

## **Hamburg-Moorburg – das Aus für den Klimaschutz?**

**Eine Zusammenfassung der von ifeu und arrhenius  
erstellten Studie „Das Kraftwerk Hamburg-Moorburg  
und seine Alternativen“**



# Inhalt

- 5 Zusammenfassung**
- 7 1. Anforderungen an eine klimagerechte Energiewirtschaft in Deutschland**
  - a) Die Klimaziele
  - b) Das energiepolitische Leitszenario
- 9 2. Bewertung des geplanten Steinkohlekraftwerks Moorburg**
  - a) Die Ökobilanz
  - b) Die betriebswirtschaftliche Bewertung
- 15 3. Die Alternative für Hamburg**
  - a) Die Möglichkeiten
  - b) Das Alternativszenario
- 18 Glossar**
- 19 Impressum**



# Zusammenfassung

In Hamburg-Moorburg plant der Energieversorger Vattenfall den Bau eines Steinkohlekraftwerks. Mit über 1600 Megawatt elektrischer Leistung würde es zu den größten Kraftwerken Deutschlands gehören.

Der *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)* hat das *ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung* und das *arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik* mit einer Studie beauftragt, in der das von Vattenfall geplante Steinkohlekraftwerk mit einem alternativen Energieszenario verglichen wird. In dem Alternativszenario wird die Energieversorgung Hamburgs mit einer *Kombination* aus *Energieeffizienz* (verringertes Stromverbrauch), *Erneuerbaren Energien* und *Kraft-Wärme-Kopplung* gewährleistet. Als Zeithorizont für das Alternativszenario wurde das Jahr 2030 gewählt. Die beauftragten Institute haben die beiden Alternativen im Hinblick auf folgende Fragestellungen untersucht:

- Einhaltung der Klimaziele Hamburgs und Beitrag zu den Klimazielen Deutschlands
- Rentabilität aus der Sicht des Kraftwerksbetreibers und Preiswürdigkeit aus Sicht der Energieverbraucher in Hamburg
- Einfluss der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Deutschland auf die Wirtschaftlichkeit

Wie auch die anderen rund 25 zurzeit in Deutschland geplanten Kohlekraftwerke steht auch das Projekt Hamburg-Moorburg wegen der hohen klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Kritik. Das erste zentrale Ergebnis der Studie ist daher nicht sehr überraschend:

- > Das Steinkohlekraftwerk Hamburg-Moorburg ist weder mit den Klimaschutzzielen Hamburgs noch mit denen Deutschlands vereinbar. Mit dem Alternativszenario können 80 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Szenario mit dem Kohlekraftwerk vermieden werden.

Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit des Alternativszenarios im Vergleich zu dem Kohlekraftwerk ein entscheidender Faktor dafür, ob Vattenfall auf den Bau des Kohlekraftwerks verzichtet. Deshalb wird im zweiten Teil der Studie die Wirtschaftlichkeit der Alternativen untersucht. Die beauftragten Institute haben mit Hilfe des Simulationsmodells *deeco-s* insbesondere folgende Faktoren berücksichtigt:

- Wie wirken sich die Liberalisierung des Strommarktes und der weitere bundesweite Ausbau der Erneuerbaren Energien auf den Stromabsatz des geplanten Steinkohlekraftwerks aus?
- Wie wirkt sich die Weiterentwicklung des Emissionshandels – insbesondere die geplante Versteigerung von Emissionsrechten – auf die Rentabilität der beiden Alternativen aus?
- Welchen Einfluss auf die Rentabilität haben unterschiedliche Annahmen dazu, wie sich die Energiepreise entwickeln?

Die Ergebnisse dieser Simulationsrechnungen sind zusammen gefasst:

- > Unter den Bedingungen des liberalisierten Strommarktes verdrängen die Erneuerbaren Energien immer häufiger den Stromabsatz aus fossilen Kraftwerken. Durch die geringere Auslastung sinkt die Rentabilität.
- > Unter diesen Bedingungen ist ein mit Erdgas befeuertes GuD-Kraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung wirtschaftlicher als ein Steinkohlekraftwerk, weil dessen Investitionskosten geringer sind.
- > Bei einer vollständigen Versteigerung von Emissionsrechten wird das von Vattenfall geplante Kohlekraftwerk unrentabel.

Im dritten Teil der Studie werden die Potenziale der drei Kernelemente des Alternativszenarios *Energieeffizienz, Erneuerbare Energien* und *Kraft-Wärme-Kopplung* analysiert.

Diese Analyse zeigt, dass die Potenziale in Hamburg ausreichen, um den gesamten Energiebedarf der Großstadt abzudecken. Das Alternativszenario ist nicht nur realisierbar, es weist auch mehrere Vorteile auf:

- > bis zu 500 Millionen Euro Kostenersparnis/Jahr für die Wirtschaft und Einwohner Hamburgs
- > 80 % weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß
- > weniger Klimafolgeschäden auf der ganzen Welt mit teilweise existenzieller Bedeutung für das Leben vieler Menschen und einem monetären Wert von mehr als einer halben Milliarde Euro.

## **Inhalt der Kurzfassung**

Diese Kurzfassung wurde vom BUND erstellt. Sie gibt die wesentlichen Erkenntnisse der Studie in verkürzter Form wieder. Die vollständigen Ergebnisse, methodischen Ansätze, Rahmenbedingungen sowie Daten- und Literaturquellen finden Sie in der von den beauftragten Institutionen erstellten Langfassung.

Die Kurzfassung gliedert sich wie folgt:

1. Anforderungen an eine klimagerechte Energiewirtschaft in Deutschland
  - a) Die Klimaziele
  - b) Das energiepolitische Leitszenario
2. Bewertung des geplanten Steinkohlekraftwerks Moorburg
  - a) Die Ökobilanz
  - b) Die betriebswirtschaftliche Bewertung
3. Die Alternative für Hamburg
  - a) Die Möglichkeiten
  - b) Das Alternativszenario

## Hintergrund

### **Was ist Kraft-Wärme-Kopplung?**

**B**ei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nutzt man die Abwärme, die in den Kraftwerken während der Stromerzeugung unweigerlich entsteht, um Häuser zu heizen, Schwimmbäder zu erwärmen oder industrielle Prozesswärme bereitzustellen. Das heißt, man verwendet die in den Brennstoffen steckende Energie zur Elektrizitätsgewinnung und zum Erhitzen und Erwärmen. Damit spart man große Mengen Erdgas oder Heizöl ein und erreicht eine deutliche Minderung der Treibhausgasemissionen. Im Prinzip kann man jedes Kraftwerk in ein „Heiz-Kraftwerk“ umwandeln.

Besonders geeignet sind dafür aber dezentrale, kleinere Kraftwerke. Denn dann muss die Wärme nicht so weit transportiert werden.

In Deutschland werden 14 % des Strombedarfs mit Kraft-Wärme-Kopplung gedeckt. Ein Großteil davon stammt aus großen Kraftwerken, die ihre Wärme an Fernwärmenetze abgeben, aus der industriellen Kraft-Wärme-Kopplung und aus Dampfturbinenanlagen. Aber auch Blockheizkraftwerke – kompakte und kleinere Anlagen zur gleichzeitigen Strom- und Wärme-Versorgung – tragen dazu bei.

