




HINTERGRUND // AUGUST 2014

Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen - Status quo und Perspektiven -

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet I 2.5
Postfach 14 06
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Autoren:

I 2.5: Jörg Schneider, Jeannette Pabst, Petra Icha,
Detlef Drosihn, Gunter Kuhs, Marion Dreher
I 2.2: Manuela Behrens
I 2.6: Patrick Gniffke
I 1.4: Lea Köder, Björn Bünger, Dirk Osiek

Redaktion:

Marion Dreher, Jeannette Pabst

Gestaltung:

Bernd Kreuzscher / Umweltbundesamt

Publikationen als pdf:

[http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/
daten-fakten-zu-braun-steinkohlen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/daten-fakten-zu-braun-steinkohlen)

Bildquellen:

© Kohle_kw-on_Fotolia_2254436_Subscription_L

Stand: März 2014

Inhalt

	Einleitung	6
1	Braunkohlen	6
	1.1 Energiewirtschaftliche Aspekte	7
	1.2 Ökonomische Aspekte	13
	1.3 Umweltaspekte	15
2	Steinkohlen	19
	2.1 Energiewirtschaftliche Aspekte	19
	2.2 Ökonomische Aspekte	26
	2.3 Umweltaspekte	29
3	Ausblick zur zukünftigen Rolle von Braun- und Steinkohlen	32
	Literaturverzeichnis	33
	Anhänge	34

Tabellen

Tabelle 1:	Weltweite Reserven und Ressourcen von Weichbraunkohle	7
Tabelle 2:	Nachgewiesene Braunkohlenreserven (2012)	9
Tabelle 3:	Anteile von Braunkohlen am Primärenergieverbrauch in Deutschland	9
Tabelle 4:	Anteile der Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung in Deutschland	11
Tabelle 5:	Verhältnis von Stromaußenhandelssaldo zur Bruttostromerzeugung	11
Tabelle 6:	Gesamtleistung der Braunkohlenkraftwerke in Deutschland	11
Tabelle 7:	Volllaststunden der deutschen Braunkohlenkraftwerke	12
Tabelle 8:	Elektrische Bruttoleistung deutscher Braunkohlenkraftwerke nach Betreiber	12
Tabelle 9:	spezifischen Umweltkosten für Strom und Wärme je Energieträger	14
Tabelle 10:	Überblick über die wichtigsten direkten / indirekten Subventionen	15
Tabelle 11:	Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren für die deutschen Braunkohlenreviere	16
Tabelle 12:	Elektrische Netto-Wirkungsgrade für Braunkohlengroßkraftwerke	16
Tabelle 13:	Jahresfrachten eines Braunkohlenkraftwerks (Nettonennleistung 1.800 MW)	17
Tabelle 14:	Weltweite Reserven und Ressourcen von Steinkohlen im Jahr 2012	20
Tabelle 15:	Nachgewiesene Steinkohlenreserven (2012)	20
Tabelle 16:	Die 10 größten Steinkohlenimportländer	20
Tabelle 17:	Anteile von Steinkohlen am Primärenergieverbrauch ¹⁾ in Deutschland	22
Tabelle 18:	Anteile der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung in Deutschland	24
Tabelle 19:	Gesamtleistung der Steinkohlenkraftwerke in Deutschland	24
Tabelle 20:	Volllaststunden der deutschen Steinkohlenkraftwerke	25
Tabelle 21:	Elektrische Bruttoleistung deutscher Steinkohlenkraftwerke nach Betreiber	25
Tabelle 22:	Steinkohlenkraftwerke, die 2014 in den kommerziellen Betrieb gehen	26
Tabelle 23:	Drittlandskohlenbezüge und durchschnittliche Preise	28
Tabelle 24:	Spezifische Umweltkosten für Strom	29
Tabelle 25:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren	30
Tabelle 26:	An das PRTR-Register gemeldete Jahresfrachten eines deutschen Steinkohlenkraftwerks mit einer Nettonennleistung von etwa 2000 MW	31

Abbildungen

Abbildung 1:	Gesamtpotenzial (Reserven + Ressourcen) von Weichbraunkohle 2012	8
Abbildung 2:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs von Braunkohlen in Deutschland	8
Abbildung 3:	Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern	10
Abbildung 4:	Entwicklung der EU-Emissionszertifikate (Jahresfuture ICE) an der EEX	13
Abbildung 5:	Stromgestehungskosten von / Kraftwerken an deutschen Standorten	14
Abbildung 6:	Anteil Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung und an Emissionen aus Stromerzeugung	17
Abbildung 6a:	Anteil der Braunkohlen am Flächenverbrauch durch Rohstoffabbau	18
Abbildung 7:	Gesamtpotenzial Steinkohlen 2012	21
Abbildung 8:	Importquoten der Importierten Kohle	21
Abbildung 9:	Herkunft der Steinkohlenimporte 2012	21
Abbildung 10:	Steinkohlenimporte nach Herkunftsländern seit 1990 nach Deutschland	22
Abbildung 11:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs von Steinkohlen in Deutschland	23
Abbildung 12:	Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern	23
Abbildung 13:	Weltweite Entwicklung der Preise auf den wichtigsten Steinkohlenmärkten	27
Abbildung 14:	Auswirkungen von US-Schiefergas auf die europäischen Kohlenpreise	28
Abbildung 15:	Anteil der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung sowie an Emissionen der Stromerzeugung	31

Anhänge

Anhang 1:	Tabelle bestehender Braunkohlenkraftwerke (Stand Februar 2014)	34
Anhang 2:	Tabelle bestehender Steinkohlenkraftwerke (Stand Februar 2014)	34
Anhang 3:	Aktuelle Kraftwerkskarte (Umweltbundesamt Februar 2014)	35

Einleitung

Braun- und Steinkohlenkraftwerke waren im Jahr 2013 mit insgesamt 45,2 % an der Bruttostromerzeugung beteiligt.¹

Die CO₂-Emissionen aus Steinkohlenkraftwerken sind von 2011 bis 2013 kontinuierlich gestiegen, was vor allem auf einen höheren Exportüberschuss im Stromaußenhandel zurückzuführen ist. Demgegenüber nahmen die CO₂-Emissionen aus Braunkohlen-

kraftwerken trotz zugenommener Braunkohlenverstromung leicht ab, nachdem 2012/2013 eine Reihe alter Kraftwerke durch neue, effizientere Anlagen ersetzt wurden.

Braun- und Steinkohlen stellen aus Umweltsicht bedenkliche Energieträger dar. Deren spezifische Eigenschaften und Besonderheiten erfordern die getrennte Darstellung in folgendem Bericht.

1 Braunkohlen

Zusammenfassung

Energiewirtschaftliche Eckdaten

Im globalen Kontext spielen die Braunkohlen im Gegensatz zu Steinkohlen eine eher untergeordnete Rolle.

Im Jahr 2012 war Deutschland mit einem Anteil von gut 17% (rund 185,4 Mt) an der weltweiten Braunkohlenförderung der größte Braunkohlenproduzent.²

Im Jahr 2014 sind 46 Braunkohlenkraftwerke mit insgesamt 76 Kraftwerksblöcken in der Größenklasse ab 1 MW elektrischer Leistung in Betrieb, die insgesamt über eine Bruttoleistung von 22.993,1 MW_{el} verfügen.

Die Nettoengpassleistung der Kraftwerke ab 10 MW beträgt 20.881,2 MW.³

Es befindet sich gegenwärtig kein Braunkohlenkraftwerk in Bau.

Ökonomische Aspekte

Betreiberstruktur: Die deutschen Braunkohlenkraftwerke sind mit 95 % der elektrischen Bruttoleistung mehrheitlich im Besitz der beiden großen Energieunternehmen RWE Power AG und Vattenfall Europe AG.

In den letzten Jahren sind in der Braunkohlenindustrie neben der verhältnismäßig sicheren Verfügbarkeit, der derzeitigen Wettbewerbsfähigkeit und der regionalen Bedeutung eine Effizienzsteigerung auf allen Prozessstufen sowie eine Flexibilisierung der Produktion in den Tagebauen und Kraftwerken zu beobachten.

Die Brennstoffkosten für Braunkohlen werden von den Energieversorgungsunternehmen erfahrungsgemäß nicht preisgegeben, dürften aber nach UBA-Recherchen in Abhängigkeiten der Lieferanten, der Kohlenqualität und der Förder- bzw. Transporttechnologie zwischen 13 und 16 €/t liegen.

Bei Betrachtung des gesamten Kraftwerksparks betragen die Stromgestehungskosten derzeit 3,8 bis 5,3 € Cent/kWh. Allerdings zeigt sich, dass die Braunkohlenverstromung bei Ansetzen der externen Umweltkosten mit 10,75 €-Cent/kWh_{el} mit Abstand die höchsten Umweltkosten verursacht.

Trotz guter Wirtschaftlichkeit erhält die deutsche Braunkohlenwirtschaft jährlich Subventionen in Form von nicht zu zahlenden Förderabgaben für Bodenschätze, reduziertes Wasserentnahmeentgelt, der Besonderen Ausgleichsregelung oder auch dem Eigenstromprivileg nach §37 EEG.

Umweltaspekte

Braunkohle ist der fossile Brennstoff mit der höchsten Klima- und Umweltbelastung.

Die Stromerzeugung aus Braunkohlen verursacht mit einem Ausstoß von 930 g/kWh bis 1.283 g/kWh die höchsten klimaschädlichen CO₂-Emissionen pro Energieeinheit.

Um die ambitionierten Minderungsziele von -80 bis -95% der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 zu erreichen, ist eine

wesentliche Umgestaltung der Stromversorgung notwendig, da hier 40% der energiebedingten CO₂-Emissionen entstehen. Neue Kohlenkraftwerke stehen diesem Ziel entgegen. Vor allem besteht kein Bedarf an zusätzlichen mit Braunkohlen befeuerten Kraftwerken, auch nicht als Brückentechnologie.

Neben den Treibhausgasen stoßen Braunkohlenkraftwerke gesundheitsgefährdende Luftschadstoffe wie Schwefeloxide (SO_x), Stickstoffoxide (NO_x), Ruß und Staubemissionen sowie toxische Metalle wie Quecksilber, Blei, Arsen und Cadmium aus.

1.1 Energiewirtschaftliche Aspekte

Ressourcen, Reserven, Verfügbarkeit, Reichweite, Einsatzzwecke

Perspektiven deutscher Braunkohlennutzung im internationalen Kontext

Im globalen Kontext spielt die Braunkohle im Gegensatz zur Steinkohle eine eher untergeordnete Rolle. Während die Steinkohle 2012 rund 28% des weltweiten Primärenergieverbrauchs deckte, trug die Braunkohle nur mit rund 1,8% dazu bei.⁴

Die genauen Abschätzungen zu Ressourcen und Reserven unterliegen Unsicherheiten. Ressourcen sind nachgewiesene, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbare sowie nicht nachgewiesene, aber geologisch mögliche, künftig gewinnbare Rohstoffmengen („yet to find“)⁵. Reserven sind nachgewiesene Rohstoffmengen, die zu heutigen Preisen und mit aktuell verfügbarer Technik wirtschaftlich zu fördern sind. In verschiedenen Studien werden für beide Größen unterschiedliche Daten genannt.

Tabelle 1

Weltweite Reserven und Ressourcen von Weichbraunkohle

in Gt	BGR (2013)	IEA (2013)	BP (2013)
Ressourcen	4.164,70		
Reserven	283,10	283,20	456,20

Quelle: BGR, IEA, BP

Deutschland weist mit 36.500 Mt 0,9% der weltweiten Braunkohlenressourcen auf und nimmt damit den elften Rang der Länder mit den größten Braunkohle-

ressourcen weltweit ein. Die größten Ressourcen befinden sich mit rund 1.370.000 Mt in den Vereinigten Staaten, gefolgt von Russland mit knapp 1.300.000 Mt und China mit rund 300.000 Mt. Bezüglich der Braunkohlenreserven sieht das Bild etwas anders aus. Hier nimmt Deutschland mit 14,3% den dritten Platz (mit 40.400 Mt) hinter Russland und Australien ein. Russland verfügt über knapp 33% der weltweiten Reserven.⁶

Der im Jahr 2012 weltweit größte Braunkohlenproduzent war Deutschland mit einem Anteil von gut 17% (rund 185 Mt), gefolgt von China (13,1%) und Russland (7,0%). Die geförderte Menge wurde in allen Ländern fast ausschließlich inländisch verbraucht, da Braunkohle aufgrund ihres relativ geringen Heizwertes, u.a. wegen des hohen Wassergehalts, nicht weltweit gehandelt und transportiert wird.⁷

In Abbildung 1 wird das weltweite Gesamtpotenzial (Reserven plus Ressourcen), aufgeteilt nach Regionen, grafisch dargestellt.

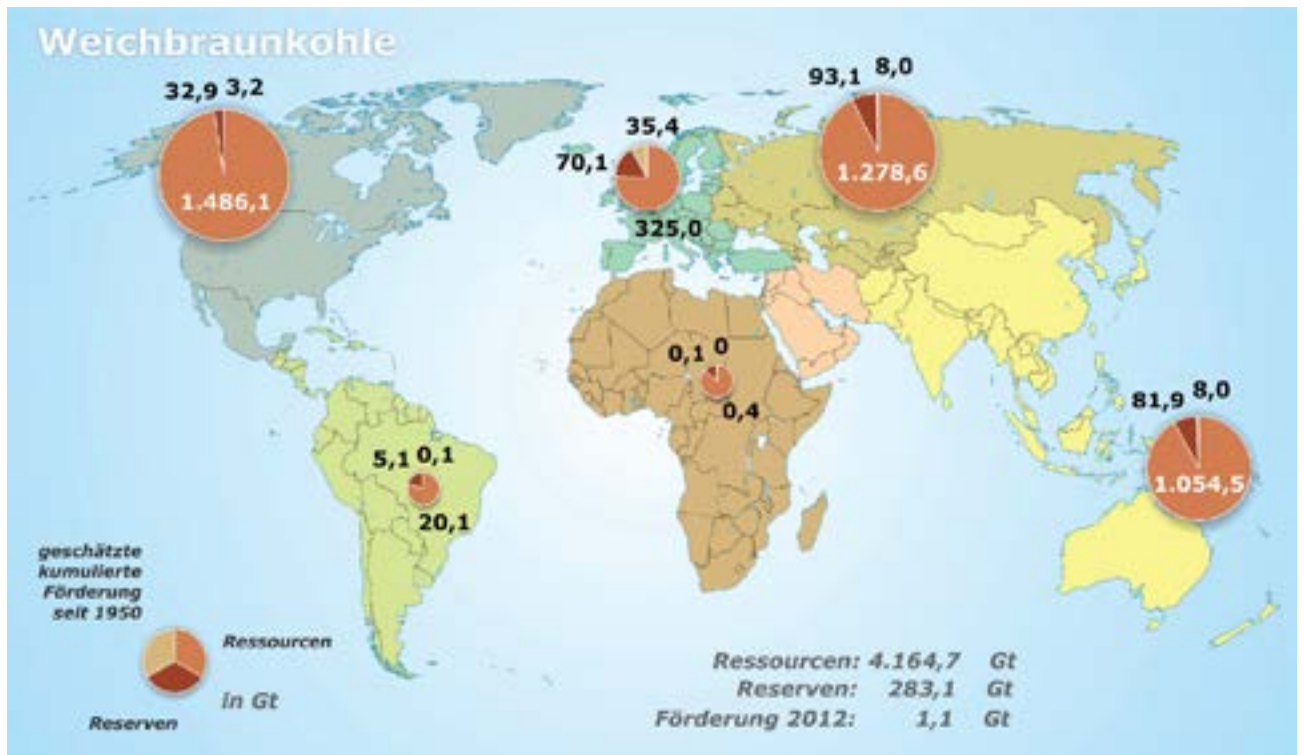
Anteil am Primärenergieverbrauch in Deutschland

Der Primärenergieverbrauch⁸ ist in Deutschland seit Beginn der 90er Jahre leicht rückläufig. Nach vorläufigen Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen betrug der Primärenergieverbrauch im Jahr 2013 14.005 Petajoule (PJ) und lag damit um 6 % niedriger als 1990. Der Rückgang auf das Jahr 2000 bezogen betrug 3 % und auf das im Energiekonzept der Bundesregierung festgelegte Basisjahr 2008 bezogen ergab sich ein Rückgang des Primärenergieverbrauchs um 2,6 %.

Seit 1990 fanden große Veränderungen im Energieträgermix statt. Hervorzuheben sind die Halbierung des Braunkohlenanteils v.a. zwischen 1990 und 1996 die Steigerung des Gasverbrauchs und das beträchtliche Wachstum erneuerbarer Energieträger. Der Anteil der Braunkohlen am Primärenergieverbrauch ist insgesamt von 21,5 % im Jahr 1990 auf 11,6 % im Jahr 2013 geschrumpft. Das entspricht einem Rückgang um 46 %. Nachdem der mengenmäßig niedrigste Braunkohleneinsatz im Jahr 1999 erreicht wurde, steigerte sich der Verbrauch danach wieder und lag im Jahre 2013 im Vergleich zu 2000 bzw. 2008 um 4,8 % bzw. 4,5 % höher. Im Jahr 2013 sank der Verbrauch von Braunkohlen im Vergleich zum Vorjahr geringfügig um 1,3 %.

