 2014

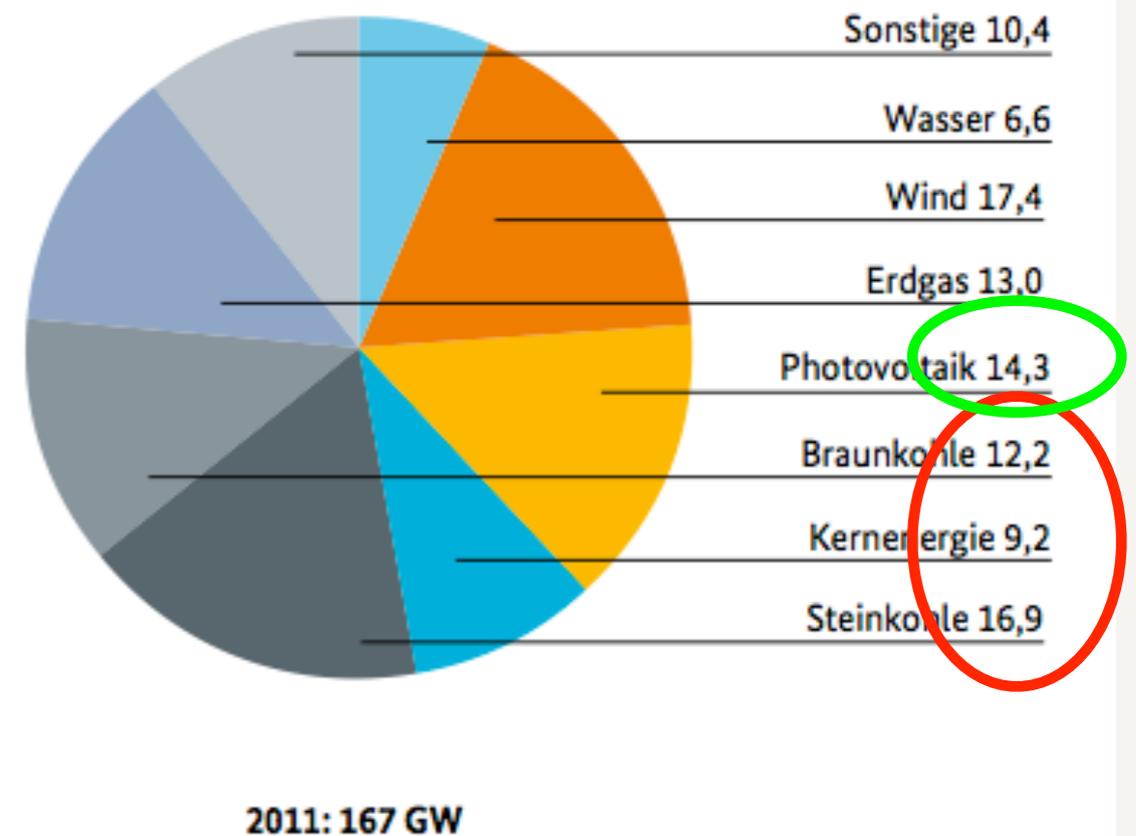
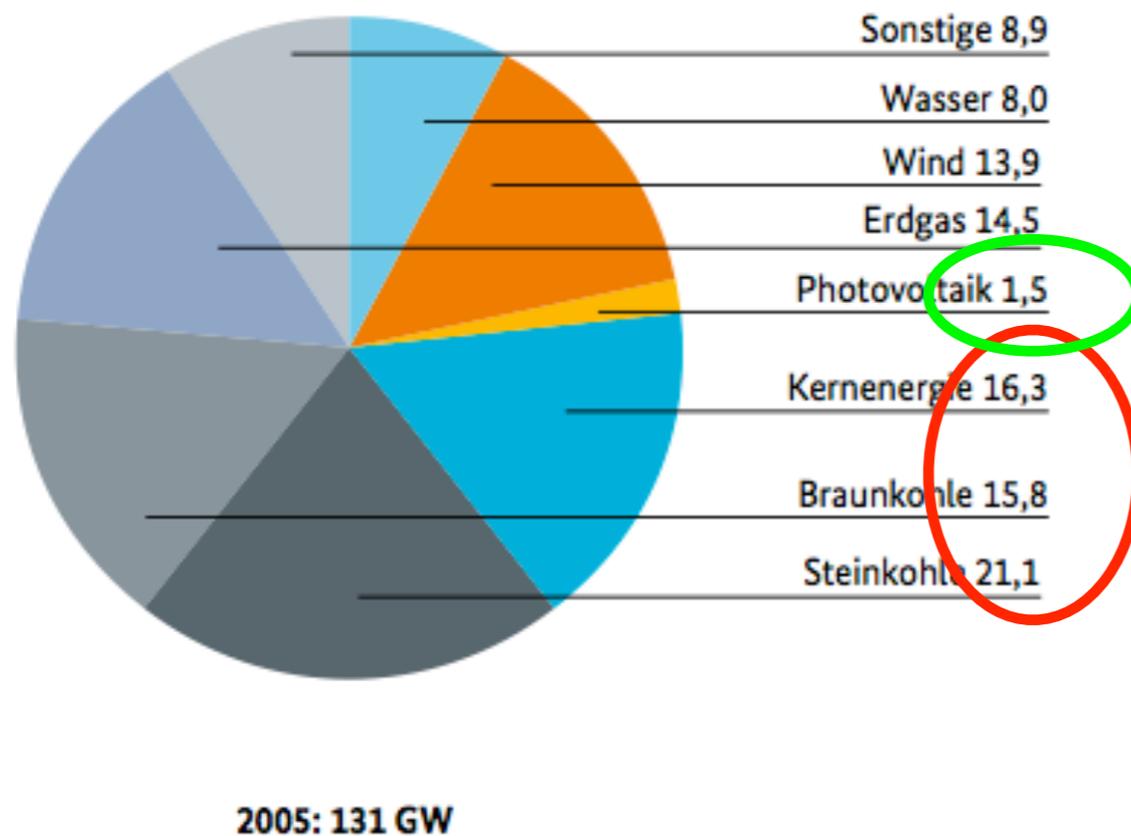