# 1. Anforderungen an eine klimagerechte Energiewirtschaft in Deutschland

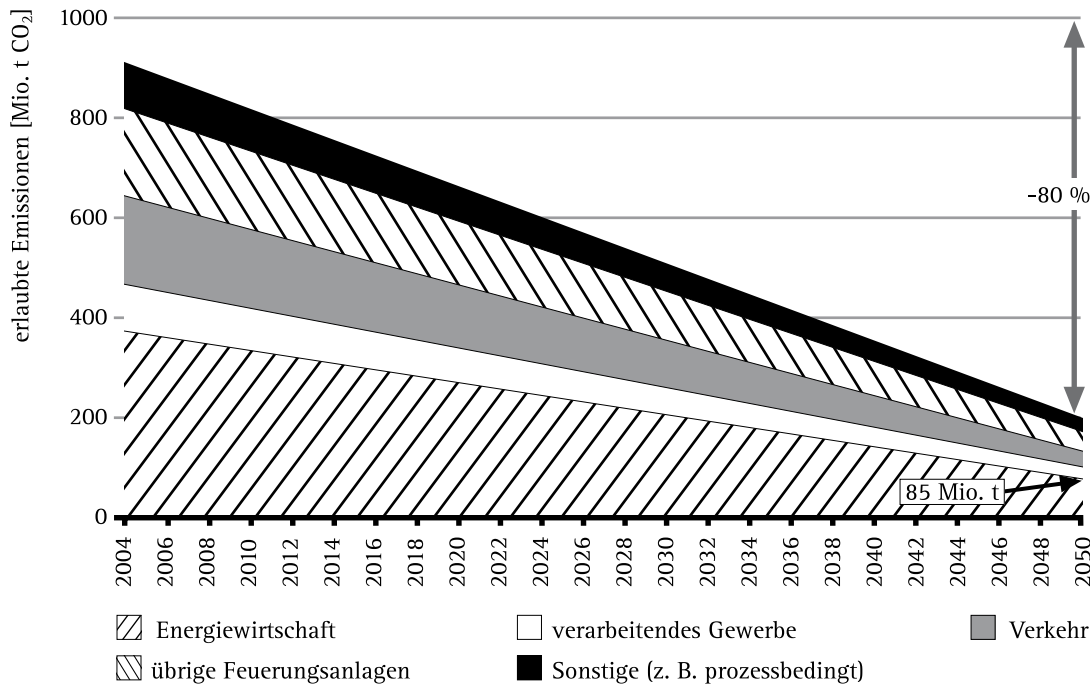


Abbildung 1:  
Gleichmäßige Aufteilung  
eines Emissionsmin-  
derungszieles von  
„-80 %“ auf die Sektoren  
der deutschen Volks-  
wirtschaft  
(Die Prozentzahl bezieht  
sich auf das Basisjahr  
1990.)

## a) Die Klimaziele

Die Industrieländer müssen ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 voraussichtlich um mindestens 80 % reduzieren.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über den vom Menschen verursachten Klimawandel verdichten sich. Das Ziel, den Temperaturanstieg auf maximal 2°C zu beschränken, ist die Leitschnur für die jüngsten energie- und klimapolitischen Beschlüsse der EU- und der G8-Staaten. Aus diesem Ziel lässt sich ableiten, dass die Industriestaaten ihren Ausstoß an Treibhausgasen bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 % gegenüber den Emissionen im Jahr 1990 verringern müssen. Werden diese Ziele in Deutschland umgesetzt, so lassen sich auch für die einzelnen Sektoren der Volkswirtschaft Ziele für die zulässigen Emissionen bestimmen.

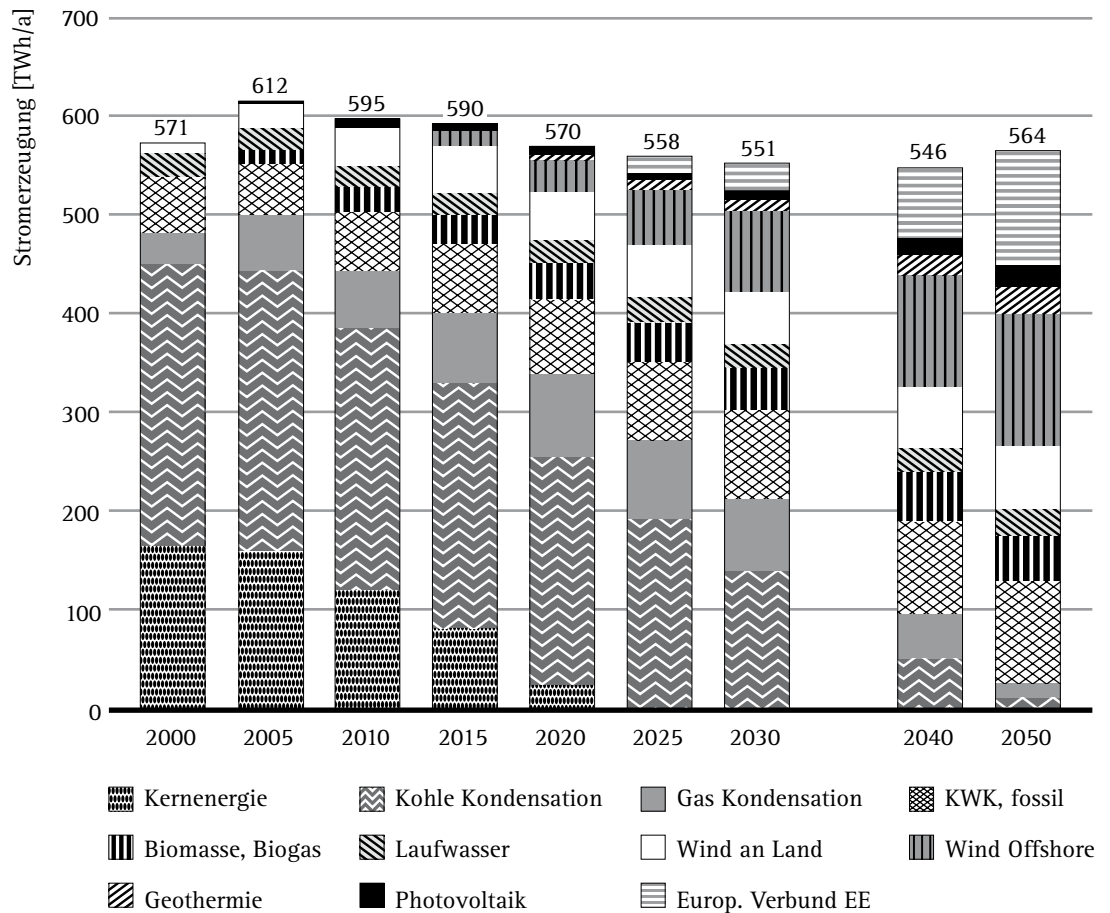
Abbildung 1 zeigt dies für das Emissionsminderungsziel von -80 % im Jahr 2050. Es wird unterstellt, dass das nationale Ziel gleichmäßig auf die verschiedenen Sektoren herunter gerechnet wird.

Für den Bereich der Energiewirtschaft erhält man bei dieser Vorgehensweise eine erlaubte Gesamtemission von rund 85 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2050.

