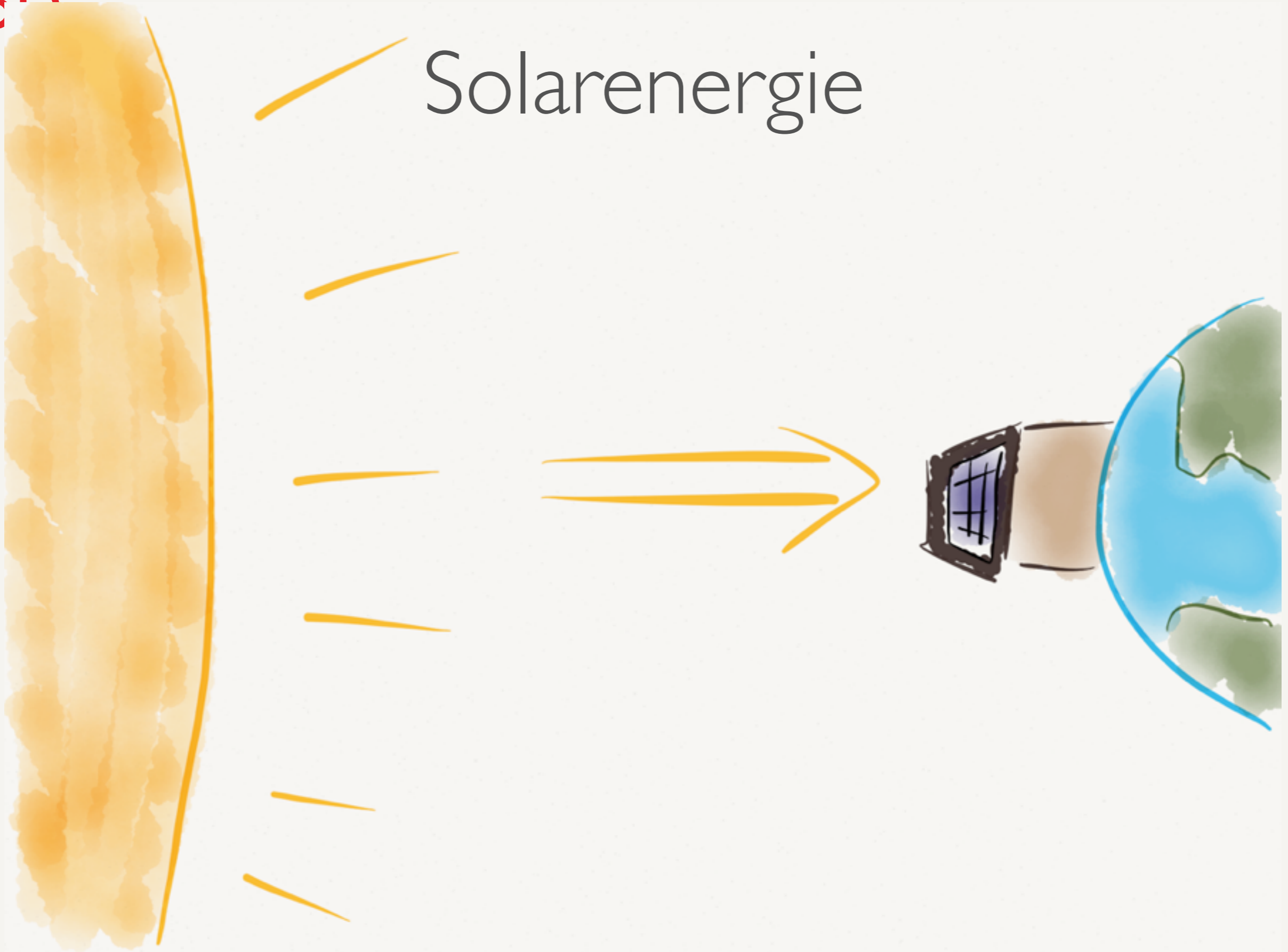




Solarenergie

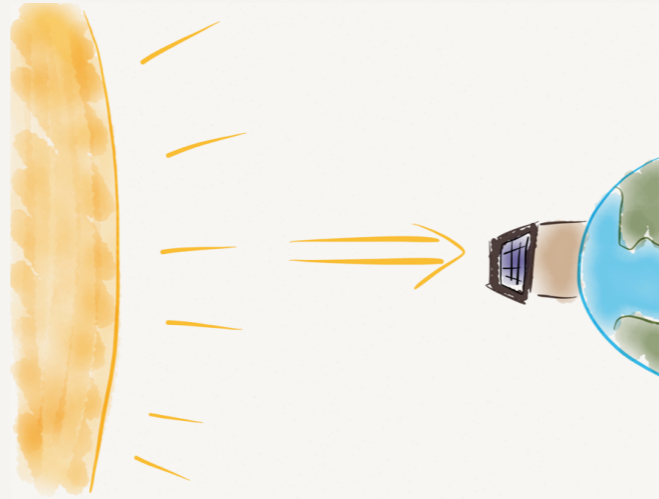
Energie

Solarenergie

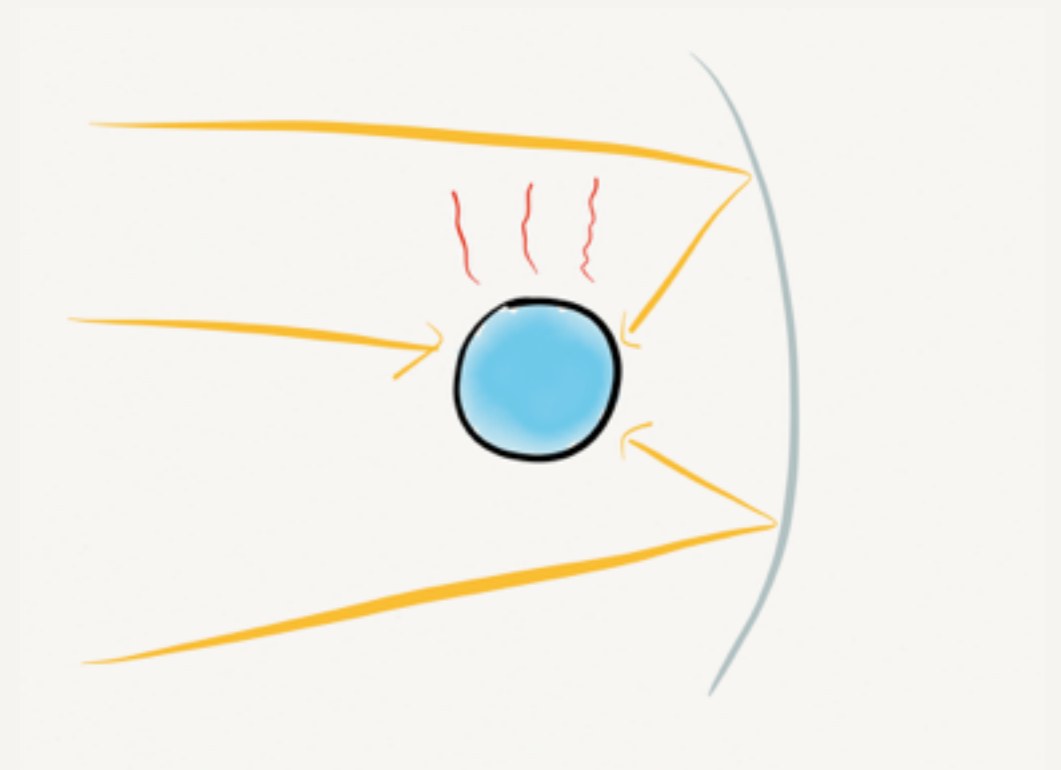
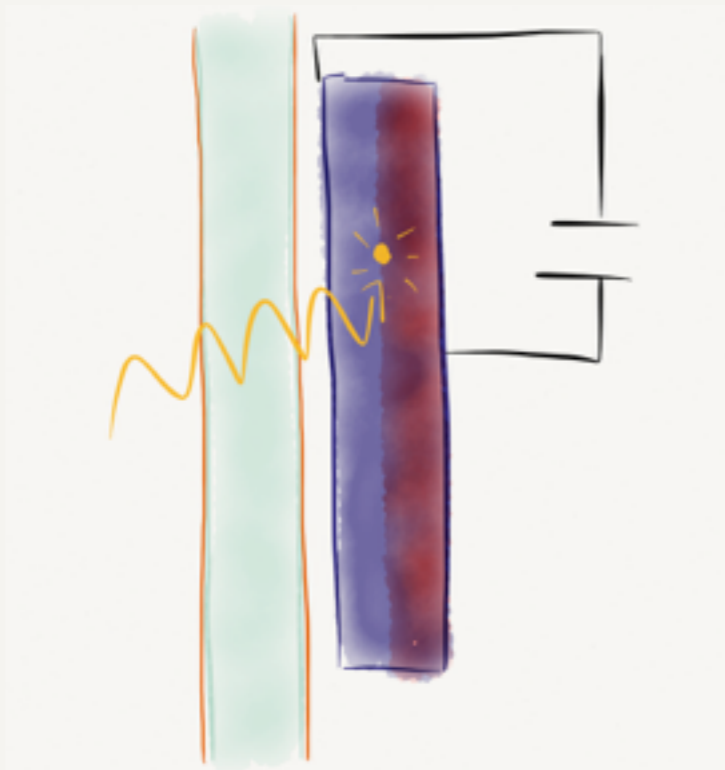


Solarenergie

Photovoltaik
Licht in Strom



Solarthermie
Licht in Wärme



Nutzung der Sonnenenergie



Photovoltaik

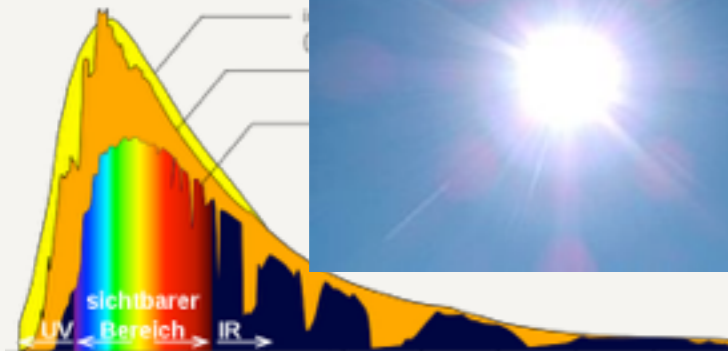
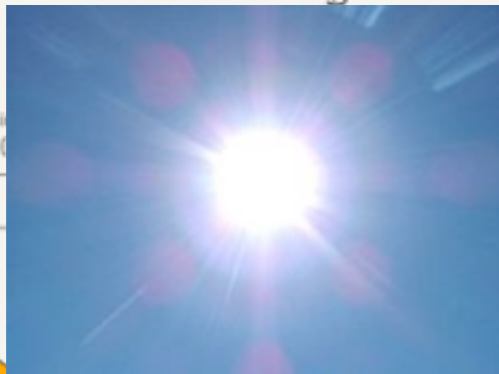
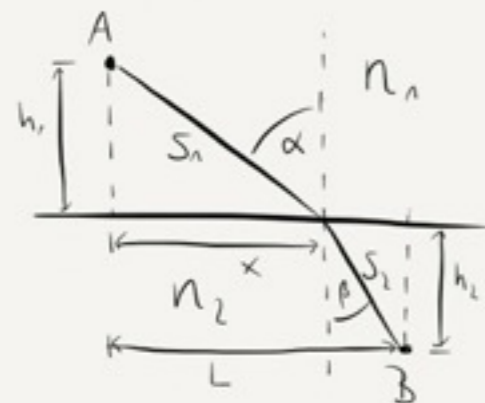
- Direkte Stromerzeugung über den inneren photoelektrischen Effekt
- Haus- und Kraftwerksbetrieb

Solarthermie

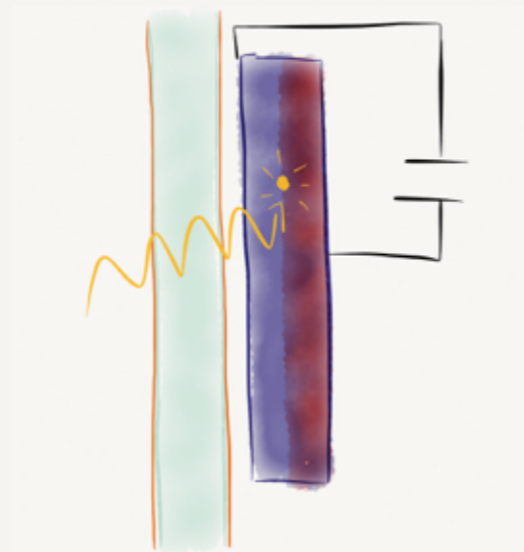
- Direkte Wärmeerzeugung
- Indirekte Stromerzeugung über Turbinen
- Haus- und Kraftwerksbetrieb