# Strommix Entwicklung



# Kraftwerksleistung in Deutschland

**Schaubild 12: Installierte Stromerzeugungskapazitäten in Deutschland nach Energieträgern**  
2005 und 2011, in GW, Allgemeine Versorgung, Industrie und Einspeiser



Quelle: Berechnungen EEFA nach Statistisches Bundesamt

<http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=251954.html>

# Photovoltaik in Deutschland

Stand Ende 2013:

- 35.7 GW installierte Leistung
- 7.6 GW Zubau 2012
- 30 Mrd. kWh erzeugter Strom
- 5% des gesamten deutschen Brutto-Stromverbrauchs

[http://www.erneuerbare-energien.de/unsere-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx\\_ttnews\[backPid\]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87](http://www.erneuerbare-energien.de/unsere-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews[backPid]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87)

Vergleich mit anderen Ländern:

<http://volker-quaschnig.de/datserv/pv-welt/index.php>

English | www.bmu.de | Kontakt | Impressum | Suche Ok

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Erneuerbare Energien

DIE THEMEN

- Solarenergie
- Windenergie
- Wasserkraft
- Bioenergie
- Geothermie
- Förderung
- Forschung
- Netzintegration erneuerbarer Energien
- Plattform Erneuerbare Energien
- Gesetze / Verordnungen
- EU / International
- Datenservice
- Arbeitsplatzeffekte / Qualifizierung / Akzeptanz
- Studien
- Bildungsmaterialien

UNSER SERVICE

- Presse
- Reden
- Parl. Vorgänge

Mediathek

- Fotogalerien
- Downloads
- Publikationen
- Filme
- Termine

Startseite >> Mediathek >> Downloads

Stand: Feb. 2013

**Bericht "Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012"**

Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Statistik), vorläufige Angaben, Stand 28. Februar 2013