Bezogen auf die erwartete Einwohnerzahl Deutschlands im Jahr 2050 in Höhe von 72 Millionen bedeutet dies, dass die Stromerzeugung im Jahr 2050 höchstens noch 1,18 Tonnen CO<sub>2</sub>/Kopf verursachen darf. Da neuere Forschungsergebnisse der UN-Klimawissenschaftler nahe legen, dass die Emissionen noch stärker reduziert werden müssen, ist dies die absolute Obergrenze.

Die zurzeit in Deutschland geplanten Kohlekraftwerke hätten eine Kapazität von über 25.000 Megawatt und würden zusammen mehr als 145 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr verursachen. Mit den international angestrebten Klimazielen sind diese Planungen nicht vereinbar.

Abbildung 2:  
Stromerzeugung im  
Leitszenario 2006



### b) Das energiepolitische Leitszenario

Die notwendige Emissionsminderung stellt die deutsche Energiewirtschaft vor schwerwiegende Herausforderungen. Ist eine Gesamt-Energieversorgung in Deutschland möglich, die trotz eines Ausstiegs aus der Atomenergie eine drastische Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf ein Fünftel des Wertes von 1990 bis zur Mitte dieses Jahrhunderts realisiert?

Diese Frage wurde in der Studie „Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung Erneuerbarer Energien“ (DLR, ifeu, Wuppertal Institut, 2004) analysiert – und bejaht. Die Studie wurde als „Leitszenario 2006“ aktualisiert.

Das Leitszenario 2006 beinhaltet die gleichen Kernelemente wie das Alternativszenario für Hamburg: *Erneuerbare Energien*, höhere *Wirkungsgrade bei der Umwandlung* – also insbesondere *Kraft-Wärme-Kopplung* – und verbesserte *Energieeffizienz auf der Verbrauchsseite*.



## 2. Bewertung des geplanten Steinkohlekraftwerks Moorburg

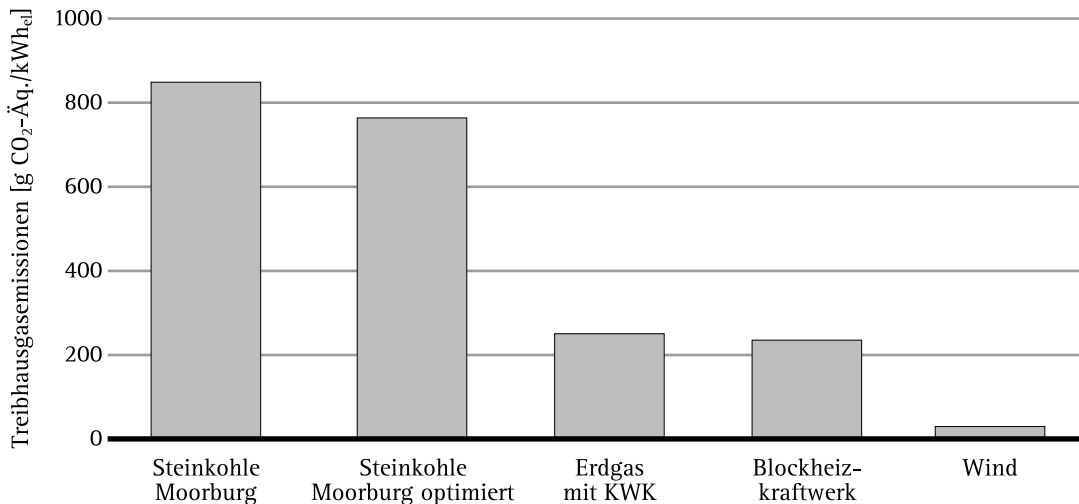


Abbildung 3:  
Treibhausgasemissionen  
verschiedener Technolo-  
gien zur Stromerzeugung

### a) Die Ökobilanz

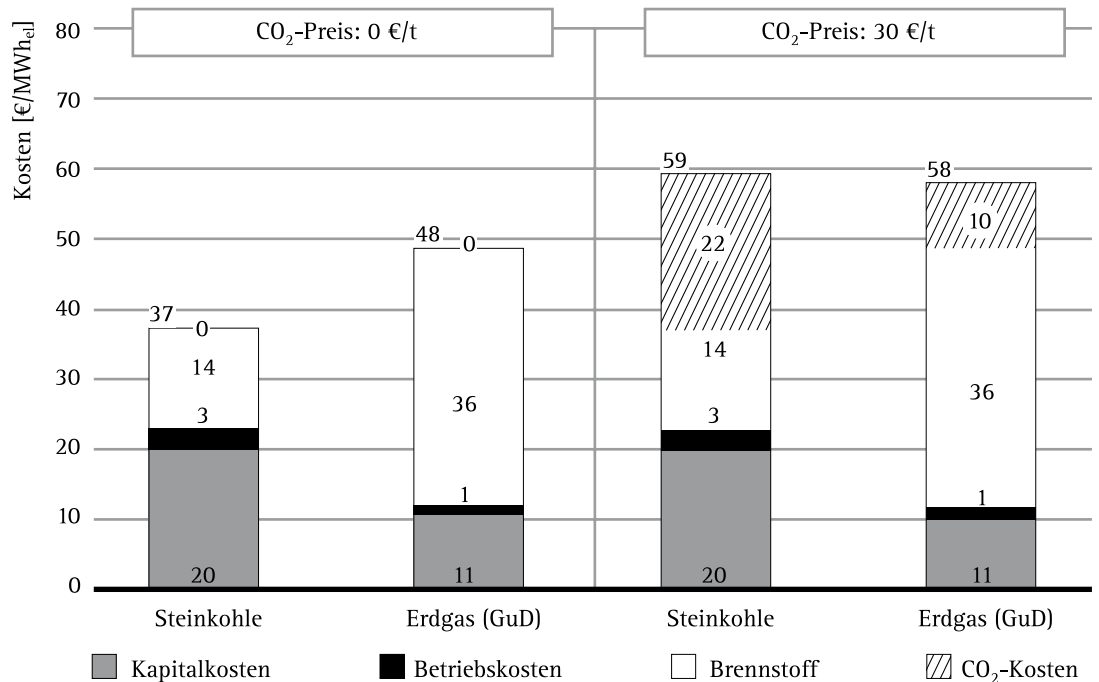
Die Treibhausgasemissionen des geplanten Kraftwerks Moorburg wurden in einer Ökobilanz mit anderen möglichen Alternativen verglichen. Es zeigt sich, dass selbst mit „optimierter“ Wärmeauskopplung das geplante Steinkohlekraftwerk noch Emissionen von fast 800 g CO<sub>2</sub>/Kilowattstunde hätte. Eine ausreichende Emissionsminderung lässt sich erst erzielen, wenn statt des Brennstoffs Kohle der kohlenstoffärmere Energieträger Erdgas eingesetzt wird. Bei optimaler Wärmeausnutzung lassen sich die spezifischen Emissionen auf ein Drittel gegenüber den Vattenfall-Planungen reduzieren. Am besten ist der Einsatz von Erneuerbaren Energien. Hier sind die Emissionen noch einmal deutlich geringer – bei Windkraft sogar nahe null.