Abbildung 1

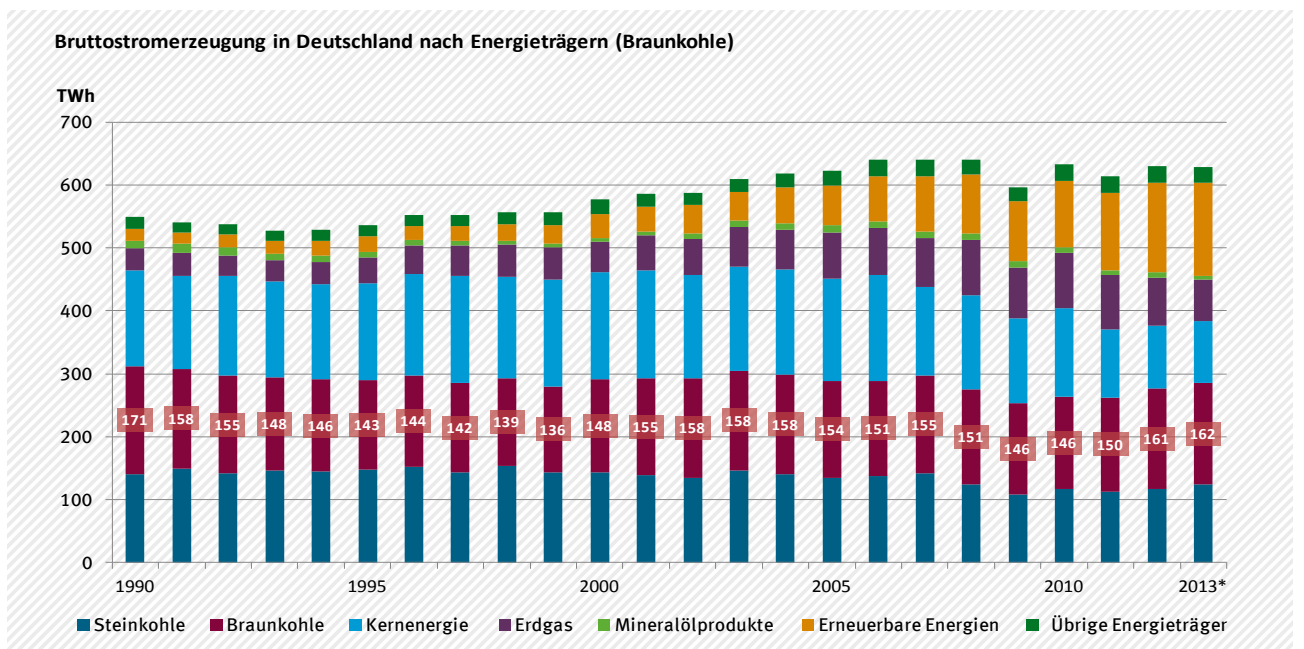
Gesamtpotenzial (Reserven + Ressourcen) von Weichbraunkohle 2012



Quelle: BGR, 2013

Abbildung 2

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs von Braunkohlen in Deutschland



Quellen: Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz, Stand Juli 2013; für 2012, 2013 AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch für Deutschland, Stand Januar 2014

Die Entwicklung des Anteils von Braunkohlen am Primärenergieverbrauch in Deutschland von 1990 bis 2013 zeigt den langfristig sinkenden Anteil der Braunkohlen am Primärenergieverbrauch in der Zeit-

reihe. Seit dem Jahre 2000 schwanken die Braunkohleeinsatzmengen zwischen 1500 und 1660 PJ ohne erkennbaren Trend.

Tabelle 2

Nachgewiesene Braunkohlenreserven (2012)

in Mio t	Braunkohle	Anteil
Nordamerika	132.253,00	29,0
davon USA	128.794,00	28,2
davon Kanada	3.108,00	0,7
davon Mexiko	351,00	0,1
Mittel- & Südamerika	5.618,00	1,2
davon Kolumbien	380,00	0,1
Europa & Eurasien	211.614,00	46,4
davon Tschechische Republik	908,00	0,2
davon Deutschland	40.600,00	8,9
davon Kasachstan	12.100,00	2,7
davon Polen	1.371,00	0,3
davon Russland	107.922,00	23,7
davon Türkei	1.814,00	0,4
davon Ukraine	18.522,00	4,1
Mittlerer Osten & Afrika	174,00	0,0
davon Südafrika	k.A.	k.A.
davon Mittlerer Osten	k.A.	k.A.
Asien & Pazifik	106.517,00	23,3
davon Australien	39.300,00	8,6
davon China	52.300,00	11,5
davon Indien	4.500,00	1,0
davon Indonesien	4.009,00	0,9
Insgesamt	456.176,00	100,0

Quelle: BP, Statistical Review of World Energy June 2013

Tabelle 3

Anteile von Braunkohlen am Primärenergieverbrauch in Deutschland

Jahr	PEV Braunkohle [PJ] ¹⁾	PEV insgesamt [PJ] ¹⁾	Prozentualer Anteil
1990	3.201	14.905	21,5 %
1991	2.507	14.610	17,2 %
1992	2.176	14.319	15,2 %
1993	1.983	14.309	13,9 %
1994	1.861	14.185	13,1 %
1995	1.734	14.269	12,2 %
1996	1.688	14.746	11,4 %
1997	1.595	14.614	10,9 %
1998	1.514	14.521	10,4 %
1999	1.473	14.323	10,3 %
2000	1.550	14.401	10,8 %
2001	1.633	14.679	11,1 %
2002	1.663	14.427	11,5 %
2003	1.639	14.600	11,2 %
2004	1.648	14.591	11,3 %
2005	1.596	14.558	11,0 %
2006	1.576	14.837	10,6 %
2007	1.613	14.197	11,4 %
2008	1.554	14.380	10,8 %
2009	1.507	13.531	11,1 %
2010	1.512	14.217	10,6 %
2011	1.564	13.599	11,5 %
2012	1.645	13.643	12,1 %
2013*	1.625	14.005	11,6 %

1) Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes.

*) Vorläufige Angaben

Quelle: für 1990-2011, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990-2011, Stand Juli 2013 für 2012 und 2013, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2012/2013, Stand: Dez. 2013

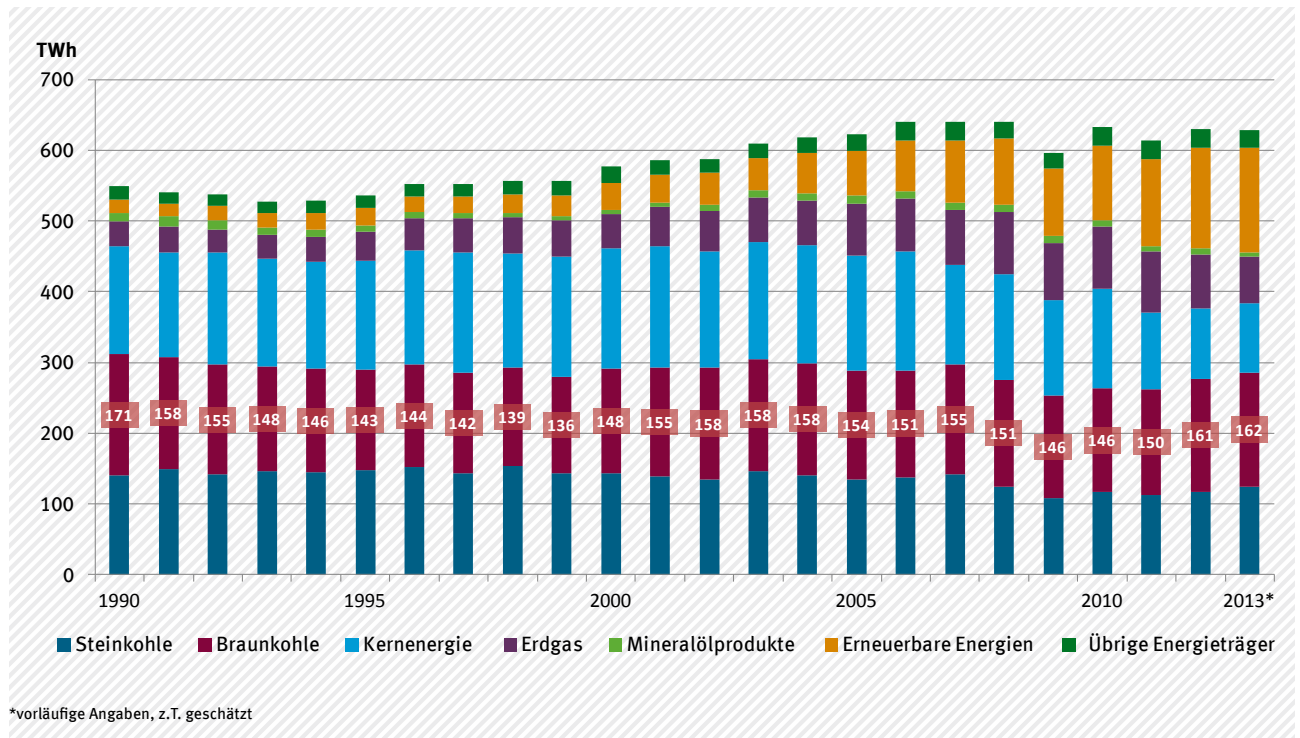
Anteil an der Bruttostromerzeugung in Deutschland

Auch die Struktur der Bruttostromerzeugung⁹ nach eingesetzten Energieträgern änderte sich zwischen 1990 und 2013 deutlich (siehe Abbildung „Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern“). Der Anteil der Energieträger Braunkohle, Steinkohle und Kernenergie an der Bruttostromerzeugung hat seit 1990 abgenommen. Heute besitzen alle drei Energieträger zusammen nur noch einen Anteil von 61 %, 1990 waren es noch 84 %. Nach vorläufigen Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ist der Anteil der Braunkohlen an der Brutto-

stromerzeugung zwischen 1990 und 2013 um 5 % zurückgegangen, obwohl sich die Stromerzeugung insgesamt um 14 % erhöhte. Während sich im Vergleich mit den anderen Energieträgern der Anteil der Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung von 31 % im Jahr 1990 auf 26 % im Jahr 2013 verringert (siehe Abbildung „Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern“) hat, ergibt sich im Vergleich zu 2000 ein anderes Bild: Der Anteil von 25,7 % ist 2013 praktisch konstant geblieben. Seit 2008 hat sich der Anteil sogar um 1,2 % erhöht.

Abbildung 3

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Sondertabelle Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013 nach Energieträgern, Stand Feb. 2014

Die folgende Tabelle „Entwicklung des Anteils der Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013“ zeigt den Anteil der Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung in der Zeitreihe.¹⁰

Wie aus den obigen Daten ersichtlich wird, ist die Stromproduktion aus Braunkohlen in den letzten vier Jahren wieder deutlich angestiegen und hat mittlerweile einen neuen Höchststand erreicht, der nur im Jahr 1990 übertroffen wurde. (1990 = 170,9 Terawattstunden (TWh); 2013 = 162,0 TWh). Insgesamt betrachtet, hat sich die gesamte Bruttostromerzeugung 2013 jedoch kaum verändert (633TWh in 2013 zu 630 TWh in 2012; +3TWh). Bei sinkendem Bruttoinlandsstromverbrauch (600 TWh, d.h. 1,1 % oder 7 TWh im Vergleich zu 2012) kann daher die Steigerung der Stromerzeugung aus Braunkohlen als marktgetrieben angesehen werden (vgl. auch Kapitel 2.4 Ökonomische Aspekte).

Die Stromerzeugung lag über dem deutschen Verbrauch, rund 34 TWh wurden davon 2013 exportiert. Damit lag das physikalische Stromaustauschsaldo um 11 TWh höher als im Jahr 2012 – eine Steigerung um ca. 4,7 %. Das Stromexportsaldo hat seit 2011 stetig zugenommen und 2013 seinen bislang höchsten Wert erreicht. Diese Exportüberschüsse führten 2013 zudem zu Emissionssteigerungen.

Rechnet man die CO₂-Emissionsfaktoren des deutschen Strommix auf die Exporte an, so wird ersichtlich, dass mehr als 1,6 Prozentpunkte der Emissionssteigerung der deutschen Stromerzeugung auf den gestiegenen Exportüberschuss zurückzuführen sind.

Tabelle 4

Anteile der Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung in Deutschland

Jahr	Braunkohle [TWh]	Bruttostromerzeugung Insgesamt [TWh]	Prozentualer Anteil der Braunkohle
1990	170,9	549,9	31,1 %
1991	158,3	540,2	29,4 %
1992	154,5	538,2	28,7 %
1993	147,5	527,1	28,0 %
1994	146,1	528,5	27,6 %
1995	142,6	536,8	26,6 %
1996	144,3	552,7	26,1 %
1997	141,7	552,3	25,7 %
1998	139,4	557,2	25,0 %
1999	136,0	556,3	24,4 %
2000	148,3	576,6	25,7 %
2001	154,8	586,4	26,4 %
2002	158,0	586,7	26,9 %
2003	158,2	608,8	26,0 %
2004	158,0	617,5	25,6 %
2005	154,1	622,6	24,8 %
2006	151,1	639,6	23,6 %
2007	155,1	640,6	24,2 %
2008	150,6	640,7	23,6 %
2009	145,6	595,6	24,5 %
2010	145,9	633,0	23,0 %
2011	150,1	613,1	24,5 %
2012	160,7	629,8	25,5 %
2013*	162,0	633,6	25,6 %

*) Vorläufige Angaben

Quellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Stand: 07. Februar 2014 Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.; AG Energiebilanzen e.V.

Tabelle 5

Verhältnis von Stromaußenhandelsaldo zur Bruttostromerzeugung

	2012	2013
Außenhandelsaldo [TWh]	23,1 TWh	33 TWh
Brutto-Stromerzeugung [TWh]	629,8 TWh	629 TWh
Verhältnis		
Außenhandelsaldo/Gesamtbruttostromerzeugung bzw. Emissionen für Exportüberschuss/ Gesamtemissionen*	3,7%	5,3 %

*näherungsweise

Quelle: Umweltbundesamt, eigene Berechnungen

Braunkohlenkraftwerke in Deutschland

Anzahl und Leistung der bestehenden Kraftwerke

Die deutschen Braunkohlenkraftwerke sind mehrheitlich im Besitz der beiden großen Energiekonzerne RWE Power AG und Vattenfall Europe AG, in mehreren Ballungsgebieten (Rheinland, Lausitzer Revier und Mitteldeutschland) über die Republik verteilt. Die heutige durchschnittliche Betriebslaufzeit beträgt etwa 35 Jahre. Aufgrund lebensdauerverlängernder Retrofit-Maßnahmen alter Kraftwerke gibt es keine altersbedingte „Sterbekurve“.

Derzeit sind in Deutschland 46 Braunkohlenkraftwerke (insgesamt 76 Kraftwerksblöcke) mit mindestens 1 MW Leistung in Betrieb.

Tabelle 6

Gesamtleistung der Braunkohlenkraftwerke in Deutschland

Kraftwerke >1MW	Standorte	Blöcke	Elektrische Bruttogleistung (MW)	Fernwärmeleistung (MW)
Braunkohle und Braunkohlestaub	46	76	22.993,1	5.859,8

Quelle: Umweltbundesamt Kraftwerksdatenbank, 2014

Volllaststunden der deutschen Braunkohlenkraftwerke

Die Volllaststundenanzahl ist eine Rechengröße, die sich aus dem Quotienten der von einem Kraftwerk in einem Jahr eingespeisten Strommenge (in GWh) und der entsprechende Kraftwerksleistung (in GW) ergibt. Folgende Größen haben Einfluss auf die Jahresvolllaststunden¹¹:

- Variable Kosten: Brennstoffkosten und CO₂-Zertifikatspreise,
- Strombörsenpreise: Phasenweise niedrigere Marktpreise durch hohe EE-Einspeisung (Merit-Order-Effekt)
- Strombinnenmarktintegration: CEW Market Coupling
- Flexibilität und Verfügbarkeit des jeweiligen Kraftwerks (Teillastbetrieb, An- und Abfahrzeiten)
- Konjunkturlinien auf die Stromnachfrage.

Tabelle 7

Volllaststunden der deutschen Braunkohlenkraftwerke

Studie	2010	2011	2012	2013
BDEW 08/2013	6.600	6.820	6.800	
VDI 2013			6.850	
Fraunhofer ISE 2013 (mittlere Auslastung)			7.100	
EWI Prognos	7.500			
Kleine Anfrage Sachsen-Anhalt 2013*	5.104	5.500	5.706	
UBA-Datenbank (hier: jährliche Benutzungsstunden)		6.684	6.458	6.670

*bezogen auf die Braunkohlenkraftwerke Sachsen-Anhalts

Regionale Verteilung

In der beiliegenden Karte „Kraftwerke und Verbundnetze in Deutschland“ in Anhang 3 sind alle größeren Kraftwerke ab einer elektrischen Bruttoleistung von 100 MW verzeichnet – d.h. Braun- und Steinkohlenkraftwerke, aber auch Kernkraftwerke, Gaskraftwerke, Wasserkraftwerke sowie große Wind- und Solarparks. Braunkohlenkraftwerke liegen – bedingt durch die erforderliche Nähe zu den Vorkommen – recht einheitlich auf einer mittleren Breitengradlinie quer durch Deutschland (Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Brandenburg-Lausitz). Ballungen von Braunkohlenkraftwerken liegen in Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Brandenburg. Neubauprojekte (nicht auf der Karte verzeichnet) sind v.a. aufgrund der Nähe zu den Lagerstätten vorgesehen.

Altersstruktur

Das Alter der Braunkohlenkraftwerke beträgt durchschnittlich 35 Jahre und geht bis zu gut 50 Jahren. Viele der ältesten Anlagen wurden modernisiert bzw. ertüchtigt, so dass ihre alters- oder technisch bedingten Restlaufzeiten nicht abschätzbar sind. Stilllegungen erfolgen ggf. vielmehr aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen. So wurden beispielsweise von RWE die 11 ältesten der 13 Braunkohlen-Kraftwerksblöcke in Frimmersdorf (NRW) in den Jahren 2011-2013 stillgelegt.

In Bau befindliche Kraftwerke

Seit der Inbetriebnahme von Boxberg R im Jahr 2012 (Stand April 2014) befinden sich nach Kenntnis des UBA in Deutschland keine Anlagen in Bau.

In Planung befindliche Kraftwerke

Weiterhin sind noch Kraftwerksprojekte mit insgesamt 7.618 MW konkret in der Genehmigungsplanung, worunter sich 2 Braunkohlenkraftwerksprojekte befinden (Profen mit 660 MW und Niederaußem BoA plus mit 1.100 MW).

Zur Stilllegung angemeldete Kraftwerke

Die Kraftwerksstilllegungsliste der Bundesnetzagentur weist mit Stand vom 28.02.2014 keine eingegangenen Stilllegungsanzeigen für Braunkohlenkraftwerke aus.

Betreiber

Die mit Abstand größten Betreiber sind die beiden großen Energiekonzerne RWE Power AG, und Vattenfall Europe AG, gefolgt von diversen weiteren (auch industriellen) Betreibern und Stadtwerken (vgl. Tabelle im Anhang 1). RWE hat die größte installierte Leistung bei den Braunkohlenkraftwerken, Vattenfall besitzt knapp die Hälfte der Kapazitäten der Braunkohlenkraftwerke. Die verbleibenden 5,5% der Braunkohlenkraftwerke werden von Industrie- und Stadtwerken betrieben.