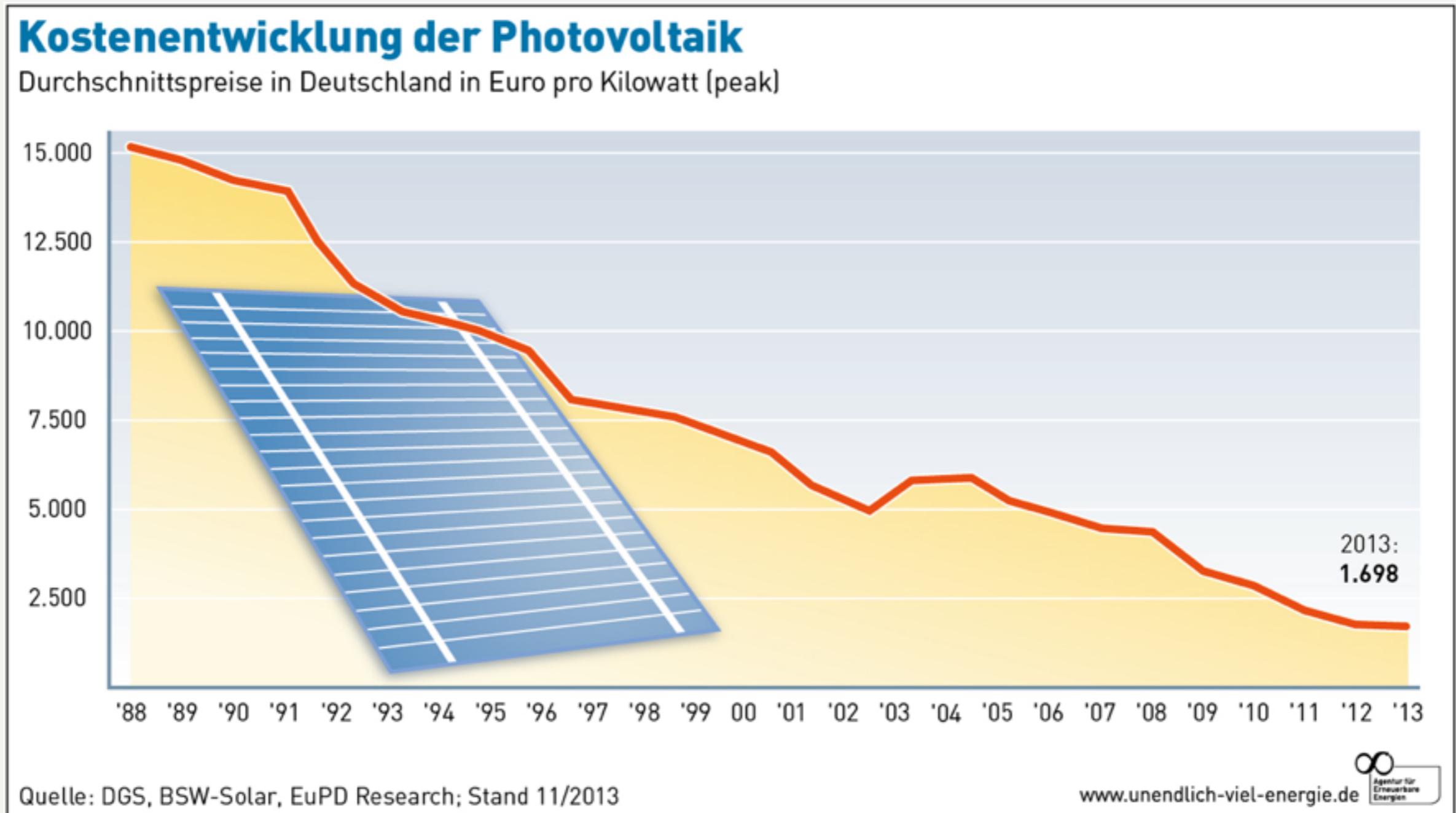
**Erneuerbare Energien 2012, PDF (138 KB)**

▶ Bitte beachten Sie auch die Hinweise zum Download.

▶ [Zurück zur Seite Publikationen](#)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Impressum D

# Kosten der Photovoltaik



<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/kostenentwicklung-photovoltaik>

# Solarthermie in Deutschland

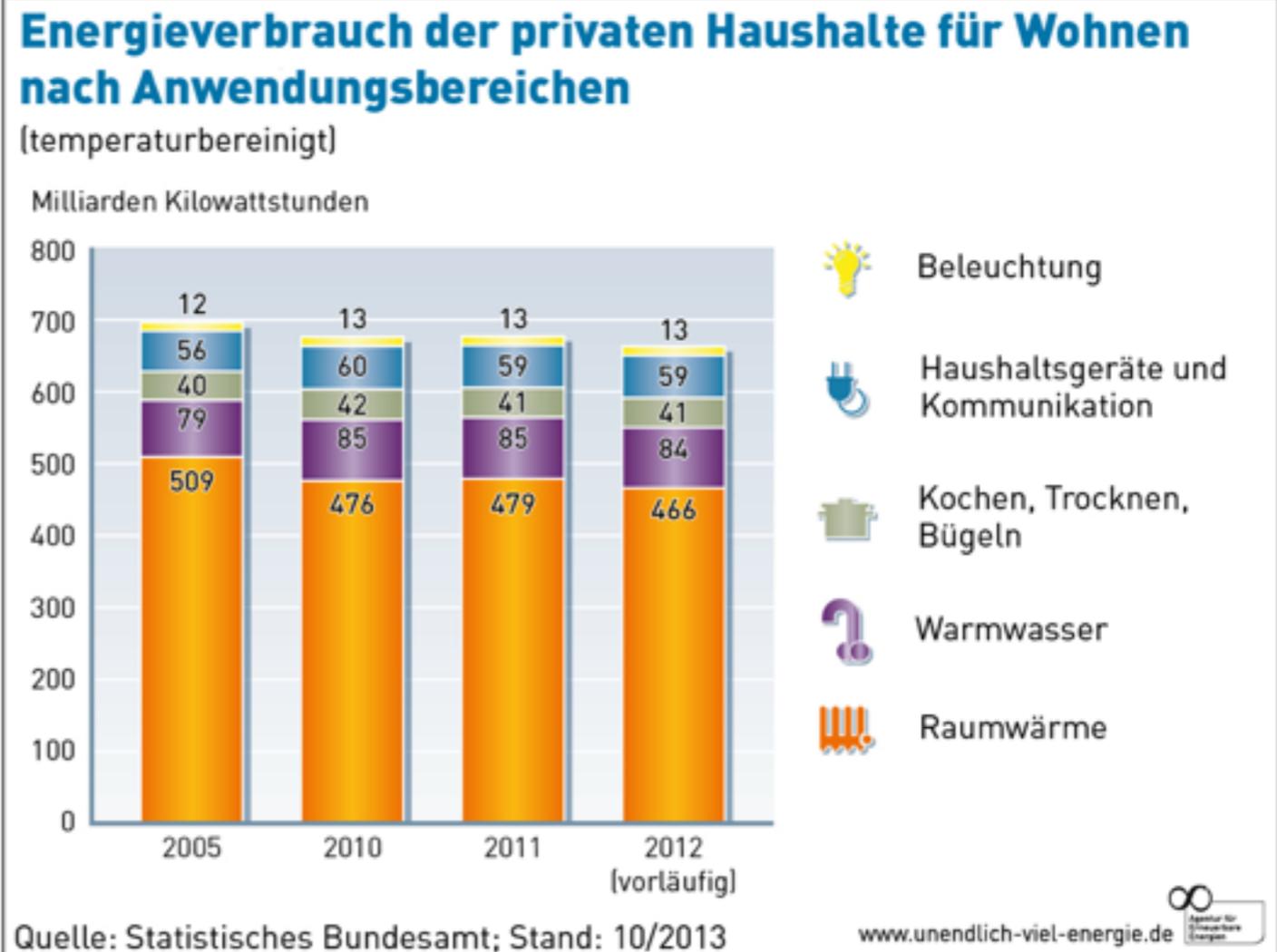
- 16,3 Mio. m<sup>2</sup> installierte Kollektorfläche
- 1,15 Mio. m<sup>2</sup> Zubau 2012
- 6 Mrd. kWh erzeugte Wärme
- 0.4% des gesamten deutschen Brutto-Wärmeverbrauchs
- ca. 4% Anteil an der erneuerbaren Wärme