Überblick über die Vorlesung

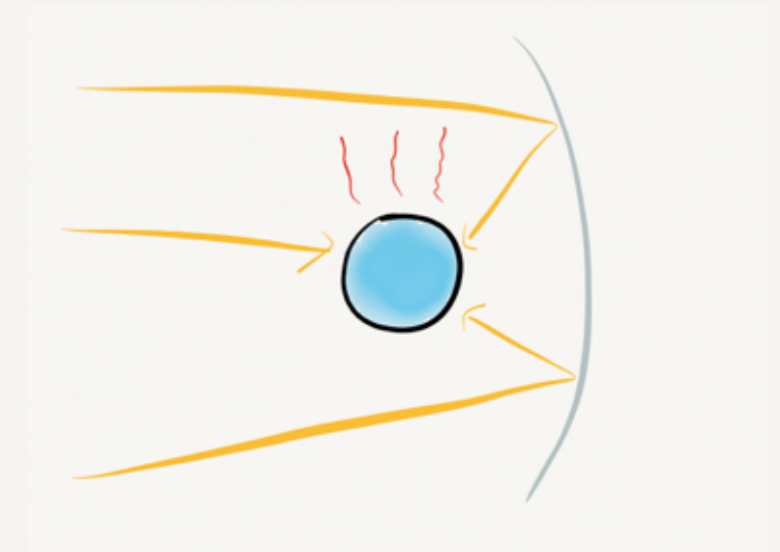
Grundlagen



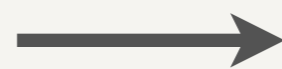
Photovoltaik



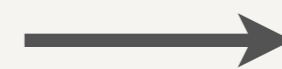
Solarthermie



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>

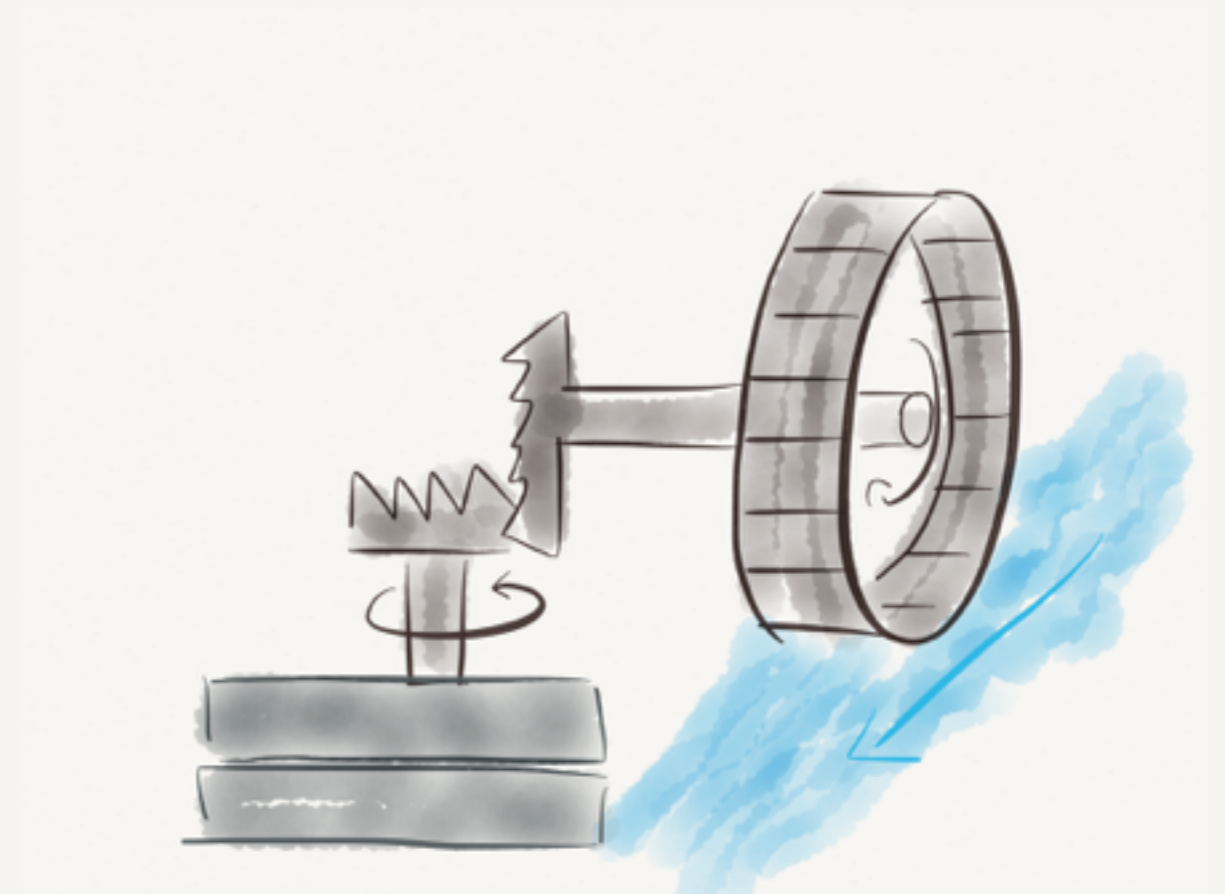
[http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews\[backPid\]=632](http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews[backPid]=632)

Energie

Energie

*Fähigkeit eines Systems,
Arbeit zu verrichten*

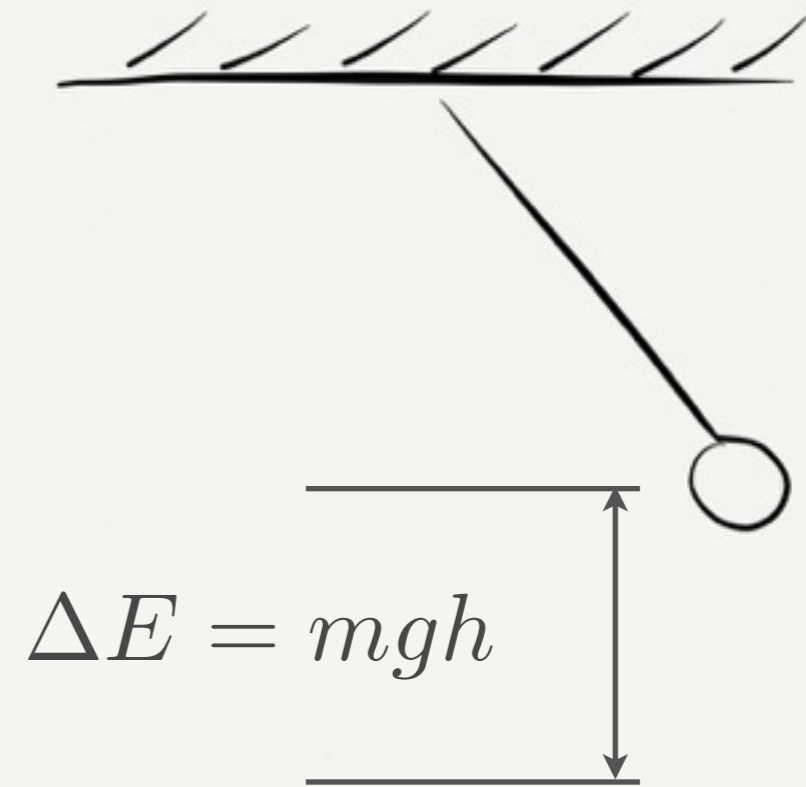
- $\epsilon\nu$ - Innen
- $\epsilon\rho\gamma\omicron\nu$ - Wirken
- Viele Energieformen: potentielle, kinetische, chemische, elektrische, thermische, ...
- Energie kann umgewandelt werden.
- Energie kann übertragen werden.
- Energie kann gespeichert werden.



Energieformen

Potentielle Energie

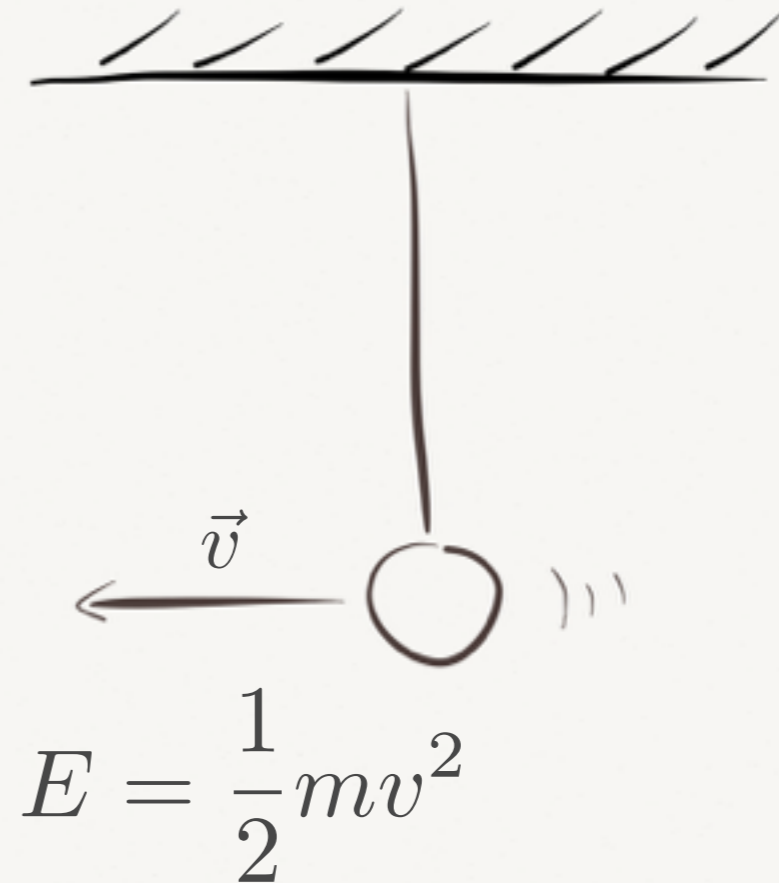
- Im Schwerfeld der Erde
- In einer gestreckten Feder
- Coulomb-Potential



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



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

Energieformen

Wärme



- Wärme ist ungeordnete Bewegung von Atomen oder Molekülen.



Entropie

Qualität der Energie

Wärme

- Hohe Entropie
- Viele Möglichkeiten unterschiedlicher Orte und Geschwindigkeiten für Moleküle
- Dadurch unterschiedliche Energien

Niedrige Qualität

Strom / Mechanische Arbeit

- Niedrige Entropie
- Elektronen können in einem Draht nur in eine Richtung fließen
- Ein Potentialunterschied

Hohe Qualität

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 Energieeinheiten

- Rechnen Sie kWh in J um.