Während der erwarteten Laufzeit von 40 Jahren würden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kohlekraftwerks gleich hoch bleiben. Insgesamt betrüge der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Kraftwerks Moorburg 10 Millionen Tonnen/Jahr. Bezogen auf die Einwohnerzahl der Stadt Hamburg entspricht dies einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von 5,8 Tonnen/Kopf – das ist mehr als viermal so viel wie mit den langfristigen Klimaschutzzielen vereinbar.

Die vielfach diskutierte CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Endlagerung ist aus einer Reihe von Gründen, nicht zuletzt der mangelnden Wirtschaftlichkeit, für diese Kraftwerksgeneration keine Lösung. Eine Nachrüstung wäre – wenn überhaupt technisch machbar – mit erheblichen Mehraufwendungen verbunden und würde den Nutzungsgrad des Kraftwerks um 10 bis 15 %-Punkte senken.

Die Abschätzungen für die weltweiten Schadenskosten variieren stark in unterschiedlichen Studien. Ein auch vom Bundesumweltministerium zitierter Wert liegt bei 70 €/Tonne CO<sub>2</sub>. Das Kraftwerk Moorburg würde also externe Klimaschäden in Höhe von rund 700 Millionen Euro jährlich verursachen.

Abbildung 4:  
Kostenstrukturen verschiedener Kraftwerkstypen in Abhängigkeit von den CO<sub>2</sub>-Preisen. Bei der hier angenommenen hohen Auslastung von 6000 Volllast-Stunden im Jahr ist im Kostenvergleich vor allem entscheidend, welche Kosten für den Erwerb von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten berücksichtigt werden müssen.



Neben dem Ausstoß von CO<sub>2</sub> wurden in der Studie auch andere ökologische Folgen des Kohlekraftwerks untersucht:

Schadstoffausstoß bei Volllastbetrieb:

Schwefeldioxid:	7850 Tonnen/Jahr
Stickoxide:	7850 Tonnen/Jahr
Feinstaub:	785 Tonnen/Jahr
Blei:	3,2 Tonnen/Jahr
Quecksilber:	1,2 Tonnen/Jahr
Arsen:	1,0 Tonne/Jahr
Cadmium:	0,6 Tonnen/Jahr
Nickel:	0,6 Tonnen/Jahr

Hinzu kommen noch weitere Schwermetalle sowie 29 Tonnen Staubemissionen/Jahr durch die Versorgung des Kraftwerks mit Kohle und Kalksteinmehl.

Weiterhin werden die Folgen der Kühlwasserentnahme von bis zu 65 Kubikmetern/Sekunde und der Aufwärmung der Elbe durch Einleitung von bis zu 30°C warmem Wasser angeführt.

## b) Die betriebswirtschaftliche Bewertung

Befürworter des Neubaus von Kohlekraftwerken behaupten oft, diese Technologie sei wirtschaftlicher als andere Varianten. Tatsächlich gilt dies nur unter ganz bestimmten Randbedingungen. Bei einer Umstellung der deutschen Energieversorgung auf einen klimagerechten Energiemix ist dies nicht mehr der Fall. Um dies zu zeigen, wurde das Kraftwerk Moorburg in einer computergestützten Strommarkt-Simulation untersucht und mit einem Erdgaskraftwerk verglichen.

Für das Verständnis der Zusammenhänge sind folgende Informationen wichtig:

Kohlekraftwerke haben im Verhältnis zu Erdgaskraftwerken zwar geringere Brennstoffkosten, aber ihr Bau ist wesentlich teurer. Dies zeigt sich in den höheren Kapitalkosten in *Abbildung 4*.

Je länger ein Kraftwerk betrieben wird, desto mehr verteilen sich diese Fixkosten auf die produzierten Kilowattstunden. Daher sind die Stromgestehungs-

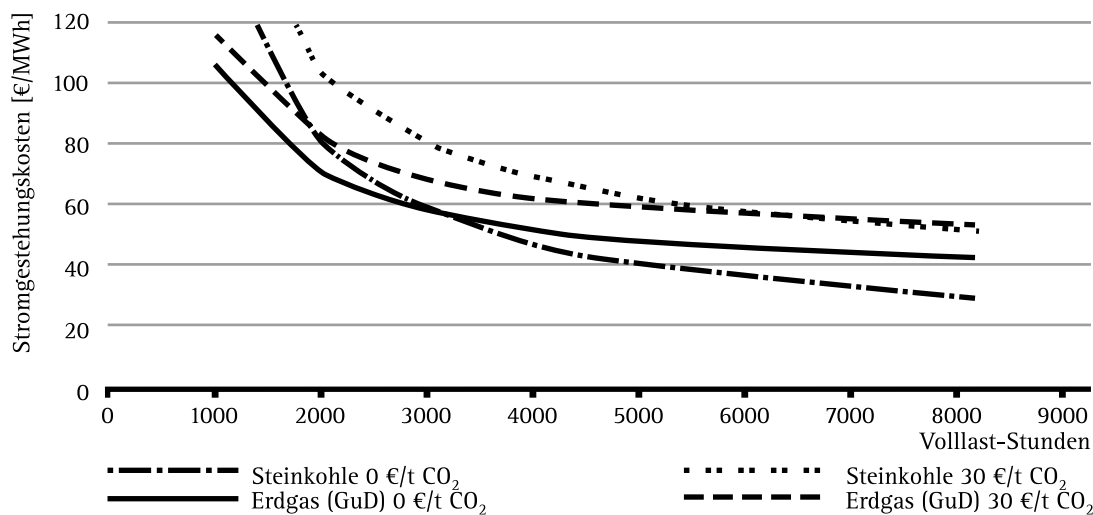


Abbildung 5:  
Beispielrechnung:  
Abhängigkeit der  
Stromgestehungskosten  
von der Einsatzdauer der  
Kraftwerke. Annahmen  
siehe Langfassung.

Bei kostenlosen  
Emissionsrechten produ-  
ziert das Kohlekraftwerk  
ab einer Auslastung  
über 3000 Stunden/Jahr  
günstiger als das Erdgas-  
kraftwerk.

kosten in einem Kohlekraftwerk nur dann niedriger als in einem Erdgaskraftwerk, wenn es sehr viele Stunden im Jahr laufen kann (siehe *Abbildung 5*).

Bei der täglichen Preisbildung an der Strombörse kommt zunächst derjenige Anbieter zum Zuge, der mit den geringsten variablen Kosten produzieren kann. Dies liegt daran, dass alle Kraftwerksbetreiber bereit sind, ihr Kraftwerk laufen zu lassen, wenn die Erlöse nur gerade die variablen Produktionskosten überschreiten.