[http://www.erneuerbare-energien.de/unsere-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx\\_ttnews\[backPid\]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87](http://www.erneuerbare-energien.de/unsere-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews[backPid]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87)

The screenshot shows the website of the German Federal Government, specifically the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). The page is titled "Erneuerbare Energien" (Renewable Energy) and features a navigation menu with links for "English", "www.bmu.de", "Kontakt", "Impressum", "Suche", and "Ok". The main content area displays a report titled "Bericht 'Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012'" (Report 'Development of Renewable Energy in Germany in 2012'), dated February 2013. The report is available as a PDF file (138 KB) and includes a link to the publication page. The left sidebar contains a list of topics related to renewable energy, such as "Solarenergie", "Windenergie", "Wasserkraft", "Bioenergie", "Geothermie", "Förderung", "Forschung", "Netzintegration erneuerbarer Energien", "Plattform Erneuerbare Energien", "Gesetze / Verordnungen", "EU / International", "Datenservice", "Arbeitsplatzeffekte / Qualifizierung / Akzeptanz", "Studien", and "Bildungsmaterialien". The bottom of the page features a footer with the text "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit" and "Impressum".

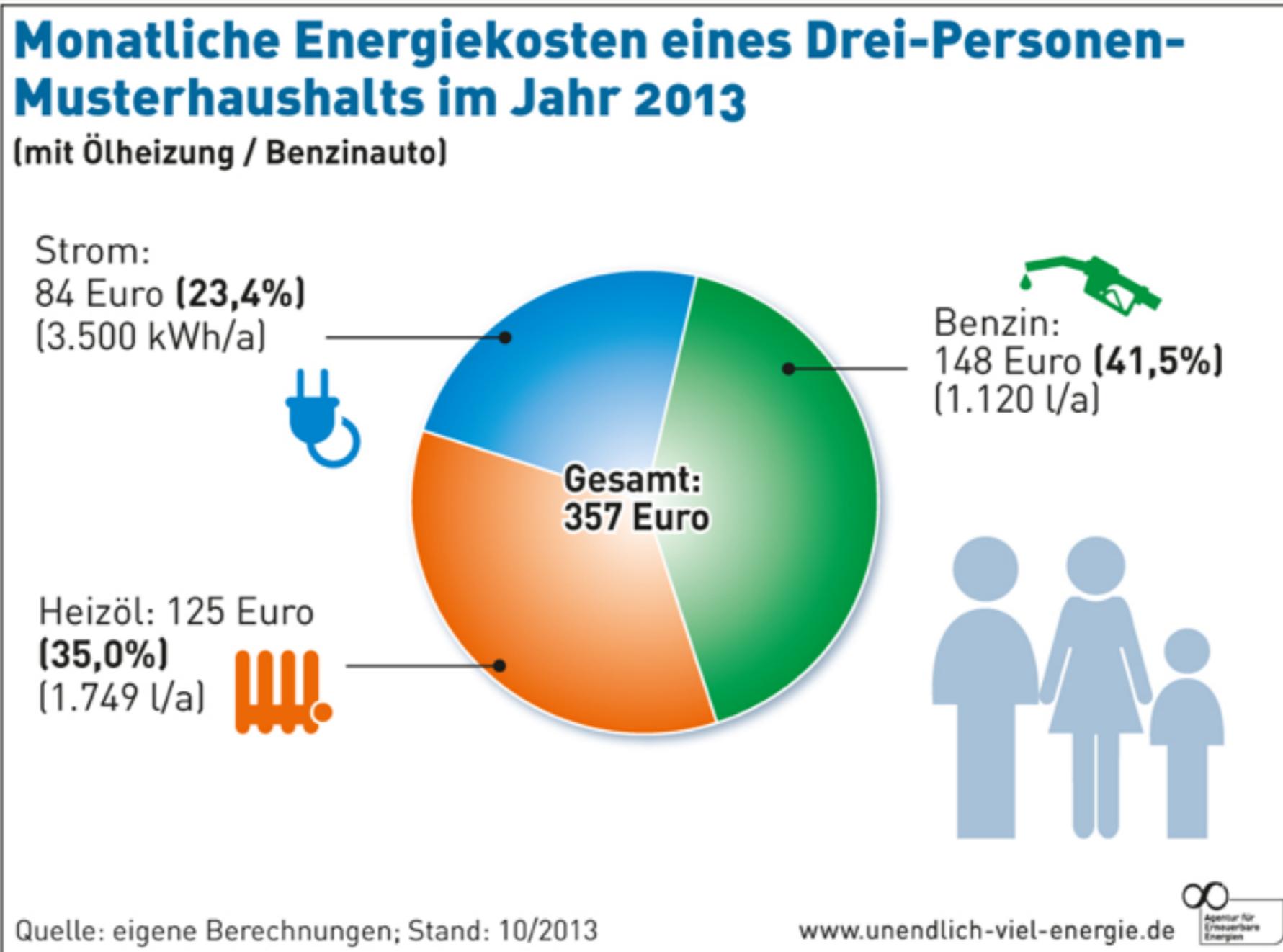
# Energieverbrauch privater Haushalte

„Grund für sinkende Verbräuche von Öl und Gas sind nach Aussage der Agentur für Erneuerbare Energien neben Dämm- und Sanierungsmaßnahmen auch der verstärkte Einsatz energieeffizienter Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien“.



<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-von-privathaushalten>

# Energiekosten



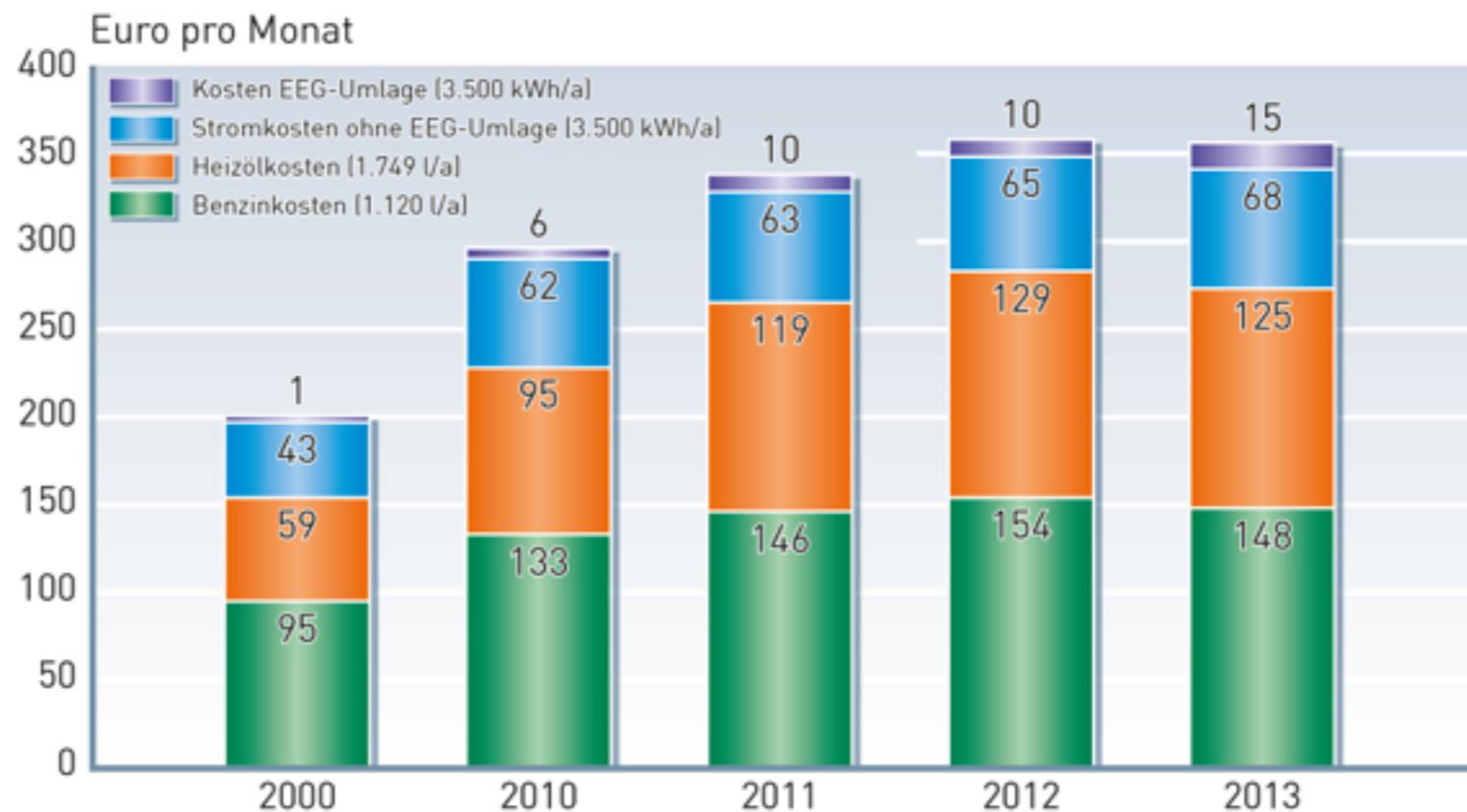
<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/energiekosten-in-privathaushalten>

