



Darmstadt/Freiburg/Berlin

Energiebilanzen und Treibhausgas-Emissionen für fossile Brennstoffketten und Stromerzeugungsprozesse in Deutschland für die Jahre 2000 und 2020

- Bericht für den Rat für Nachhaltige Entwicklung -

Uwe R. Fritsche

Koordinator Bereich Energie & Klimaschutz

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)

Büro Darmstadt

Elisabethenstr. 55-57

64283 Darmstadt

Tel. 06151-8191-0

FAX 06151-8191-33

Geschäftsstelle Freiburg

Binzengrün 34 a

79114 Freiburg

Tel. 0761-45295-0

FAX 0761-475437

Büro Berlin

Novalisstr. 10

10115 Berlin

Tel. 030-280-486-80

FAX 030-280-486-88

<http://www.oeko.de/>

Darmstadt, August 2003

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Fragestellung	1
3	Ergebnisse zu ausgewählten Prozessen	2
3.1	Ergebnisse zu Energiebilanzen (KEV)	2
3.2	Ergebnisse zu Treibhausgasen - Vorketten.....	4
3.3	Ergebnisse zu Treibhausgasen – Stromerzeugung inkl. Vorketten	6
4	Datendokumentation für die fossilen Energie-Vorketten	8
	Literatur	11

Tabellen

Tabelle 1	KEV der Energievorketten für Kohle und Erdgas in den Jahren 2000 und 2020	2
Tabelle 2	KEV für ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020.....	3
Tabelle 3	THG-Emissionen der Energievorketten für Kohle und Erdgas in 2000 und 2020	4
Tabelle 4	THG-Emissionen ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020	6
Tabelle 5	Struktur der Stromerzeugung in GEMIS für Deutschland	8
Tabelle 6	Mix der Rohölbereitstellung für Deutschland in GEMIS	9
Tabelle 7	Mix der Erdgasbereitstellung für Deutschland in GEMIS	9
Tabelle 8	Mix der Steinkohlebereitstellung für Deutschland in GEMIS	10

Abbildungen

Bild 1	THG-Emissionen der Energievorketten für Kohle und Erdgas in 2000 und 2020	5
Bild 2	THG-Emissionen ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020	7

1 Einführung

Das Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.) erstellte für den Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) die vorliegende Datendokumentation für die im Computermodell GEMIS enthaltenen Lebenswege für ausgewählte Lebenswege von fossilen Energieträgern und Stromerzeugungssystemen für die Jahre 2000 und 2030.

GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) ist ein vom Öko-Institut seit 1987 entwickeltes, öffentlich verfügbares Computerinstrument zur Umwelt- und Kostenanalyse von Energie-, Stoff- und Transportsystemen. Die aktuellste Version ist 4.1 ist kostenlos im Internet verfügbar (vgl. ÖKO 2001 sowie www.gemis.de).

Im Rahmen eines laufenden F&E-Vorhabens für das BMU (vgl. ÖKO 2004) wird GEMIS zur Version 4.2 weiterentwickelt, wobei ebenfalls die Datenbasis aktualisiert und ergänzt wird.

Die vorliegende Datendokumentation stellt einen Vorab-Bericht zu dieser Aktualisierung dar. Eine ausführliche Dokumentation wird mit Abschluss des F&E-Vorhabens Ende 2004 vorgelegt werden.

2 Fragestellung

Der Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) bat das Öko-Institut, die Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen für die Lebenswege der folgenden Prozesse zur Verfügung zu stellen:

- Erdgas-Bereitstellung frei Kraftwerk in Deutschland, bezogen auf Liefermix (Eigenförderung in D sowie Importe aus GUS, NL und NOR), jeweils für die Jahre 2000 und 2020
- Steinkohle-Bereitstellung aus heimischer Förderung frei Kraftwerk in Deutschland, jeweils für die Jahre 2000 und 2020
- Braunkohle-Bereitstellung aus heimischer Förderung (Rheinland) frei Kraftwerk in Deutschland, jeweils für die Jahre 2000 und 2020
- Importsteinkohle-Bereitstellung aus heimischer Förderung frei Kraftwerk in Deutschland für die Lieferländer Australien, GUS, Polen, Südafrika, USA sowie Import-Mix (jeweils Jahr 2000 und 2020)
- Steinkohle-Kraftwerk in Deutschland mit heimischem und importiertem Brennstoff und entsprechenden Vorketten, jeweils für die Jahre 2000 und 2020
- Braunkohle-Kraftwerk in Deutschland mit Brennstoff-Vorkette, jeweils für die Jahre 2000 und 2020
- Erdgas-GuD-Kraftwerk in Deutschland mit Brennstoff-Vorketten, jeweils für die Jahre 2000 und 2020

Diese Daten sind in GEMIS 4.1 für die Jahre 2000 und 2020 bereits enthalten. Im Zuge des laufenden F&E-Vorhabens für das BMU (vgl. ÖKO 2004) werden diese Daten aktualisiert und um entsprechende Prozesse für das Jahr 2030 ergänzt.

3 Ergebnisse zu ausgewählten Prozessen

Mit der aktualisierten Datenbasis von GEMIS Version 4 wurden die vom RNE angefragten Lebenswege berechnet, wobei stets die Transporte in den Prozessketten sowie die Materialvorleistungen zur Herstellung der Prozesse selbst – auch in den Vorketten – einbezogen wurden.

Bei den Energiebilanzen wurde der Kumulierte Energie-Verbrauch (KEV) bestimmt (vgl. dazu FfE/Ecofys/IFEU/ÖKO 2003), bei den Treibhausgasen die CO₂-Äquivalente für den zeitlichen Integrationshorizont von 100 Jahren (mit THP-Faktoren entsprechend des Kyoto-Protokolls) sowie die Emissionen von CO₂ und CH₄.

Die Einzeldaten für die Berechnung sind der Dokumentation für die Vorketten (Abschnitt 4) zu entnehmen.

3.1 Ergebnisse zu Energiebilanzen (KEV)

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse zum kumulierten Energieverbrauch für die Energievorketten von Erdgas und Kohle, jeweils bezogen auf die Bereitstellung von 1 kWh Brennstoff in Deutschland (*ohne* dessen Nutzung im Kraftwerk).

Tabelle 1 KEV der Energievorketten für Kohle und Erdgas in den Jahren 2000 und 2020

KEV in kWh _{primär} /kWh _{end}	2000	2020
Braunkohle rheinisch	1,03	1,03
Steinkohle-D	1,04	1,04
Steinkohle-Import-mix D	1,10	1,10
Steinkohle-Import AUS	1,12	1,12
Steinkohle-Import GUS	1,22	1,16
Steinkohle-Import PL	1,06	1,05
Steinkohle-Import RSA	1,10	1,09
Steinkohle-Import USA	1,06	1,06
Erdgas D	1,03	1,03
Erdgas Import GUS	1,32	1,30
Erdgas Import NL	1,02	1,02
Erdgas Import NOR	1,04	1,04
Erdgas D-mix	1,13	1,14
LNG frei D	1,17	1,17

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts mit GEMIS 4.2

Bei den Ergebnissen zum Kumulierten Energie-Verbrauch (vgl. Tabelle 1) zeigt sich, dass die heimischen Kohlen 3-4% des Heizwerts als Vorleistung für die Brennstoffbereitstellung erfordern¹, während bei importierten Steinkohlen zwischen 6 % (PL, USA) und 22 % (GUS) nötig sind – hier zeigt sich der Einfluss der Transportwege (Seeschiff bzw. Bahn bei GUS und PL).

Beim Erdgas zeigen sich vergleichbare Resultate – heimisches Erdgas liegt mit 3% Eigenbedarf ähnlich wie das aus NL und NOR, während die GUS-Vorkette mit über 30% einen gut 10-fach höheren Energieaufwand erfordert. Hier spiegelt sich der immense Einfluss des interkontinentalen Pipeline-Transports. Der *zum Vergleich* mit gezeigte Import von verflüssigtem Erdgas aus Algerien per Tanker (LNG) liegt im Mittelfeld und entspricht größenordnungsmäßig dem Mix der Erdgasbereitstellung in Deutschland.