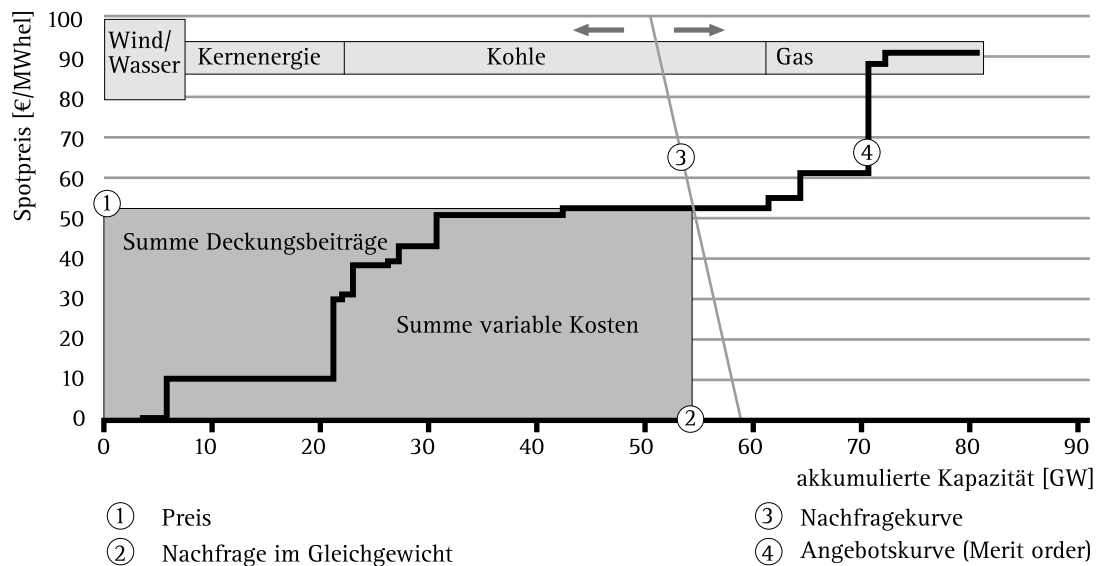
Es gibt eine Reihe von Kraftwerken, die noch geringere variable Kosten haben, als Kohlekraftwerke. Dies sind z. B. viele erneuerbare Energieträger, die praktisch nur beim Bau Kosten verursachen und dann im Betrieb sehr günstig sind. Zurzeit sind dies auch noch Kernkraftwerke, die unabhängig davon, ob sie laufen oder nicht, hohe Fixkosten verursachen. Ein dritter „Konkurrent“ sind die Kraftwerke mit hoher Wärmeausnutzung (KWK). Diese erwirtschaften einen Teil ihrer Erlöse durch eine vertraglich vereinbarte Wärmeabnahme und sind daher im Grenzfall auch bereit, ihren Strom zu verkaufen, wenn sich dadurch nur ein geringer Vorteil im Vergleich zum Betrieb des reinen Reserve-Heizkessels erzielen lässt.

In vielen Stunden des Tages verdrängen die oben genannten Kraftwerke mit den geringen variablen Kosten die etwas teureren Kohle- und Gaskraftwerke vom Markt. Im Detail ist dies immer dann der Fall, wenn die Stromnachfrage gering oder das Stromangebot, z. B. aus Windkraft, hoch ist. *Die daraus resultierende geringere Auslastung trifft Kohlekraftwerke härter als Gaskraftwerke, weil erstere höhere Fixkosten haben.*

Durch den Emissionshandel ist noch ein weiterer Aspekt hinzugekommen: Zusätzlich zu den Brennstoffkosten müssen die Kraftwerksbetreiber noch die Kosten für die CO<sub>2</sub>-Zertifikate hinzurechnen. Im Moment trifft dies die Kohlekraftwerksbetreiber noch nicht so stark, weil sie in der ersten Phase des Emissionshandels mehr Zertifikate von der Bundesregierung kostenlos erhalten haben als die Betreiber von Erdgaskraftwerken. Ab 2008 müssen die Energieunternehmen jedoch einen Teil der benötigten Emissionsrechte kaufen. Von der EU wird geplant, diesen Anteil ab 2013 weiter zu erhöhen. Bei unserer Simulation für das Jahr 2030 wurde angenommen, dass die Zertifikate vollständig versteigert werden und der Preis 30 Euro/Tonne CO<sub>2</sub> beträgt.

Bei vollständiger Verstei-  
gerung der Emissio-  
nsrechte und einem  
CO<sub>2</sub>-Preis von  
30 €/Tonne produziert  
das Kohlekraftwerk erst  
ab 7000 Stunden/Jahr  
günstiger als das Erdgas-  
kraftwerk.

Abbildung 6:  
Preisbildungsmechanismus an der Strombörse



#### Hintergrund

#### So bildet sich der Großhandelsstrompreis: Die „Merit order“

Der Kraftwerksbetreiber muss für jede Stunde des folgenden Tages ein Gebot abgeben, das sich aus einem Preis und der Leistung zusammensetzt, die zu diesem Preis geliefert werden kann. Der angebotene Preis bildet sich auf Basis der Brennstoff- und der CO<sub>2</sub>-Kosten. Die Börse sammelt alle Gebote und sortiert diese nach den Kosten in aufsteigender Reihenfolge. Daraus resultiert die sogenannte Einsatzreihenfolge der Kraftwerke oder „Merit order“.

Abbildung 6 zeigt ein Beispiel einer solchen „Merit order“ für einen synthetischen, aber typischen Kraftwerkspark. Auf der linken Seite finden sich die Kraftwerke, die keine oder sehr geringe Brennstoffkosten aufweisen, wie Wasserkraft, Photovoltaik und Wind. Daran schließen sich die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen an, die einen Teil ihrer Erträge aus dem Wärmeverkauf beziehen. Als nächstes kommen die Kernkraftwerke und dann die neuen und die älteren Kohlekraftwerke.

Ganz rechts finden sich die Gaskraftwerke, die zwar geringe Investitionskosten, aber hohe Grenzkosten aufweisen.

Die Börse erteilt nun den Kraftwerken der Reihe nach, beginnend mit dem niedrigsten Gebot, einen Zuschlag, bis der prognostizierte Bedarf gedeckt ist. Das Gebot des letzten Kraftwerkes, das noch einen Zuschlag erhält, bestimmt den Strompreis, der dann für alle zustande gekommenen Lieferverträge bezahlt wird. Das heißt, die Kraftwerke werden nicht nach ihrem eigenen Gebot, sondern nach dem Gebot des Grenzkraftwerkes bezahlt.

Der Strompreis ergibt sich als Schnittpunkt von Nachfrage- und Angebotskurve. In Zeiten niedriger Nachfrage ist das Grenzkraftwerk ein Kohlekraftwerk. Steigt die Nachfrage, so verschiebt sich die Nachfragekurve nach rechts. Sie schneidet die Angebotskurve dann bei höheren Preisen. Bei einer Nachfrage von etwa 70 Gigawatt ist das Grenzkraftwerk in unserem Beispiel ein Gaskraftwerk.

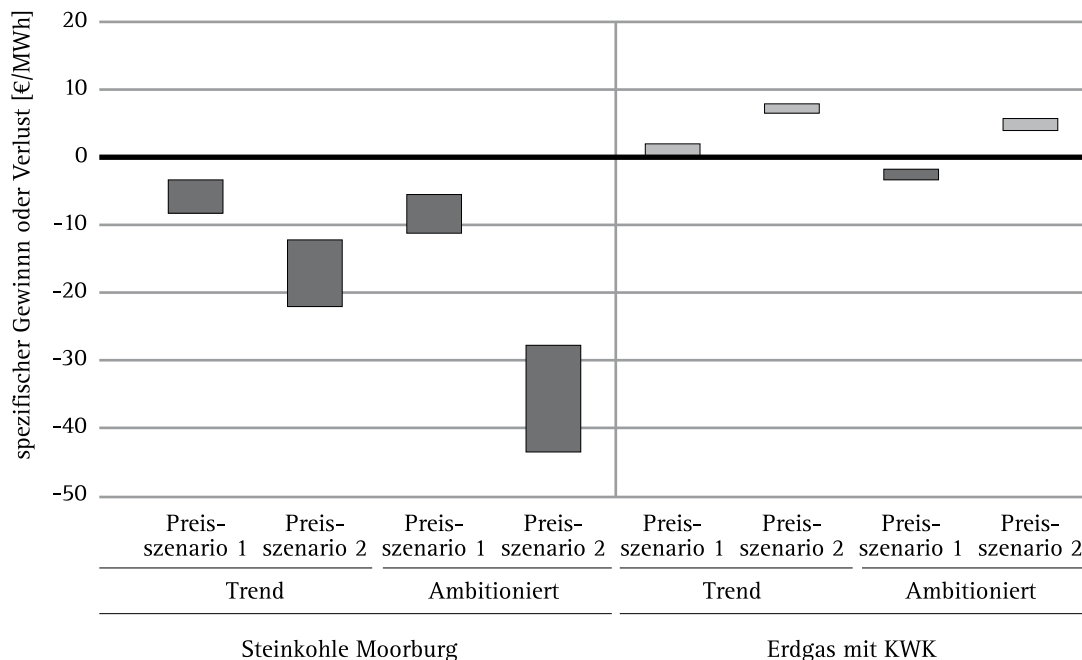


Abbildung 7: Gewinne und Verluste des Steinkohlekraftwerks und eines alternativen Erdgaskraftwerks in verschiedenen Energiepreis- und Energiemarktszenarien.

Die Modellierung mit dem Strommarkt-Modell zeigt:

Das Kraftwerk Moorburg könnte im Jahr 2030 keine Gewinne mehr erzielen. Ein Erdgaskraftwerk hingegen wäre in drei von vier betrachteten Szenarien rentabel.

Die Ergebnisse sind in *Abbildung 7* dargestellt. Es wurden die folgenden Szenarien untersucht:

- *Trend*: mäßig steigender Anteil der Erneuerbaren Energien, konstanter Stromverbrauch
- *Ambitioniert*: starker Ausbau der Erneuerbaren Energien, Reduzierung des Stromverbrauchs
- *Preisszenario 1*: geringe Energiepreissteigerungen
- *Preisszenario 2*: weiterhin sehr hohe Energiepreissteigerungen

Die vollständigen Annahmen und die Funktionsweise des Strommarktmodells deecos-s werden in der Langfassung der Studie erläutert.

Die Unwirtschaftlichkeit des Steinkohlekraftwerks im Vergleich zum Erdgaskraftwerk in den unterschiedlichen Szenarien ist durch folgende Faktoren begründet:

Am unwirtschaftlichsten ist das Steinkohlekraftwerk bei hohen Energiepreisen und einer ambitionierten Energiepolitik (*Abbildung 7*, 4. Spalte von links). Durch das hohe Stromangebot aus Erneuerbaren Energien sinkt der Spotmarktpreis für Strom an vielen Stunden im Jahr, so dass das Steinkohlekraftwerk aufgrund hoher Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Kosten über das ganze Jahr betrachtet eine geringere Auslastung hat. Aufgrund dieser geringeren Auslastung reichen die Erträge nicht, um die hohen Fixkosten des Kraftwerks zu decken.

Auch im Szenario mit verhältnismäßig niedrigen Energiepreisen und einem geringeren Ausbau der Erneuerbaren Energien (Abbildung 7, 1. Spalte von links) kommt das Steinkohlekraftwerk nicht über die Wirtschaftlichkeitsschwelle. In diesem Szenario ist die Auslastung des Steinkohlekraftwerks zwar höher, aber die relativ geringe Differenz zwischen den Erlösen aus dem Stromverkauf und den Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Kosten reicht nicht aus, um die Fixkosten des Kraftwerks zu decken.

Beim Erdgaskraftwerk sind die Fixkosten dagegen wesentlich geringer (siehe auch Abbildung 4). Dadurch kann das Kraftwerk trotz der Konkurrenz durch die Erneuerbaren Energien ausreichend Erlöse erwirtschaften, um diese Fixkosten zu decken (5., 6. und 8. Spalte von links). Lediglich bei einer ambitionierten Energiepolitik und gleichzeitig geringen Energiepreisen sinkt auch das Erdgaskraftwerk knapp unter die Wirtschaftlichkeitsschwelle, weil die Erlöse aus dem Stromverkauf nicht vollständig zur Deckung der Fixkosten ausreichen (Abbildung 7, 7. Spalte von links).

Warum wurde das Kraftwerk Moorburg dann geplant? Ein wichtiger Grund liegt in der Tatsache, dass die Investoren bis vor kurzem davon ausgegangen sind, dass sie nach 2012 einen großen Teil der benötigten Emissionsrechte umsonst erhalten werden. Werden 30 % der Emissionsrechte kostenlos zugeteilt, sind im Trend-Szenario mit niedrigen Brennstoffpreisen alle Steinkohle-Varianten im Jahr 2015 wirtschaftlich. Dies zeigt, dass die vollständige Versteigerung der Emissionsrechte ab 2013 notwendig ist, um den für die Klimaziele notwendigen Brennstoffwechsel von der Kohle zum Erdgas zu erreichen.

### 3. Die Alternative für Hamburg

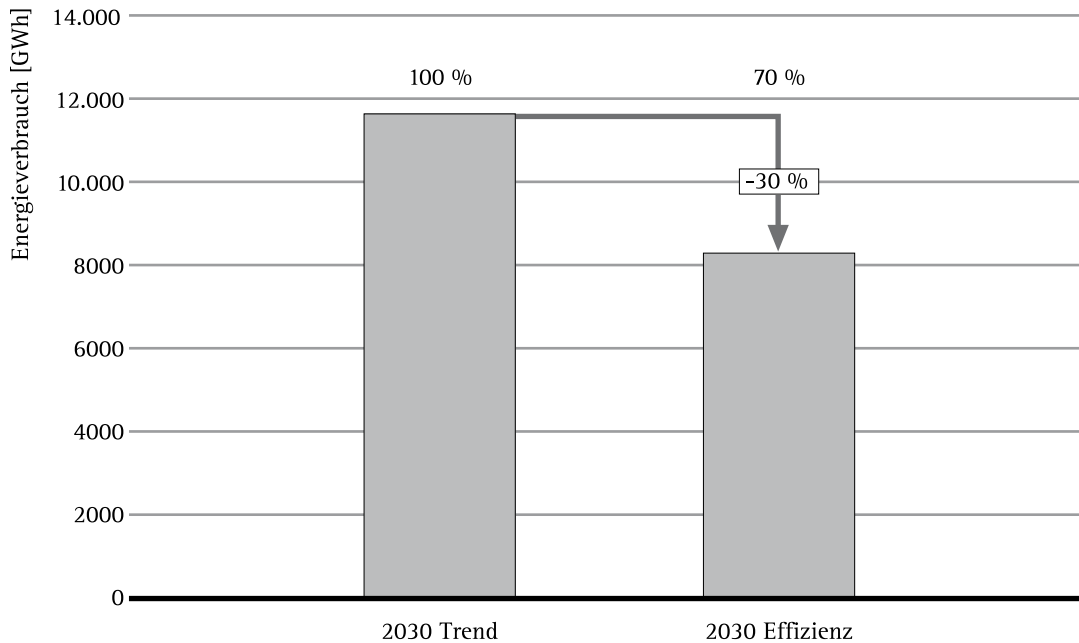


Abbildung 8:  
Gegenüberstellung des  
Strombedarfs im Jahr  
2030 nach dem Trend-  
und dem Alternativ-  
szenario (Prozentzahlen  
bezogen auf das Basis-  
jahr 2004)

#### a) Die Möglichkeiten

Die Stadt Hamburg hat sich zum Klimaschutz bekannt. Unter dieser Prämisse wird auch Hamburg erhebliche Anstrengungen unternehmen müssen, seine Energieversorgung und seinen Pro-Kopf-Ausstoß an Treibhausgasen zukunftsgerecht zu gestalten. Die vorangegangenen Untersuchungen haben gezeigt, dass dies mit einer Stromversorgung auf Basis von Steinkohle selbst bei optimaler Technologie und hoher Wärmeausnutzung nicht möglich ist. Wie für Deutschland im Allgemeinen so gilt auch für eine Großstadt im Speziellen, dass zuerst alle Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs ausgeschöpft werden müssen und dann der resultierende Energiebedarf auf Basis Erneuerbarer Energien, ergänzt durch hocheffiziente Erdgas-KWK, bereitgestellt werden muss. Die Chancen dafür werden im Folgenden erörtert.

#### Effizienz

Zur Bestimmung des Stromsparpotenzials wurden die Sektoren Private Haushalte, Gewerbe und Industrie getrennt untersucht. Es wurde ermittelt, wie weit sich der Stromverbrauch durch ambitionierte

Effizienzmaßnahmen verringern lässt. Dabei werden nur wirtschaftlich rentable Maßnahmen berücksichtigt. Viele Maßnahmen werden, obwohl sie schon für sich wirtschaftlich sind, erst mit zusätzlichen Anreizen und als Reaktion auf Motivations- und Informationsprogramme umgesetzt. Solche Programme kosten Geld. Diese so genannten „Transaktionskosten“ werden in die Kostenrechnung für eine nachhaltige Energieversorgung mit aufgenommen.

In der Summe aller Sektoren ergeben sich bis 2030 Einsparpotenziale von 30 % gegenüber der Trendentwicklung. Der Stromverbrauch sinkt von 11,8 Terawattstunden auf 8,2 Terawattstunden. Die ermittelten Einsparpotenziale würden mit Kosteneinsparungen von 530 Millionen Euro in heutigen Preisen einhergehen. Die dafür anzusetzenden Transaktionskosten betragen etwa 32 Millionen Euro.

### **Erneuerbare Energien in der Metropolregion**

Der Beitrag Erneuerbarer Energien am hamburgischen Primärenergiebedarf lag im Jahr 2004 bei 4,8 % – überwiegend durch den biogenen Anteil im Müll sowie den regenerativen Stromanteil des außerhalb Hamburgs zugekauften Stroms. Die regenerative Stromerzeugung in Hamburg beschränkt sich bislang auf 57 Windenergieanlagen mit knapp 34 Megawatt, einige Biomasse-Anlagen bzw. Klärgas, Deponiegas und biogene Abfallfraktionen in den Müllverbrennungsanlagen sowie einige Megawatt an Photovoltaik und Wasserkraft.

Es ist einleuchtend, dass Hamburg als norddeutscher, waldarmer städtischer Raum gerade bei den Segmenten Biomasse (wegen geringer landwirtschaftlicher und Forst-Flächen) und Wind nur sehr begrenzt über Erneuerbare Energien verfügen kann. Für die Abschätzung des Potenzials an Windkraft und Biomasse wurde die gesamte Metropolregion Hamburg untersucht und dann der Stadt ein Anteil an Erzeugungsleistung entsprechend ihres Bevölkerungsanteils zugerechnet. Das Potenzial für Solarstrom (Photovoltaik) und die in der Region sehr begrenzten Möglichkeiten zum Ausbau der Wasserkraft wurden nur für die Stadt selbst untersucht. Für die Stromerzeugung aus Erdwärme (Geothermie) wurde aufgrund der geologischen Gegebenheiten kein Potenzial angenommen. Energiequellen, die keiner deutschen Region konkret zugeordnet werden können, wie die Offshore-Windkraft und Stromimporte aus solarthermischen Kraftwerken, wurden entsprechend des Hamburger Anteils an der deutschen Bevölkerung angerechnet.

Insgesamt ergibt sich bis 2030 ein möglicher Ausbau auf eine regenerative Stromerzeugung von rund 1,6 Terawattstunden/Jahr durch Potenziale in Hamburg und in der Metropolregion.

Hinzu kommen rund 1,8 Terawattstunden/Jahr, die mittels Offshore-Windkraft und regenerativem Stromimport außerhalb der deutschen Grenzen für das deutsche Energiesystem gemäß Leitszenario zur Verfügung gestellt werden und bevölkerungsanteilig Hamburg zugesprochen werden.

*Insgesamt können die Erneuerbaren Energien damit im Jahr 2030 3,4 Terawattstunden bzw. mehr als ein Drittel des Strombedarfs von Hamburg abdecken.*

### **Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung**

Hamburg hat als Stadtstaat eine sehr hohe Siedlungsdichte und bietet daher ideale Voraussetzungen für die Nutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Diese Möglichkeit wird bereits zu einem guten Teil genutzt. Mittels eines 770 km langen Fernwärmenetzes werden 405.000 Hamburger Haushalte mit rund 4 Terawattstunden versorgt. Die Fernwärme steht vor der Herausforderung, dass die Wärmenachfrage in den bestehenden Leitungsabschnitten aufgrund energetischer Modernisierung des Gebäudebestands sinken wird. Um diesen Rückgang zu kompensieren und weitere Potenziale zu erschließen, müssen die Netze verdichtet und weiter ausgebaut werden.

Sowohl im Bereich der Fernwärme, der industriellen KWK und der dezentralen KWK ist die Wärmeversorgung ausbaufähig. In diesen Anlagen könnten knapp 8 Terawattstunden/Jahr Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt werden.



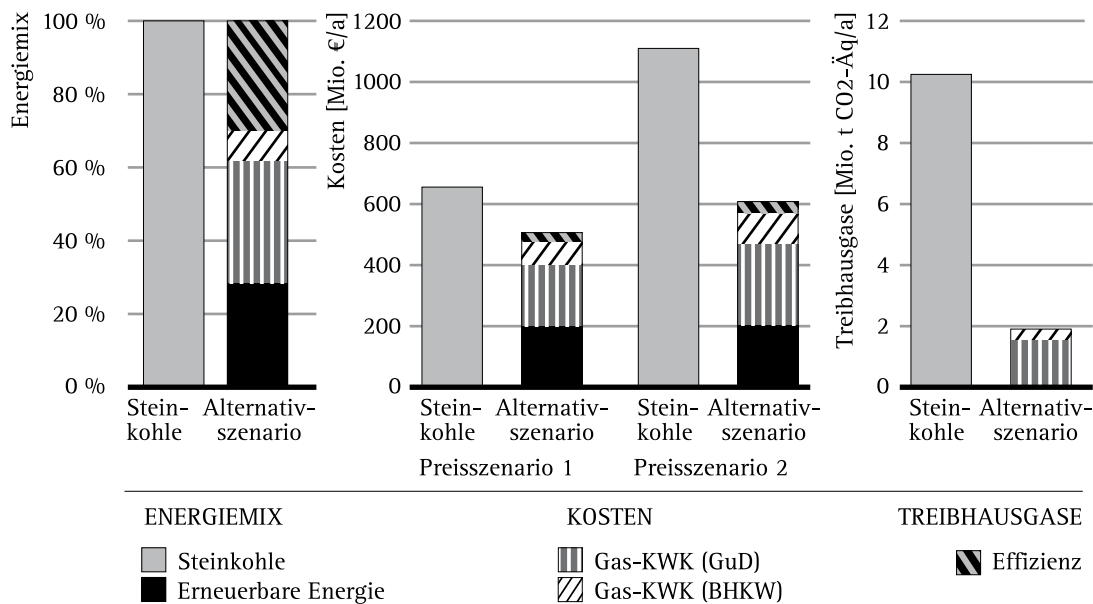


Abbildung 9:  
Vergleich der Vattenfall-Planung mit dem Alternativszenario (Beispieljahr: 2030)

## b) Das Alternativszenario

Anstatt durch den Bau eines Steinkohlekraftwerkes hohe Treibhausgasemissionen für Jahrzehnte zu zementieren, sollte Hamburg alle Möglichkeiten ausschöpfen, seinen Energiebedarf klimafreundlich zu decken. In dem Alternativszenario für Hamburg entwickelt sich der Energiemix bis 2030 wie folgt:

- Reduzierung des Energieverbrauchs durch Effizienzmaßnahmen um 3,5 Terawattstunden/Jahr
- Ausschöpfung des bis 2030 erschließbaren Potenzials an Erneuerbaren Energien in der Metropolregion: 1,6 Terawattstunden/Jahr
- Nutzung von Offshore-Windstrom und Import-Solarstrom in Höhe von 1,8 Terawattstunden/Jahr
- Bau eines 650 Megawatt Gas- und Dampfturbinenkraftwerkes mit Kraft-Wärme-Kopplung auf Erdgasbasis zur Erzeugung von 4 Terawattstunden/Jahr Strom
- Bau von dezentralen Erdgas-Blockheizkraftwerken für kleinere Nahwärmenetze und industriellen Wärmebedarf mit einer elektrischen Stromerzeugung von 1 Terawattstunden/Jahr

Ein solches Szenario auf Basis von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien für Hamburg ist bei verschiedenen Preisszenarien langfristig kostengünstiger – um rund ein Viertel bis fast die Hälfte – und es erreicht dennoch bereits im Jahr 2030 das Ziel einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf ein Fünftel.

Hinzu kommen Einsparungen von Klimaschadenskosten in dreistelliger Millionenhöhe und eingesparte Stromkosten bei den Endkunden, die hier nicht mit gerechnet sind.

### Fazit:

Eine klimafreundliche Stromerzeugung ist mit einem Steinkohlekraftwerk in Moorburg nicht möglich. Die Abdeckung des Strombedarfs von Hamburg ist mit einem Fünftel der Treibhausgasemissionen möglich. Dazu müssen Bevölkerung, Behörden, Industrie und Energieversorger an einem Strang ziehen und alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten konsequent ausnutzen.

# Glossar

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung/Erklärung</b>
BHKW	Blockheizkraftwerk: sehr kleines Kraftwerk mit KWK, welches dort steht, wo die Wärme gebraucht wird
EE	Erneuerbare Energien
GuD	Gas- und Dampfturbinen (-Kraftwerk): hocheffizientes Gaskraftwerk, bei dem zwei verschiedenen Stromerzeugungsprozesse hintereinander geschaltet sind
GWh	Gigawattstunden (1.000.000 kWh)
kWh	Kilowattstunden
Kondensation	Kondensationskraftwerk: Kraftwerk zur reinen Stromherstellung, ohne Abwärmenutzung
MWh	Megawattstunden (1000 kWh)
KW	Kraftwerk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung: Nutzung der Abwärme aus dem Stromerzeugungsprozess
Photovoltaik	Solarstrom
TWh	Terawattstunden (1.000.000.000 kWh)

## **Impressum**

Herausgeber: *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND), Friends of the Earth Germany,  
Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin*

Autor: *Dipl. Ing. Jonas Mey, V.i.S.d.P.: Dr. Norbert Franck, Telefon: 030/27586-40, Fax: 030/27586-440, E-Mail: info@bund.net,  
November 2007*

*Diese Zusammenfassung enthält Passagen der Original-Studie sowie ergänzte Abschnitte.*

Die Autoren der Original-Studie sind:

*ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH: Dr. Martin Pehnt, Bernd Franke, Hans Hertle, Benedikt Kauertz  
arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik: Dr. Helmut-M. Groscurth, Tobias Boßmann, Peter Kasten*

# Die Erde braucht Freundinnen und Freunde

Der BUND ist ein Angebot: an alle, die unsere Natur schützen und den kommenden Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten wollen. Zukunft mitgestalten – beim Schutz von Tieren und Pflanzen, Flüssen und Bächen vor Ort oder national und international für mehr Verbraucherschutz, gesunde Lebensmittel und natürlich den Schutz unseres Klimas.

Der BUND ist dafür eine gute Adresse. Wir laden Sie ein, dabei zu sein.

## Ich will mehr Natur- und Umweltschutz

Bitte (kopieren und) senden an:

**Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.,  
Friends of the Earth Germany, Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin**

Ich möchte

- ... mehr Informationen über den BUND
- ... Ihren E-Mail-Newsletter \_\_\_\_\_

## Ich will den BUND unterstützen

Ich werde BUNDmitglied

Jahresbeitrag:

- Einzelmitglied (ab 50 €) .....
- Familie (ab 65 €) .....
- SchülerIn, Azubi,  
StudentIn (ab 16 €) .....
- Erwerbslose, Alleinerziehende,  
KleinrentnerIn (ab 16 €) .....
- Lebenszeitmitglied (ab 1.500 €) .....

Wenn Sie sich für eine Familienmitgliedschaft entschieden haben, tragen Sie bitte die Namen Ihrer Familienmitglieder hier ein. Familienmitglieder unter 25 Jahren sind automatisch auch Mitglieder der BUNDjugend.

\_\_\_\_\_  
Name, Geburtsdatum

\_\_\_\_\_  
Name, Geburtsdatum

**Ich unterstütze den BUND  
mit einer Spende**

- Spendenbetrag  €
- einmalig
- jährlich

Um Papier- und Verwaltungskosten zu sparen, ermächtige ich den BUND, den Mitgliedsbeitrag/die Spende von meinem Konto abzubuchen. Diese Ermächtigung erlischt durch Widerruf bzw. Austritt.

\_\_\_\_\_  
Name

\_\_\_\_\_  
Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
Kreditinstitut

\_\_\_\_\_  
Bankleitzahl

\_\_\_\_\_  
Kontonummer

\_\_\_\_\_  
E-Mail, Telefon

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift

Ihre persönlichen Daten werden ausschl. für Vereinszwecke elektronisch erfasst und – ggf. durch Beauftragte des BUND e.V. – auch zu vereinsbezogenen Informations- und Werbezwecken verarbeitet und genutzt. [ABA 117]