# Energiekosten

## Entwicklung der monatlichen Energiekosten eines Drei-Personen-Musterhaushalts

(mit Ölheizung / Benzinauto)

Seit dem Jahr 2000 mussten Privathaushalte die größten Kostensteigerungen für Heizöl hinnehmen. Die Stromrechnung macht knapp ein Viertel der Energiekosten aus.



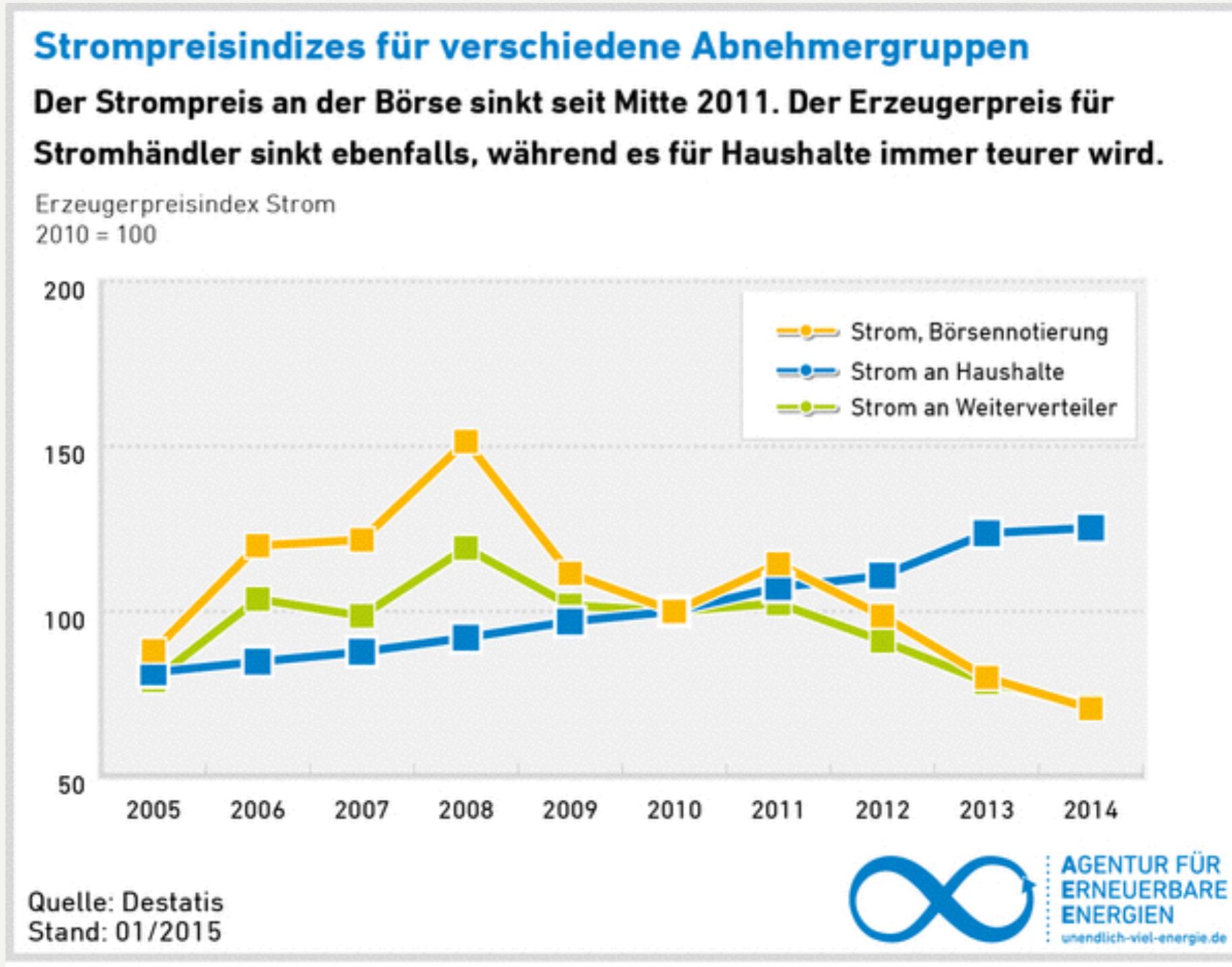
Quelle: eigene Berechnungen; Stand: 10/2013