Tabelle 8

Elektrische Bruttoleistung deutscher Braunkohlenkraftwerke nach Betreiber

Betreiber	Elektr. Bruttoleistung (MW) Braunkohle	Anteil (%)
RWE	11.269	49
Vattenfall	8.524,6	37,10
E.ON	980	4,3
EnBW	933,6	4,1
Summe große 4	21.707,2	94,5
alle Betreiber	22.993,1	100

Quelle: Umweltbundesamt Kraftwerksdatenbank, 2014

1.2 Ökonomische Aspekte

Brennstoffkosten

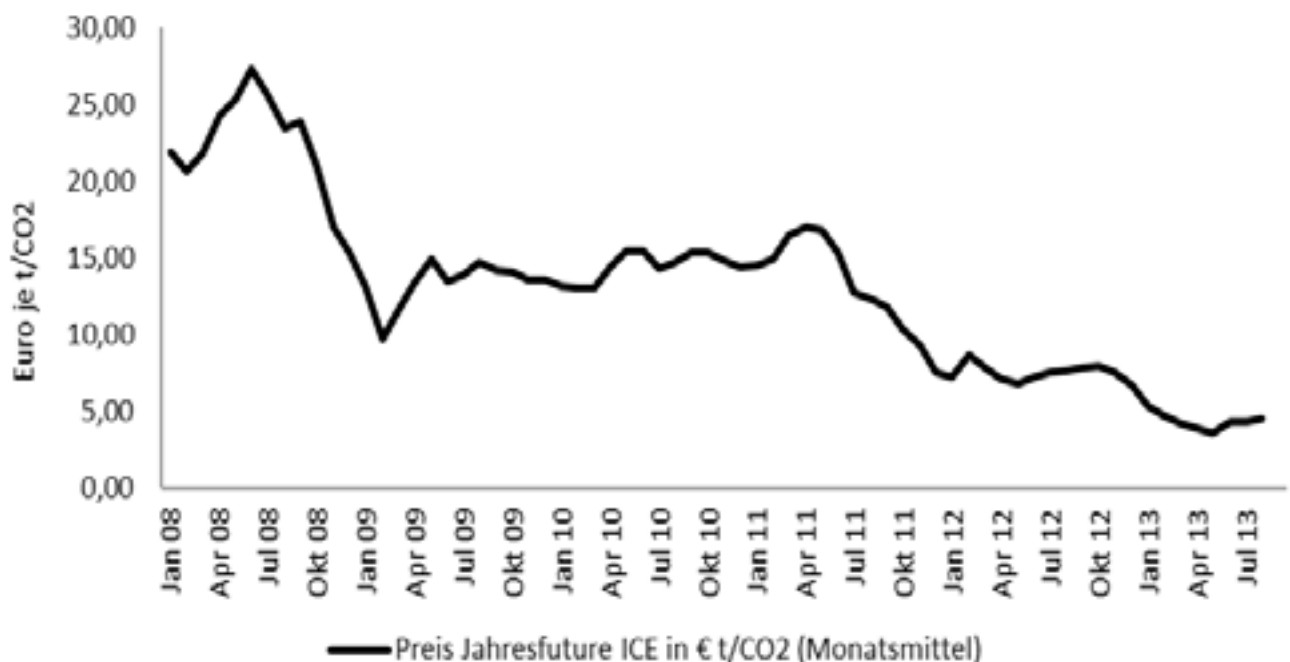
Anders als Gas- und Steinkohlenkraftwerke unterliegen die im Band- oder Zugbetrieb mit Braunkohlen belieferten Kraftwerke nicht der Volatilität der Rohstoffmärkte. Der Brennstoffpreis für Braunkohlengstaub (BKS) liegt zudem deutlich unter dem Preis für

Erdgas oder Heizöl und hält sich seit Jahren auf einem relativ konstanten Niveau. Die Brennstoffkosten für Braunkohlen werden von den Energieversorgungsunternehmen erfahrungsgemäß nicht preisgegeben, dürften aber nach UBA-Recherchen in Abhängigkeiten der Lieferanten, der Kohlenqualität und Technologie zwischen 13 und 16 €/t liegen.

CO₂-Zertifikatspreise

Abbildung 4

Entwicklung der EU-Emissionszertifikate (Jahresfuture ICE) an der EEX



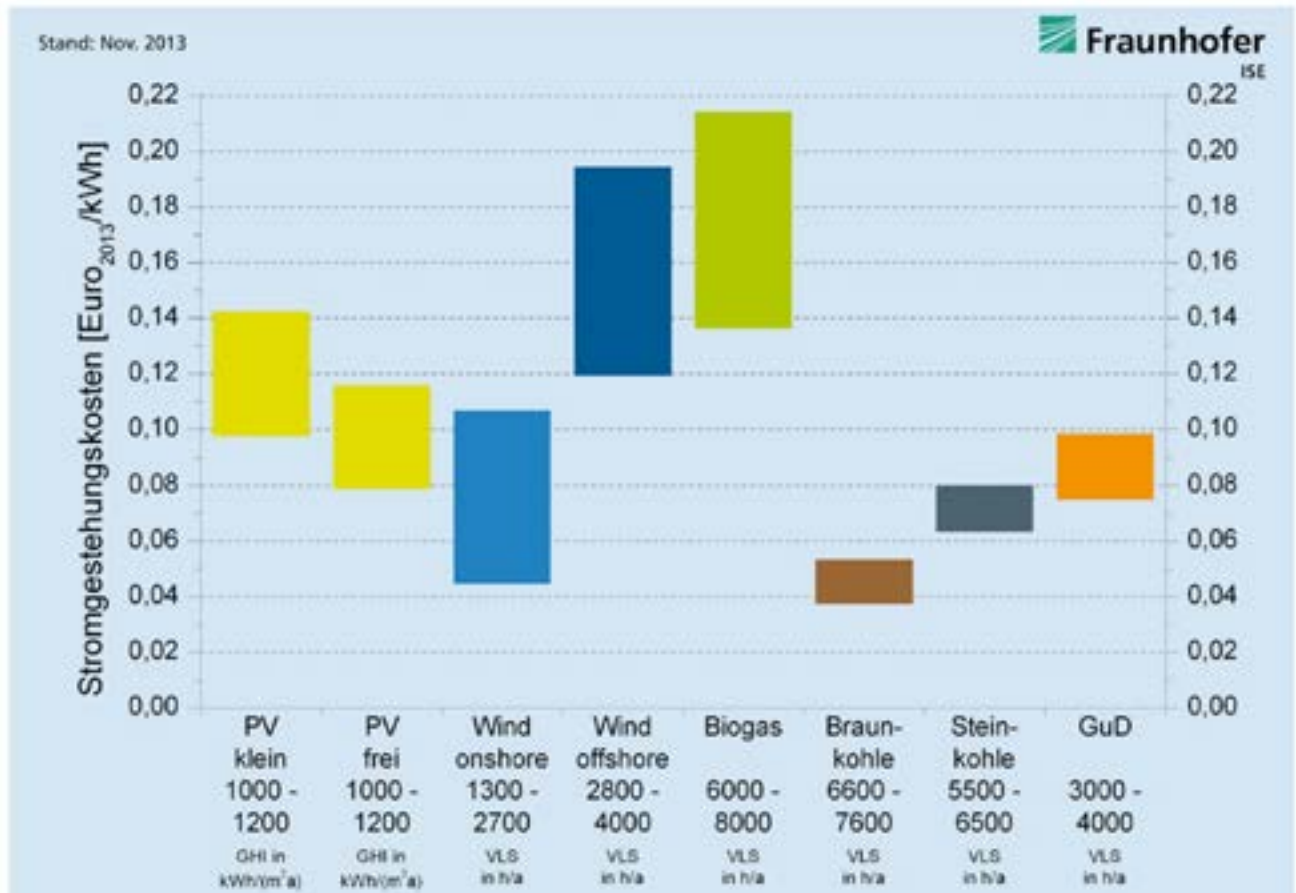
(Stand: 12/2013)

Bei den EU-Emissionszertifikaten (EUA/ Spotmarkt EEX), welche neben den Brennstoffkosten ökonomische Relevanz u.a. für die Ermittlung der Stromgestehungskosten bei fossilen Kraftwerken haben, ist seit etwa 2008 ein Abwärtstrend zu beobachten. Lagen sie Mitte 2008 bei etwa 25 Euro je Tonne CO₂, sanken sie zuletzt auf einen Mittelwert von 4,62 €/t CO₂ (Stand: 17.12.2013)¹². Dieser niedrige Zertifikatspreis forciert die Braunkohlenverstromung.

Stromgestehungskosten

Die Stromgestehungskosten von Braunkohlenkraftwerken sind wegen hoher spezifischer CO₂-Emissionen des Energieträgers Braunkohle im Vergleich zu anderen konventionellen Energieträgern stark abhängig von den CO₂-Zertifikatspreisen. Braunkohlenkraftwerke sind daher die größten Profiteure der seit 2008 stark gefallenem CO₂-Zertifikatspreise. Aktuelle Studien gehen bei einer Betrachtung des gesamten Kraftwerkspark von Stromgestehungskosten **von 3,8 bis 5,3 € Cent / kWh** aus.

Stromgestehungskosten von / Kraftwerken an deutschen Standorten



Quelle: Fh ISE 2013

Emissionsbedingte Umweltkosten

Mit der Methodenkonvention 2.0¹³ aus dem Jahr 2012 legt das Umweltbundesamt best-practice Schätzungen der Umweltkostensätze vor, die auf einer Zusammenschau von Schadens- und Vermeidungskosten von Treibhausgas- und anderen Luftschadstoffemissionen basieren. Aufbauend auf diesen Werten wurden in der Methodenkonvention die spezifischen Umweltkosten in Cent pro Kilowattstunde Strom und Wärme je Energieträger berechnet.

Dabei zeigt sich, dass bei Ansetzen eines mittleren Schadenskostensatzes von 80 Euro / t CO₂-äquivalenten die Braunkohlenverstromung mit 10,75 €-Cent/kWh_{el} mit Abstand die höchsten Umweltkosten verursacht. Bei einer Bruttostromerzeugung aus Braunkohlen von 160,7 TWh in 2012 belaufen sich die so verursachten Umweltkosten auf insgesamt circa 17,3 Mrd. Euro. Durch die mangelnde Internalisierung der Umweltkosten entstehen starke Wettbewerbsverzerrungen zugunsten der Braunkohleverstromung und zu Lasten umweltfreundlicher Energieträger.¹⁵

Tabelle 9

spezifischen Umweltkosten für Strom und Wärme je Energieträger

Stromerzeugung durch	spezifische Umweltkosten in €-Cent pro Kilowattstunde		
	Luftschadstoffe	Treibhausgase	Umweltkosten gesamt
Braunkohle	2,07	8,68	10,75
Steinkohle	1,55	7,38	8,94
Erdgas	1,02	3,90	4,91
Öl	2,41	5,65	8,06
Erneuerbare Energien			
- Wasserkraft	0,14	0,04	0,18
- Windenergie	0,17	0,09	0,26
- Photovoltaik	0,62	0,56	1,18
- Biomasse*	1,07	2,78	3,84

*Nach Erzeugungsanteilen gewichteter Durchschnittswert für Biomasse gasförmig, flüssig und fest (Haushalte und Industrie), Bandbreite von 0,3 bis 7,2 €-Cent/kWh

Quelle: Umweltbundesamt

Braunkohlensubventionen

Die deutsche Braunkohlenwirtschaft erhält auf verschiedene Art und Weise Subventionen. Da es sich nicht um direkte Finanzhilfen oder Steuervergünstigungen handelt, gehen diese Begünstigungen nicht aus dem Subventionsbericht¹⁶ der Bundesregierung hervor. Sie sind schwierig zu identifizieren und quantifizieren¹⁷. Einen Überblick gibt die folgende Tabelle. Darüber hinaus finanzierte die öffentliche Hand in erheblichem Umfang die Braunkohlensanierung in ehemaligen DDR-Tagebauen.

Tabelle 10

Überblick über die wichtigsten direkten / indirekten Subventionen

Art der direkte/indirekten Subvention	Subventionsvolumen
Verzicht auf die Förderabgabe für Bodenschätze	259 Mio. € (in 2010)
Befreiung vom Wasserentnahmeentgelt	Mindestens 20 Mio. € jährlich
Besondere Ausgleichsregelung	103 Mio. € (in 2012, für Braun- und Steinkohlenbergbau)
Eigenstromprivileg nach §37 des EEG	k.A. (DUH-Berechnungen gehen von 67,7 Mio. € für 2013 aus).

Quelle: Umweltbundesamt 2014

Begünstigungen für die Braunkohlenwirtschaft im Rahmen der Förderabgabe für Bodenschätze und bei den Wasserentnahmeentgelten

Besonders bedeutsam ist die Freistellung des Braunkohlentagebaus von der Förderabgabe für Bodenschätze. Laut Bundesberggesetz sind auf bergfreie Bodenschätze 10 % des Marktpreises als Förderabgabe zu zahlen. Die Länder können diesen Satz variieren oder bestimmte Rohstoffe befreien. Auf Grundlage alter Rechte ist der Braunkohlentagebau von dieser Förderabgabe gänzlich ausgenommen. In Deutschland wurden 2010 169,4 Mio. Tonnen Braunkohlen gefördert¹⁸. Eine Förderabgabe in Höhe von 10 % des Preises von 15,31 €/t¹⁹ würde daher für das Jahr 2010 259 Mio. € ausmachen.

Eine weitere Subvention besteht in der Nichteranziehung der Braunkohlenwirtschaft zur Entrichtung eines Wasserentnahmeentgelts. Wasserentnahmeentgelte sind in 13 von 16 Bundesländern eingeführt und

werden in allen Bundesländern mit Braunkohlentagebau erhoben.

Die Subventionierung des unentgeltlichen Wasserverbrauchs beträgt mindestens 20 Mio. € jährlich²⁰, falls man die – zwischen den Bundesländern differierenden – Wasserentnahmeentgelte als Richtwerte für die Kosten der Ressourcennutzung ansetzt.

Mit dem Verzicht auf die Erhebung der Förderabgabe für Bodenschätze sowie der Freistellung von den Wasserentnahmeentgelten begünstigen die Bundesländer die Braunkohlen implizit durch die unentgeltliche oder verbilligte Nutzung von Ressourcen um jährlich insgesamt mindestens 279 Mio. €.

Begünstigungen bei der EEG-Umlage

Darüber hinaus bestehen weitere Subventionen für die Braunkohlenwirtschaft, etwa durch Ausnahmeregelungen im Energiebereich. So ist der Braun- und Steinkohlenbergbau beispielsweise im Jahr 2010 mit 56 Mio. € und 2012 mit 103 Mio. € durch die besondere Ausgleichsregelung des EEG begünstigt²¹. Eine getrennte Darstellung von Braun- und Steinkohlen ist aufgrund der Datenlage nicht möglich.

Daneben erhält der Braunkohlentagebau teilweise Vergünstigungen nach dem sogenannten Eigenstromprivileg nach §37 des EEG²². Wie hoch diese sind, kann aufgrund fehlender Daten zum Umfang des Eigenstromverbrauchs im Kohlenbergbau jedoch nicht genau angegeben werden²³.

Öffentliche Finanzierung der Braunkohlensanierung

Die Bund-Länder-Geschäftsstelle für die Braunkohlensanierung beziffert die Gesamtkosten für die Finanzierung der Braunkohlensanierung in ehemaligen DDR-Tagebauen, welche von 1991 bis 2012 anfielen, auf ca. 9,4 Mrd. €²⁴. Getragen werden diese Kosten anteilig vom Bund, den betroffenen Ländern (Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen) und der EU.

1.3 Umweltaspekte

Kohlendioxid-Emissionen und Emissionsfaktoren

Die CO₂-Emissionen aus Braunkohlen werden in Deutschland entsprechend der unterschiedlichen Qualitäten nach vier aktuell genutzten Revieren

unterschieden. Unter Zugrundelegung einer 100%-igen Verbrennung ohne Berücksichtigung von Stützfeuerungen und Mitverbrennungen werden für die Rohbraunkohlen der einzelnen Reviere folgende brennstoffbezogene Emissionsfaktoren (t CO₂/TJ) ausgewiesen.

Tabelle 11

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren für die deutschen Braunkohlenreviere²⁵

Revier	t CO ₂ /TJ
Rheinland	114
Helmstedt	99,0
Lausitz	113
Mitteldeutschland	104,0

Quelle: Umweltbundesamt

Die CO₂-Emissionen von Kraftwerken werden zudem vom elektrischen Nettowirkungsgrad der jeweiligen Anlage maßgebend beeinflusst.

Tabelle 12

Elektrische Netto-Wirkungsgrade für Braunkohlengroßkraftwerke

Technikniveau	Elektrischer Netto-Wirkungsgrad von Kraftwerken ab 100 MWel
Alt	32%
Durchschnitt	37%
Stand der Technik (BoA)	43%
Zukunft	50 %

Quelle: Umweltbundesamt

In Deutschland emittieren Braunkohlenkraftwerke spezifische Emissionen zwischen 1300 g/kWh (altes Kraftwerk mit niedrigem elektrischem Nettowirkungsgrad und Rohbraunkohlen schlechterer Qualität) und 800 g/kWh (Kraftwerk der Zukunft mit hohem Wirkungsgrad durch braunkohlenoptimierte Anlagentechnik mit Kohlenvortrocknung -BoAplus - und Braunkohlen mit hoher Qualität).

Weitere Emissionen

Neben den oben genannten Kohlendioxidemissionen werden bei der Verbrennung von Kohlen weitere Schadstoffe und Schwermetalle in die Luft und die Gewässer emittiert sowie in die Aschen und den anfallenden REA-Gips transferiert. Die Höhe der freigesetzten Stoffe ist neben der Art der Kohlen

(Braun- oder Steinkohlen) einerseits abhängig von der ursprünglichen Belastung der Kohlen, andererseits von der eingesetzten Anlagen-, Feuerungs- und Umweltschutztechnik. Der technische Aspekt, d.h. die gesetzlichen Regelungen bzgl. der Emissionsgrenzwerte für Kohlenkraftwerke ab einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW werden in der 13. BImSchV („Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen“) definiert. Für Feuerungsanlagen für den Einsatz fester Brennstoffe regelt die Verordnung insbesondere Grenzwerte für Staub, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide, Schwefeloxide und Quecksilber.

Aus den nationalen Trendtabellen²⁶ für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, welche das Umweltbundesamt seit 1990 jährlich veröffentlicht, wird – auf aggregierter Ebene sichtbar, dass der überwiegende Teil der Luftschadstoffemissionen energiebedingt sind.