Energieumwandlung und Entropie

Energieeinheiten Umrechnungen

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

Umwandlung der Energieformen

Entropie bestimmt die Grenzen

- Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden.
- Kinetische - Potentielle (Pendel)
- Elektrische Energie - mechanische Kraft
- Chemische Energie - Wärme
- Wärme - mechanische Kraft
- **Entropie:** 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



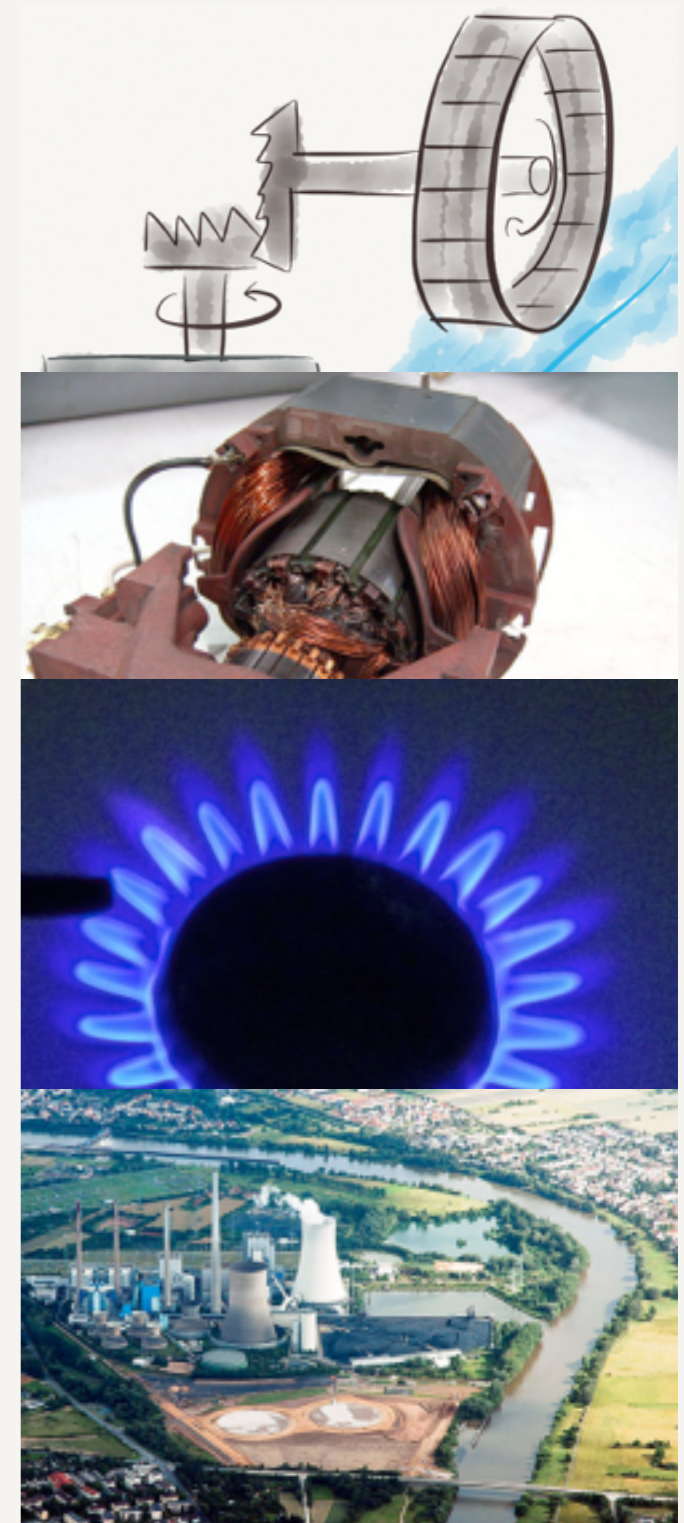
Umwandlung der Energieformen

Quelle: Wikipedia



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

Kraftwerk



Wärmekraftmaschinen

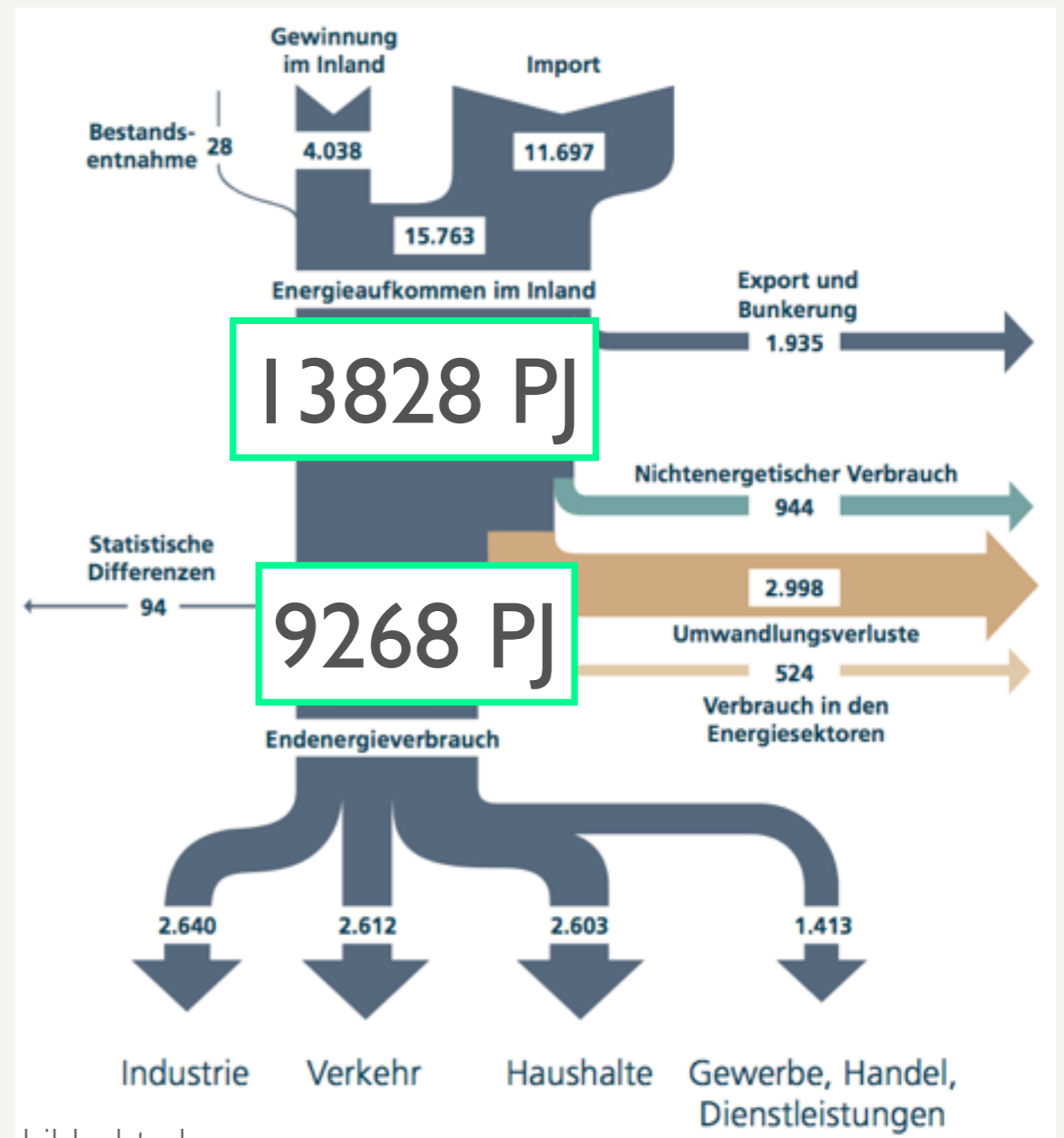
- Wärmekraftmaschine wandeln Wärme in mechanische Energie um.
- Sie arbeiten i.A. zyklisch (Motor).
- Wie viel Wärme Q kann in Arbeit W maximal umgesetzt werden?
- Gibt es eine Obergrenze des Wirkungsgrades?
- Ja, siehe **Entropie**



Energie in Deutschland

Primärenergie

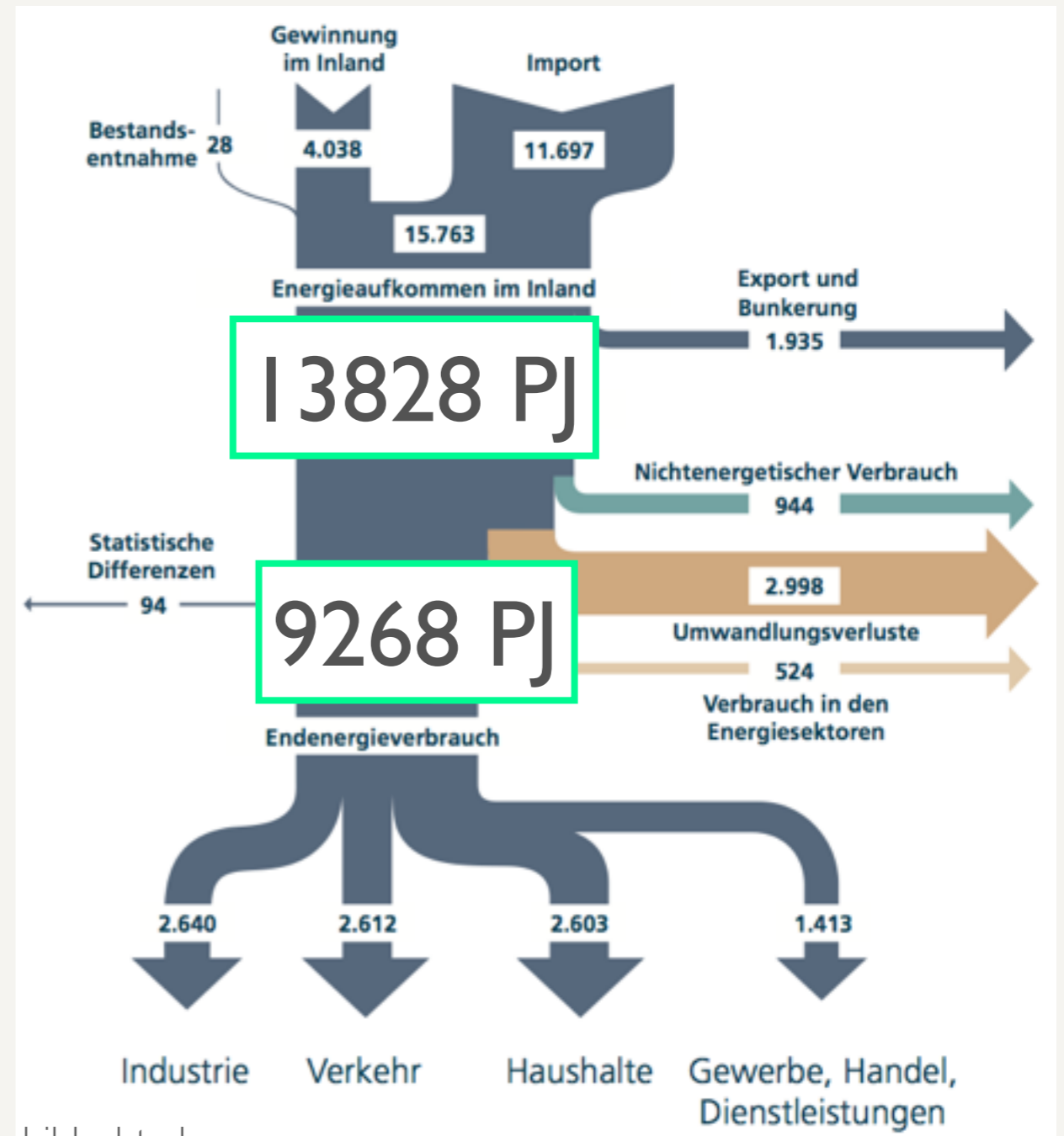
- „Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers“.
- Energieträger: Kohle, Öl, Gas, Uran, Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme, Gezeiten, ...