www.unendlich-viel-energie.de

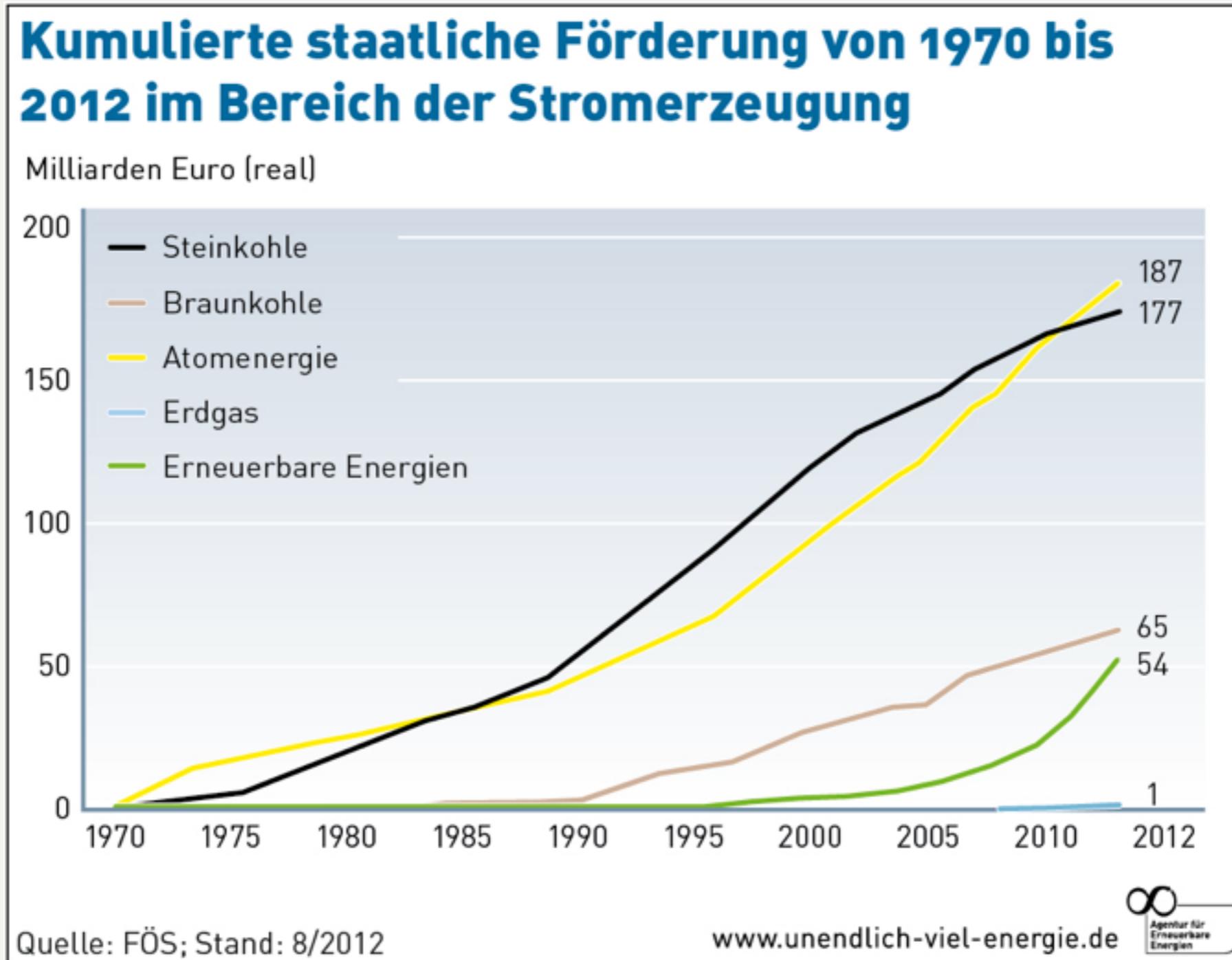


<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/energiekosten-in-privathaushalten>

# Entwicklung der Kosten



# Staatliche Förderung



# Hinkley Point C

- 112€ / MWh garantierter Abnahmepreis
- Preisgarantie für 35 Jahre (!)
- Inflationsanpassung (Steigerung!)
- Aktueller Preis in Leipzig: €40/ MWh!