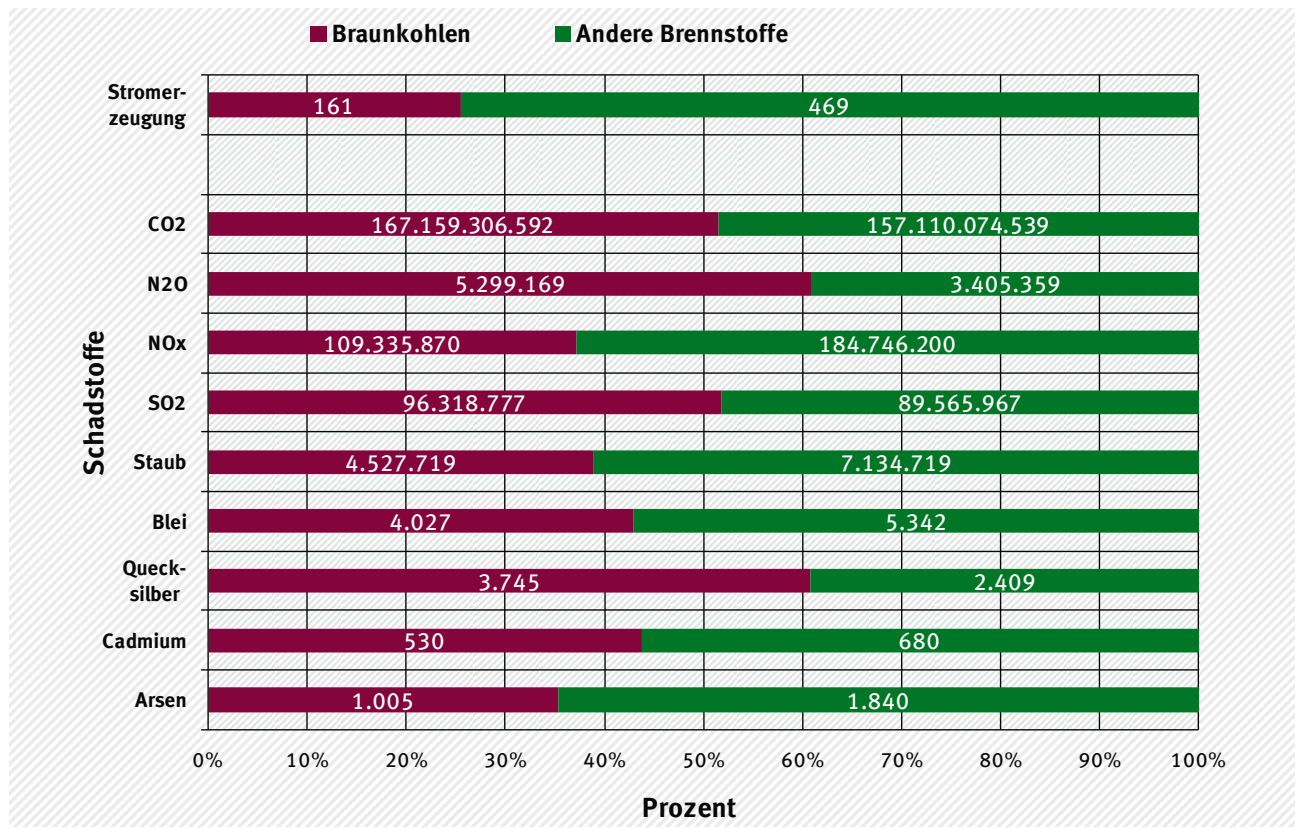
Auf disaggregierter Ebene sind Daten zu Jahresfrachten von Schadstofffreisetzungen und Abfallverbringungen von etwa 4000 Betrieben im deutschen Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister, erhältlich (Link: www.thru.de). Berichtet werden Daten zu 91 Schadstoffen und zu gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen. Deutschland hat sich als Vertragsstaat des PRTR – Protokolls (Protokoll über Schafstofffreisetzungs- und Verbringungsregister von 2003²⁷) der UN-ECE verpflichtet, ein solches Register einzurichten. Es wird vom Umweltbundesamt geführt.

Nachfolgend sind beispielhaft die im PRTR-Register gemeldeten Jahresfrachten der wichtigsten Schadstoffe eines älteren, sich in Betrieb befindlichen deutschen Braunkohlenkraftwerks mit einer elektrischen Nettonennleistung von etwa 1.800 MW angegeben.

Wie aus den obigen Quellen ersichtlich, sind Braunkohlenkraftwerke relevante Quellen für Luftschadstoffemissionen (SO₂, NO_x, Feinstaub²⁸ etc.) sowie die Emissionen toxischer Metalle (etwa Quecksilber, Blei, Arsen, Cadmium). Studien zeigen, dass Menschen, die in Umgebungen mit höherer Schadstoffbelastung leben – wie etwa in der Umgebung von Kohlenkraftwerken - ein erhöhtes gesundheitliches Risiko haben.

Abbildung 6

Anteil Braunkohlen an der Bruttostromerzeugung und an Emissionen aus Stromerzeugung



Quelle: Umweltbundesamt ZSE Stand 02/2014

Tabelle 13

Jahresfrachten eines Braunkohlenkraftwerks (Nettonennleistung 1.800 MW)

Beispielhafte Jahresfracht	Schadstoffbezeichnung
19.300.000.000 kg	CO ₂ , Gesamt
19.200.000.000 kg	CO ₂ , nicht-biogener Anteil
12.100.000 kg	Stickoxide (NO _x /NO ₂)
9.250.000 kg	Kohlenmonoxid (CO)
3.570.000 kg	Schwefeloxide (SO _x /SO ₂)
404.000 kg	Feinstaub (PM ₁₀)
54.800 kg	anorganische Chlorverbindungen als HCl
363 kg	Quecksilber und Verbindungen (als Hg)
273 kg	Zink und Verbindungen (als Zn)
182 kg	Kupfer und Verbindungen (als Cu)
108 kg	Nickel und Verbindungen (als Ni)
40 kg	Arsen und Verbindungen (als As)
35 kg	Cadmium und Verbindungen (als Cd)

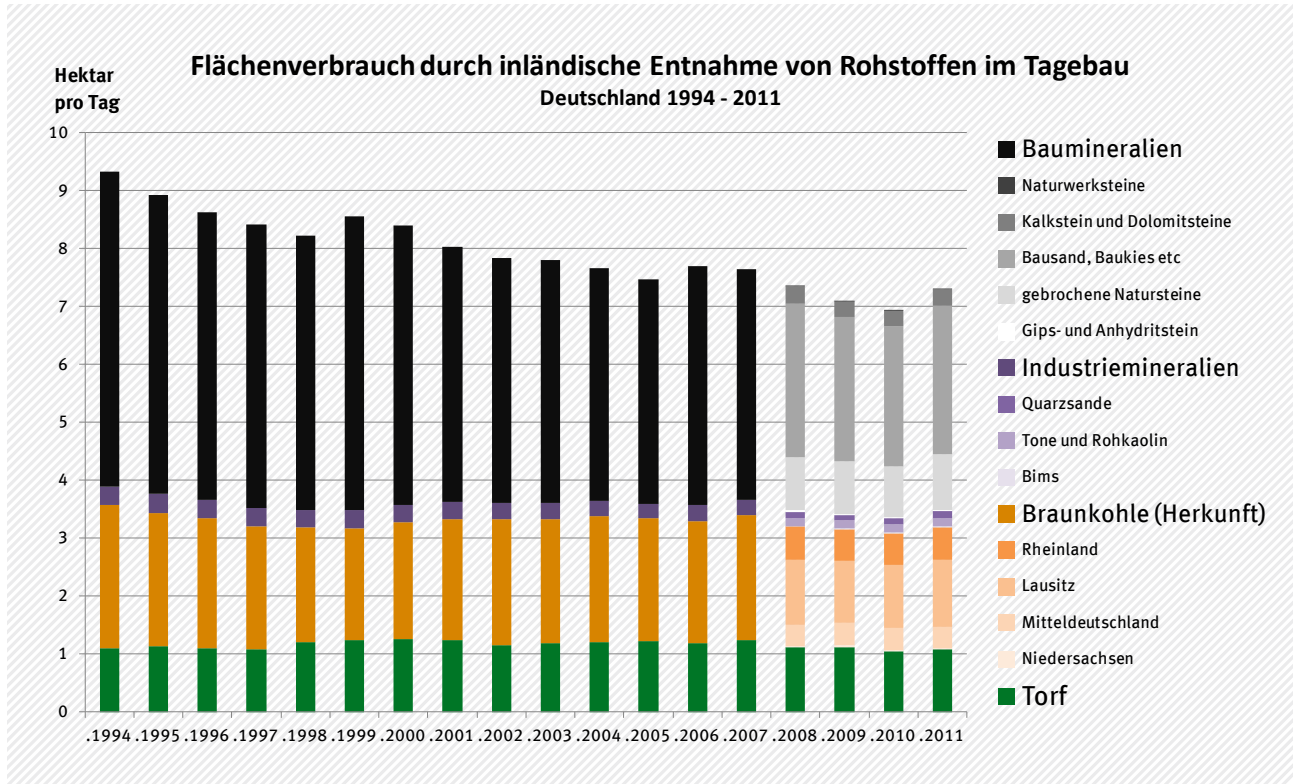
Quelle: Umweltbundesamt für das Jahr 2012, Daten entnommen www.thru.de

Flächendenaturierung durch Braunkohlegewinnung im Tagebau

Der Abbau von Braunkohle im Tagebau geht mit großflächigen Eingriffen in die Landschaft einher, wobei neben den Böden auch der Wasserhaushalt und die Gewässergüte stark beeinträchtigt werden. Nach vorliegenden Daten des BGR²⁹ wurden im Jahr 2011 durch den Braunkohleabbau 770 Hektar Fläche (2,1 Hektar pro Tag) neu denaturiert.

Abbildung 6a

Anteil der Braunkohlen am Flächenverbrauch durch Rohstoffabbau



Quelle: Umweltbundesamt, Daten zur Umwelt, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/flaechenverbrauch-fuer-rohstoffabbau>

2 Steinkohlen

Zusammenfassung

Energiewirtschaftliche Eckdaten

Der größte Steinkohlenförderer im Jahr 2012 war China mit einem Anteil von 51,3 % an der weltweiten Produktion. Etwa 18 % der geförderten Steinkohlen werden weltweit gehandelt. Die größten Exporteure sind Indonesien (30 %), Australien (25 %) und Russland (10 %). Die meisten Importe erfolgen nach China, Japan und Indien. Deutschland rangiert mit 45 Mio. t/a auf dem 6. Platz der importierenden Länder.

Die Bruttostromerzeugung in Deutschland betrug im Jahr 2012 etwa 617,6 TWh. Davon wurden 19,1 % aus Steinkohlenkraftwerken bereitgestellt³⁰.

Der Stromanteil aus den im Inland geförderten Steinkohlen erbrachte etwa 45 TWh. Dies bedeutet einen Anteil an der Gesamtstromerzeugung von ca. 7 % mit stark sinkender Tendenz.

Derzeit sind 69 Steinkohlenkraftwerke mit insgesamt 107 Kraftwerksblöcken in der Größenklasse ab 1 MW Leistung im kommerziellen Betrieb, die insgesamt über eine Bruttoleistung von 27.977,3 MW_{el} verfügen.³¹

Die Nettoengpassleistung der Kraftwerke ab 10 MW_{el} beträgt 25.659,6 MW.³²

Desweiteren befinden sich gegenwärtig 5 Kraftwerksblöcke (Stand: März 2014) mit einer Gesamt-Bruttoleistung von 4.242 MW_{el} im Probetrieb und werden voraussichtlich noch im Jahr 2014 den kommerziellen Betrieb aufnehmen.

3 Steinkohlenkraftwerksblöcke mit einer Gesamt-Bruttoleistung von 2.831 MW_{el} befinden sich gegenwärtig im Bau und 1 im Genehmigungsverfahren (920 MW_{el}).³³

Zumindest ein Teil der Steinkohlenkraftwerke wird voraussichtlich noch einige Jahrzehnte am deutschen Netz sein. Das Umweltbundesamt hält über die im Bau befindlichen Steinkohlenkraftwerke hinaus keinen weiteren Zubau für erforderlich³⁴. Konventionelle Erzeugungskapazitäten sollten aus

Gründen des Klimaschutzes mit einer wachsenden Zahl dezentraler Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien bevorzugt mit Erdgas statt mit Braun- oder Steinkohlen betrieben werden.

Ökonomische Aspekte

Im Jahr 2013 betrug der Importanteil bei Steinkohlen 87 %. Die derzeitigen Steinkohlenimporte erfolgen hauptsächlich aus Russland, Kolumbien, USA/Kanada, Polen und Südafrika.

Deutschland importierte 1990 die meisten Steinkohlen aus Südafrika. Bei den südafrikanischen Exporten ist nunmehr zu beachten, dass diese zunehmend (d.h. zu mehr als 50 %) in den asiatischen Markt (vornehmlich nach Indien) fließen und somit für den europäischen Markt nicht mehr in der ursprünglichen Größenordnung zur Verfügung stehen. Im Jahr 2013 waren die Hauptherkunftsländer der Steinkohlenimporte nach Deutschland Russland, gefolgt von den USA und Kolumbien.³⁵

Gemäß Beschluss der EU-Kommission darf Deutschland für einen sozialverträglichen Auslaufprozess den Steinkohlenabbau mit öffentlichen Mitteln nur bis 2018 fördern. Nach Schließung der Bergwerke Prosper-Haniel, Bottrop, Auguste Victoria, Marl sowie des Bergwerkes Ibbenbüren endet dann die Steinkohlenförderung in Deutschland 2018 vollständig.

Umweltaspekte

Neben den Treibhausgasen stoßen Steinkohlenkraftwerke gesundheitsgefährdende Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Ruß und Staubemissionen sowie toxische Metalle wie Quecksilber, Blei, Arsen und Cadmium aus.

2.1 Energiewirtschaftliche Aspekte

Ressourcen, Reserven, Verfügbarkeit, Reichweite, Einsatzzwecke

Perspektiven deutscher Steinkohlennutzung im internationalen Kontext

Die größten weltweiten Ressourcen und Reserven aller fossiler Energieträger weist die Kohle auf. Steinkohlen haben einen Anteil von 48 % an den Primärenergiereserven und fast 80 % an den Energie-

ressourcen³⁶. Dieses Potential ist ausreichend, um den absehbaren Bedarf über viele Jahrzehnte zu gewährleisten³⁷. Ähnlich wie bei der Braunkohle unterliegen auch bei der Steinkohle die genauen Abschätzungen zu Ressourcen und Reserven Unsicherheiten (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14

Weltweite Reserven und Ressourcen von Steinkohlen im Jahr 2012

	BGR (2013)	IEA (2013)	BP (2013)
Ressourcen	17.143, 5 Gt		
Reserven	769,0 Gt ³⁸	736,1 Gt ³⁹	404, 8 Gt ⁴⁰

Quelle: Umweltbundesamt, eigene Darstellung

Im Jahr 2012 betragen die weltweiten Kohlereserven (Stein- und Braunkohlen) nach BP Schätzung bei 860,9 Gt.⁴² Im Jahr 2002 wurden hingegen noch Reserven von 984,4 Gt geschätzt. Das Reserve-to-Production Verhältnis, das aussagt, wie lange die Reserven bei einer gleichbleibenden Produktion ausreichen, ist in den vergangenen 20 Jahren in allen Regionen gesunken⁴³.

Tabelle 16

Die 10 größten Steinkohlenimportländer^{*51}

in Mio. t	2010	2011	2012
China	166	183	235
Japan	184	175	185
Indien	86	114	129
Südkorea	111	129	126
Taiwan	64	67	66
Deutschland	40	44	45
Großbritannien	26	32	45
Italien	22	24	29
Spanien	13	16	21
USA	15	11	7
Gesamt	727	795	888
Anteil am Welthandel	0,75	0,81	0,82
EU-27	176	155	212
Anteil am Welthandel	0,19	0,15	0,2

*teils vorläufig, seewärtige Menge

Quelle: Verein der Kohlenimporteure e.V.

Die regionale Verteilung der Steinkohlenreserven, -ressourcen und die kumulierte Förderung seit 1950 sind in der Abbildung 9 dargestellt. Das größte verbleibende Potenzial ist in den Regionen Australien-Asien gefolgt von Nordamerika und der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS) verfügbar.⁴⁴

Tabelle 15

Nachgewiesene Steinkohlenreserven (2012)⁴⁵

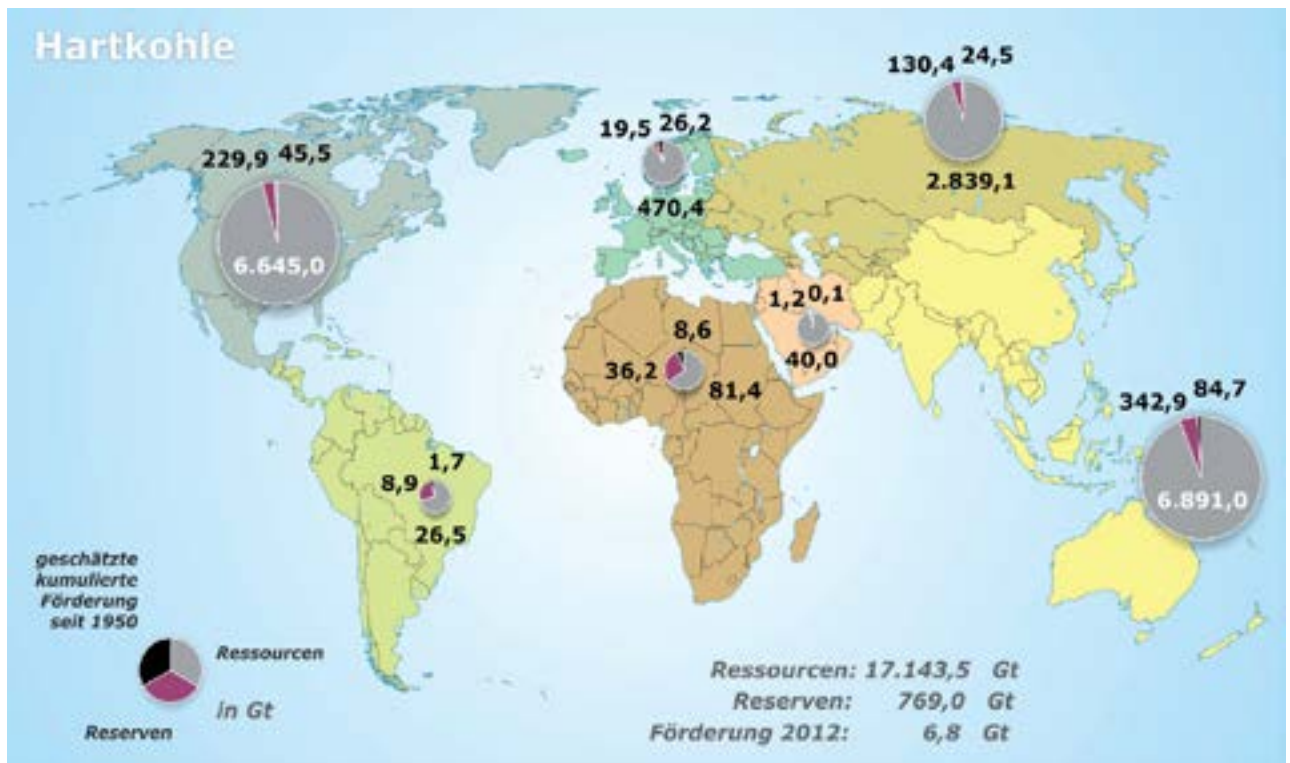
in Mio t	Steinkohle	Anteil [%]
Nordamerika	112.835,00	27,9
davon USA	108.501,00	26,8
davon Kanada	3.474,00	0,9
davon Mexiko	860,00	0,2
Mittel- & Südamerika	6.890,00	1,7
davon Kolumbien	6.366,00	1,6
Europa & Eurasien	92.990,00	23,0
davon Tschechische Republik	192,00	0,0
davon Deutschland	99,00	0,0
davon Kasachstan	21.500,00	5,3
davon Polen	4.338,00	1,1
davon Russland	49.088,00	12,1
davon Türkei	529,00	0,1
davon Ukraine	15.351,00	3,8
Mittlerer Osten & Afrika	32.721,00	8,1
davon Südafrika	30.156,00	7,5
davon Mittlerer Osten	1.203,00	0,3
Asien & Pazifik	159.326,00	39,4
davon Australien	37.100,00	9,2
davon China	62.200,00	15,4
davon Indien	56.100,00	13,9
davon Indonesien	1.520,00	0,4
Insgesamt	404.762,00	100,0

Quelle: BP

Der größte Steinkohlenförderer im Jahr 2012 war China mit einem Anteil von 51,3 % an der weltweiten Produktion von insgesamt etwa 7.941 Mt⁴⁶. Etwa 18 % der geförderten Steinkohlen werden weltweit gehandelt. Die größten Exporteure sind Indonesien (30 %)⁴⁷, Australien (25 %)⁴⁸ und Russland (10 %)⁴⁹. Die größten Importländer sind China, Japan, Indien und Südkorea. Deutschland rangiert auf dem 6. Platz der importierenden Länder⁵⁰.