Quelle: <http://www.ag-energiebilanzen.de/9-0-Energieflussbilder.html>

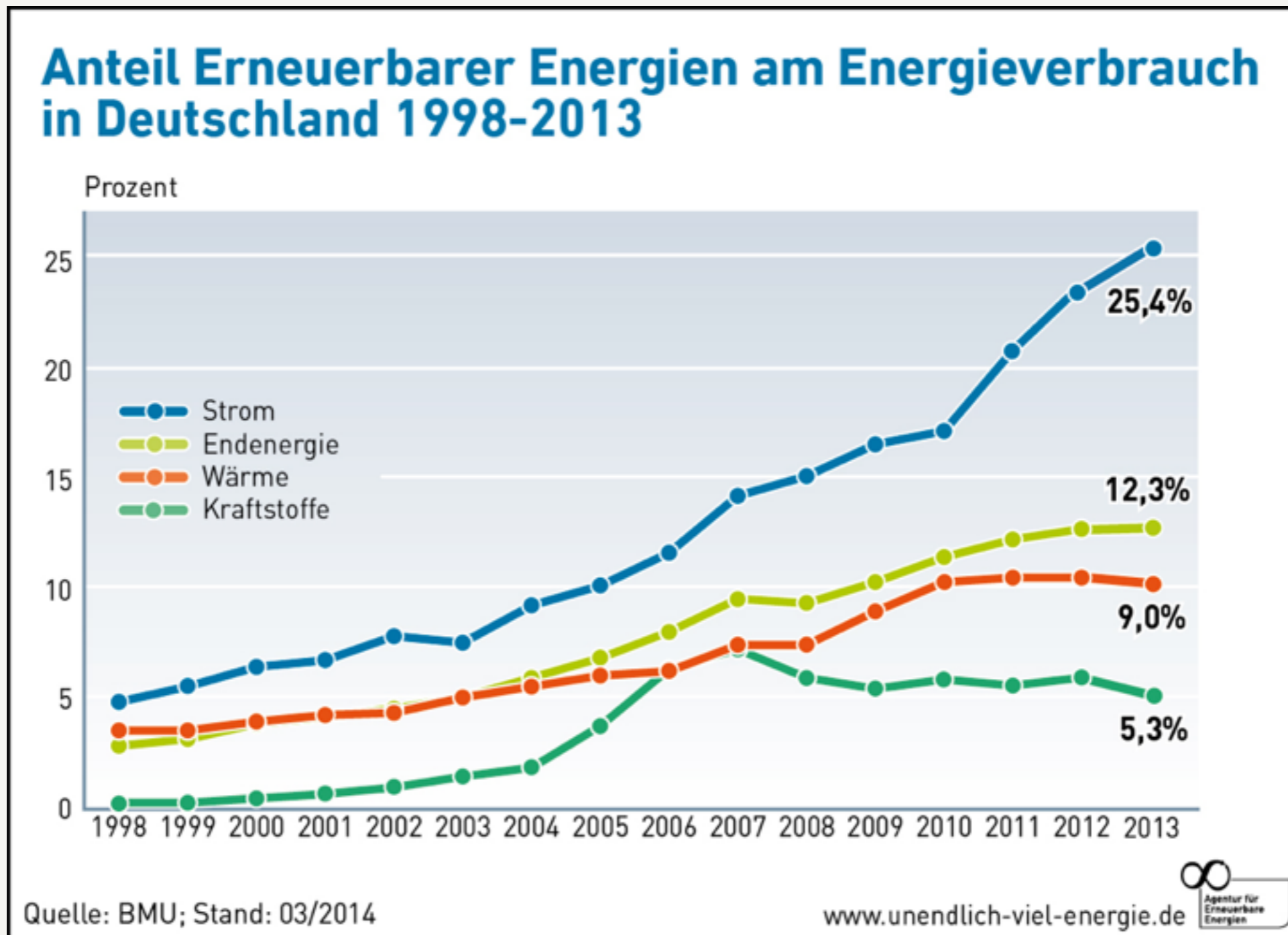
Aufgabe Primärenergie

- Rechnen Sie den Primärenergieverbrauch um in Wh und kWh



Quelle: <http://www.ag-energiebilanzen.de/9-0-Energieflussbilder.html>

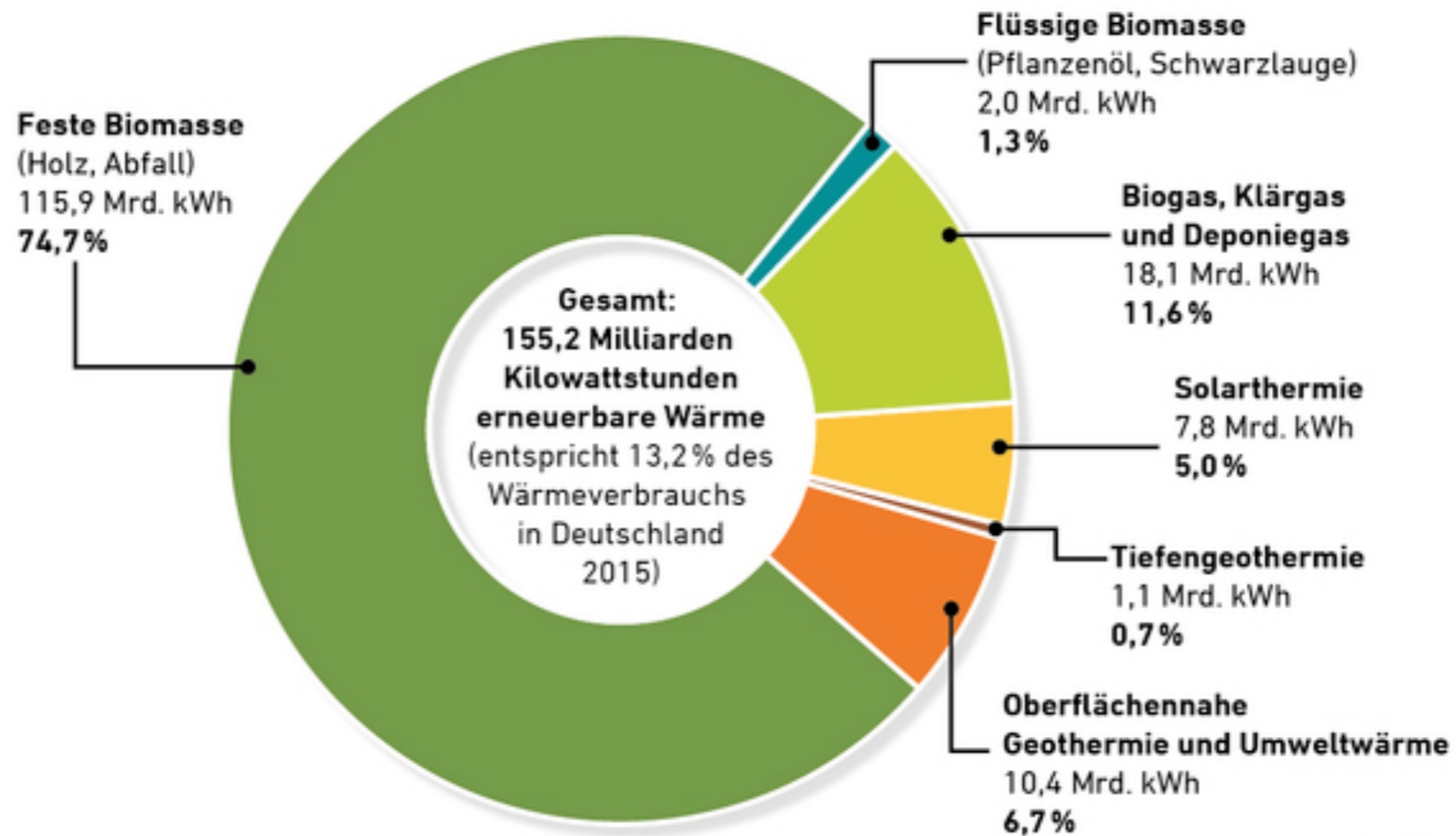
Anteil der erneuerbaren Energien



Wärme aus erneuerbaren Energien

Wärme aus Erneuerbaren Energien 2015

Bioenergie ist wichtigste Quelle erneuerbarer Wärme, die insgesamt rund 12 Prozent des deutschen Wärmeverbrauchs deckte.



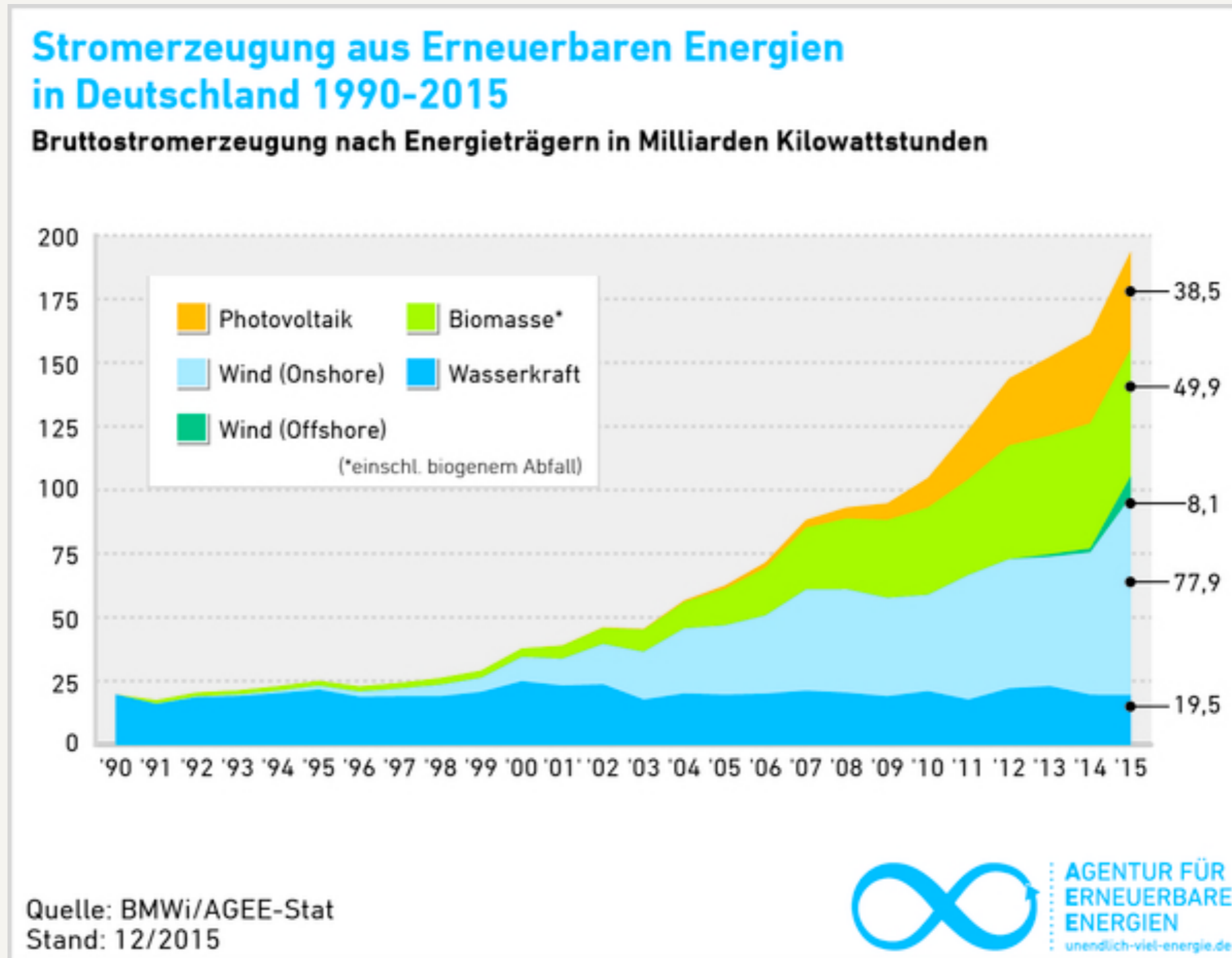
Quelle: BMWi, AGEE-Stat
Stand: 02/2016

© 2016 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



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

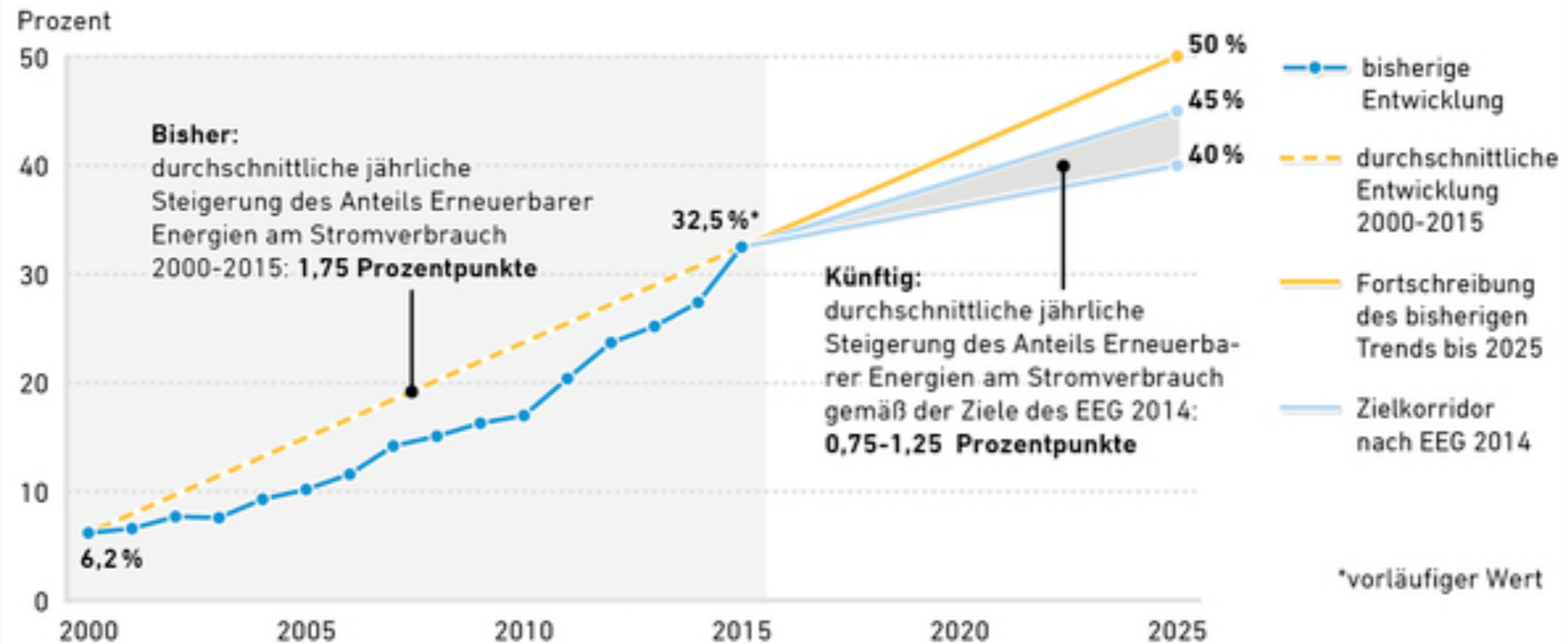
Strom aus erneuerbaren Energien



Strom aus erneuerbaren Energien

Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis 2015 und Ziel bis 2025

Seit dem Jahr 2000 konnten die Erneuerbaren Energien ihren Anteil am Stromverbrauch jährlich im Schnitt um 1,75 Prozentpunkte steigern und erreichten 2015 eine Marke von 32,5 Prozent. In den kommenden 10 Jahren soll dieser Anteil gemäß EEG 2014 deutlich langsamer wachsen.