Trotz einiger Verschiebungen in den Importmixin und Verbesserungen innerhalb der Vorketten (bessere Kraftwerke für Stromeigenbedarf, effizientere Transportsysteme) bleiben bis 2020 die Werte weitgehend unverändert und damit stabil.

Mit den o.g. Energievorketten wurden in der folgenden Tabelle die Ergebnisse zum kumulierten Energieverbrauch bei der Bereitstellung von 1 kWh Strom in Deutschland berechnet.

Tabelle 2 KEV für ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020

KEV in kWh _{primär} /kWh _{el}	2000	2020
Kraftwerks-mix D	2,89	2,35
Braunkohle-Kraftwerk rheinisch	2,74	2,35
Steinkohle-Kraftwerk nur Kohle aus D	2,69	2,26
Steinkohle-Kraftwerk Import-mix D	2,57	2,39
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus AUS	2,74	2,38
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus GUS	2,83	2,46
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus PL	2,46	2,24
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus RSA	2,53	2,32
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus USA	2,46	2,25
Gas-GuD-Kraftwerk Gas-mix-D	2,06	1,91
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus D	1,88	1,72
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus GUS	2,40	2,17
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus NL	1,86	1,72
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus NOR	1,90	1,75

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts mit GEMIS 4.2

¹ Zu beachten ist hierbei, dass der Pumpstromaufwand für die Wasserhaltung im Bergbau *nur für die Förderdauer* als Mittelwert pro Jahr angenommen wurde. Pumpstrom ist jedoch auch nach Beendigung der Förderung notwendig, um die Grundwasserstände zu regulieren. Dies wird nicht auf den Bergbau und die geförderte Kohle angerechnet. Insoweit stellen die Daten eine untere Grenze des Förderaufwands dar.

In diesen Daten ist der Kraftwerkseigenverbrauch und der Herstellungsaufwand der Kraftwerke enthalten, nicht jedoch die Netz- und Umspannverluste, die bei der Lieferung des Stroms aus Kraftwerken zu Verbrauchern entstehen.

Am günstigsten liegen in 2000 und 2020 jeweils die Erdgas-GuD-Kraftwerke, während heute das heimische Steinkohle-Kraftwerk etwas schlechter als das mit Importkohle liegt, dies sich aber bis 2020 umkehrt.

3.2 Ergebnisse zu Treibhausgasen - Vorketten

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für die Treibhausgase der Energievorketten von Erdgas und Kohle, jeweils bezogen auf die Bereitstellung von 1 kWh Brennstoff in Deutschland (ohne dessen Nutzung im Kraftwerk).

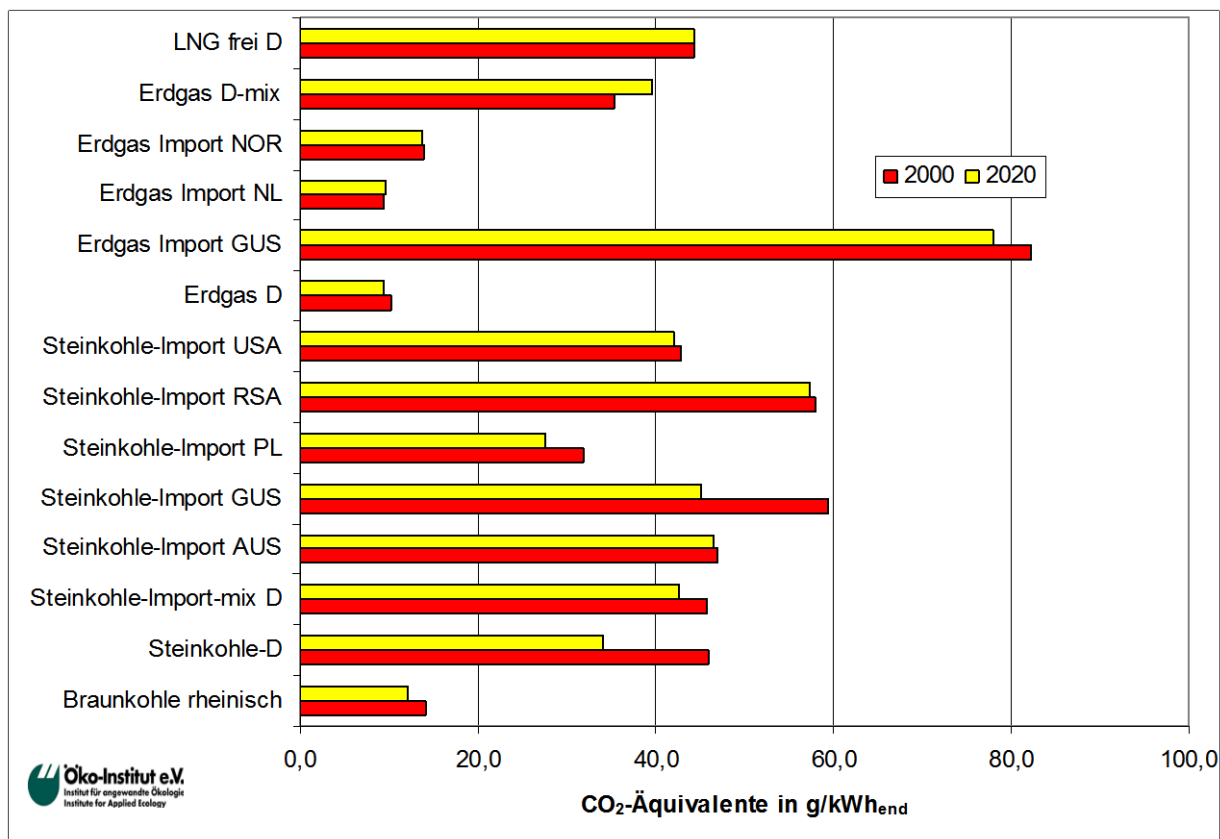
Tabelle 3 THG-Emissionen der Energievorketten für Kohle und Erdgas in 2000 und 2020

THG in g/kWh _{end}	CO ₂ -Äquivalente		nur CO ₂		nur CH ₄	
	2000	2020	2000	2020	2000	2020
Braunkohle rheinisch	14,0	12,1	13,7	11,9	0,0	0,0
Steinkohle-D	45,9	34,1	13,5	12,2	1,4	1,0
Steinkohle-Import-mix D	45,7	42,7	26,1	23,4	0,8	0,8
Steinkohle-Import AUS	46,9	46,5	33,8	33,4	0,5	0,5
Steinkohle-Import GUS	59,4	45,0	46,2	32,5	0,6	0,5
Steinkohle-Import PL	31,9	27,5	18,1	13,4	0,6	0,6
Steinkohle-Import RSA	57,9	57,4	25,4	25,0	1,4	1,4
Steinkohle-Import USA	42,9	42,0	17,8	17,0	1,1	1,1
Erdgas D	10,1	9,4	7,2	6,5	0,1	0,1
Erdgas Import GUS	82,2	77,9	48,8	44,8	1,4	1,4
Erdgas Import NL	9,5	9,5	5,4	5,4	0,2	0,2
Erdgas Import NOR	13,9	13,6	9,1	8,8	0,2	0,2
Erdgas D-mix	35,2	39,5	21,7	23,5	0,6	0,7
LNG frei D	44,4	44,4	35,0	35,0	0,4	0,4

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts mit GEMIS 4.2

Die Ergebnisse zeigt die folgende Abbildung nochmals als grafische Übersicht.

Bild 1 THG-Emissionen der Energievorketten für Kohle und Erdgas in 2000 und 2020



Bei den Treibhausgas-Emissionen der Vorketten sind die Unterschiede markanter als beim KEV:

Die heimische Braunkohle liegt – ohne ihre Nutzung im Kraftwerk - etwa gleich mit der heimischen Erdgasbereitstellung, während heimische Steinkohle etwa gleich mit Importkohlen aus AUS und USA abschneidet und Importkohlen aus PL leicht darunter liegen. Importkohlen aus der GUS und aus Südafrika (RSA) liegen dagegen leicht über der heimischen Kohle.

Beim heutigen Erdgas liegt die Bereitstellung aus deutscher Förderung etwa gleich mit der aus NL und NOR, während Erdgas aus der GUS etwa 8-fach höher liegt und immerhin fast doppelt so hoch wie der zum Vergleich mit angezeigte LNG-Import aus Algerien.

Bis 2020 werden die THG-Emissionen bei den Importkohlen nur unwesentlich sinken, während sich die heimische Förderung durch die CH₄-Erfassung (Grubengasnutzung) weiter verbessert und i.d.R. leicht unter den Werten der Importkohlen liegt.

Beim Erdgas ist die Entwicklung nicht so ausgeprägt – zwar werden durch Leckagereduktion leichte Verbesserungen in der GUS-Vorkette erzielt und die insgesamt effizienteren Infrastrukturen (vor allem Kraftwerkspark) senken die THG-Emissionen bei allen Lieferländern, jedoch nur in geringem Umfang.

Durch den steigenden Anteil der GUS an der Erdgas-Bereitstellung im Jahr 2020 erhöht sich sogar dessen THG-Emissionen um knapp 10% und liegt damit in der Größenordnung des zum Vergleich mit angezeigten LNG-Imports aus Algerien.

Auch die THG-Ergebnisse sind somit relativ stabil – zentrale Einflussgröße ist die Grubengasfassung und –nutzung bei der Steinkohleförderung in Deutschland. Durch die bis 2020 zu erwartende Konzentration der deutschen Steinkohleförderung auf wenige große Fördergebiete wird die Realisierung der Emissionsminderung erleichtert. In den Steinkohle-Exportländern wurde demgegenüber keine Senkung der CH₄-Emissionen des Kohlebergbaus angenommen².

3.3 Ergebnisse zu Treibhausgasen – Stromerzeugung inkl. Vorketten

Mit den o.g. Energievorketten und Annahmen zur künftigen Entwicklung der Kraftwerkstechnik (nach Daten der Enquete-Kommission) wurden die THG-Emissionen bei der Bereitstellung von 1 kWh Strom in Deutschland für die heutigen und künftigen Kraftwerke in mehreren Varianten zum Brennstoffinput berechnet. Dabei ist jeweils das Kraftwerk identisch ausgelegt, nur die Vorkette (Brennstoffbezug) wurde variiert. Die Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 4 THG-Emissionen ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020

THG in g/kWh _{el}	CO ₂ -Äquivalente		nur CO ₂		nur CH ₄	
	2000	2020	2000	2020	2000	2020
Kraftwerks-mix D	653	563	620	542	1,2	0,6
Braunkohle-Kraftwerk rheinisch	1.151	994	1.141	985	0,0	0,0
Steinkohle-Kraftwerk nur Kohle aus D	1.002	818	905	759	3,6	2,1
Steinkohle-Kraftwerk Import-mix D	942	868	883	814	2,0	1,8
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus AUS	971	854	927	814	1,3	1,2
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus GUS	961	851	918	812	1,3	1,2
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus PL	898	814	853	772	1,4	1,3
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus RSA	958	877	870	796	3,3	3,0
Steinkohle-Kraftwerk Import nur aus USA	923	844	852	779	2,5	2,3
Gas-GuD-Kraftwerk Gas-mix-D	432	410	402	381	1,1	1,0
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus D	386	353	375	343	0,3	0,2
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus GUS	517	469	451	408	2,6	2,4
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus NL	385	355	372	343	0,4	0,3
Gas-GuD-Kraftwerk nur Gas aus NOR	393	362	379	348	0,4	0,4

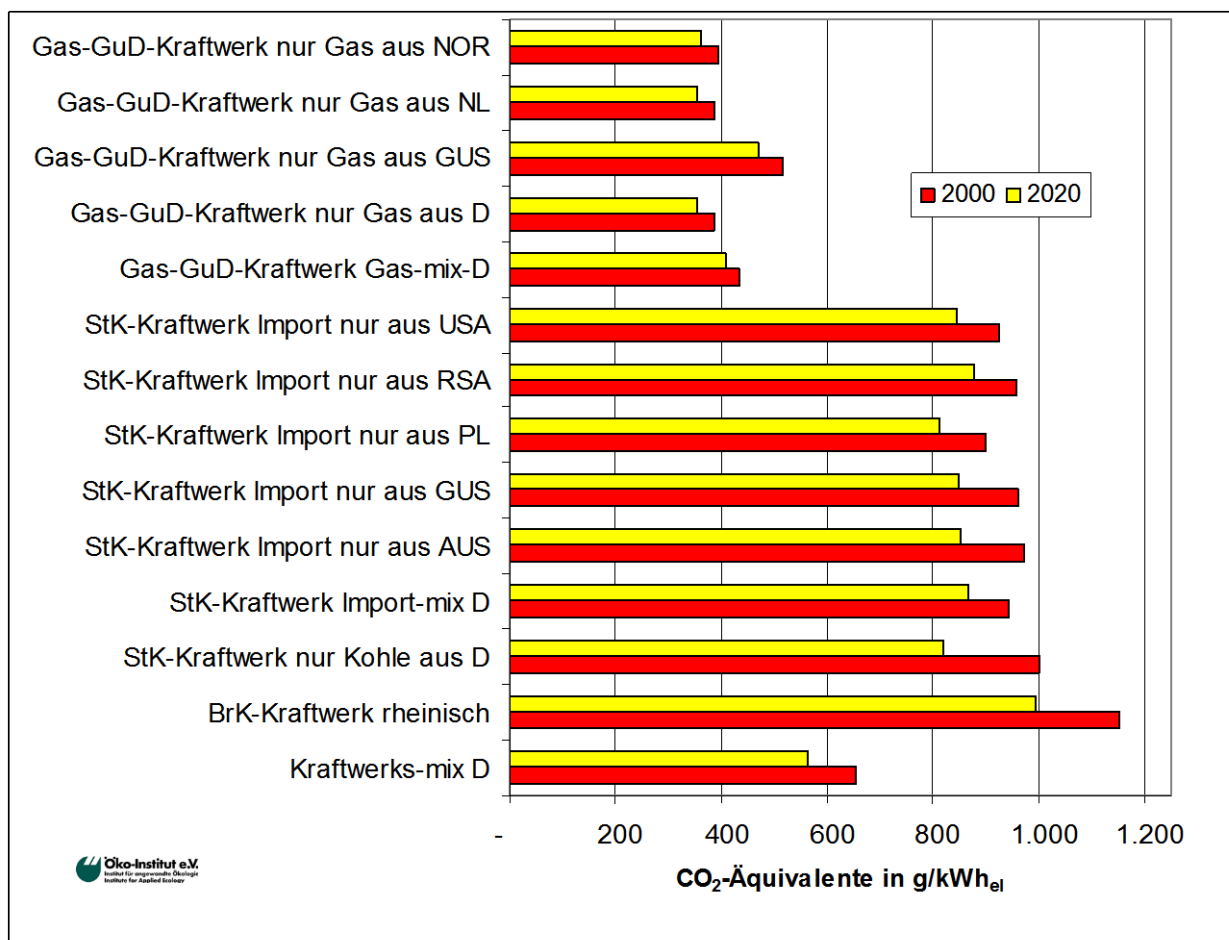
Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts mit GEMIS 4.2

² Länder wie AUS und USA nehmen nicht am Kyoto-Protokoll teil und fördern Exportkohle überwiegend im Tagebau. Für den Kohletiefbau in der GUS, PL und RSA wurde angenommen, dass die CH₄-Emissionen des Bergbaus nicht weiter gesenkt werden, da hier keine nennenswerten Reduktionspflichten bestehen. Dies könnte sich im Zuge von CDM- bzw. JI-Projekten in diesen Ländern ändern, jedoch würde die Emissionsreduktion dem CDM/JI-Investor angerechnet.

In diesen Daten ist der Kraftwerkseigenverbrauch enthalten, nicht jedoch die Netz- und Umspannverluste, die bei der Lieferung des Stroms aus den Kraftwerken zu Verbrauchern entstehen. Ebenfalls einbezogen ist der Herstellungsaufwand der Kraftwerke.

Die Ergebnisse zeigt die folgende Abbildung nochmals in der grafischen Übersicht.

Bild 2 THG-Emissionen ausgewählte Prozesse zur Stromerzeugung in 2000 und 2020



Am günstigsten liegen in 2000 und 2020 die Erdgas-GuD-Kraftwerke, wobei das System mit Erdgas aus deutscher Förderung praktisch gleich mit dem für Erdgas aus NL abschneidet. Das GuD-Kraftwerk mit Erdgas allein aus der GUS emittiert zwar etwa 25% mehr Treibhausgase als diese Varianten, im Vergleich zu Braun- und Steinkohle liegen seine THG-Emissionen aber nur bei ca. 60% der günstigsten Kohle-Variante (heimische bzw. Steinkohle aus PL in 2020).

Während heute das heimische Steinkohle-Kraftwerk etwas schlechter als solche mit Importkohlen liegt, wird sich dies bis 2020 umkehren – Ursache ist hier vor allem die Grubengasfassung und –nutzung bei der heimischen Kohleförderung (siehe oben Vorketten-Emissionen).

4 Datendokumentation für die fossilen Energie-Vorketten

Die Datenbasis von GEMIS Version 4.1 (vgl. ÖKO 2001) enthält bereits Daten zur Abbildung der Energiebereitstellung in Deutschland in den Jahren 2000 und 2020, die auf Basis einer Untersuchung im Rahmen des IKARUS-Projekts erstellt und dokumentiert wurde (vgl. ÖKO 1993). In einer kürzlich abgeschlossenen Studie für das Umweltbundesamt (vgl. ÖKO, IÖR 2003) und im Zuge der Arbeiten zum laufenden Biomasse-Projekt für den BMU (ÖKO 2003) wurden diese Daten aktualisiert und fortgeschrieben.

Dies gilt auch für die Bereitstellung von Erdgas und Steinkohle aus verschiedenen Quellen und Lieferregionen, für die jeweils Mixer die Verhältnisse der Jahre 2000 und 2020 abbilden.

In GEMIS werden die folgenden Energieträger berücksichtigt (in Klammern jeweils Exportländer/Herkunftsregion):

- Steinkohlen: Australien (AUS), Deutschland (D), Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS), Polen (PL), Südafrika (RSA), Vereinigte Staaten von Amerika (USA)
- Erdgas: Deutschland (D), Niederlande (NL), Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS), Norwegen (NOR)

Als Prozessschritte wurden Förderung, Aufbereitung, Energietransport, Umwandlung zu Sekundärenergien sowie Sekundärenergietransport berücksichtigt. Die dabei jeweils nachgefragten Hilfsenergien sowie daraus resultierende Emissionen werden länder- bzw. regionspezifisch erfasst³.

Eine wichtige Kenngröße für Energieprozesse ist die Strombereitstellung im jeweiligen Land. Für Deutschland zeigt die folgende Tabelle deren Struktur.

Tabelle 5 Struktur der Stromerzeugung in GEMIS für Deutschland

Primärenergie	2000	2020
Steinkohle-heimisch	17,9 %	6,5 %
Steinkohle-Import	9,6 %	8,5 %
Braunkohle-rheinisch	18,6 %	19,7 %
Braunkohle-Ostdeutschland	7,4 %	9,3 %
Erdgas	9,5 %	30,0 %
Schweröl	1,0 %	0,5 %
Uran	28,1 %	11,3 %
Müll, Biomasse	3,3 %	5,0 %
Wasser, Wind, Solar	4,6 %	12,9 %

Quelle: GEMIS 4.1 sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2020 auf Basis von Prognos, EWI (1999) und Enquete (2002)

Der Mix der Prozesse zur Stromerzeugung wurde auf Basis von Prognos/EWI (1999) für 2000 angesetzt, die Werte für 2020 beruhen auf dem Referenz-Szenario der Enquete-Kommission (Enquete 2002) unter Berücksichtigung der AKW-Stilllegungen.

³ Eine detaillierte Darstellung der Datengrundlagen für die fossilen Energievorketten der Jahre 2000 und 2020 gibt die Literatur (ÖKO 1993). Hier werden nur die Aktualisierungen und Fortschreibungen dieser Datengrundlage dargestellt.

Bei den Vorketten der Stromerzeugung gehen Liefermixe ein, die sich im Zeitverlauf ebenfalls ändern. Die entsprechenden Lieferanteile zeigen die folgenden Tabellen.

Tabelle 6 Mix der Rohölbereitstellung für Deutschland in GEMIS

	2000	2020
BRD	2%	0%
EU	20%	25%
GUS	24%	25%
OPEC	54%	50%
Summe	100,0%	100,0%

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen nach (ÖKO 2003) für 2020

Bis 2020 wird die Eigenförderung in Deutschland aufgrund der Lagererschöpfung praktisch aufgegeben, der OPEC-Anteil fällt leicht zugunsten von EU (Nordsee) und GUS.

Beim Erdgas (vgl. Tabelle unten) sinkt ebenfalls der Anteil der Eigenförderung und der niederländische Importanteil aufgrund von Lagererschöpfung, während die Anteile von GUS und Norwegen deutlich steigen.

Tabelle 7 Mix der Erdgasbereitstellung für Deutschland in GEMIS

	2000	2020
BRD	18,0%	10,0%
GUS	32,0%	40,0%
NL	20,0%	10,0%
NOR	30,0%	40,0%
Summe	100,0%	100,0%

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen nach (ÖKO 2003) für 2020

Bei der Steinkohle wird für 2020 eine Reduktion des Einsatzes heimischer Steinkohle auf 20% des Absatzes angenommen, Gewinner sind vor allem die GUS, Polen und Südafrika.

Tabelle 8 Mix der Steinkohlebereitstellung für Deutschland in GEMIS

	2000	2020
D	60 %	20 %
AUS	6 %	8 %
GUS	6 %	20 %
PL	12 %	24 %
RSA	8 %	20 %
USA*	8 %	8 %
Summe	100 %	100 %

* = vereinfachend inkl. CAN und Kolumbien.

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen nach (ÖKO 2003) für 2020

In den jeweiligen Lieferländern wurden die Förderbedingungen (onshore/offshore, primär/sekundär) sowie die jeweilige Stromerzeugung und die nationalen Transportsysteme ebenfalls zeitlich bis 2020 fortgeschrieben. Die entsprechenden Daten finden sich in GEMIS 4.2.

Literatur

- Enquete (Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des 14. Deutschen Bundestags, Berlin) 2002: Bericht der Kommission, Berlin
- FfE (Forschungsstelle für Energiewirtschaft), Ecofys, IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung), ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2003: Anwendung und Kommunikation des Kumulierten Energieverbrauches (KEV) als praktikabler Entscheidungsparameter für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen; i.A. des Umweltbundesamts, Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 201 41 129; München, Essen, Heidelberg, Darmstadt ((veröffentlicht als UBA-Text)
- ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 1993: Emissionen des Energie-Imports der Bundesrepublik Deutschland; Fritsche U, Matthes F; Endbericht im Auftrag des DIW für IKARUS-Teilprojekt 3; Darmstadt, Berlin
- ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2001: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.1; Fritsche U u.a., Computermodell und Datenbasis - siehe www.gemis.de
- ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2004: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse; Fritsche U u.a.; Öko-Institut in Kooperation mit FhI-UMSICHT, IE, IFEU, IZES, TU-München WZW und TU Braunschweig, F&E-Vorhaben 0327575; gefördert vom BMU; Darmstadt usw.
- ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.), IÖR (Institut für ökologische Raumentwicklung) 2003: Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“ (Kurztitel: Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland); Buchert u.a.; i.A. des UBA, Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 298 92 303/02; Darmstadt, Dresden (veröffentlicht als UBA-Text)
- Prognos (Prognos AG), EWI (Energiewirtschaftliches Institut Universität Köln) 1999: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, i.A. des BMWi; Basel, Köln