Abbildung 7

Gesamtpotenzial Steinkohlen 2012⁴¹



Quelle: BGR

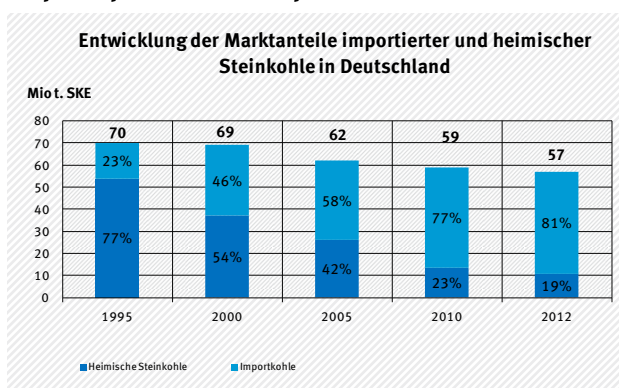
Importabhängigkeit

In Deutschland wurden im Jahr 2012 etwa 56,2 Mio. t Steinkohlen verbraucht⁵², wovon nur 19 - 20% aus einheimischer Förderung stammte⁵³. Seit Mitte der Neunziger Jahre erfolgt eine sukzessive Verringerung der Eigenförderung und im Gegenzug ein Anstieg der Steinkohlenimporte. Die Importe haben sich seit 1990 etwa vervierfacht. Mit dem Ausstieg aus der Subventionierung der Steinkohlenförderung in Deutschland werden ab 2019 Steinkohlen nur noch importiert.

Bei den Steinkohlenimporten rangierten die Lieferungen aus den USA und Russland an der Spitze (siehe Abbildung 11). Die weiteren Hauptimporteure nach Deutschland waren Kolumbien, Australien, Polen und Südafrika.

Abbildung 8

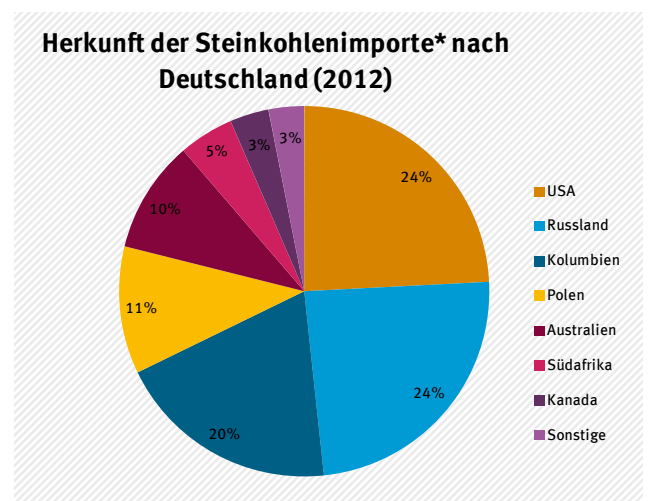
Importquoten der Importierten Kohle⁵⁴



Quelle: Gesamtverband Steinkohle

Abbildung 9

Herkunft der Steinkohlenimporte 2012

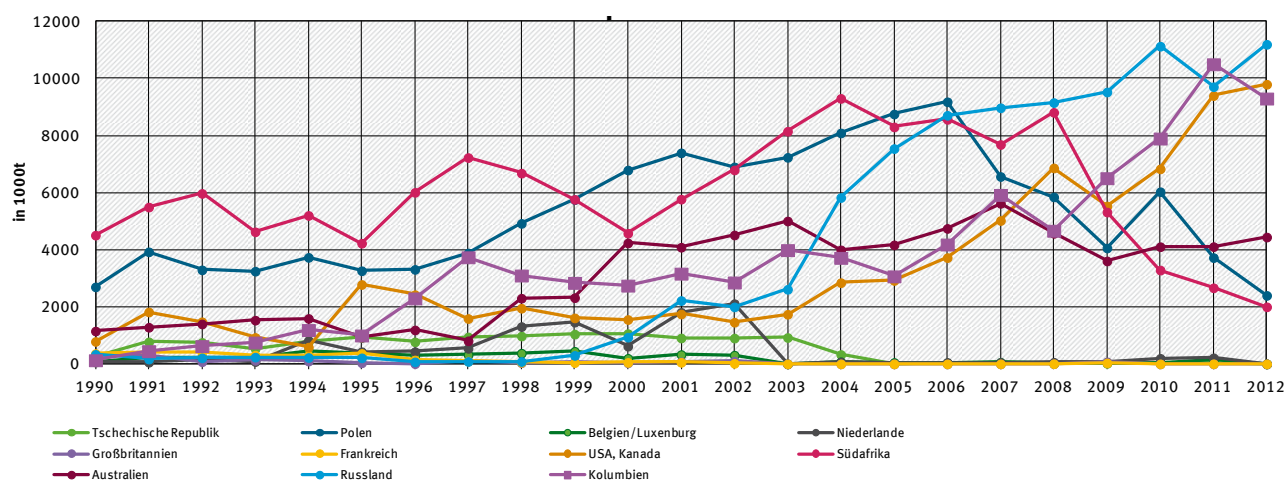


*Steinkohlen, inklusive Briketts und Steinkohlenkoks

Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. 2013

Abbildung 10

Steinkohlenimporte nach Herkunftsländern seit 1990 nach Deutschland



Quelle: BMWi Energiedaten, Verein der Kohlen-Importeure e.V., Statistik der Kohlenwirtschaft

Eine Entwicklung der Steinkohlenimporte nach Herkunftsländern seit 1990 ist in Abbildung 12 dargestellt. Der Anteil von Steinkohlen am Primärenergieverbrauch in Deutschland betrug 2013 12,7 %⁵⁵. Der Anteil an der Stromerzeugung lag bei 19,7 %.

Knapp 71% des Steinkohlenverbrauchs in der EU entfielen 2012 auf den Verbrauch in Kraftwerken, etwa 16% wurden in Hütten/Kokereien verwendet und weitere 13% im Wärmemarkt⁵⁶. Auf dem deutschen Markt zeigt sich vergleichbares Verbrauchsmuster:

Nahezu zwei Drittel der Steinkohlen wird in Kraftwerken verwendet, gefolgt von der Nutzung in der Eisen- und Stahlindustrie und nur im geringen Umfang im Wärmemarkt. Ähnlich verhält sich der Absatz der in Deutschland geförderten Steinkohlen. Über 70 % werden in Kraftwerken genutzt und tragen damit etwa zu 7 % der Stromerzeugung bei. Weitere 25 % werden in der deutschen Stahlindustrie eingesetzt. Im geringen Umfang erfolgt die Nutzung im Wärmemarkt.

Anteil am Primärenergieverbrauch in Deutschland

Der Anteil der Steinkohlen am Primärenergieverbrauch ist insgesamt von 15,5 % im Jahr 1990 auf 12,7 % im Jahr 2013 geschrumpft. Das entspricht einem Rückgang von 18 %.

1) Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes.
*) Vorläufige Angaben

Quelle: für 1990-2011, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990-2011, Stand Juli 2013 für 2012 und 2013, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2012/2013, Stand: Dez. 2013

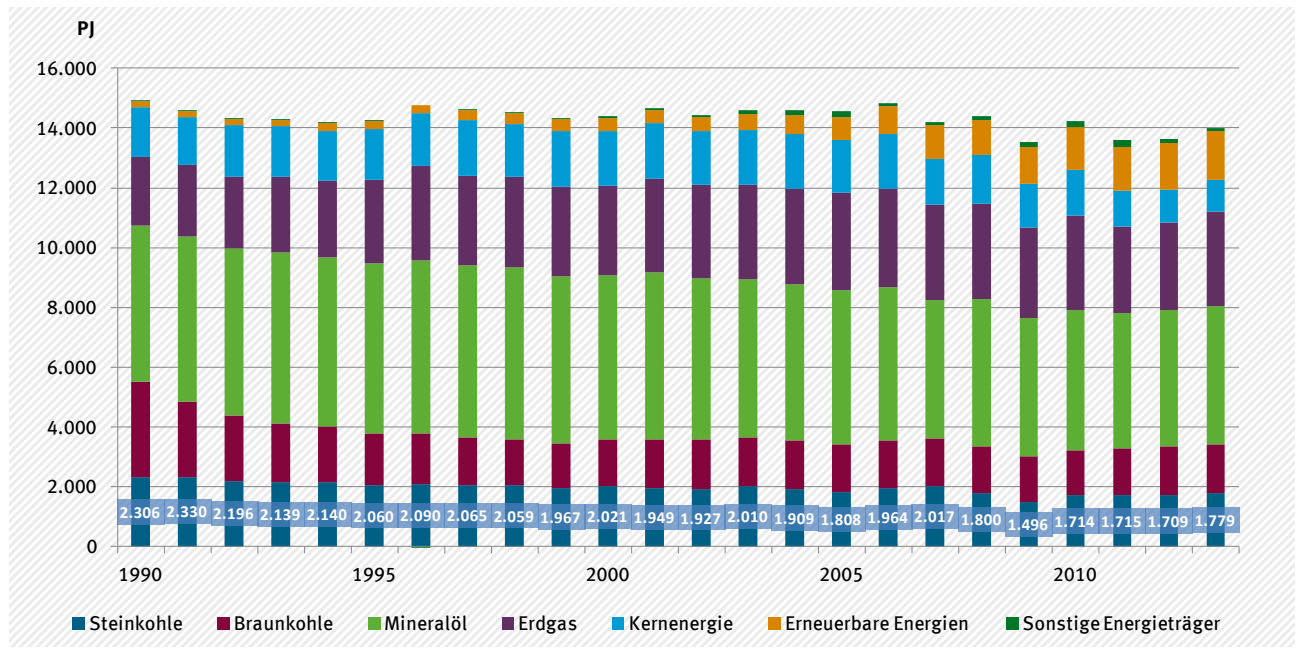
Tabelle 17

Anteile von Steinkohlen am Primärenergieverbrauch¹⁾ in Deutschland

Jahr	PEV Steinkohle	PEV insgesamt	Prozentualer Anteil
1990	2.306	14.905	15,5 %
1991	2.330	14.610	15,9 %
1992	2.196	14.319	15,3 %
1993	2.139	14.309	14,9 %
1994	2.140	14.185	15,1 %
1995	2.060	14.269	14,4 %
1996	2.090	14.746	14,2 %
1997	2.065	14.614	14,1 %
1998	2.059	14.521	14,2 %
1999	1.967	14.323	13,7 %
2000	2.021	14.401	14,0 %
2001	1.949	14.679	13,3 %
2002	1.927	14.427	13,4 %
2003	2.010	14.600	13,8 %
2004	1.909	14.591	13,1 %
2005	1.808	14.558	12,4 %
2006	1.964	14.837	13,2 %
2007	2.017	14.197	14,2 %
2008	1.800	14.380	12,5 %
2009	1.496	13.531	11,1 %
2010	1.714	14.217	12,1 %
2011	1.715	13.599	12,6 %
2012	1.709	13.643	12,5 %
2013*	1.779	14.005	12,7 %

Abbildung 11

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs von Steinkohlen in Deutschland



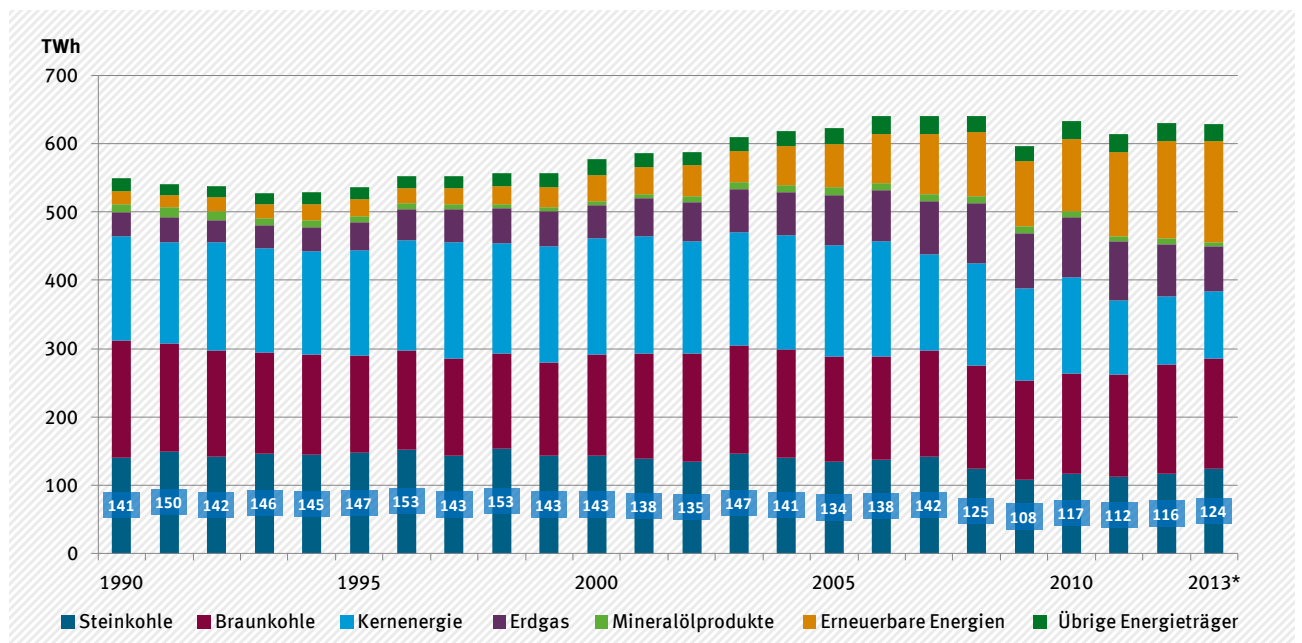
Quellen: AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz, Stand Juli 2013; für 2012, 2013 AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch für Deutschland, Stand Januar 2014

Der Primärenergieverbrauch⁵⁷ ist in Deutschland seit Beginn der 90er Jahre leicht rückläufig. Nach vorläufigen Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen betrug der Primärenergieverbrauch im Jahr 2013 14.005 Petajoule (PJ) und lag damit um 6 % niedriger

als im Jahr 1990. Im Vergleich zu 2000 bzw. 2008 sank der Verbrauch des Jahres 2013 deutlich um 12 % bzw. 1,2 %. Im Jahr 2013 stieg der Verbrauch von Steinkohlen im Vergleich zum Vorjahr um 4,1 % an.

Abbildung 12

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern



*vorläufige Angaben, z.T. geschätzt

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Sondertabelle Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013 nach Energieträgern, Stand Februar 2014

Seit 1990 fanden große Veränderungen im Energieträgermix statt. Hervorzuheben sind die Halbierung des Braunkohleneinsatzes, die Steigerung des Gasverbrauchs um fast 40 Prozent und das massive Wachstum erneuerbarer Energieträger. Von den in Deutschland im Jahr 2013 verbrauchten Primärenergien entfielen etwa ein Drittel auf Mineralölprodukte und ein Fünftel auf Erdgas. Steinkohlen, Braunkohlen und Kernenergie lieferten jeweils rund ein Zehntel des Primärenergiebedarfs (siehe Abbildung 13).

Anteil an der Bruttostromerzeugung in Deutschland

Auch die Struktur der Bruttostromerzeugung⁵⁸ nach eingesetzten Energieträgern änderte sich zwischen 1990 und 2013 deutlich (siehe Abbildung 14). Der Anteil der Energieträger Braunkohlen, Steinkohlen und Kernenergie an der Bruttostromerzeugung hat seit 1990 abgenommen. Heute besitzen alle drei Energieträger zusammen nur noch einen Anteil von rund 61 %, 1990 waren es noch 84 %. Nach vorläufigen Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ist der Anteil der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung zwischen 1990 und 2013 um 6 % zurückgegangen, obwohl sich die Stromerzeugung insgesamt um 15 % erhöhte. Im Vergleich mit allen Energieträgern hat sich der Anteil der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung von 31 % im Jahr 1990 auf 19,6% im Jahr 2013 verringert (siehe Abbildung 14). im Vergleich mit dem Jahr 2000 sank der Anteil 2013 um 5,2 % und seit 2008 blieb der Anteil 2013 nahezu konstant. In der jüngsten Entwicklung steigerten die Steinkohlen ihren Anteil 2013 im Vergleich zum Vorjahr um 1,21%.

Tabelle 18 zeigt den Anteil der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung in der Zeitreihe. Der Anteil der Steinkohlen am Stromverbrauch ist nicht bestimmbar, da Fackel- und Leitungsverluste nicht brennstoffspezifisch bekannt sind.