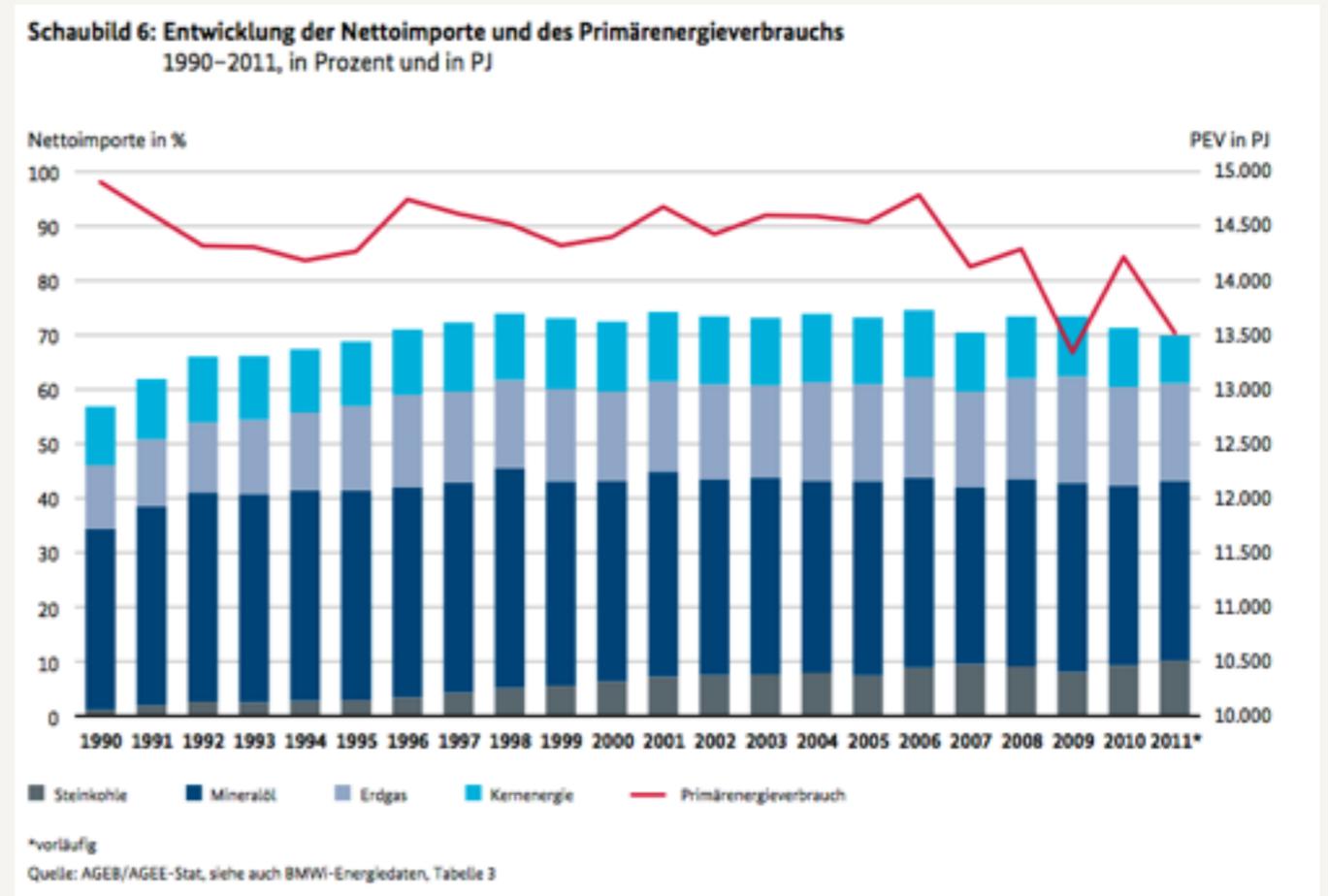
Hinkley Point B



# Zusätzliches

# Primärenergieverbrauch

- Primärenergieverbrauch enthält Wärme und Strom
- Import-Anteil sinkt
- Primärenergie-Verbrauch sinkt (?)



# Produzierte Strommenge

