

Kurzstudie:

# Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommix im Jahr 2012

Bericht für die Fachgemeinschaft für  
effiziente Energieanwendungen e.V. (HEA)

erstellt durch

**Uwe R. Fritsche**

**Hans-Werner Greß**

**wissenschaftliche Leitung:**

Uwe R. Fritsche  
uf@iinas.org

**kaufmännische Leitung:**

Thomas Stetz  
ts@iinas.org

**Büroadresse:**

Heidelberger Straße 129 1/2  
64285 Darmstadt  
t (06151) 850-6077  
f (06151) 850-6080  
info@iinas.org

**Wissenschaftlicher Beirat:**

Joseph ~~Alcama~~, Chief Scientist, UNEP  
Suani Coelho, CENBIO (BR)  
Teresa Pinto Correia, ICAAM (PT)  
Maria Curt, UPM (ES)  
Marina Fischer-Kowalski, IFF (AT)  
~~Bundit Fungtammasan~~, JGSEE (TH)  
Alan Hecht, EPA (US)  
Eva Heiskanen, NCRC (FI)  
~~Alois Heißenhuber~~, TU München (DE)  
Edgar Hertwich, NTNU (NO)  
Jorge Hilbert, INTA (AR)  
~~Tetsunari Iida~~, ISEP (JP)  
Thomas B. Johansson, Lund Univ. (SE)  
Lev Nedorezov, INENKO RAS (RU)  
Martina Schäfer, ZTG TU Berlin (DE)  
Udo Simonis, WZB (DE)  
Ralph Sims, Massey University (NZ)  
Leena Sivastava, TERI (IN)  
Helen Watson, UKZN (ZA)  
ir Robert Watson, Tyndall Centre (UK)

**Bankverbindung:**

Volksbank eG Darmstadt  
Kto.-Nr. 55548609  
BLZ 50890000

**Handelsregister:**

HRB 90827  
Amtsgericht Darmstadt

**UmsSt.-ID:**

DE 282876833

[www.iinas.org](http://www.iinas.org)

Darmstadt, Oktober 2013

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	1
2	Recherche der Basisdaten .....	1
3	Bilanzierung des KEV und der THG-Emissionen.....	3
4	Ergebnisdiskussion und Ausblick .....	7
	Literatur.....	9

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Entwicklung des deutschen Stromerzeugungs-Mix 2005-2012.....	2
Tabelle 2	THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2012 .....	3
Tabelle 3	THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2011 - aktualisiert .....	4
Tabelle 4	THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2011 (Original) .....	4
Tabelle 5	THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2010 (aktualisiert) .....	6
Tabelle 6	THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2010 (Original) .....	6
Tabelle 7	Daten zu THG und KEV von Strom 2010 - 2012 .....	7

## 1 Einführung

Die Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendungen e.V. (HEA) beauftragte IINAS mit einer Kurzstudie zu Daten über den kumulierten Energieverbrauch (KEV) des Mix zur Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2012. Parallel wurden auch die Emissionen an Treibhausgasen (THG) ermittelt.

Das vorliegende Papier fasst die Ergebnisse dieser Arbeiten zusammen, aktualisiert vorhergehende Arbeiten<sup>1</sup> und gibt einen kurzen Ausblick auf die künftige Entwicklung des KEV und der THG-Emissionen.

Die Bilanzierungen erfolgten mit dem Computermodell GEMIS Version 4.81, das kostenlos erhältlich ist<sup>2</sup>. Dieses Modell ermittelt auf Grundlage von Lebenswegdaten für Energie-, Stoff- und Transportsystemen die Umwelt- und Kosten- sowie Beschäftigungseffekte unter Einbeziehung der vorgelagerten Prozessketten im In- und Ausland sowie den Herstellungsaufwänden für die Prozesse.

Alle Kenndaten, mit denen in diesem Papier gerechnet wurden, stehen in GEMIS für alle Nutzer vollständig transparent zur Verfügung. Damit können auch hier nicht dargestellte Umwelteffekte und Ressourcennutzungen sowie Kosten- und Beschäftigungseffekte eigenständig bilanziert und Detailanalysen zu den hier vorgestellten Ergebnissen durchgeführt werden.

## 2 Recherche der Basisdaten

Als Grundlage der Arbeiten wurden die zur Bilanzierung des nichterneuerbaren Energieverbrauchs notwendigen Basisdaten für das deutsche nationale Stromerzeugungsmix des Jahres 2012 auf Basis von Statistiken recherchiert und Anteile der Kraftwerkstypen (nach Brennstoffen), die Entwicklung der Nutzungsgrade und der Vorketten ermittelt.

Dabei wurde von der statistischen Entwicklung der letzten Jahre ausgegangen (vgl. folgende Tabelle).

---

<sup>1</sup> Siehe dazu IINAS (2012) für die KEV-Werte von Strom im Jahr 2011 und ÖKO (2011) für die Werte im Jahr 2010.

<sup>2</sup> GEMIS = Globales Emissions-Modell integrierter Systeme; Bezug über [www.gemis.de](http://www.gemis.de)

Tabelle 1 Entwicklung des deutschen Stromerzeugungs-Mix 2005-2012

in TWh	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AKW	163	167	141	149	135	141	108	99,5
Braunkohle	154	151	155	151	147	145	153	159
Steinkohle	134	138	142	125	109	117	115	118
Erdgas	71	73	76	87	77	84	84	70
Öl	12	11	10	9	13	8	7	9
Wasserkraft	27	27	28	26	25	21	20	21
Windkraft	27	31	40	41	38	37	47	46
Biomasse	12	15	19	22	25	28	32	36
Solar-PV	1	2	3	4	6	12	19	28
Hausmüll*	6	7	7	6	6	5	5	5
andere**	13	16	17	17	18	21	26	26
<b>Summe</b>	<b>621</b>	<b>637</b>	<b>637</b>	<b>637</b>	<b>597</b>	<b>618</b>	<b>615</b>	<b>618</b>

Quelle: BMWi (2012+2013); \*= biogener Anteil; \*\*= inkl. Gicht-/Kokereigas, nicht-biogener Hausmüll

Die Struktur der Stromerzeugung in GEMIS hat eine **höhere Auflösung** als die in obiger Tabelle dargestellten Anteile, da GEMIS für Stromerzeugungsprozesse auch die verschiedenen Brennstoffeinsätze (z.B. ost- und westdeutsche Braunkohle) bzw. Technologietypen (z.B. Gasturbinen- und GuD-Kraftwerke) abbildet und für die **Vorketten** auch Energieträgerimportmixe berücksichtigt.

Daher wurden die Daten aus Tabelle 1 auf Grundlage von AGEBA (2013), BMWi (2013) und BMU (2013) auf die für die Definition der Stromerzeugung in GEMIS geltenden, detaillierteren Zuordnungen zu Kraftwerkstypen umgerechnet und hierfür die Brennstoffstatistiken für 2012 fortgeschrieben.

### 3 Bilanzierung des KEV und der THG-Emissionen

Die recherchierten Daten wurden in das Computermodell GEMIS (Version 4.81) eingegeben und die Lebenswege der Stromerzeugung für das Jahr 2012 berechnet.

Die Ergebnisse zeigt Tabelle 2 für eine durchschnittliche kWh Stromerzeugung im Jahr 2012, darunter gibt Tabelle 3 die - **aktualisieren** - Werte für 2011.

Tabelle 2 THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2012

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix)	2,19	2,71	634	605
Kraftwerkspark (mix)	2,13	2,63	615	587
AKW	3,27	3,29	55	53
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,49	2,50	888	836
Braunkohle-Kraftwerk	2,40	2,40	1009	1000
Erdgas-GuD-Kraftwerk	1,93	1,94	406	381
Wasser-Kraftwerk	0,06	1,06	40	38
Wind Park onshore	0,03	1,03	11	9
Biogas-BHKW (Mais)	0,27	2,91	202	67
Solarzelle (polykristallin)	0,23	1,25	63	55

Quelle: eigene Berechnung mit GEMIS 4.81

Die in Tabelle 3 gezeigten **aktualisierten** Daten für 2011 beruhen auf einer Korrektur der Zurechnung von Hausmüll-Emissionen sowie einer Datenkorrektur beim Nutzungsgrad des AKW in GEMIS, die im Ergebnis zu leicht höheren KEV- und THG-Werten führt als im Original für 2011 ermittelt (vgl. Tabelle 4)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Die Korrekturen durch IINAS waren erforderlich, um Eingabefehler bei den GEMIS-Datensätzen zu beheben, die bei der Aktualisierung von GEMIS Version 4.7 zu 4.8 auftraten.

Tabelle 3 THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2011 - aktualisiert

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix)	2,22	2,76	626	597
Kraftwerkspark (mix)	2,16	2,67	607	579
AKW	3,27	3,29	55	53
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,49	2,50	888	836
Braunkohle-Kraftwerk	2,40	2,40	1009	1000
Erdgas-GuD-Kraftwerk	1,93	1,94	406	381
Wasser-Kraftwerk	0,06	1,06	40	38
Wind Park onshore	0,03	1,03	9	8
Biogas-BHKW (Mais)	0,27	2,91	202	67
Solarzelle (polykristallin)	0,23	1,25	63	55

Quelle: IINAS (2012), aktualisiert

Tabelle 4 THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2011 (Original)

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix)	2,21	2,74	595	567
Kraftwerkspark (mix)	2,14	2,66	577	549
AKW	3,20	3,21	29	27
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,50	2,52	860	810
Braunkohle-Kraftwerk	2,40	2,40	1009	1000
Erdgas-GuD-Kraftwerk	1,93	1,93	404	380
Wasser-Kraftwerk	0,06	1,06	40	39
Wind Park onshore	0,04	1,05	25	24
Biogas-BHKW (Mais)	0,26	2,90	198	63
Solarzelle (polykristallin)	0,39	1,44	105	92

Quelle: IINAS (2012)

Entsprechend wurden auch die Bilanzen für die Stromerzeugung im Jahr 2010 nachkorrigiert (vgl.

Tabelle 5), die Originaldaten zeigt Tabelle 6.

Tabelle 5 THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2010 (aktualisiert)

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix)	2,37	2,79	608	582
Kraftwerkspark (mix)	2,30	2,71	589	564
AKW	3,27	3,29	55	53
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,49	2,50	888	836
Braunkohle-Kraftwerk	2,40	2,40	1009	1000
Erdgas-GuD-Kraftwerk	1,93	1,94	406	381
Wasser-Kraftwerk	0,01	1,01	3	3
Wind Park onshore	0,03	1,03	9	8
Biogas-BHKW (Mais)	0,27	2,91	202	67
Solarzelle (polykristallin)	0,23	1,25	63	55

Quelle: eigene Berechnung mit GEMIS 4.81

Wie in 2011 sind auch in der korrigierten Bilanz für 2010 die KEV- und THG-Werte gegenüber der Originalberechnung (Tabelle 6) leicht erhöht.

Tabelle 6 THG-Emissionen und KEV von Strom im Jahr 2010 (Original)

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix)	2,35	2,79	585	559
Kraftwerkspark (mix)	2,28	2,71	567	542
AKW	3,20	3,21	28	27
Import-Steinkohle-Kraftwerk	2,50	2,52	871	810
Braunkohle-Kraftwerk	2,40	2,40	1009	1000
Erdgas-GuD-Kraftwerk	1,92	1,92	406	377
Wasser-Kraftwerk	0,06	1,06	40	39
Wind Park onshore	0,04	1,04	23	22
Biogas-BHKW (Mais)	0,30	2,94	230	73
Solarzelle (polykristallin)	0,38	1,42	101	89

Quelle: IINAS (2012)



Die folgende Tabelle 7 zeigt eine Gegenüberstellung von KEV und THG-Emissionen für Strom in Deutschland von 2010 bis 2012, wobei für 2010 und 2011 die korrigierten Daten verwendet wurden.

*Tabelle 7 Daten zu THG und KEV von Strom 2010 - 2012*

Strom aus	kumulierter Energieverbrauch (KEV) in kWh <sub>primär</sub> /kWh <sub>el</sub>		THG-Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	nichtererneuerbar	gesamt	CO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub>
Stromnetz-lokal (mix) 2012	2,19	2,71	634	605
Stromnetz-lokal (mix) 2011	2,22	2,76	626	597
Stromnetz-lokal (mix) 2010	2,37	2,79	608	582
Kraftwerkspark (mix) 2012	2,13	2,63	615	587
Kraftwerkspark (mix) 2011	2,16	2,67	607	579
Kraftwerkspark (mix) 2010	2,30	2,71	589	564

*Quelle: eigene Berechnung mit GEMIS 4.81; Werte für 2010 und 2011 aktualisiert*

## 4 Ergebnisdiskussion und Ausblick

Gegenüber den (korrigierten) Daten für 2010 und 2011 zeigt sich, dass die ermittelten Daten zum nichterneuerbaren KEV der bundesdeutschen Stromerzeugung (Kraftwerkspark) in 2012 mit einem nichterneuerbaren KEV von 2,13 kWh<sub>primär</sub>/kWh<sub>el</sub> leicht niedriger lagen als für 2011 und deutlich unter dem Wert in 2010 (vgl. Tabelle 7).

**Verbraucherseitig** (Abgabe lokales Stromnetz) sind die Werte des Jahrs 2012 für den KEV<sub>nichtererneuerbar</sub> von 2,19 kWh<sub>primär</sub>/kWh<sub>el</sub> gegenüber 2011 ebenfalls leicht und gegenüber 2010 deutlich gesunken.

Die Reduktion der neueren Werte für 2012 gegenüber 2011 und 2010 ergeben sich insbesondere durch den steigenden Anteilen der **erneuerbaren** Stromerzeugung, deren nichterneuerbarer KEV **erheblich unter** dem der fossilen und nuklearen Stromerzeugung liegt (vgl. Tabelle 2), sowie dem deutlich gesunkenen Anteil an Strom aus AKW (vgl. Tabelle 1), der vergleichsweise hohe nicht-erneuerbare KEV-Werte aufweist (vgl. Tabelle 2).

**Nach 2012** wird sich die Umstrukturierung des deutschen Kraftwerksparks in Richtung höherer Anteile erneuerbarer Energien fortsetzen (DLR, IWES, IfnE 2012), so dass auch **künftig von weiter sinkenden** nichterneuerbaren KEV-Werten der Strombereitstellung auszugehen ist.

Nach dem aktualisierten BMU-Leitszenario von 2012, das die Beschlüsse der Bundesregierung zum Atomausstieg enthält, würde – heutigen Kenntnisstand vorausgesetzt – die jahresmittlere Strombereitstellung (lokales Stromnetz) **im Jahr 2020** einen nichterneuerbaren KEV von  $1,41 \text{ kWh}_{\text{primär}}/\text{kWh}_{\text{el}}$  aufweisen und THG-Emissionen von  $400 \text{ g CO}_2\text{Äq}/\text{kWh}_{\text{el}}$ .

Bezogen auf die mittlere Stromerzeugung (Kraftwerkspark) ergibt sich für 2020 einen nichterneuerbaren KEV von  $1,37 \text{ kWh}_{\text{primär}}/\text{kWh}_{\text{el}}$  und THG-Emissionen von  $388 \text{ g CO}_2\text{Äq}/\text{kWh}_{\text{el}}$ .

Auf Basis einer **linearen Interpolation** zwischen 2012 und 2020 ergibt dies für das **Jahr 2015** bei der mittleren Stromerzeugung (Kraftwerkseinspeisung) einen nichterneuerbaren KEV von  $1,82 \text{ kWh}_{\text{primär}}/\text{kWh}_{\text{el}}$  und THG-Emissionen von  $490 \text{ g CO}_2\text{Äq}/\text{kWh}_{\text{el}}$  bzw. für die jahresmittlere Strombereitstellung (lokales Stromnetz) **in 2015** einen nichterneuerbaren KEV von  $1,87 \text{ kWh}_{\text{primär}}/\text{kWh}_{\text{el}}$  sowie THG-Emissionen von ca.  $500 \text{ g CO}_2\text{Äq}/\text{kWh}_{\text{el}}$ .

## Literatur

- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) 2012: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011; Berlin
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) 2013: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2012; Berlin
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) 2011: Entwicklungen in der Stromwirtschaft 2011; Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen am 16. Dezember 2011; Berlin
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2012: Erneuerbare Energien in Zahlen – Internet-Update ausgewählter Zahlen; Berlin [www.bmu.de](http://www.bmu.de)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2013: Erneuerbare Energien in Zahlen – Internet-Update ausgewählter Zahlen; Berlin [www.bmu.de](http://www.bmu.de)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) 2012: Energiedaten aktuell, online unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) 2013: Energiedaten aktuell, online unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)
- DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), IWES (Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik), IfnE (Ingenieurbüro für neue Energien) 2012: Langfrist-szenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global; Nitsch J et al.; (FKZ 03MAP146); Stuttgart, Kassel, Teltow
- IINAS (Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH) 2012: Der nichterneuerbare Primärenergieverbrauch des nationalen Strommix in Deutschland im Jahr 2011; Fritsche U, Greß H; Bericht für die Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendungen e.V. (HEA); Darmstadt
- ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2011: Der nichterneuerbare Primärenergieverbrauch des nationalen Strommix in Deutschland im Jahr 2010; Fritsche U, Rausch L, gefördert vom Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. und der Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendungen e.V. (HEA); Darmstadt