Steinkohlenkraftwerke in Deutschland

Anzahl und Leistung der bestehenden Kraftwerke

Tabelle 19

Gesamtleistung der Steinkohlenkraftwerke in Deutschland⁵⁹

Kraftwerke > 1 MW	Standorte	Blöcke	Bruttoleistung (MW)	Nettoengpassleistung (MW)	Fernwärmeleistung (MW)
Steinkohle	69	107	27977,3	25659,6 ⁶⁰	14692,5

Quelle: Umweltbundesamt/BNNetzA

Tabelle 18

Anteile der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung in Deutschland

Jahr	Steinkohlen [TWh]	Bruttostromerzeugung insgesamt [TWh]	Prozentualer Anteil der Steinkohlen
1990	140,8	549,9	25,6 %
1991	149,8	540,2	27,7 %
1992	141,9	538,2	26,4 %
1993	146,2	527,1	27,7 %
1994	144,6	528,5	27,4 %
1995	147,1	536,8	27,4 %
1996	152,7	552,7	27,6 %
1997	143,1	552,3	25,9 %
1998	153,4	557,2	27,5 %
1999	143,1	556,3	25,7 %
2000	143,1	576,6	24,8 %
2001	138,4	586,4	23,6 %
2002	134,6	586,7	22,9 %
2003	146,5	608,8	24,1 %
2004	140,8	617,5	22,8 %
2005	134,1	622,6	21,5 %
2006	137,9	639,6	21,6 %
2007	142,0	640,6	22,2 %
2008	124,6	640,7	19,4 %
2009	107,9	595,6	18,1 %
2010	117,0	633,0	18,5 %
2011	112,4	613,1	18,3 %
2012	116,4	629,8	18,5 %
2013*	124,0	633,6	19,6 %

*) Vorläufige Angaben

Quellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.; AG Energiebilanzen e.V.

Stand: 07.Februar 2014

Derzeit sind in Deutschland 69 Steinkohlenkraftwerke (insgesamt 107 Kraftwerksblöcke) mit mindestens 1 MW Leistung in Betrieb.

Volllaststunden

Die Volllaststundenzahl ist eine Rechengröße, die sich aus dem Quotienten der von einem Kraftwerk in einem Jahr eingespeisten Strommenge (in GWh) und der entsprechende Kraftwerksleistung (in GW) ergibt. Folgende Größen haben Einfluss auf die Jahresvolllaststunden⁶¹:

Variable Kosten: Brennstoffkosten und CO₂-Zertifikatspreise,

Strombörsenpreise: Phasenweise niedrigere Marktpreise durch hohe EE-Einspeisung (Merit-Order-Effekt)

EU-Strombinnenmarktintegration: CEW Market Coupling

Flexibilität und Verfügbarkeit des jeweiligen Kraftwerks (Teillastbetrieb, AN- und Abfahrzeiten)

Konjunkturlinienflüsse auf die Stromnachfrage.

Tabelle 20

Volllaststunden der deutschen Steinkohlenkraftwerke

Studie	2010	2011	2012	2013
BDEW 08/2013	3.870	3.740	4.020	
VDI 2013		3.790	6.850	
Fraunhofer ISE 2013 (mittlere Auslastung)			6.000	
EWI Prognos	5.800			
UBA-Datenbank (hier: jährliche Benutzungsstunden)		4.004	4.149	4.374

Quelle: BDEW/VDI/Fh ISE/EWI/UBA, eigene Darstellung

Regionale Verteilung

In der beiliegenden Karte in Anhang 3 sind alle größeren Kraftwerke ab einer elektrischen Bruttoleistung von 100 MW in Deutschland verzeichnet – d.h. Stein- und Braunkohlenkraftwerke, aber auch Kernkraftwerke, Gaskraftwerke, Wasserkraftwerke sowie große

Wind- und Solarparks. Ballungen von Steinkohlenkraftwerke liegen – bedingt durch die erforderliche Nähe zu den einheimischen Vorkommen – vorwiegend im Ruhr- und Saarrevier sowie Ibbenbüren (das Aachener Revier wurde in den Jahren 1998-2000 stillgelegt) und – bedingt durch die Anlieferwege für Importsteinkohlen – entlang des Rheins und in der Nähe der deutschen Nordseeküste. Neubauprojekte (nicht auf der Karte verzeichnet) sind v.a. aufgrund der Nähe zu den Anlieferwegen für Importsteinkohlen in Küstennähe und an großen Flüssen vorgesehen.

Altersstruktur

Das Alter der Steinkohlenkraftwerke beträgt durchschnittlich 30 Jahre und geht bis zu 50 Jahren. Viele der ältesten Anlagen wurden modernisiert bzw. ertüchtigt, so dass ihre alters- oder technisch bedingten Restlaufzeiten nicht abschätzbar sind. Stilllegungen erfolgen ggf. vielmehr aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen. So wurden beispielsweise von E.ON die 3 ältesten der Steinkohlen-Kraftwerksblöcke in Großkrotzenburg (NRW) in den Jahren 2012/2013 und von RWE die beiden ältesten Kraftwerksblöcke in Hamm-Uentrop per 1.1.2014 stillgelegt.

Betreiber

Die größten Betreiber sind die beiden großen Energiekonzerne Steag und E.ON, gefolgt von diversen weiteren Betreibern und Stadtwerken (vgl. Tabelle im Anhang 2). Steag und E.ON haben die größten installierten Leistungen bei den Steinkohlenkraftwerken. Die verbleibenden 34,5% der Steinkohlenkraftwerke werden von Industrie- und Stadtwerken betrieben.

Tabelle 21

Elektrische Bruttoleistung deutscher Steinkohlenkraftwerke nach Betreiber⁶²

Betreiber	Elektr. Bruttoleistung (MW)	Anteil (%)
Steag	7.173,5	25,60
E.ON	5.241	18,7
EnBW	2.970,9	10,6
RWE	2.969,0	10,6
Summe	18.314,5	65,5
alle Betreiber	27.977,3	100,0

Quelle: Umweltbundesamt

Tabelle 22

Steinkohlenkraftwerke, die 2014 in den kommerziellen Betrieb gehen (Stand März 2014)

Kraftwerksname	elektr. Bruttoleistung (MW)	FW-Leistung (MW)	geplante IB	Unternehmen	Plan/ Bau/ Probetrieb Stand März 2014	Baubeginn
Hamburg - Moorburg 1	827	keine	2014	Vattenfall Europe GmbH	PrB	2007
Hamburg - Moorburg 2	827	keine	2014	Vattenfall Europe GmbH	PrB	2007
Hamm D (Uentrop, Westfalen)	820	keine	2014	RWE Power / DWE Dortmund / StW Hamm	B	2008
Hamm E (Uentrop, Westfalen)	820	keine	2014	RWE Power / DWE Dortmund / StW Hamm	PrB	2008
Karlsruhe / Rheinhafen RDK 8	912	220	2014	EnBW Kraftwerke AG	PrB	2008

Quelle: Umweltbundesamt

In Bau und Probetrieb befindliche Kraftwerke

Derzeit (Stand März 2014) befinden sich gemäß UBA-Planungsliste in Deutschland 6 Kraftwerksblöcke mit einer Bruttoleistung von insgesamt 5.062 MW im Bau bzw. im Probetrieb.

Wirtschaftsverbände wie der BDEW und Umweltverbände wie der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) sprechen von weiteren geplanten Steinkohlenkraftwerksprojekten, die das UBA jedoch aufgrund bisher fehlender entsprechender Genehmigungsanträge als unsichere Projekte einstuft. In wie weit diese Projekte realisiert werden ist unklar, denn in den letzten Jahren wurden beispielsweise 15 Steinkohlenkraftwerksprojekte aufgegeben, u.a. in Berlin, Mainz, Kiel, Köln, Lubmin und Ensdorf. Dies ist z.T. auch auf mangelnde Akzeptanz bzw. auf ökonomische Gründe zurückzuführen.

Zur Stilllegung angemeldete Kraftwerke

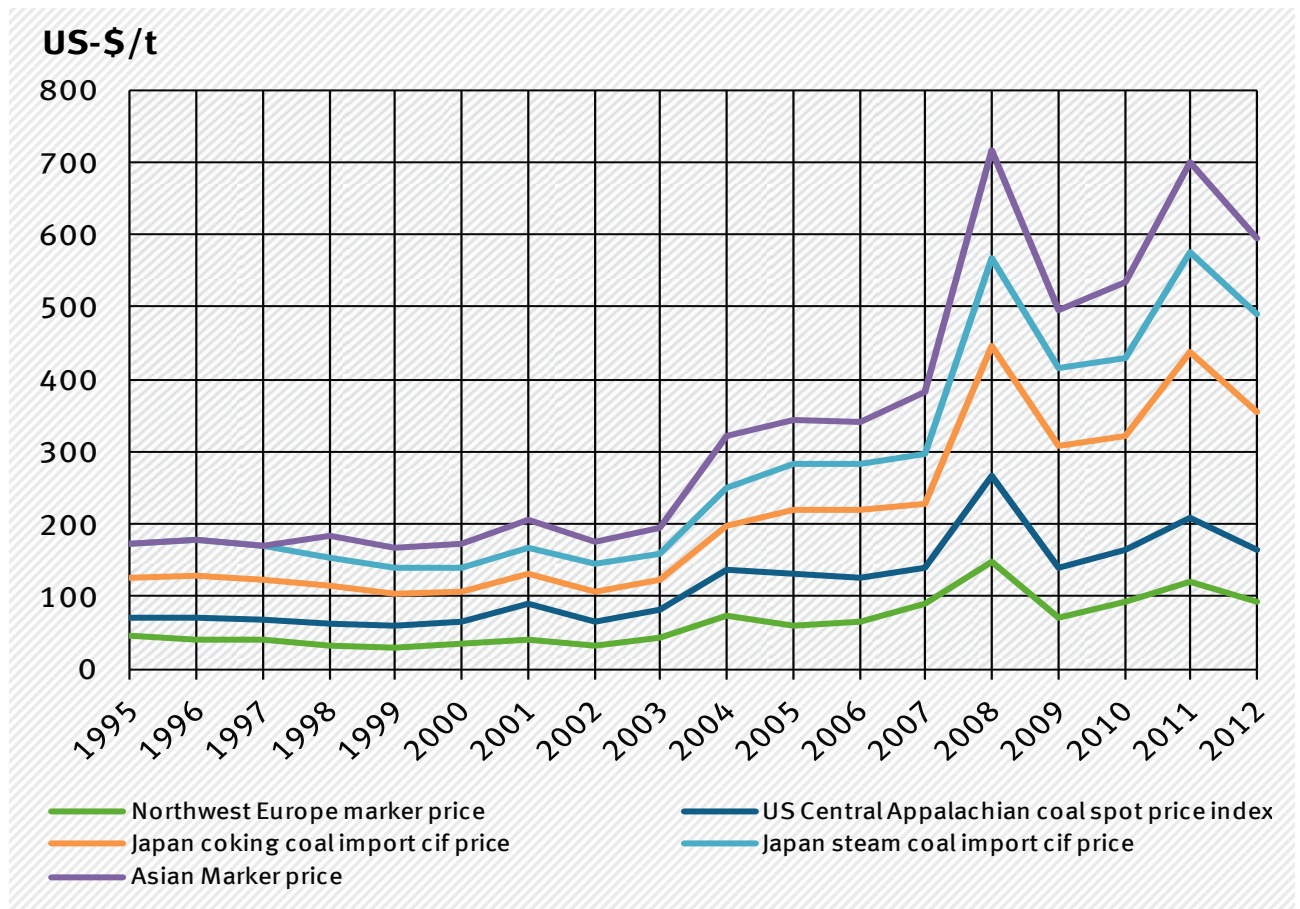
Die Kraftwerksstilllegungsliste der Bundesnetzagentur weist mit Stand vom 16.01.2014 Stilllegungsanzeigen für 13 Steinkohlenkraftwerksblöcke mit einer Nettoengpassleistung von insgesamt 3.421 MW aus, von denen sich 3 Blöcke seit Ende 2013 in Kaltreserve befinden. Die BNetzA hat 2 dieser Blöcke als systemrelevant eingestuft.⁶³

2.2 Ökonomische Aspekte**Brennstoffkosten**

Gegenwärtig entfallen noch 24 % vom Gesamtaufkommen an Steinkohlen in Höhe von etwa 57 Mio. t SKE/a auf die heimische Förderung⁶⁴. Aufgrund der hierzulande vorliegenden geologischen Abbaubedingungen und Lohnkosten sind ihre Förderkosten (ca. 180 €/t)⁶⁵ nach wie vor höher als der Weltmarktpreis von circa 95 €/t SKE (jahresdurchschnittlicher Preise für importierte Kraftwerkskohle)⁶⁶. Der Abbau deutscher Steinkohlen ist daher nur durch eine hohe Subventionierung möglich⁶⁷ (vgl 1.7.5.).

Die Preisnotierungen auf den Weltmärkten für Steinkohlen haben sich von ihren drastischen Einbrüchen auf dem Tiefpunkt der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise zur Mitte 2008 erholt und sind seitdem aus einem Tal in 2009 bis Ende 2011 gestiegen und sinken seit 2012 moderat.⁶⁸ Dabei ist jedoch die zwischen Ende der 80er Jahre und der Jahrtausendwende zu konstatierende parallele Entwicklung der Preise auf den wichtigsten Steinkohlenmärkten, was sowohl die Trendentwicklung aber auch das Niveau der Preise angeht, nicht mehr erkennbar: Auf dem US-amerikanischen Markt sind seit dem krisenbedingten Einbruch im Jahr 2008/2009 die Preise auf niedrigem Niveau geblieben.

Weltweite Entwicklung der Preise auf den wichtigsten Steinkohlenmärkten



Quelle: Jahresbericht Steinkohle 2013

Diese Entwicklung im Jahr 2008/2009 ist insbesondere im Kontext der US-amerikanischen unkonventionellen Erdgasförderung zu sehen. Der europäische und asiatische Preis folgten, zeitlich etwas verzögert, dem amerikanischen Abwärtstrend. Dies ist deutlich an den deutschen Drittlandskohlenpreisen zu erkennen ist, deren Wert im Jahr 2013 auf 79,12 € je Tonne SKE sank. Die japanischen Märkte sehen hingegen weiterhin hohe Preise, die mit 191 bzw. 131 US\$ je Tonne etwa 260% / 180% des amerikanischen Preises betragen.

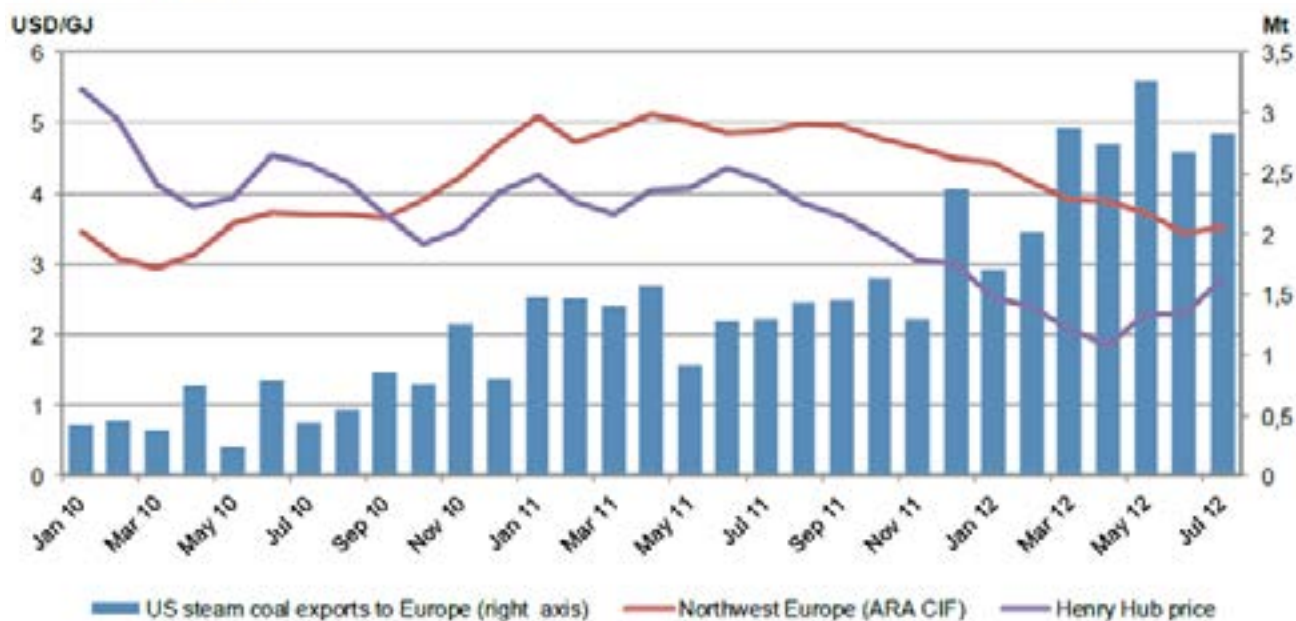
Der IEA zufolge hat die Schiefergas-Boom in den Vereinigten Staaten zu einem signifikanten „Gas-to-Coal-Switch“ in Europa geführt. Infolge des reichlichen Angebots an Erdgas in den USA (ein Anstieg von 127 Mrd. m³ von 2006 bis 2011) sind die monatlichen Preise (Henry Hub) im April 2012 unter 2 US\$/MBtu gefallen. Ein sinkender Kohlenverbrauch⁷⁰ auf dem

amerikanischen Markt führte zu hohen Lagerbeständen und einem erhöhten Exportdruck⁷¹. Große Mengen an aus den USA importierter Kohlen führten teilweise sogar zu einem Überangebot an Kohlen in Europa und zu sinkenden Preisen (US\$ 130/t in März 2011 auf US\$ 85/t in Mai 2012⁷²). Als Konsequenz dieser niedrigen Kohlenpreise, in Kombination mit sehr niedrigen CO₂-Preisen, war ein starker Anstieg der Kohlenverstromung bei gleichzeitig sinkender Gasverstromung in Europa zu konstatieren.

Jedoch geht die IEA davon aus, dass - während der Wechsel von Kohle zu Gas in der US-amerikanischen Stromwirtschaft anhalten wird, sich der Wechsel von Gas zu Kohlen in der europäischen Region nicht dauerhaft halten wird⁷³. Grund für diese Einschätzung sind nach IEA verschärfte Umweltauflagen, die Abschaltung von Altanlagen, der Ausbau der erneuerbaren Energien und niedrigere Gaspreise⁷⁴.