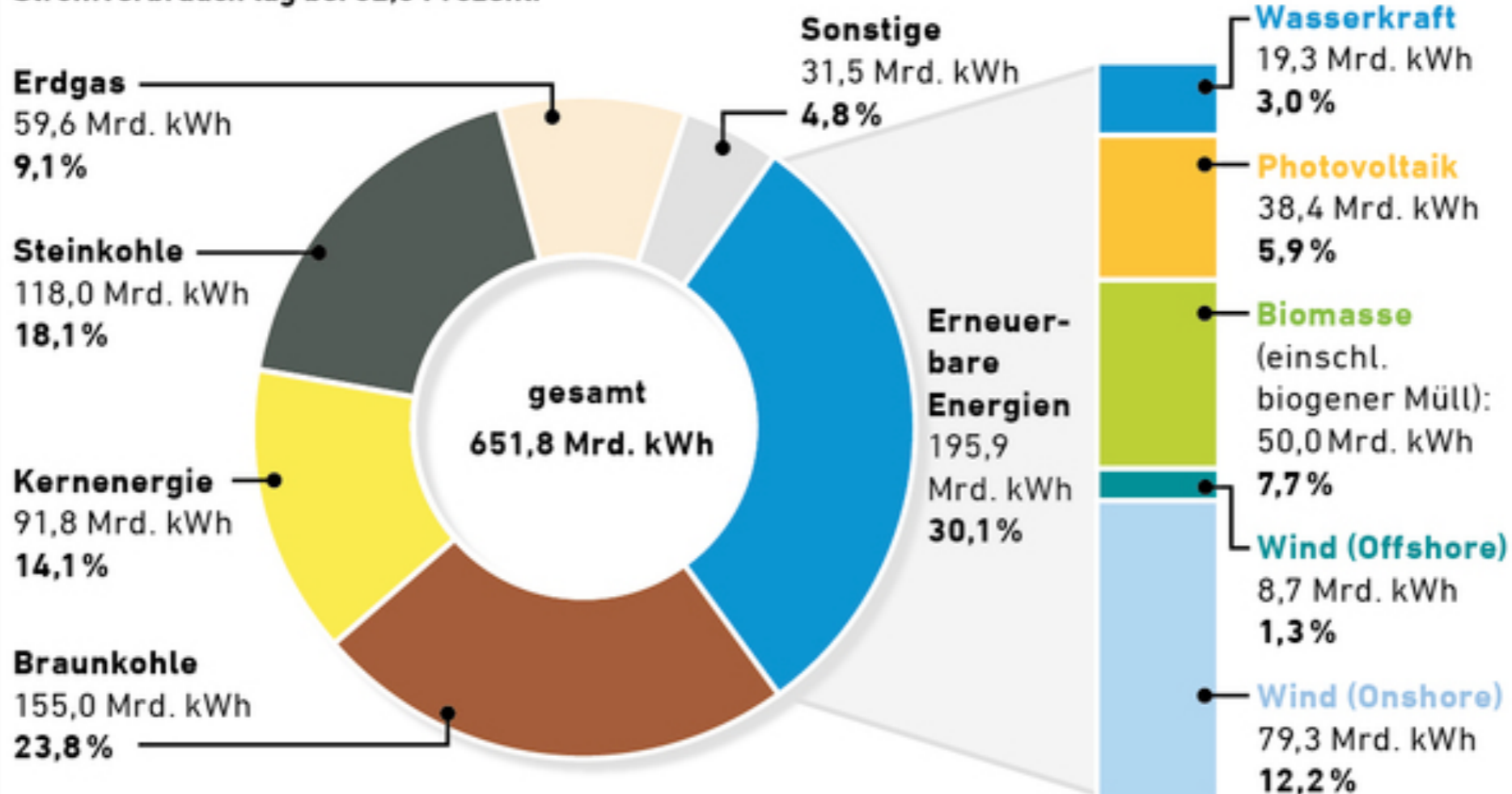


Quelle: AGEB, AGEE-Stat, eigene Berechnung
Stand: 12/2015

Strommix Deutschland

Der Strommix in Deutschland im Jahr 2015

Mit rund 196 Milliarden Kilowattstunden lieferten Erneuerbare Energien 30,1 Prozent der deutschen Bruttostromerzeugung und sind damit der wichtigste Energieträger zur Stromproduktion. Ihr Anteil am Stromverbrauch lag bei 32,6 Prozent.

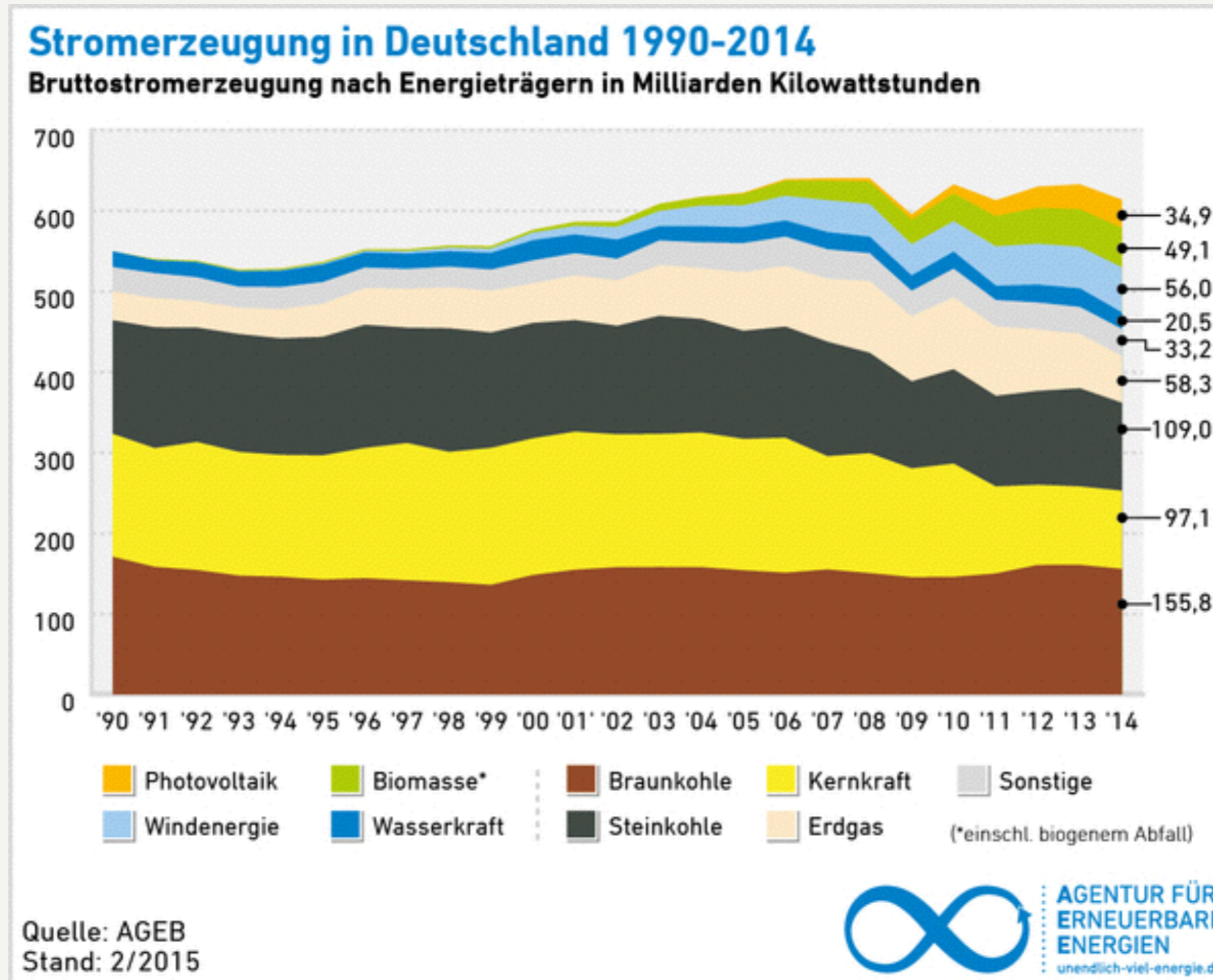


Quelle: AGEE-Stat, AG Energiebilanzen
Stand: 2/2016

© 2016 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Strommix Entwicklung



Quelle: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-stromerzeugung-in-deutschland>

Kraftwerkspark in Deutschland

- Installierte Leistung: 204.5 GW
- Davon EE: 97.8 GW
- Siehe auch [bdew](#).

	Erneuerbarer Energieträger		Summe
	Ja	Nein	
Abfall	869	869	1 737
Biomasse*	6 980		6 980
Braunkohle		21 140	21 140
Deponiegas*	222		222
Erdgas		28 494	28 494
Geothermie*	34		34
Grubengas		242	242
Kernenergie		10 800	10 800
Klärgas*	133		133
Laufwasser*	4 110		4 110
Mehrere Energieträger (nicht erneuerbar)		144	144
Mineralölprodukte		4 236	4 236
Pumpspeicher		9 428	9 428
Solare Strahlungsenergie*	39 332		39 332
Sonstige Energieträger (nicht erneuerbar)		2 722	2 722
Speicherwasser (ohne Pumpspeicher)	1 533		1 533
Steinkohle		28 313	28 313
Unbekannter Energieträger (nicht erneuerbar)		259	259
Windenergie (Offshore-Anlage)*	3 428		3 428
Windenergie (Onshore-Anlage)*	41 184		41 184
Gesamtergebnis	97 825	106 647	204 472

http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste-node.html

Nutzungsgrad

Capacity factor

- Der Nutzungsgrad eines Kraftwerks ist der relative Anteil des Jahres unter nomineller Leistungsabgabe.
- Beispiel:
 - Ein Jahr hat 8760 h.
 - Ein Kernkraftwerk läuft 7800 h im Jahr.
 - Jahresnutzungsgrad: $7800 / 8760 = 89\%$

Aufgabe Nutzungsgrad

- Berechnen Sie aus den Strommengen und installierten Leistungen die Jahresnutzungsgrade für
 - Kernenergie
 - Braunkohle
 - Photovoltaik
 - Windenergie

Typ	Leistung / MW	Energie / Mrd. kWh	Nutzungsgrad
Kernkraft	10800	91.8	97 %
Braunkohle	21140	155	84 %
Steinkohle	28300	118	48 %
PV	39332	38.4	11 %
Wind	41184	79.3	22 %

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

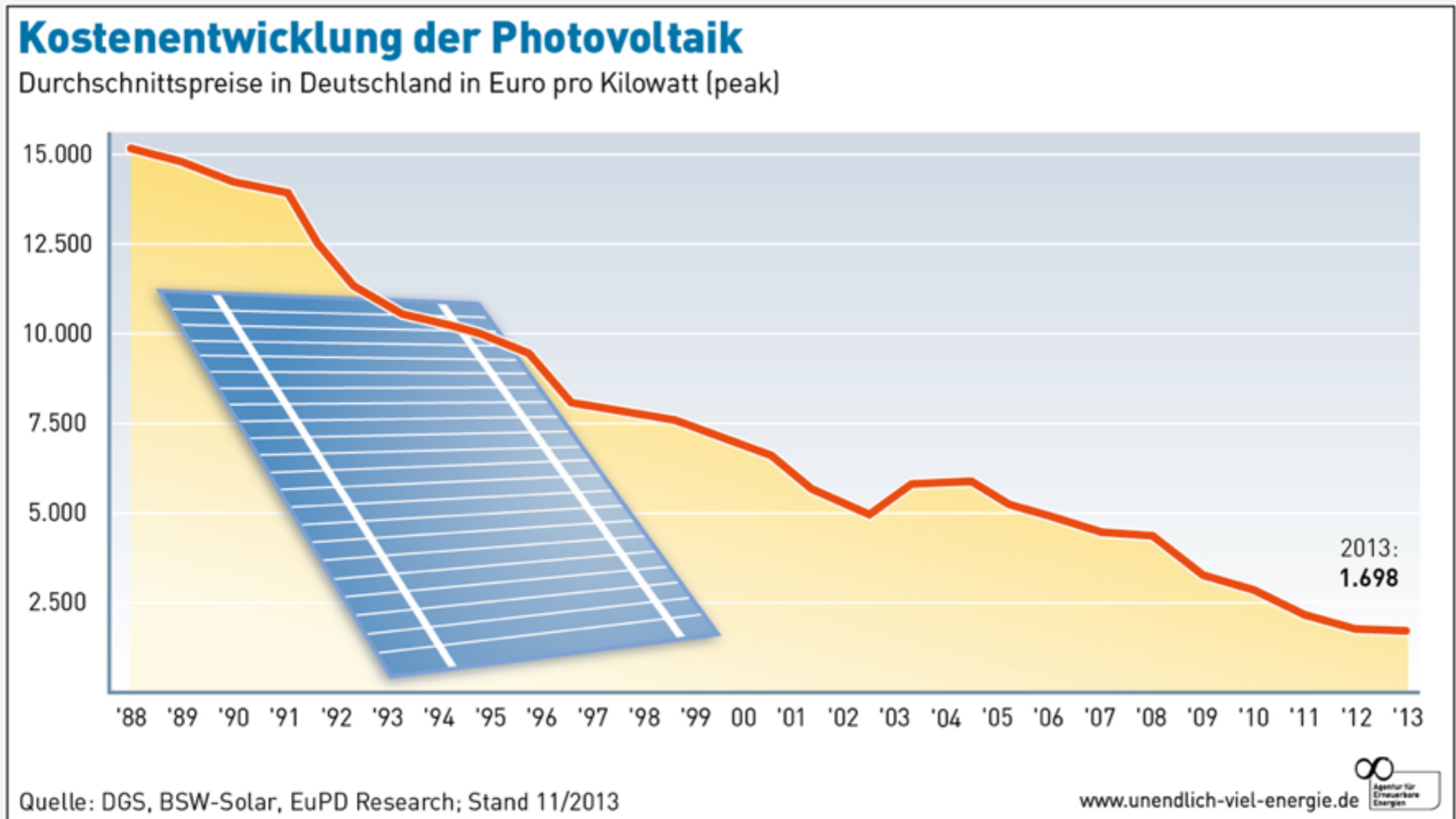
Erneuerbare Energien 2012, PDF (138 KB)

► 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. m² installierte Kollektorfläche
- 1,15 Mio. m² 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/our-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews\[backPid\]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87](http://www.erneuerbare-energien.de/our-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/erneuerbare-energien-2012/?tx_ttnews[backPid]=233&cHash=4b6d2da9262353e8021c2a30b2b6db87)

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-S) vorläufige Angaben, Stand 28. Februar 2013

Erneuerbare Energien 2012, PDF (138 KB)

▶ Bitte beachten Sie auch die Hinweise zum Download.

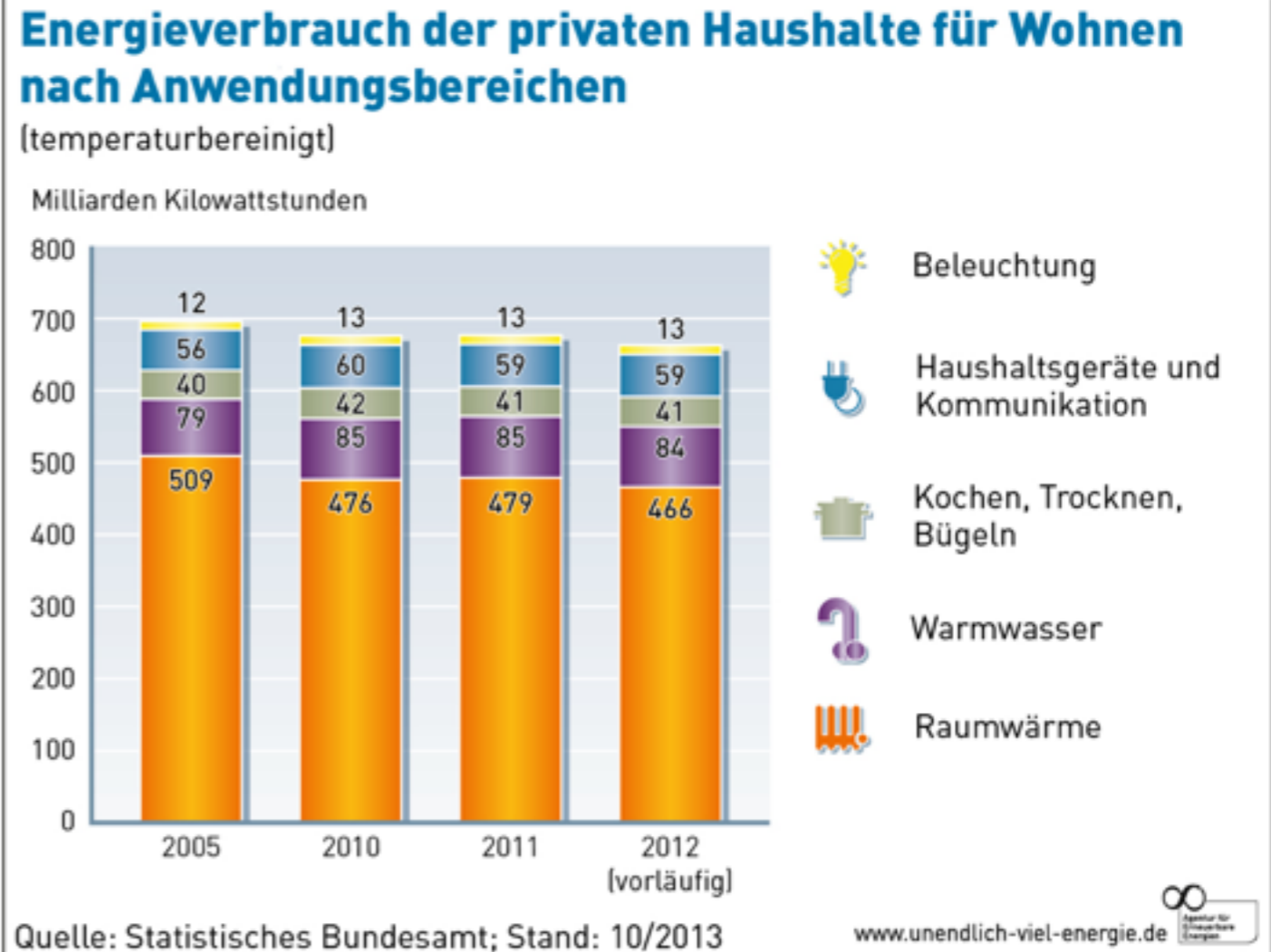
▶ [Zurück zur Seite Publikationen](#)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Impressum D

Energiekosten

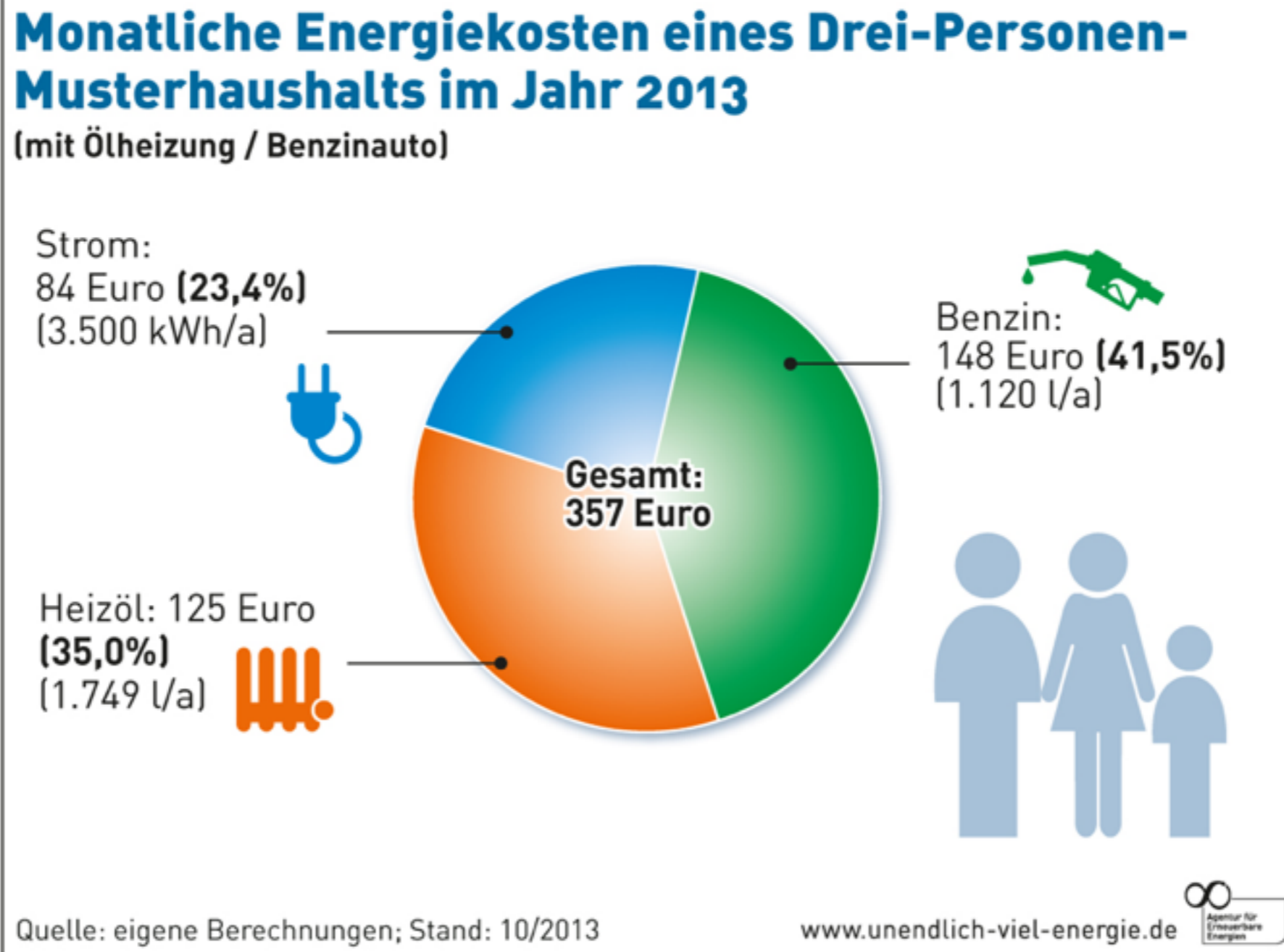
Energieverbrauch privater Haushalte

„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



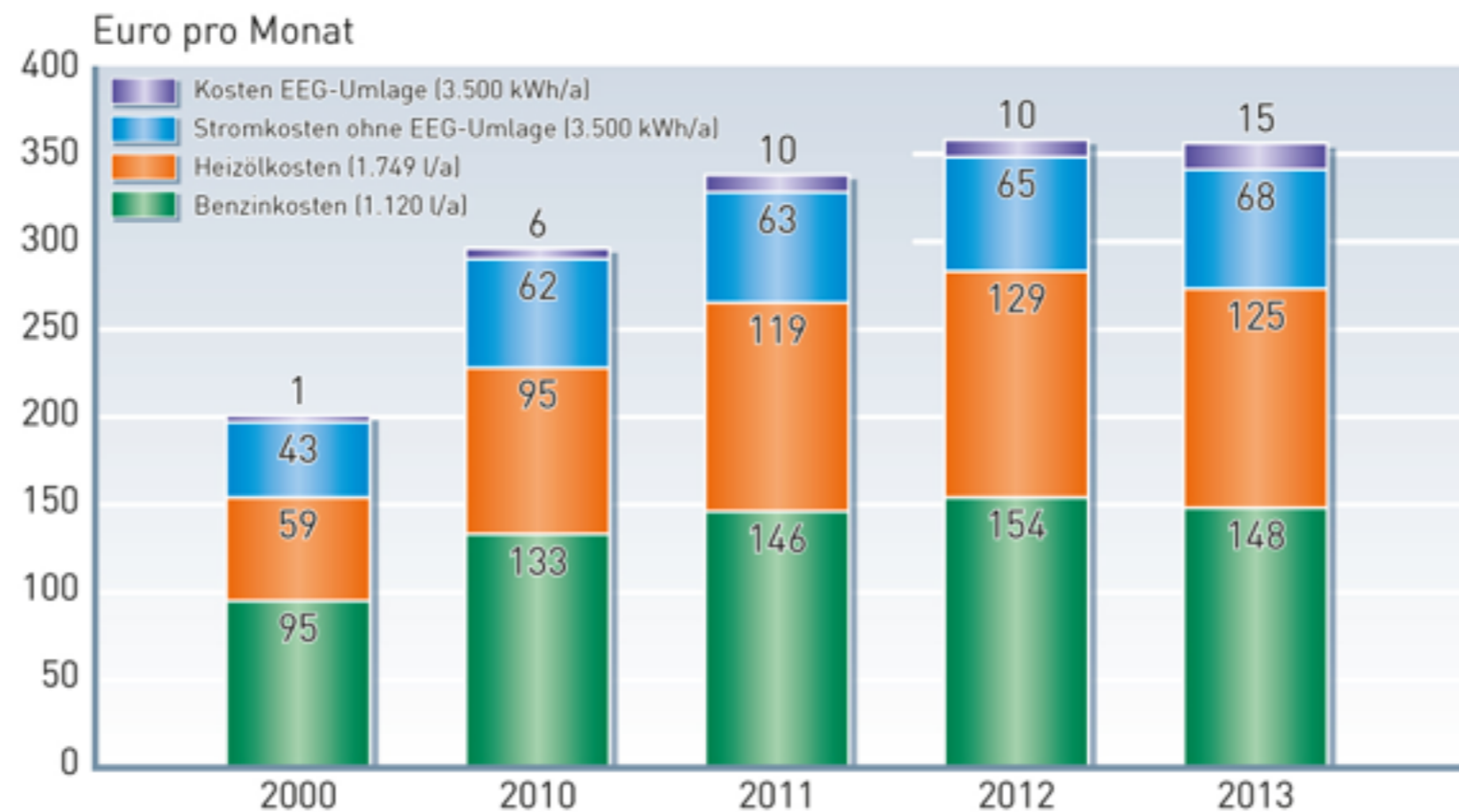
<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/energiekosten-in-privathaushalten>

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.



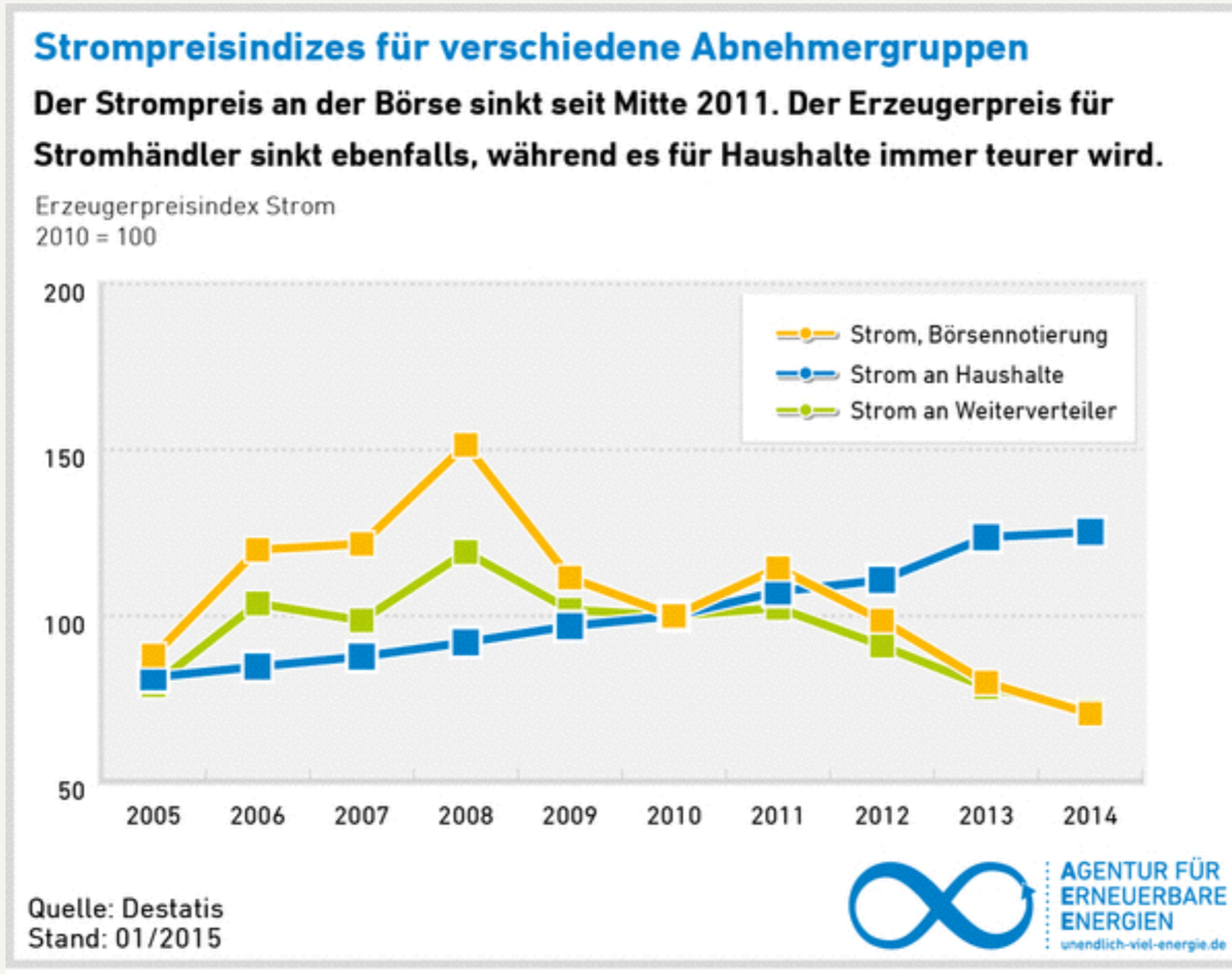
Quelle: eigene Berechnungen; Stand: 10/2013

www.unendlich-viel-energie.de

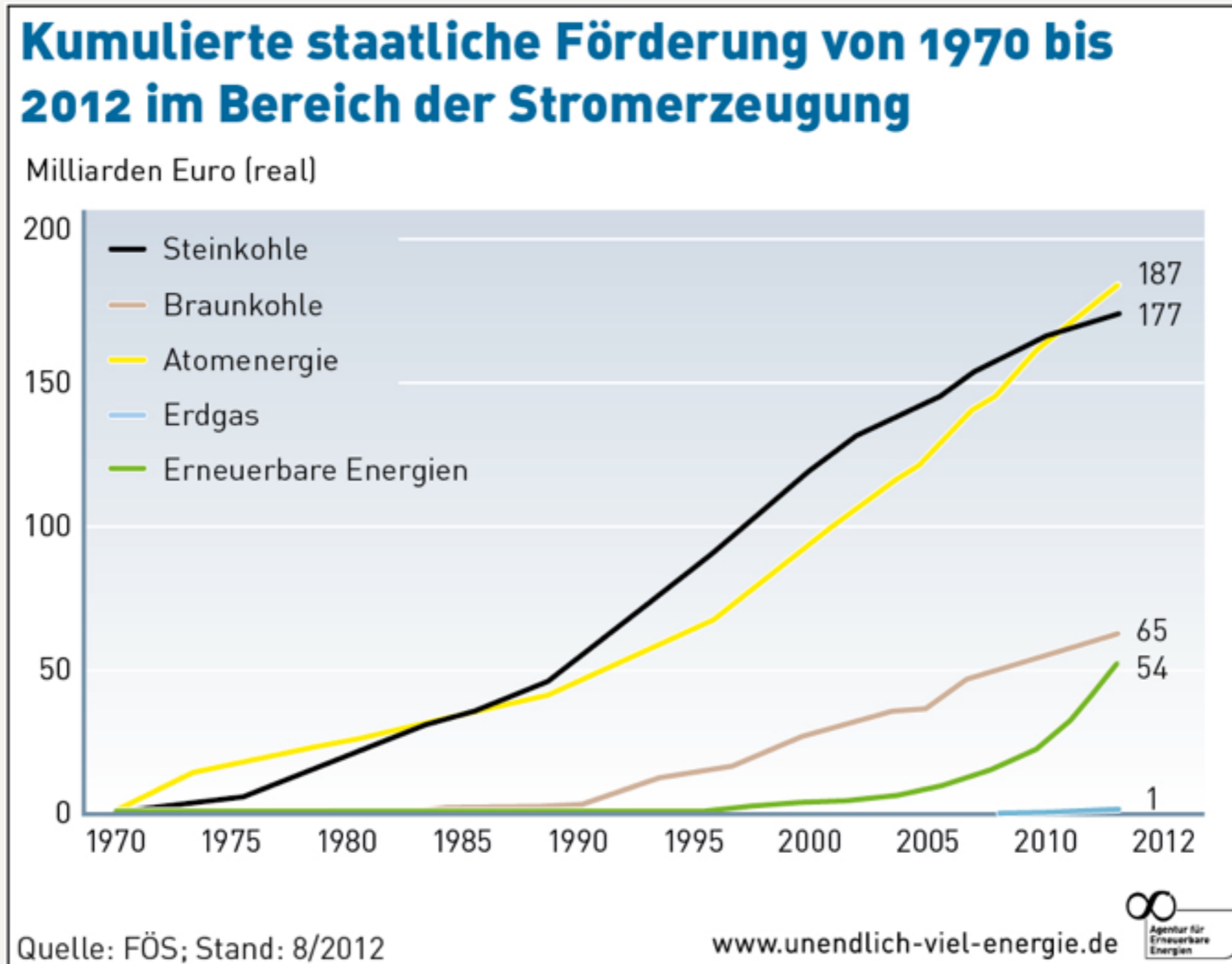


<http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/energiekosten-in-privathaushalten>

Entwicklung der Kosten



Staatliche Förderung



Zusätzliches

Hinkley Point C

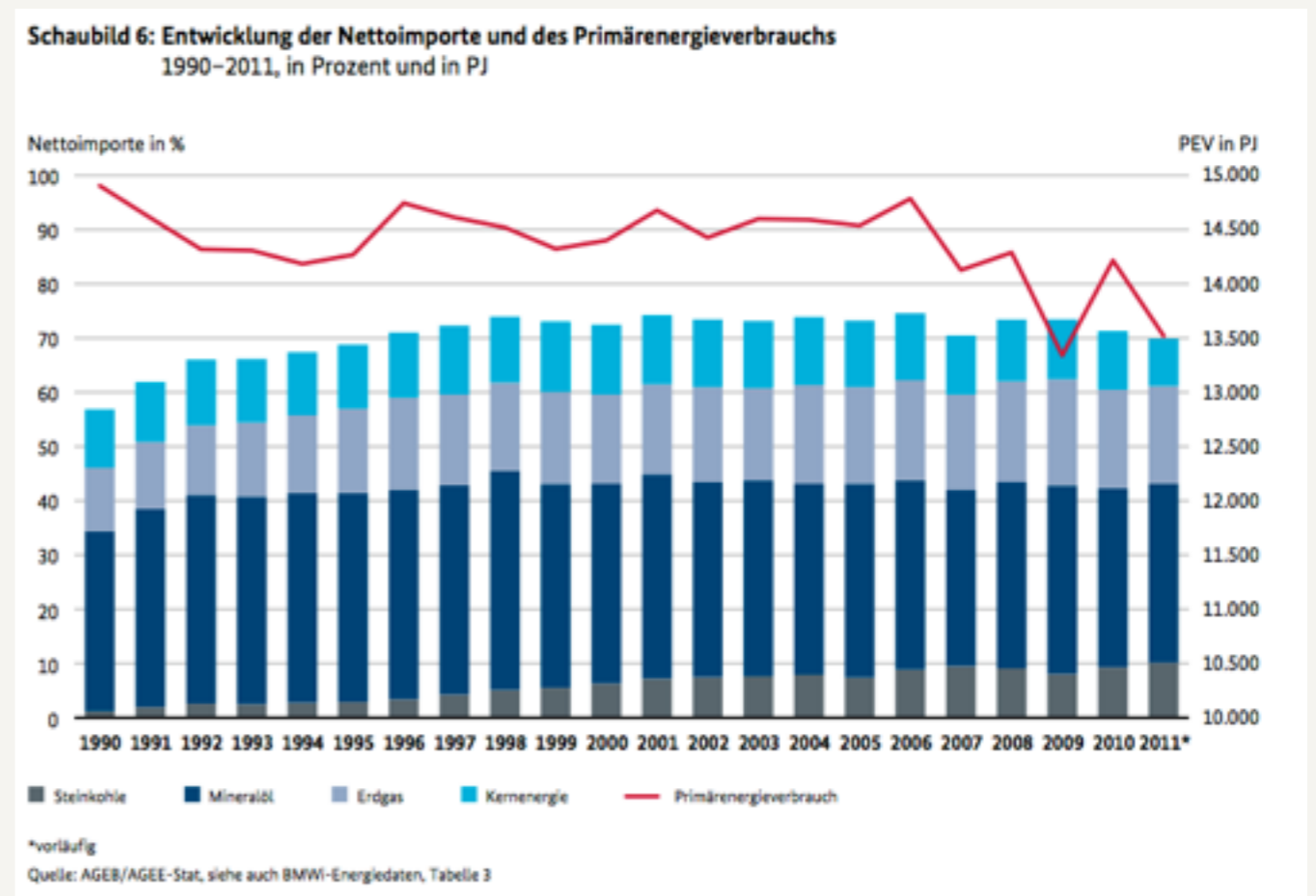
- 112€ / MWh garantierter Abnahmepreis
- Preisgarantie für 35 Jahre (!)
- Inflationsanpassung (Steigerung!)
- Aktueller Preis in Leipzig: €40/ MWh!

Hinkley Point B

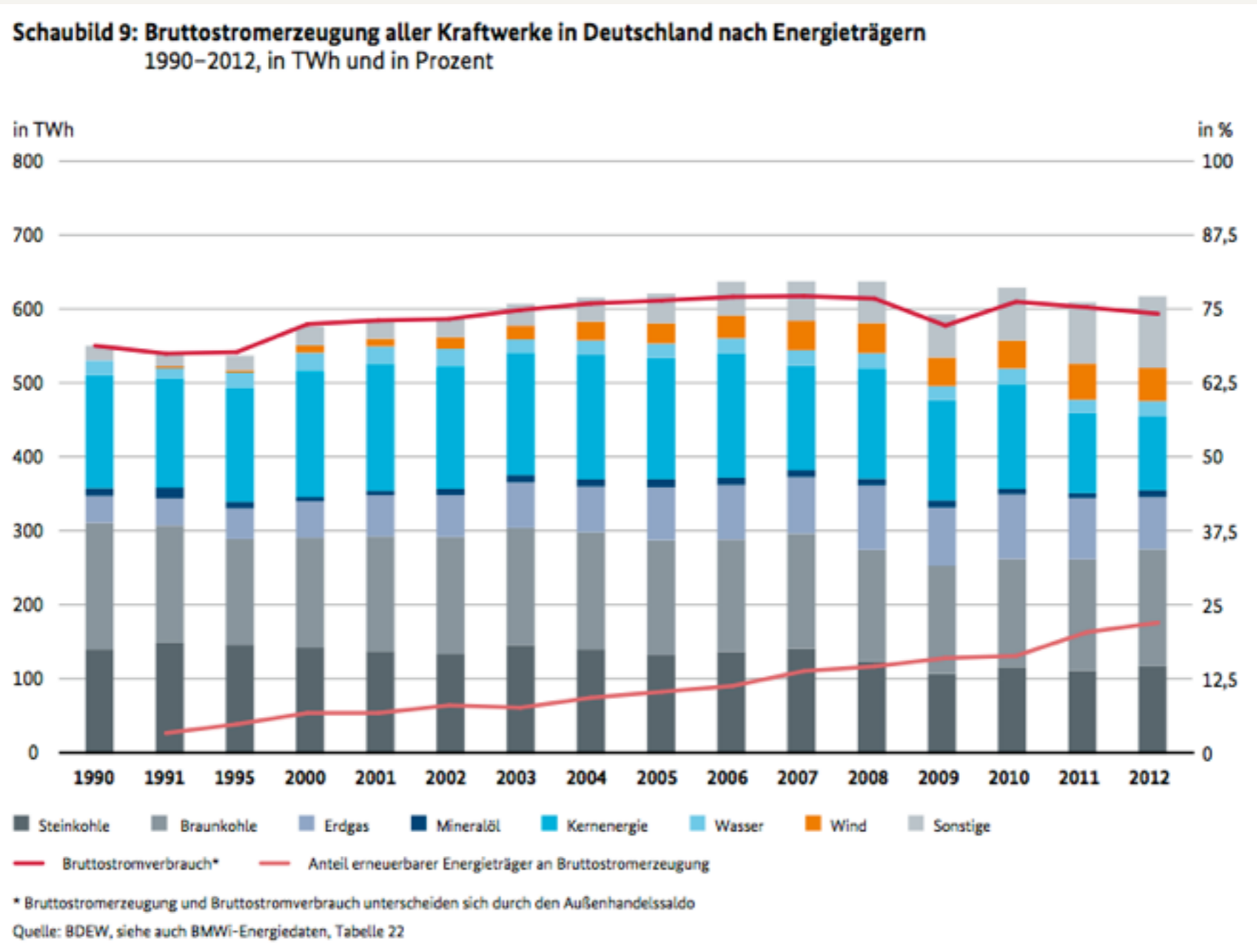


Primärenergieverbrauch

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



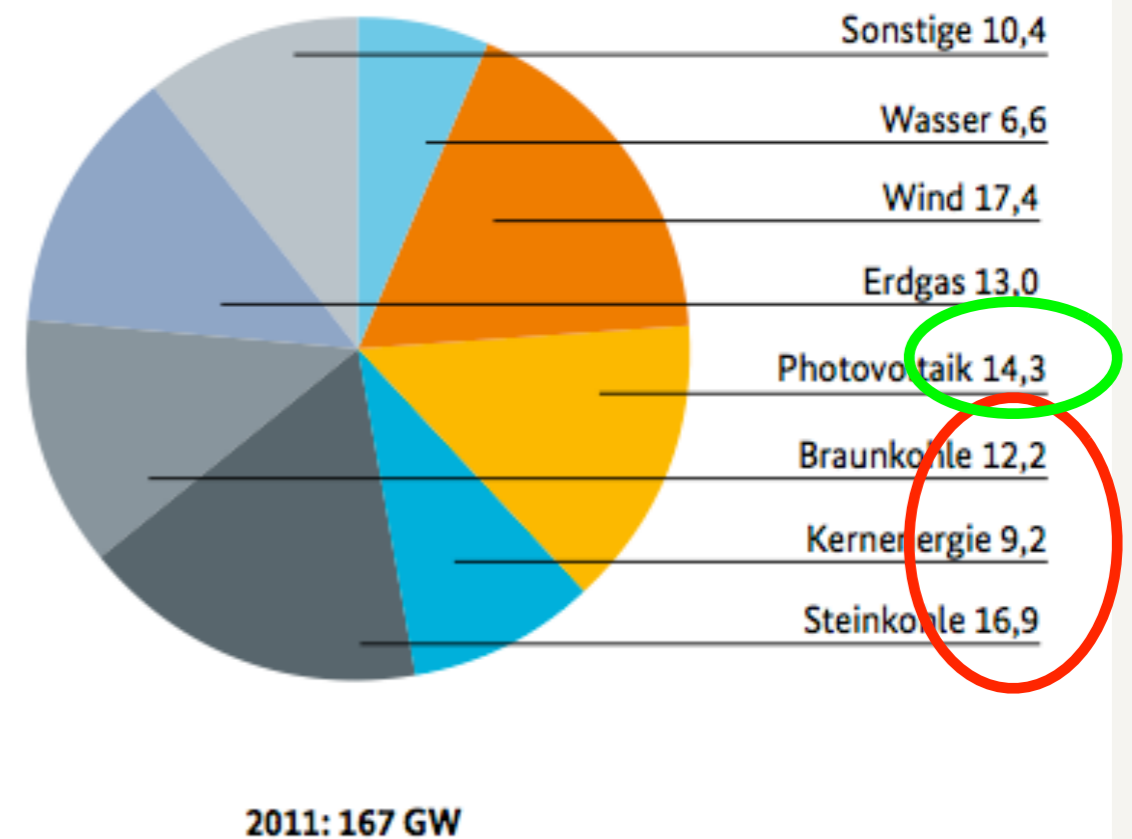
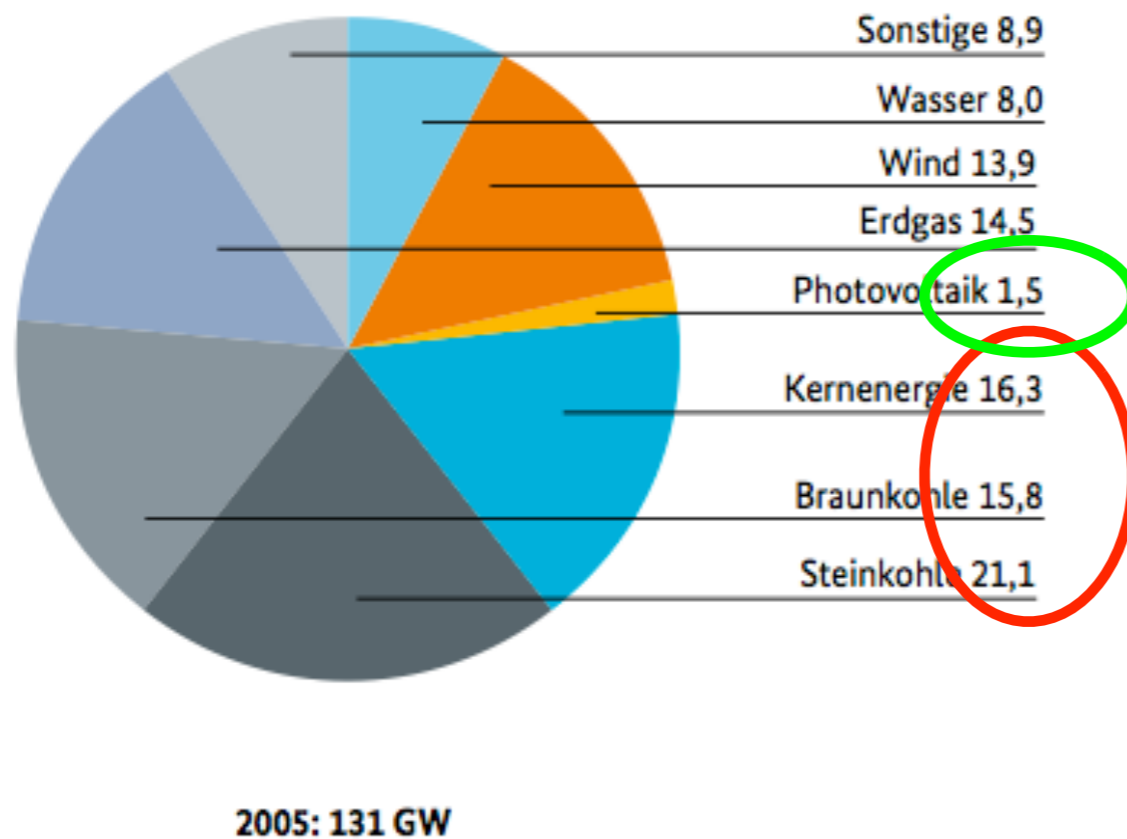
Produzierte Strommenge



Alte Folien

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>