Abbildung 14

Auswirkungen von US-Schiefergas auf die europäischen Kohlenpreise⁷⁵



Quelle: McCloskey, 2012

Tabelle 23

Drittlandskohlenbezüge und durchschnittliche Preise⁶⁹

Zeitraum	Kraftwerkssteinkohle Menge t	Preis frei deutsche Grenze Euro/t SKE*
1996	12660412,00	38,00
1997	16.180.851	42,00
1998	20.464.201	37,37
1999	20.458.138	34,36
2000	21.543.665	42,09
2001	26.647.186	53,18
2002	26.083.178	44,57
2003	27.919.463	39,87
2004	25.856.906	55,36
2005	20.397.040	65,00
2006	23.594.314	62,00
2007	27.287.128	68,00
2008	29.285.156	112,00
2009	26.662.533	78,81
2010	27.638.863	85,33
2011	30.971.271	106,97
2012	31.953.789	93,02
2013	36.540.655	79,12

Quelle: BAFA

CO₂-Zertifikatspreise

Bei den EU-Emissionszertifikaten (EUA/ Spotmarkt EEX), welche neben den Brennstoffkosten ökonomische Relevanz u.a. für die Ermittlung der Stromgestehungskosten bei fossilen Kraftwerken haben, ist seit etwa 2008 ein Abwärtstrend zu beobachten. Lagten sie Mitte 2008 bei etwa 25 Euro je Tonne CO₂ sanken sie zuletzt auf einen Mittelwert von 4,62 €/t CO₂ (Stand: 17.12.2013)⁷⁶ (siehe Abbildung 5).

Stromgestehungskosten

Die aktuellen Stromgestehungskosten für eine Kilowattstunde Steinkohlenstrom liegen nach einer aktuellen Studie von Fraunhofer ISE bei 6,3 bis 8,0 € Cent je kWh⁷⁷ (siehe Abbildung 6).⁷⁸

Emissionsbedingte Umweltkosten

Mit der **Methodenkonvention 2.0**⁷⁹ aus dem Jahr 2012 legt das Umweltbundesamt best practice Schätzungen der Umweltkostensätze vor, die auf einer Zusammenschau von Schadens- und Vermeidungskosten von CO₂- und andere Luftschadstoffemissionen basieren. Aufbauend auf diesen Werten werden in der Methodenkonvention die spezifischen Umweltkosten in Cent pro Kilowattstunde Strom und Wärme je Energieträger berechnet.

Tabelle 24

Spezifische Umweltkosten für Strom je Energieträger

Stromerzeugung durch	spezifische Umweltkosten in €-Cent pro Kilowattstunde		
	Luftschadstoffe	Treibhausgase	Umweltkosten gesamt
Braunkohle	2,07	8,68	10,75
Steinkohle	1,55	7,38	8,94
Erdgas	1,02	3,90	4,91
Öl	2,41	5,65	8,06
Erneuerbare Energien			
- Wasserkraft	0,14	0,04	0,18
- Windenergie	0,17	0,09	0,26
- Photovoltaik	0,62	0,56	1,18
- Biomasse*	1,07	2,78	3,84

*Nach Erzeugungsanteilen gewichteter Durchschnittswert für Biomasse gasförmig, flüssig und fest (Haushalte und Industrie), Bandbreite von 0,3 bis 7,2 €-Cent/kWh

Quelle: Umweltbundesamt⁸⁰

Dabei zeigt sich, dass bei Ansetzen eines mittleren Schadenkostensatzes von 80 Euro/t CO₂ die Steinkohlenverstromung nach Braunkohlen die zweithöchsten Umweltkosten verursacht, nämlich 8,94 € Cent je kWh_{el}. Bei einer Bruttostromerzeugung aus Steinkohlen von 116,4 TWh in 2012 belaufen sich die so verursachten Umweltkosten auf insgesamt circa 11,1 Mrd. Euro⁸¹.

Steinkohlensubventionen

Subventionierung des Steinkohlenbergbaus

Der deutsche Steinkohlenbergbau war mit über 1,4 Mrd. € im Jahr 2010 und einem Anteil von etwa 20 % nach wie vor der größte Empfänger direkter Finanzhilfen des Bundes⁸². Darin enthalten waren im Jahr 2010 knapp 1,32 Mrd. € Zuschüsse für den Absatz deutscher Steinkohlen zur Verstromung, zum Absatz an die Stahlindustrie und zum Ausgleich der Belastungen infolge von Kapazitätsanpassungen sowie Anpassungsgelder des Bundes für Arbeitnehmer des Steinkohlenbergbaus in Höhe von nahezu 106 Mio. €.

In Nordrhein-Westfalen waren für 2010 zudem 492 Mio. € an Steinkohlenbeihilfen vorgesehen⁸³, so dass das Subventionsvolumen im Jahr 2010 1,917 Mrd. € betrug.

Am 7. Februar 2007 einigten sich der Bund sowie die Länder Nordrhein-Westfalen und Saarland mit der RAG AG und der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) grundsätzlich darauf, die Steinkohlensubventionen abzubauen und den subventionierten Steinkohlenbergbau bis Ende des Jahres 2018 sozialverträglich zu beenden. Von 2009 bis 2018 stellt der Bund mit rund 15,6 Mrd. Euro und das Land Nordrhein-Westfalen mit rund 3,9 Mrd. Euro weitere Subventionen bereit (ohne Berücksichtigung von Anpassungsgeldleistungen).

Der Kohlenabbau erzeugt gravierende Umweltprobleme und Folgekosten. Bergehalden sind aufwändig abzudichten, um eine Gefährdung des Grundwassers zu verhindern. Durch Bergsenkungen entstehen erhebliche Schäden an Gebäuden und Verkehrsanlagen. Der sinkende Boden verursacht Überschwemmungsrisiken, die man mit Deichbau und Pumpensystemen dauerhaft eingrenzen muss. Aus diesen Gründen entstehen so genannte Ewigkeitslasten. Der Landtag von Nordrhein-Westfalen geht davon aus, dass sich die Kosten für die dauerhafte Polderwasserhaltung zum Ausgleich bergbaulicher Einwirkungen im Ruhrgebiet auf jährlich 51 Mio. € (zuzüglich Inflation, Basisjahr ist 2005) summieren werden. Nach dem Steinkohlefinanzierungsgesetz zur Finanzierung der Ewigkeitskosten durch die RAG-Stiftung müssen die Revierländer und der Bund unter Umständen einen Teil der Ewigkeitslasten übernehmen, wenn das Stiftungsvermögen nicht ausreicht.

Begünstigungen bei der EEG-Umlage

Darüber hinaus bestehen weitere Subventionen für die Steinkohlenwirtschaft. So wird der Braun- und Steinkohlenbergbau insgesamt im Jahr 2010 mit 56 Mio. € und 2012 mit 103 Mio. € durch die besondere Ausgleichsregelung des EEG begünstigt. Eine getrennte Darstellung von Braun- und Steinkohlen ist aufgrund der Datenlage nicht möglich.

2.3 Umweltaspekte

Kohlendioxid-Emissionen und Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren

Der CO₂-Emissionsfaktor für die in Deutschland verbrannten Energieträger variiert im Zeitverlauf vor allem bei der Rohbraunkohle und wird bei der Emis-

Tabelle 25

Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren⁸⁴

Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	93,3	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,5	93,6	93,7	93,7	93,7	93,9
Steinkohlenbriketts	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Steinkohlenkoks	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Ballaststeinkohle (Alte Bundesländer)	90	90	90	90	90							
Emissionsfaktoren [t CO ₂ /TJ]	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	94	94	94	94	94,2	94,1	94,3	94,3	94,2	94,2	94,2	
Steinkohlenbriketts	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
Steinkohlenkoks	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	

Quelle: Umweltbundesamt - Nationaler Inventarbericht 2014

sionsberichterstattung nach dem Kyoto-Protokoll wie in Tabelle 24 dargestellt berücksichtigt. Es wird eine 100%-ige Verbrennung ohne Berücksichtigung von Stützfeuerungen und Mitverbrennungen angenommen.

Weitere Emissionen

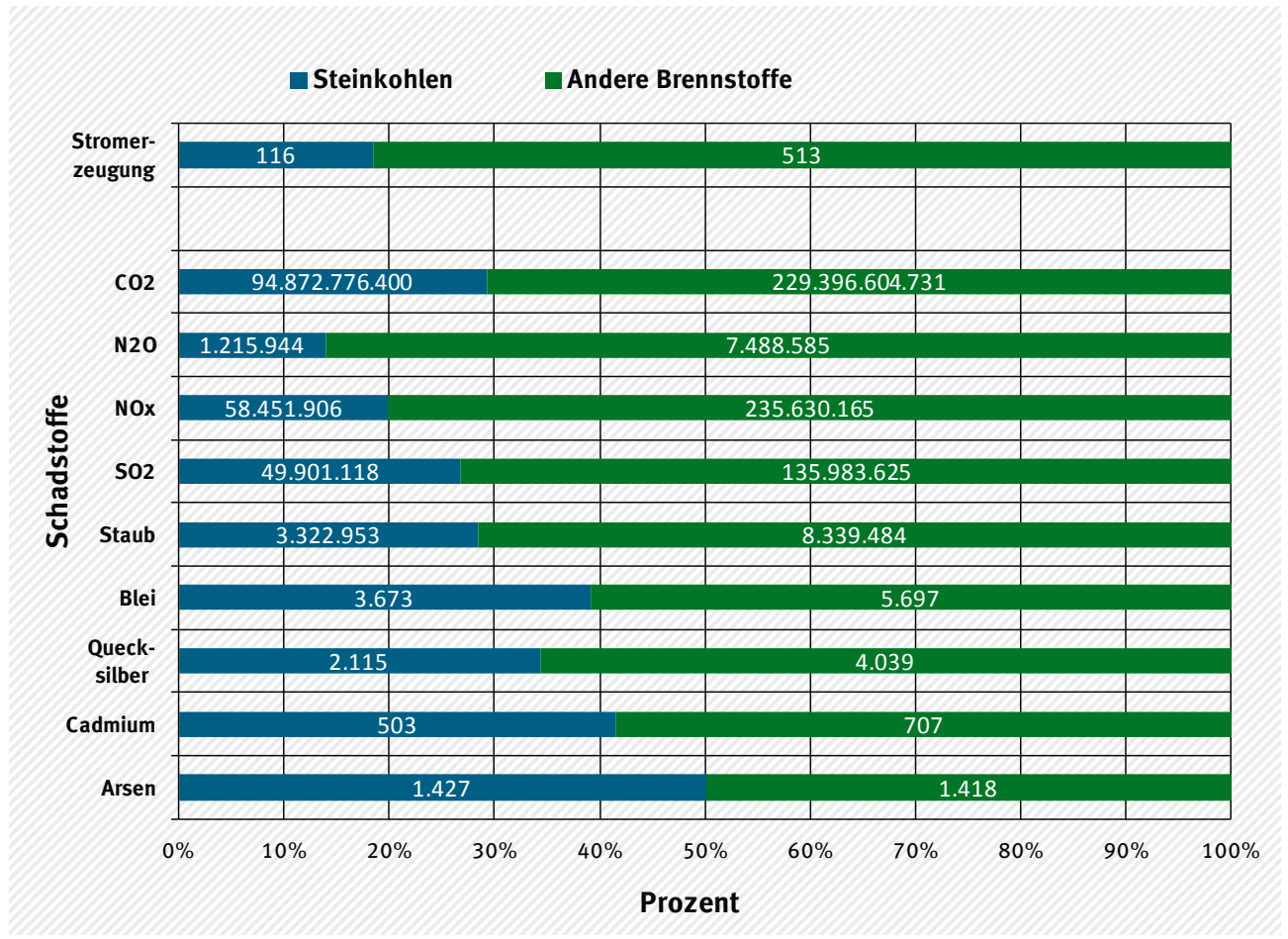
Neben den oben genannten Kohlendioxidemissionen werden bei der Verbrennung von Kohlen weitere Schadstoffe und Schwermetalle in die Luft aber auch ins Wasser emittiert. Die Höhe der freigesetzten Stoffe ist neben der Art der Kohlen (Braun- oder Steinkohlen) einerseits abhängig von der ursprünglichen Belastung der Kohlen, andererseits von der eingesetzten Anlagen-, Feuerungs- und Filterungstechnik. Der technische Aspekt, d.h. die gesetzlichen Regelungen bzgl. der Emissionsgrenzwerte für Kohlenkraftwerke ab einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW werden in der 13. BImSchV („Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen“) definiert. Für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe betreffen die Grenzwerte: Staubförmige Emissionen (§3), Kohlenmonoxid (§4), Stickstoffoxide (§5), Schwefeloxide (§6) und Halogenverbindungen (§7).

Aus den nationalen Trendtabellen⁸⁵ für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, welche das Umweltbundesamt seit 1990 jährlich veröffentlicht, wird – auf aggregierter Ebene sichtbar, – dass der überwiegende Teil der Luftschadstoffemissionen energiebedingt sind und ein Großteil aus der Steinkohlenverstromung stammt.

Auf disaggregierter Ebene sind Daten zu Jahresfrachten von Schadstofffreisetzungen und Abfallverbringungen von etwa 4000 Betrieben im deutschen Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister, erhältlich (Link: www.thru.de). Berichtet werden Daten zu 91 Schadstoffen und zu gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen. Deutschland hat sich als Vertragsstaat des PRTR – Protokolls (Protokoll über Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister 2003⁸⁶) der UN-ECE verpflichtet, ein solches Register einzurichten. www.thru.de wird vom Umweltbundesamt geführt.

Nachfolgend sind beispielhaft die im PRTR-Register gemeldeten Jahresfrachten der wichtigsten Schadstoffe eines älteren, sich in Betrieb befindlichen deutschen Steinkohlenkraftwerks mit einer elektrischen Nettonennleistung von etwa 2.000 MW angegeben.

Anteil der Steinkohlen an der Bruttostromerzeugung sowie an Emissionen der Stromerzeugung



Quelle: Umweltbundesamt ZSE 02/2014

Wie aus den obigen Quellen ersichtlich, sind Steinkohlenkraftwerke relevante Quellen für gesundheitsgefährdende Luftschadstoffemissionen (SO₂, NO_x, Ruß, Feinstaub⁸⁷ etc.) sowie die Emissionen toxischer Metalle (etwa Quecksilber, Blei, Arsen, Cadmium). Studien zeigen, dass Menschen, die in Umgebungen mit höherer Schadstoffbelastung leben – wie etwa in der Umgebung von Kohlenkraftwerken - ein erhöhtes gesundheitliches Risiko haben.

Tabelle 26

An das PRTR-Register gemeldete Jahresfrachten eines deutschen Steinkohlenkraftwerks mit einer Nettonennleistung von etwa 2.000 MW

Jahresfracht	Schadstoffbezeichnung
9.140.000.000 kg	Kohlendioxid (CO ₂)
6.820.000 kg	Stickoxide (NO _x /NO ₂)
4.230.000 kg	Schwefeloxide (SO _x /SO ₂)
209.000 kg	Feinstaub (PM10)
134 kg	Quecksilber und Verbindungen (als Hg)
88 kg	Nickel und Verbindungen (als Ni)
56 kg	Arsen und Verbindungen (als As)
33 kg	Cadmium und Verbindungen (als Cd)

Quelle: Umweltbundesamt, www.thru.de

Ausblick zur zukünftigen Rolle von Braun- und Steinkohlen

Die Nutzung von Braun- und Steinkohlen zur Energiegewinnung läuft wegen der hohen CO₂-Emissionen den Bestrebungen des Klimaschutzes und der klimaverträglichen Energieversorgung entgegen. Langfristig wird eine Stromversorgung auf Basis erneuerbarer Energien realisiert werden müssen⁸⁸. Das Energiekonzept der Bundesregierung von 2010 sowie die Energiewendebeschlüsse von 2011 sehen hierzu eine Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von mindestens 35% bis 2020 und von mindestens 80% bis 2050 vor. Für deren Anteil am Bruttoendenergieverbrauch ist ein Anteil von 18% bis 2020 und von 60% bis 2050 vorgesehen. Gleichzeitig sieht das Energiekonzept eine Reduzierung der Treibhausgase von mindestens -40% bis 2020 gegenüber 1990 vor. Bis 2050 sollen die Treibhausgasemissionen weiter bis mindestens -80-95% sinken.

In der UBA-Studie „Politiksznarien für den Klimaschutz VI“⁸⁹ werden zwei Szenarien berichtet. Das sogenannte Aktuelle-Politik-Szenario entwickelt Angaben zur zukünftigen Entwicklung von Treibh-

ausgasemissionen für den Fall, dass die bis zum 8. Juli 2011 beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen der Bundesregierung unverändert weiter gelten.

Ergebnis dieser Projektion ist, dass die Klimaschutzziele der Bundesregierung in diesem Szenario nicht eingehalten werden können. Das sogenannte Energiewendeszenario dagegen nimmt die Umsetzung weiterer Klimaschutzmaßnahmen an. Der Einsatz von Braunkohlen und Steinkohlen nimmt in beiden Szenarien kontinuierlich ab. Im Energiewendeszenario, das verdeutlicht, wie die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung erreicht werden können, kommt noch einmal deutlich weniger Braun- und Steinkohle zum Einsatz als im Aktuelle-Politik-Szenario. Mit der UBA-Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“⁹⁰ wird gezeigt, dass eine vollständige regenerative Energieversorgung ohne die Nutzung von fossilen Energieträgern technisch möglich ist. Langfristig sind demnach Kohlekraftwerke auch zur Versorgungssicherheit bei einem entsprechenden Ausbau der regenerativen Energien nicht notwendig.

Literaturverzeichnis

- AGEB – AG Energiebilanzen e.V. (2013): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland
- Agentur für Erneuerbare Energien: Kosten und Preise für Strom. Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich. Renew's Spezial Ausgabe 52/ September 2011
- BAFA: Kraftwerkskohle – Mengen und Preisübersicht
- BDEW Energie-Info: Kraftwerksplanungen und aktuelle ökonomische Rahmenbedingungen für Kraftwerke in Deutschland. Kommentierte Auswertung der BDEW-Kraftwerksliste 2013. Berlin, 16. August 2013
- BGR, 2013: Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen
- BMF (2013): 24. Subventionsbericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2011 bis 2014. Berlin.
- BNetzA „Monitoringbericht 2013“
- BP Statistical Review of World Energy June 2013
- Deutscher Bundestag (2014): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der MdB O. Krischer, A. Baerbock, B.Höhn, P. Meiwald und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen - Drucksache 18/278 - vom 14. Januar 2014 Vergünstigungen durch Eigenstromverbrauch im Kohlebergbau
- DUH: Energiewende absurd: Vattenfalls Braunkohletagebau profitiert immer stärker von EEG-Umlagebefreiung. Pressemitteilung vom 2. Januar 2014
- EEX: Emission Spot Primary Market Auction Report 2013
- Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Studie, November 2013
- Gesamtverband Steinkohle e.V.: Jahresbericht 2013 des Gesamtverbandes Steinkohle e.V.
- IEA: Medium-Term Coal Market Report 2012
- IEA: World Energy Outlook 2013
- Landtag NRW, Drucksache 14/9701 - Finanzplanung 2009 bis 2013 mit Finanzbericht 2010 des Landes NRW September 2009
- Lechtenböhmer, S.; Kristof, K. und Irrek, W. (2004): Braunkohle – ein subventionsfreier Energieträger?, Kurzstudie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wuppertal
- Matthes et. al (2013): Politiksznarien für den Klimaschutz VI - Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030
- Umweltbundesamt: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien 1990 – 2008
- Umweltbundesamt: Hintergrundpapier zur Umstrukturierung der Stromversorgung in Deutschland, September 2011
- Umweltbundesamt: Kraftwerksdatenbank, Stand Mai 2014
- Umweltbundesamt: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. August 2012
- Umweltbundesamt, 2014: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2012“ NIR 2014
- Umweltbundesamt: Stellungnahme des Umweltbundesamt in der Sache Verfassungsbeschwerde (Az.:1 BvR 3139/08; 1 BvR 3386/08) gegen den Braunkohletagebau Garzweiler I/II , Dessau Roßlau 31.05.2013
- Umweltbundesamt: Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Hintergrund. Oktober 2013
- Van de Loo, Kai / Sitte, Andreas-Peter: Brennstoffmarkt Steinkohle. In: VIK-Mitteilungen Schwerpunkt Brennstoffmärkte 5/2013
- Van de Loo, Kai/Sitte, Andreas-Peter: Fachthemen – Steinkohle in Deutschland 2012, in: Mining Report 149 (2013) Heft 3
- VDI-Statusreport 12/2013 – Fossil befeuerte Großkraftwerke in Deutschland
- Verein der Kohlenimporteure: Jahresbericht 2013. Fakten und Trends 2013
- Verein der Kohlenimporteure e.V.: Pressemitteilung 04/2013

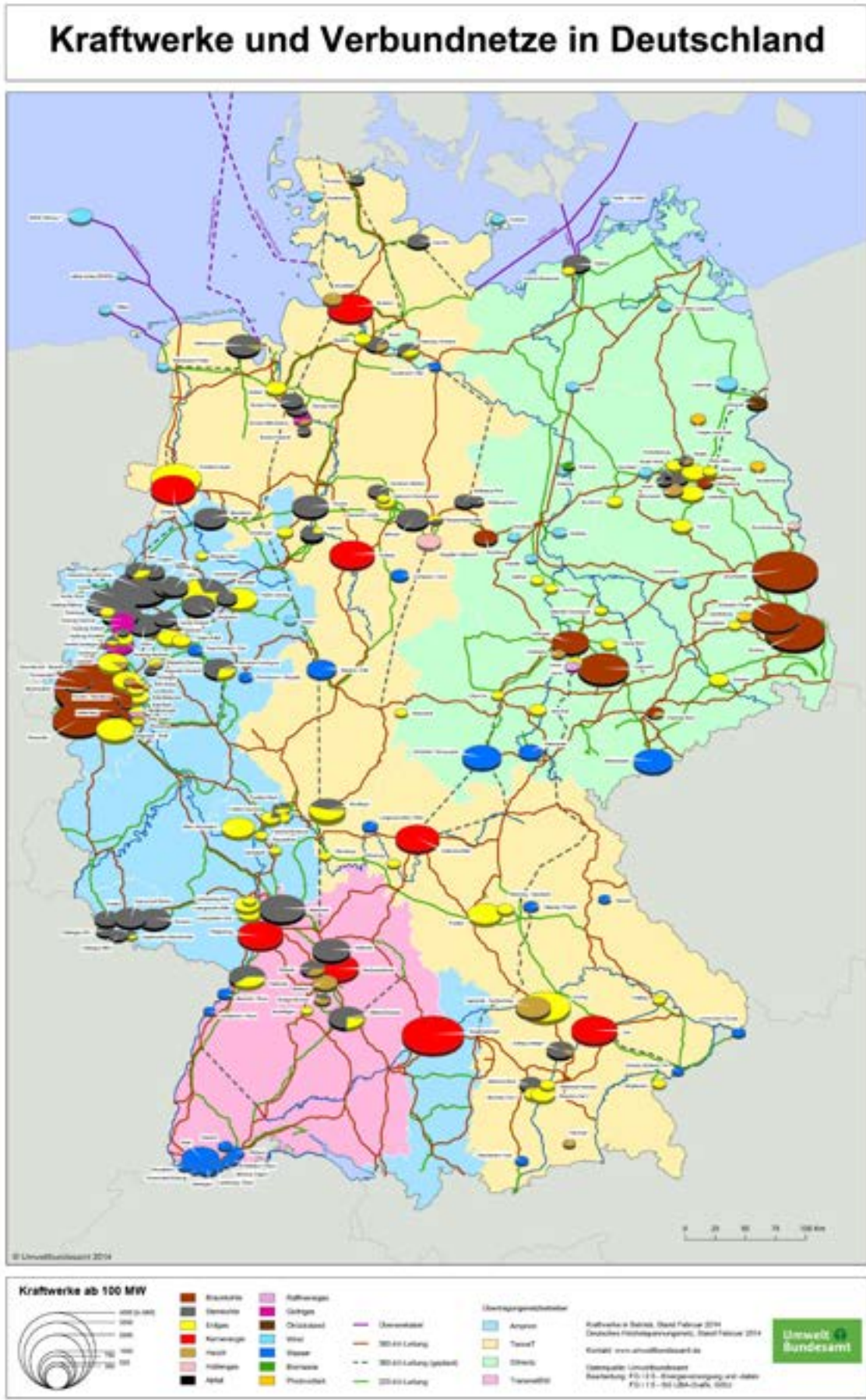
Anhänge

Anhang 1: Tabelle bestehender Braunkohlenkraftwerke (Stand Februar 2014) <http://www.umweltbundesamt.de/dokument/tabelle-braunkohlenkraftwerke>

Anhang 2: Tabelle bestehender Steinkohlenkraftwerke (Stand Februar 2014) <http://www.umweltbundesamt.de/dokument/tabelle-steinkohlenkraftwerke>

Anhang 3: Karte „Kraftwerke und Verbundnetze in Deutschland“ (Stand August 2014) <http://www.umweltbundesamt.de/bild/karte-kraftwerke-verbundnetze-in-deutschland>

Aktuelle Kraftwerkskarte (Umweltbundesamt Februar 2014)



Endnoten

- 1 Statistisches Bundesamt. Bruttostromerzeugung in Deutschland 2011-2013, Vorläufige Angaben
- 2 DEBRIV, 2013
- 3 BNetzA „Monitoringbericht 2013“
- 4 BGR, 2013: Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, ([Link](#)) S.27
- 5 BGR, 2013: Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, ([Link](#)), S.29/30
- 6 BGR, 2013 S.29/30
- 7 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, 2013([Link](#)), S.29/30
- 8 Der PEV bezeichnet den Energiegehalt aller eingesetzten Primärenergieträger.
- 9 Die Bruttostromerzeugung ist die elektrische Arbeit, die an den Generatorklemmen gemessen wird.
- 10 Der Anteil der Braunkohlen am Stromverbrauch ist nicht bestimmbar, da Leitungsverluste nicht brennstoffspezifisch bekannt sind.
- 11 Vgl. BDEW Energie-Info: Kraftwerksplanungen und aktuelle ökonomische Rahmenbedingungen für Kraftwerke in Deutschland. Kommentierte Auswertung der BDEW-Kraftwerksliste 2013. Berlin, 16. August 2013 ([Link](#)) S.21
- 12 EEX: Emission Sport Primary Market Auction Report 2013 ([Link](#))
- 13 Umweltbundesamt: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. August 2012 ([Link](#))
- 14 Umweltbundesamt: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. August 2012 ([Link](#))
- 15 Die in diesem Unterabschnitt in EURO ausgewiesenen Werte sind jeweils in Kaufkraft von 2010 angegeben.
- 16 BMF (2013): 24. Subventionsbericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2011 bis 2014. Berlin.
- 17 Lechtenböhrer, S.; Kristof, K. und Irrek, W. (2004): Braunkohle – ein subventionsfreier Energieträger?, Kurzstudie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wuppertal
- 18 AGEB – AG Energiebilanzen e.V. (2013): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2010 (natürliche Einheiten). http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0 (19.11.2013)., natürliche Einheiten.
- 19 Eigene Berechnungen, zu Grunde gelegt wurden Kosten von 6,1 €/MWh (Bundesregierung (2013), S. 45f) und ein Wert von 2,5 MWh (gerundet) für 1kg Braunkohle (AG Energiebilanzen, Einheitenumrechner).
- 20 Lechtenböhrer, S. u.a. (2004), S. 43.
- 21 AGEB – AG Energiebilanzen e.V. (2013): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2010 (natürliche Einheiten). http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0 (19.11.2013).


- 22 Deutscher Bundestag (2014): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der MdB O. Krischer, A. Baerbock, B.Höhn, P. Meiwald und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen - Drucksache 18/278 - vom 14. Januar 2014 Vergünstigungen durch Eigenstromverbrauch im Kohlebergbau ([Link](#))
- 23 Nach Hochrechnungen der Deutschen Umwelthilfe kamen etwa 1,3 Terawattstunden in die Entlastung, was einem Volumen von etwa **67,7 Mio. €** entspräche. (Siehe hierzu: DUH: Energiewende absurd: Vattenfalls Braunkohletagebau profitiert immer stärker von EEG-Umlagebefreiung. Pressemitteilung vom 2. Januar 2014 ([Link](#))).
Siehe daneben auch: Kleine Anfrage der Grünen im Bundestag: Vergünstigungen durch Eigenstromverbrauch im Kohlebergbau – Drucksache 18/155 ([Link](#))
- 24 Bund-Länder Geschäftsstelle für die Braunkohlesanierung: Gesamtkosten (aus Finanzierung der Braunkohlesanierung nach VA [€], Stand: 04.09.2013 ([Link](#)) Finanzierung der Braunkohlesanierung nach VA [€], Stand: 04.09.2013 ([Link](#))).
- 25 Umweltbundesamt, 2014: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2012“ NIR 2014, Tabelle 376: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO₂ ab 1990, Energie, Seite 780)
- 26 Siehe u.a.: Umweltbundesamt: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien 1990 – 2008 ([Link](#))
- 27 Protokoll über das Schafstofffreisetzungs- und Verbringungsregister vom 21. Mai 2003 ([Link](#))
- 28 Auf der Basis internationaler epidemiologischer Studienergebnisse hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Maßzahlen zur gesundheitlichen Bewertung ermittelt, abgeleitet und publiziert. Daraus ergibt sich zum Beispiel für Feinstaub, dass sich die durchschnittliche Lebenserwartung der Menschen in Europa durch die Belastung mit PM_{2,5} um **8,6 Monate** verkürzt. Eine langfristige Exposition gegenüber Feinstaub (PM_{2,5}) führt etwa zu Arteriosklerose, kann Geburten beeinträchtigen und Atemwegserkrankungen bei Kindern auslösen.
- 29 BGR-DEIRA Rohstoffinformation 13: Deutschland Rohstoffsituation 2011
http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DEIRA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-13.pdf;jsessionid=270E5646B0FB43478CF62864FEFCD25.1_cid321?__blob=publicationFile&v=3
- 30 AGEB, 2013
- 31 Kraftwerksdatenbank Umweltbundesamt, 2014
- 32 BNetzA „Monitoringbericht 2013“
- 33 Kraftwerksdatenbank Umweltbundesamt 2014
- 34 Umweltbundesamt: Hintergrundpapier zur Umstrukturierung der Stromversorgung in Deutschland, September 2011
- 35 Verein der Kohlenimporteure e.V.: Pressemitteilung 04/2013 ([Link](#))
- 36 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen
- 37 ebenda
- 38 ebenda
- 39 IEA: World Energy Outlook 2013
- 40 BP Statistical Review of World Energy June 2013
- 41 BP Statistical Review of World Energy, June 2013 S. 31 ([Link](#))
- 42 BP Statistical Review of World Energy June 2013

- 43 Vgl. BP Statistical Review of World Energy, June 2013 ([Link](#))
- 44 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen
- 45 BP Statistical Review of World Energy June 2013
- 46 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, S.30 ([Link](#))
- 47 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen
- 48 ebenda
- 49 ebenda
- 50 Verein der Kohlenimporteure: Jahresbericht 2013. Fakten und Trends 2013. Juli 2013, ([Link](#)) S.22.
- 51 ebenda
- 52 BGR (2013): Energiestudie 2013. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen
- 53 Seit Anfang 2013 stammt die einheimische Steinkohle zudem lediglich aus drei Bergwerken in Nordrhein-Westfalen: Prosper-Haniel in Bottrop, Auguste Victoria in Marl und das Bergwerk Ibbenbüren im nördlichen Münsterland Vgl.: Van de Loo, Kai/Sitte, Andreas-Peter: Fachthemen – Steinkohle in Deutschland 2012, in: Mining Report 149 (2013) Heft 3. S.183 – 193, ([Link](#)).S.189.
- 54 Gesamtverband Steinkohle e.V.: Jahresbericht 2013 des Gesamtverbandes Steinkohle e.V. Kapitel 1 – Standortbestimmung . S.15 ([Link](#))
- 55 BMWi 2011: Energiedaten, April 2011
- 56 Verein der Kohlenimporteure: Jahresbericht 2013. Fakten und Trends 2013. Juli 2013 ([Link](#)) S.31, 2012: vorläufige Zahlen.
- 57 Der PEV bezeichnet den Energiegehalt aller eingesetzten Primärenergieträger.
- 58 Die Bruttostromerzeugung ist die elektrische Arbeit, die an den Generatorklemmen gemessen wird.
- 59 Kraftwerksdatenbank Umweltbundesamt, 2014
- 60 BNetzA „Monitoringbericht 2013“
- 61 Vgl. BDEW Energie-Info: Kraftwerksplanungen und aktuelle ökonomische Rahmenbedingungen für Kraftwerke in Deutschland. Kommentierte Auswertung der BDEW-Kraftwerksliste 2013. Berlin, 16. August 2013 ([Link](#)) S.21
- 62 Kraftwerksdatenbank Umweltbundesamt, 2014
- 63 Bundesnetzagentur, 2014, [Kraftwerksstilllegungsanzeigenliste \(KWSAL\)](#)
- 64 Gesamtverband Steinkohle e.V.: Jahresbericht 2013 des Gesamtverbandes Steinkohle e.V.
- 65 BAFA: Kraftwerkskohle – Mengen und Preisübersicht (Z 05.02.09)
- 66 VDI-Statusreport 12/2013 – Fossil befeuerte Großkraftwerke in Deutschland.
- 67 Vgl. Umweltschädliche Subventionen [in der Veröffentlichung] oder auch: Agentur für Erneuerbare Energien: Kosten und Preise für Strom. Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich. Renew Spezial Ausgabe 52/ September 2011 ([Link](#)) S. 22.. Siehe auch: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Deutschland – Rohstoffsituation 2012, ([Link](#)) S.31: „Für das Berichtsjahr 2012 wurden dem Steinkohlenbergbau **1.761 Mio. €** an öffentlichen Mitteln zugesagt“.
- 68 Jahresbericht Steinkohle 2011, S. 38
- 69 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) - Drittländerskohlepreise([Link](#))
- 70 Von 2010 bis 2012 fiel der US Verbrauch um **13%**, was einem 20-Jahres-Tief entsprach, während die

- Exporte um **54%** anstiegen, vgl.: Euroacoal: Coal Industry Across Europe. 5th Edition 2013, ([Link](#)) S. 15
- 71 Vgl. hierzu auch: Verein der Kohlenimporteure: Jahresbericht 2013. Fakten und Trends 2013, Juli 2013 ([Link](#)) S.24
- 72 IEA: Medium-Term Coal Market Report 2012 ([Link](#)) S. 13
- 73 IEA: Medium-Term Coal Market Report 2012 ([Link](#))
- 74 Vgl. auch: Van de Loo, Kai / Sitte, Andreas-Peter: Brennstoffmarkt Steinkohle. In: VIK-Mitteilungen Schwerpunkt Brennstoffmärkte 5/2013 ([Link](#))
- 75 IEA: Medium-Term Coal Market Report 2012 ([Link](#)) S. 37
- 76 EEX: Emission Spot Primary Market Auction Report 2013 ([Link](#))
- 77 Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Studie, November 2013 ([Link](#)) S.2.
- 78 Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien. Studie. November 2013 ([Link](#)) Der Wert unter der Technologie bezieht sich bei PV auf die solare Einstrahlung (GHI) in kWh/m²a) bei den anderen Technologien gibt sie die Volllaststundenzahl der Anlagen pro Jahr an. Spezifische Investitionen sind mit einem minimalen und einem maximalen Wert je Technologie berücksichtigt
- 79 Umweltbundesamt: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. August 2012 ([Link](#))
- 80 Umweltbundesamt: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. August 2012 ([Link](#))
- 81 Die in diesem Unterabschnitt in EURO ausgewiesenen Werte sind jeweils in Kaufkraft von 2010 angegeben.
- 82 Vgl. auch: Agentur für Erneuerbare Energien: Kosten und Preise für Strom. Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich. Renew's Spezial Ausgabe 52/ September 2011 ([Link](#)) S. 22
- 83 Landtag NRW, Drucksache 14/9701 - Finanzplanung 2009 bis 2013 mit Finanzbericht 2010 des Landes NRW September 2009
- 84 Nationaler Inventarbericht 2014
- 85 Siehe u.a.: Umweltbundesamt Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien 1990 – 2008 ([Link](#))
- 86 Protokoll über das Schafstofffreisetzung- und Verbringungsregister vom 21. Mai 2003 ([Link](#))
- 87 Auf der Basis internationaler epidemiologischer Studienergebnisse hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Maßzahlen zur gesundheitlichen Bewertung ermittelt, abgeleitet und publiziert. Daraus ergibt sich zum Beispiel für Feinstaub, dass sich die durchschnittliche Lebenserwartung der Menschen in Europa durch die Belastung mit PM_{2,5} um 8,6 Monate verkürzt. Eine langfristige Exposition gegenüber Feinstaub (PM_{2,5}) führt etwa zu Arteriosklerose, kann Geburten beeinträchtigen und Atemwegserkrankungen bei Kindern auslösen.
- 88 Vgl.: Umweltbundesamt: Stellungnahme des Umweltbundesamt in der Sache Verfassungsbeschwerde (Az.:1 BvR 3139/08; 1 BvR 3386/08) gegen den Braunkohletagebau Garzweiler I/II , Dessau Roßlau 31.05.2013, S. 7.
- 89 Matthes et. al (2013): Politiksznarien für den Klimaschutz VI - Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030 ([Link](#))
- 90 Umweltbundesamt: Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Hintergrund. Oktober 2013 ([Link](#))



► **Diese Broschüre als Download**
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/daten-fakten-zu-braun-steinkohlen>

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt