

Konzept für die Versorgung der Region Kiel mit regenerativer Energie

BürgerInneninitiative umweltfreundliche Energieversorgung für die
Region Kiel

Fassung Mai 2009

Inhaltsverzeichnis

Konzept für die Versorgung der Region Kiel mit regenerativer Energie.....	1
Zielsetzung.....	2
Ausgangssituation Strom 2007.....	2
Erdgas als Übergangstechnologie.....	2
Ausgangssituation Wärme.....	3
Zielsetzung Strom 2020.....	5
Szenario A.....	5
Szenario B.....	6
Stromeinsparungen.....	7
Windkraft.....	8
Kleinwindanlagen.....	9
Gas- und Dampfkraftwerk oder große Blockheizkraftwerke.....	9
Blockheizkraftwerke (BHKW's) für Kiel.....	10
Wärmespeicherung.....	10
Wärmespeichertechniken.....	11
Solarstrom.....	11
Szenario A.....	11
Szenario B.....	12
Solarstrom für Kiel.....	13
Solarthermie.....	13
Stromimporte.....	13
Stromgestehungskosten Q2-2008.....	14
Schritte hin zu einer vollständig regenerativen Energieversorgung.....	15
FAZIT.....	15
Anhang A.....	16
Anhang B.....	17
Quellenangaben.....	18
Danksagung.....	18

Zielsetzung

- vollständige Versorgung der Region Kiel mit Strom und Wärme aus regenerativen Energiequellen vielleicht schon 2030, spätestens aber 2040
- Abschaltung des Kohlekraftwerks auf dem Ostufer, kein neues Kohlekraftwerk für Kiel
- Formulierung von Zwischenzielen für das Jahr 2020, aus denen sich Handlungsoptionen für die Stadtwerke, die Stadt und die Bürger ableiten lassen

Von der Methodik her soll dies Konzept unter möglichst breiter Beteiligung von Fachleuten und BürgerInnen entwickelt werden, und nicht technokratisch allein von Fachleuten, die niemandem – außer ihrem Geldgeber – Rechenschaft schuldig sind.

Ausgangssituation Strom 2007

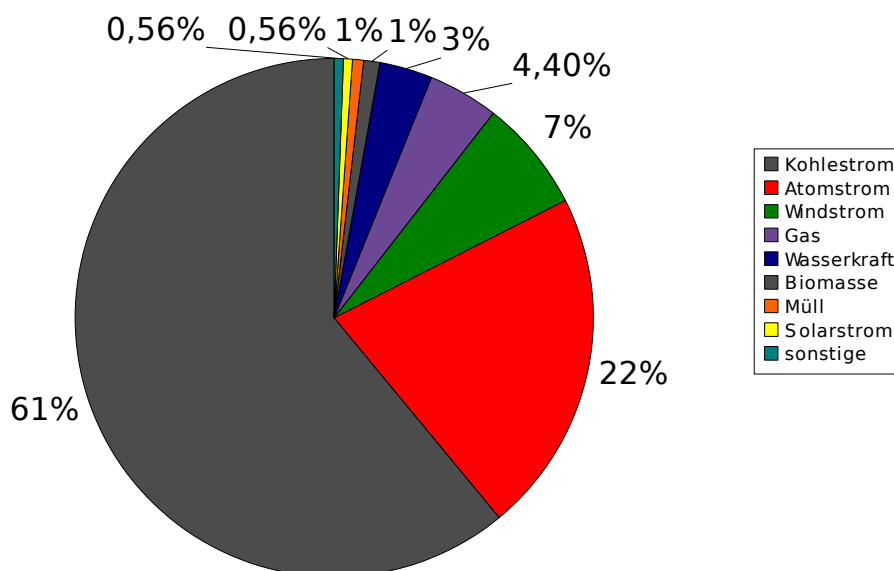


Abbildung 1: Stromherkunft 2007

61% des Stroms stammte aus Kohle, 22% aus Atomkraftwerken, 7% aus Windenergie und der Rest aus verschiedenen kleinen Energieträgern.

Eine derartige Stromgewinnung ist klimapolitisch katastrophal, ein Ausstieg aus Kohle- und Atomstrom dringend geboten¹.

Erdgas als Übergangstechnologie

Wenn wir möglichst schnell aus der Atom- und Kohletechnologie aussteigen wollen, bietet sich die Verwendung von Erdgas als Übergangstechnologie an.

Erdgas hat folgende Vorteile

- Erdgaskraftwerke sind gut regelbar (sie lassen sich schnell an- und abschalten) und eignen sich damit gut als Ergänzung zum (schwankenden) Windstrom

¹ ein Wechsel des Stromanbieters ist eine mögliche Maßnahme, die jeder Bürger, jeder Betrieb und jede Behörde und öffentliche Einrichtung ergreifen kann, um gegen die klimafeindliche Politik der Stadtwerke zu protestieren.

- Erdgaskraftwerke erfordern nur geringe Investitionen und lohnen sich deshalb auch dann, wenn sie nicht so viele Stunden im Jahr laufen und auch dann, wenn sie nach 20 Jahren abgeschaltet werden (Kohlekraftwerke müssen meist 40 Jahre betrieben werden, um rentabel zu sein)
- die Erdgasreserven reichen deutlich länger als die Ölreserven
- bei der Verbrennung von Erdgas entsteht verhältnismäßig wenig CO₂ (nur etwa halb so viel wie bei der Verbrennung von Kohle) und so gut wie kein gesundheitsschädigender Feinstaub, und es werden keine giftigen Schwermetalle freigesetzt.

Die Versorgungssicherheit ließe sich durch die Verwendung von flüssigem Erdgas erhöhen.

Ausgangssituation Wärme

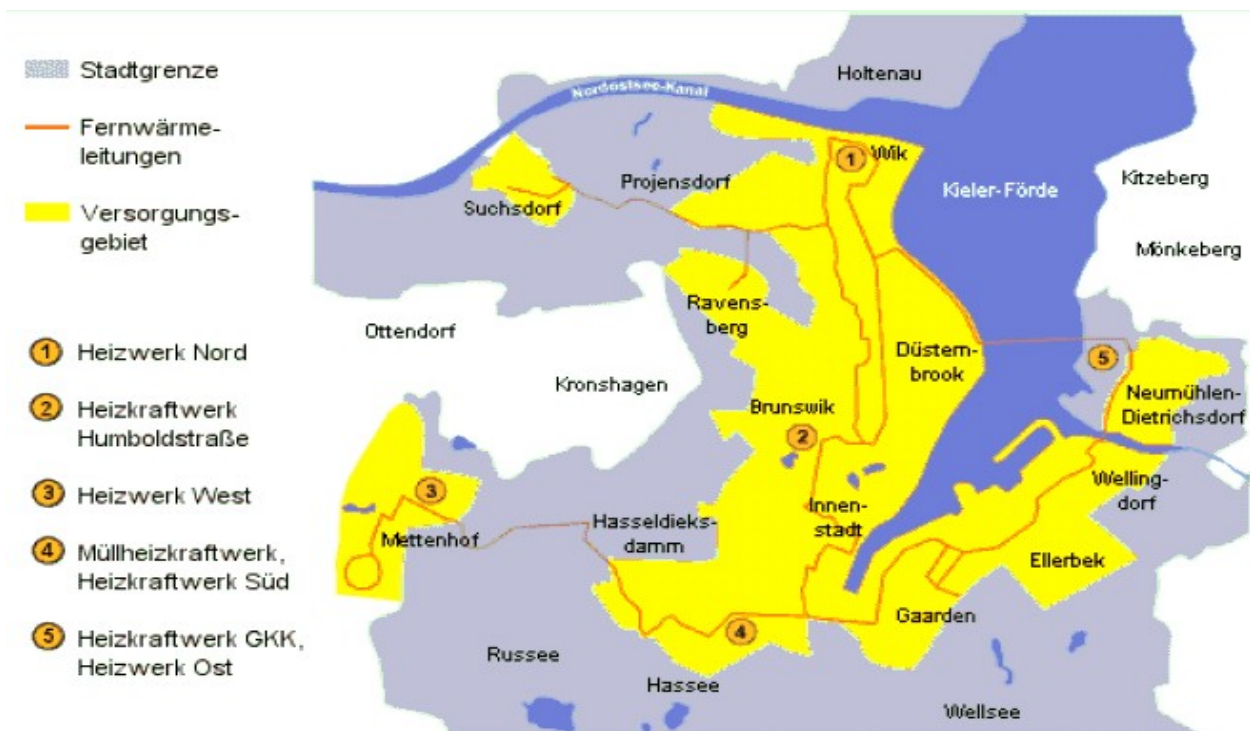


Abbildung 2: Kieler Fernwärmenetz (Quelle: www.gkk-kiel.de)

Ein großer Teil der Stadt Kiel wird über Fernwärme versorgt.

Normalerweise wird Kiel vom Heizkraftwerk (GKK) Dietrichsdorf, dem Heizkraftwerk Humboldtstraße (bei der Lessinghalle) und dem Müllheizkraftwerk mit Wärme und Strom versorgt. Für Notfälle stehen noch das Heizwerk Nord (in der Wik), das Heizwerk Ost und das Heizwerk West (in Mettenhof) bereit, die nur Wärme, aber keinen Strom erzeugen können.

Im Heizkraftwerk Humboldtstraße steht zusätzlich zur Gasturbine, die Strom und Wärme erzeugt, auch ein Heizkessel, der nur Wärme erzeugt.

Standort	Leistung Strom	Leistung Fernwärme	Brennstoff
GKK, Ostufer	354 MW	300 MW	Kohle
Heizkraftwerk Humboldtstraße			
Heizwerk Mitte		27 MW	Erdgas
Kessel 1 + Dampfturbine 1	7,5 MW	52 MW	Erdgas/ Öl EL
Kessel 2 + Dampfturbine 2	10 MW	53 MW	Erdgas/ Öl EL
Gasturbine 1	5,3 MW	10 MW	Erdgas
Gasturbine 2	5,3 MW	10 MW	Erdgas
MVK Müllheizkraftwerk	3,3 MW, (max.6,8 MW, davon Eigenbedarf 3,5 MW)	35 MW	Müll
Heizwerk Ost		60 MW	Erdgas/Leichtes Heizöl
Heizwerk West, Mettenhof		42 MW	Erdgas
Heizwerk Nord, Wik		180 MW	Erdgas/Leichtes Heizöl
Heizwerk Süd, MVK		30 MW	Heizöl
Wasserkraftwerke Schwentine	1,95 MW		Wasser
Diverse		100 MW	
Summen	387 MW	900 MW	
Benötigt in Kiel	Spitzenlast 240 MW Mittellast 170 MW	Spitzenlast 360 MW Mittellast 210 MW	

Abbildung 3: Heizkraftwerke und Heizwerke in Kiel 2007

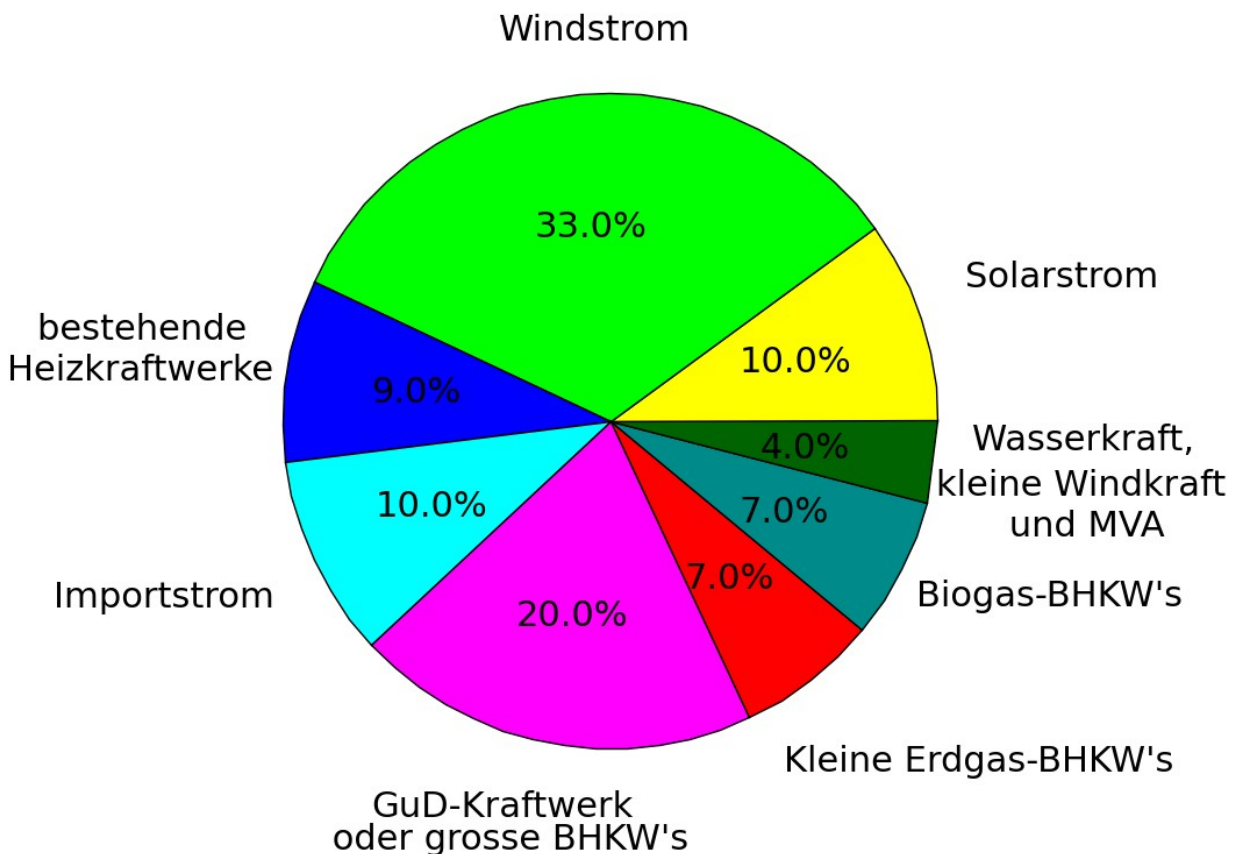
Zielsetzung Strom 2020**Szenario A**

Abbildung 4: Stromerzeugung 2020 nach Szenario A

Zunächst gehen wir davon aus, dass der gesamte Strombedarf Kiels bis zum Jahr 2020 um 10% gesenkt werden kann.

Dann soll, wie im obigen Diagramm gezeigt, hinzugekaufter Windstrom den größten Anteil (33%) übernehmen und damit den Atomstrom ersetzen. An zweiter Stelle steht mit 20% Strom aus Erdgas, welches in einem großen GuD-Kraftwerk oder in mehreren größeren Blockheizkraftwerken (BHKW's) in Strom und Wärme umgesetzt wird. Die hierfür benötigte Erdgasmenge entspricht der bisher bundesweit durchschnittlich für die Stromerzeugung eingesetzten Menge und würde somit keine zusätzlichen Gasimporte erfordern.

Weiterhin sollen je 10% des Strombedarfs aus Photovoltaik gewonnen und importiert werden. Strom aus Photovoltaik ist (noch) relativ teuer, Importstrom, z.B. aus norwegischer Wasserkraft, soll hier kostendämpfend wirken.

Weiter 7% sollen aus dezentralen, biogasbetriebenen Blockheizkraftwerken sowie aus dezentralen, erdgasbetriebenen BHKW's stammen. Wenn man bisherige Gasheizungen durch BHKW's und Wärmepumpen ersetzt, kann man diese Strommenge gewinnen, ohne mehr Erdgas zu verbrauchen als bisher (die Kombination aus BHKW und Wärmepumpe kann problemlos einen

Gesamtwirkungsgrad² von 170% und mehr erreichen).

Alleine mit Biogas aus Stroh aus dem Kieler Umland könnten schon etwa 10% des Strombedarfs gedeckt werden.

In diesem Szenario gehen wir davon aus, dass drei große mit Biogas betriebene BHKW's, die ans Fernwärmenetz angeschlossen sind, sieben Prozent des Strombedarfs decken.

Szenario B

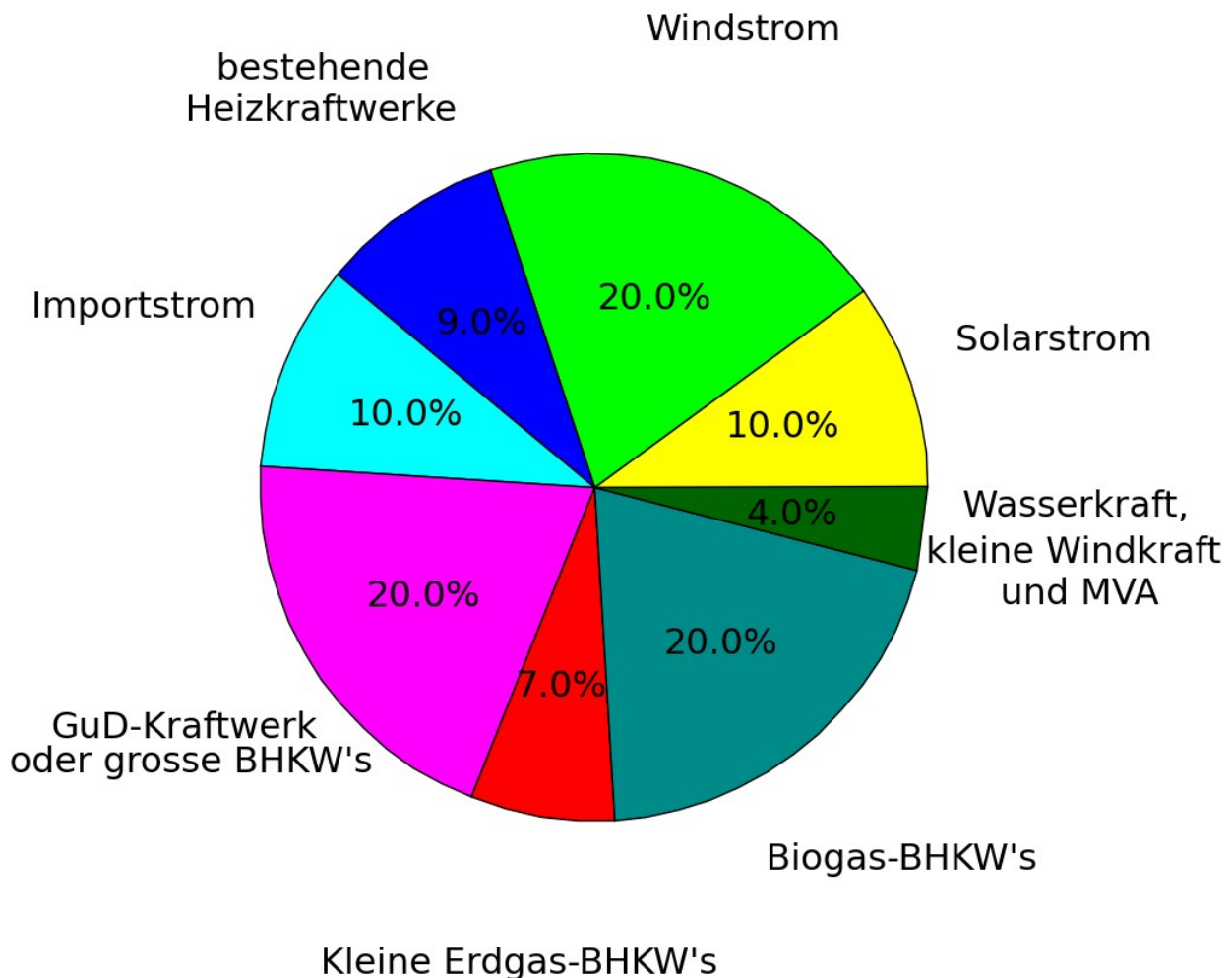


Abbildung 5: Stromerzeugung 2020 nach Szenario B

Es bleibt alles wie im in Szenario A, mit den folgenden Unterschieden:

- der Anteil der Stromerzeugung aus Biogas wird auf 20% erhöht
- der Windstromanteil wird auf 20% gesenkt

Je nach Realisierbarkeit sollte ein Weg zwischen Szenario A und B umgesetzt werden.

² Eigentlich sollte man den elektrischen und den thermischen Wirkungsgrad einer Anlage nicht addieren, da Strom sehr viel höherwertig ist als Wärme und die Wertigkeit der Wärme von ihrem Temperaturniveau abhängig ist. Trotzdem ist das in der Literatur so üblich und ermöglicht einen ersten, groben Blick auf das Einsparpotential an Brennstoff. Besser ist es, mit einer Exergiebilanz zu arbeiten (Exergie = nutzbare Energie).

Stromeinsparungen

Bisher liegt der mittlere Strombedarf Kiels bei 170 MW. Eine 10%ige Einsparung wäre leicht möglich.

- bei der Straßenbeleuchtung ließen sich durch Umrüstung auf LED-Lampen 1% des Kieler Gesamtverbrauchs einsparen
- durch Abschaffung von Nachtspeicherheizungen ließen sich weitere 4% einsparen
- eine höhere Energieeffizienz bei Heizungspumpen sowie industrieller Lüftung und anderen Motoren kann weitere 10-20% Ersparnis bringen, die aber zum Teil vom Mehrverbrauch für Elektroautos, Wärmepumpen etc. aufgebraucht wird.

Auch durch Energiesparmaßnahmen im Haushalt (Glühlampen durch effizientere Lampen ersetzen, Warmwasser solar statt elektrisch bereiten, A++ Kühlschränke verwenden) sollte und kann Strom eingespart werden. Leider werden auch diese Einsparungen – zumindest zum Teil – durch die Zunahme der Anzahl der Haushalte sowie durch neue elektrische Geräte wieder aufgebraucht.

Von daher gehen wir in diesem Szenario von einer Absenkung um 10% auf 153 MW (mittlerer Verbrauch) aus.

Windkraft

Windkraft, insbesondere aus dem Meer, soll einen wesentlichen Teil der Stromversorgung gewährleisten. Dies ist realistisch: Schon heute liegt die Windstromerzeugung in Schleswig-Holstein bei über 35% des Gesamtstromverbrauchs.

Dieser Anteil wird durch den Ausbau von Windkraft auf dem Meer auf 100-140% steigen.



Abbildung 6: Repower 5M

Die erste Repower 5M Anlage wurde am 22.08.06 25 km vor der schottischen Nordseeküste aufgestellt.

Sie hat einen Durchmesser von 126 m und wiegt 900 Tonnen.

168 MW Peak bei 30% Einschaltdauer (ED) könnten 33% des Strombedarfs decken. Da es jedoch schwer ist, noch Anteile an Windparks zu erwerben, könnte auch ein geringerer Anteil sinnvoll sein. Ein noch höherer Anteil ist ohne Speichermöglichkeiten³ unrealistisch.

³ Das hier dargestellte Konzept geht davon aus, dass bis 2020 kaum zusätzliche Stromspeicher, lediglich zusätzliche Wärmespeicher erforderlich sind.

Kleinwindanlagen

Bei Kleinwindanlagen gab es in den letzten Jahren erhebliche technische Verbesserungen. Von daher halten wir 1,6 % lokal erzeugten Windstrom für Kiel bis 2020 für realistisch.

Das rechts dargestellte Modell „Turby“, ein Vertikalgenerator aus den Niederlanden, hat folgende Eigenschaften:

- 2,5 kW peak bei 14 m/s Windgeschwindigkeit
- 2 m Durchmesser,
- 2,65 m Höhe
- kann Winde von schräg unten mit 40% Wirkungsgrad nutzen

Allerdings wären hierfür verbesserte politische Rahmenbedingungen erforderlich, z.B. eine erhöhte Vergütung für Kleinwindanlagen.



Abbildung 7: Vertikalgenerator "Turby"

Gas- und Dampfkraftwerk oder große Blockheizkraftwerke

Als Hauptheizquelle des Fernwärmenetzes könnte ein Gas- und Dampfkraftwerk mit ca. 78 MW elektrischer Spitzenleistung dienen. Alternativ könnten auch vier große Blockheizkraftwerke an den Standorten der bisherigen Heiz- und Heizkraftwerke die benötigte Wärme und Stromenergie bereitstellen.

Vorteil eines Gas- und Dampfkraftwerkes ist der höhere Wirkungsgrad, ein Nachteil wären die höheren Investitionskosten sowie die größeren Übertragungsverluste im Vergleich zu Blockheizkraftwerken.

Blockheizkraftwerke (BHKW's) für Kiel

Das Gas- und Dampfkraftwerk oder die vier großen Blockheizkraftwerke könnten 78 MW an Strom erzeugen.

Bei 40% Einschaltdauer entspräche das 20,3 % des Strombedarfs (bei einem Gas- und Dampfkraftwerk wäre eine höhere Einschaltdauer sinnvoll. Dies wäre möglich, wenn der so erzeugte Strom außerhalb von Kiel verkauft werden würde).

Weitere 28,1 MW stellen die bisherigen BHKW's bereit, weitere 27 MW könnten mit mittelgroßen BHKW's in den Vororten gedeckt werden, die mit Biogas aus dem Umland betrieben werden.



Abbildung 8: Sokratherm BHKW GG 402

BHKW's gibt es in vielen Größen, von ca. 5 kW elektrisch bis ca. 20 MW.

Das hier gezeigte Modell hat eine Leistung von 402 kW elektrisch, 564 kW thermisch und einen Gesamtwirkungsgrad von 90% ($\eta_{el} = 37,5\%$).

Wärmespeicherung

Wärmespeicherung ist über Stunden, Tage und sogar über ein halbes Jahr möglich. Die Speicherung der von den Blockheizkraftwerken (und/ oder dem Gas- und Dampfkraftwerk) erzeugten Wärme würde es ermöglichen, dies stromgeführt zu betreiben, anstatt wärmegeführt, ohne große Effizienzeinbußen.

Das ist wichtig, damit die Blockheizkraftwerke (und/ oder das Gas- und Dampfkraftwerk) dann Strom bereitstellen können, wenn dieser benötigt wird (z.B. bei einer Windflaute), auch wenn gerade keine Wärme benötigt wird. Dies Konzept wird z.B. in Dänemark seit Jahren erfolgreich praktiziert⁴.

⁴ Quelle: „Die Rolle von Wärmespeichern bei der Integration von Erneuerbaren Energien“, EU- Forschungsprojekt, siehe auch: <http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=5&article:oid=a8366>

Wärmespeichertechniken

Für die Wärmespeicherung geeignete Techniken:

- Warmwasserspeicher
- PCM-Speicher (Phase-Change-Material, z.B. Salze oder Wachs, die bei einer bestimmten Temperatur schmelzen und dabei viel Wärme aufnehmen)
- Thermochemische Speicher, z.B. mit Silikagel oder Zeolithen, die in der Hitze trocknen und im Winter bei Feuchtigkeitszufuhr große Wärmemengen abgeben

Solarstrom

In den unten dargestellten Diagrammen sieht man zunächst in gelb die von uns angenommene Entwicklung der Solarstromkosten bis zum Jahr 2025⁵, und zwar einmal bei optimistischen Annahmen bzgl. der Preisentwicklung von Solarstrom, und einmal bei pessimistischen Annahmen..

Unter optimistischen Annahmen (Szenario A) erwarten wir eine Kostensenkung von jetzt ca. 0,43 EUR/kWh bis auf ca. 0,10 EUR/kWh im Jahr 2025. Diese Kostensenkungen ergeben sich zum einem aus dem technischen Fortschritt und zum anderen aus der Ausweitung der Massenproduktion..

Unter pessimistischen Annahmen (Szenario B) erwarten wir eine Kostensenkung von 0,43 EUR je kWh heute (2009) auf 0,14 EUR je kWh im Jahre 2025.

Szenario A

Kostensenkung Solarstrom: 9% pro Jahr
 Preissteigerung Kohlestrom: 5% pro Jahr

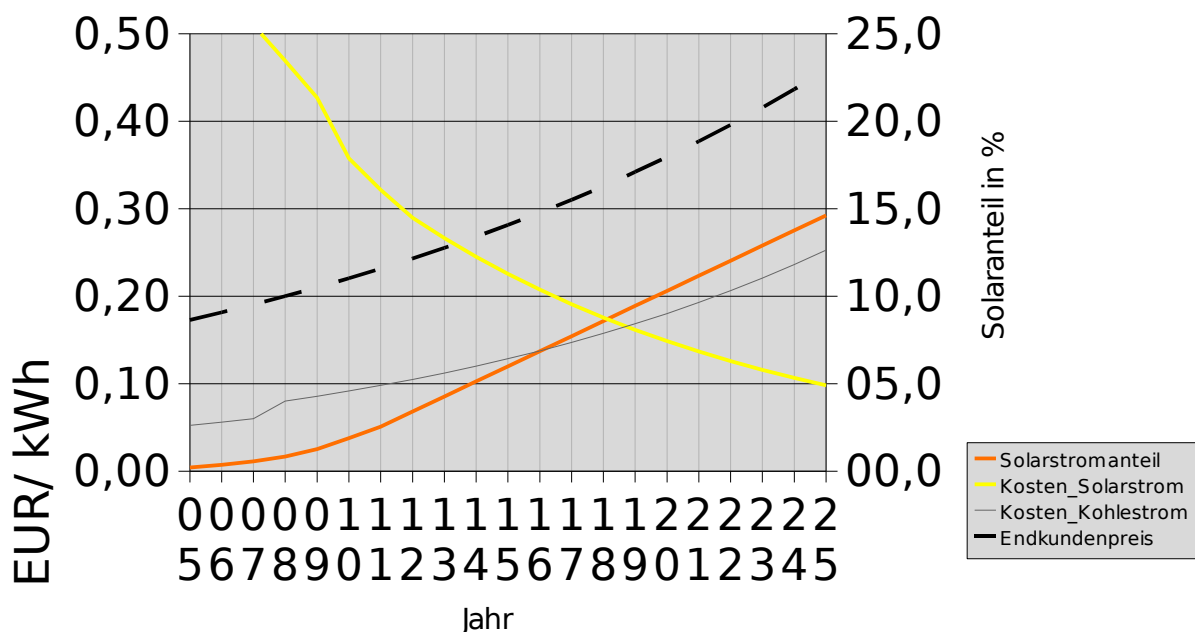


Abbildung 9: Solarstromkosten – Szenario A

⁵ Als Grundlage diente u.a. der Artikel „Projektion der Kosten und Anteile von Solarstrom zur Stromversorgung im Jahr 2025“ von Prof. Dr. Volker Quaschnig, Berlin, abrufbar unter: http://www.volker-quaschnig.de/downloads/PV-Staffelstein_2005-1.pdf

Szenario B

Kostensenkung Solarstrom: 7% pro Jahr
 Preissteigerung Kohlestrom: 3% pro Jahr

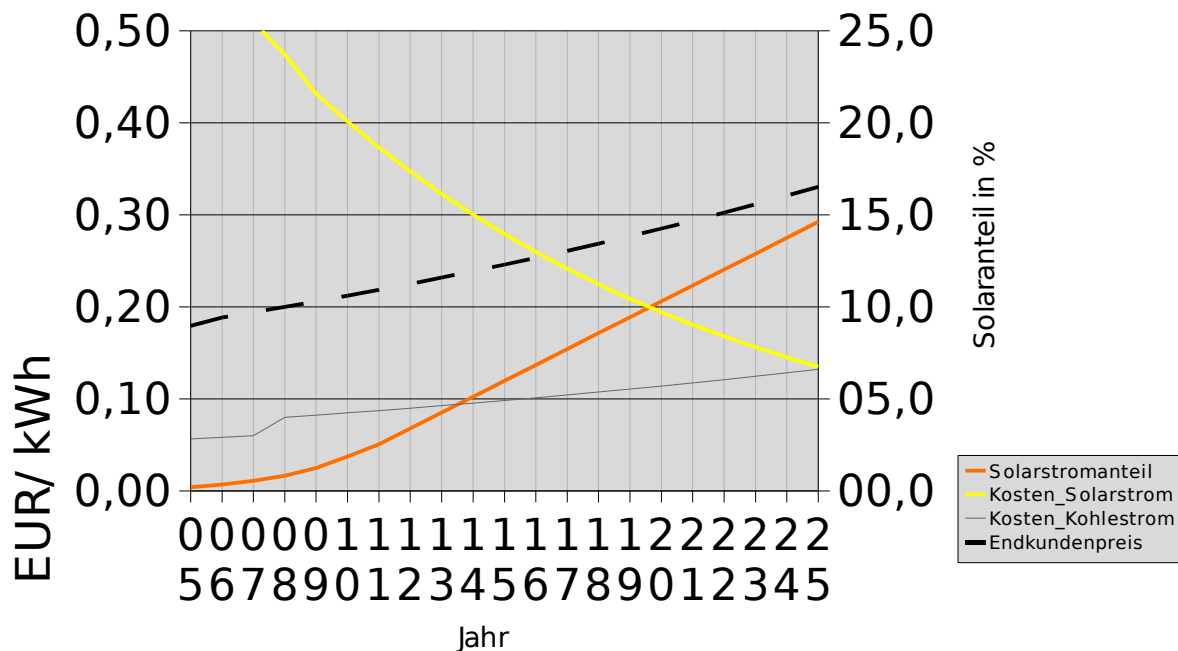


Abbildung 10: Solarstromkosten – Szenario B

In orange dargestellt ist der Anteil des heimischen Solarstroms am Gesamtstromverbrauch. Eine Steigerung auf ca. 10% im Jahr 2020 ist realisierbar, wenn der bundesweite Zubau von jetzt ca. 1,5 GW peak pro Jahr auf ca. 5 GW peak steigt. Wenn man sich die Wachstumsraten der vergangenen Jahre ansieht (ca. 50-100% pro Jahr) sowie den Ausbau der Herstellungskapazität, so erscheint uns das nicht unrealistisch, insofern es politisch gewollt wird.

Die dunkle, durchgezogene Linie sind die Kohlestromkosten bei 5% (Szenario A) Preissteigerung pro Jahr OHNE die Kosten für eine CO₂-Abscheidung, und die gestrichelte Linie sind die geschätzten Endkundenpreise (es wurde auch hier eine konstante Steigerungsrate von 5% bzw. 3% pro Jahr angenommen).

Im Szenario A ist Solarstrom ab dem Jahr 2013 billiger als der Endkundenpreis für Strom, im Szenario B tritt dieser Fall erst im Jahr 2016 ein.

Im Szenario A ergeben sich durch diesen massiven Ausbau der Solarstromerzeugung für den Endkunden Mehrkosten von ca. 0,01 EUR je kWh im Mittel der Jahre 2008-2025, im Szenario B ergeben sich Mehrkosten von ca. 0,016 EUR je kWh im Vergleich zu einer Stromerzeugung, die auf dem bisherigen Strommix incl. Kohlestrom ohne CO₂- Abscheidung beruht⁶.

Die Kosten für Kohlestrom MIT CO₂- Abscheidung werden um mindestens 5 Cent je kWh höher liegen, schon alleine deswegen, weil der Wirkungsgrad eines modernen Kohlekraftwerks in diesem Fall von ca. 43% auf ca. 33% fällt.

Es sollte beachtet werden, dass hier beim Solarstrom die Preise für Aufdachanlagen betrachtet werden. Freilandanlagen können Strom um ca. 30% billiger erzeugen.

⁶ Real sind die Mehrkosten geringer, da man die Solarstromkosten eher mit den Kosten für Strom aus Spitzenlastkraftwerken vergleichen sollte, als mit den Kohlestromkosten.

Solarstrom für Kiel

Weitere 10% des Strombedarfs könnten durch Photovoltaik erzeugt werden. Die Zielsetzung der europäischen Photovoltaikindustrie liegt bei einem Anteil von 12% für das Jahr 2020 auf europäischer Ebene. Bis zu 20% des Strombedarfs könnte die Photovoltaik ohne einen Ausbau der Niederspannungsnetze decken.

Dieser Solarstromanteil wäre mit Mehrkosten von ca. 0,01 bis 0,016 EUR/ kWh für den Verbraucher verbunden. Diese Kosten sollte man als Versicherungsprämie gegen steigende Erdgas- und Stromnetzpreise betrachten. Auch würden durch einen solchen Ausbau viele neue Arbeitsplätze in Kiel entstehen.

Photovoltaik stellt eine gute Ergänzung zu BHKW's dar, da sie im Sommer viel Strom bereitstellt, wenn die BHKW's nicht oder nur sehr wenig laufen.

Solarthermie

Im Sommer, wenn kein Heizwärmebedarf besteht, ist es sinnvoll, die Kraftwerke, die mit Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten abzuschalten, da sie nur mit einem schlechten Gesamtwirkungsgrad laufen könnten. Um trotzdem den Warmwasserbedarf decken zu können, ist die Verwendung von Solarthermie gut geeignet.

In den hier betrachteten Szenarien wären im Jahresmittel etwa 35 MW (Szenario A) bzw. 11 MW (Szenario B) hierfür erforderlich.

Sowohl kleine, dezentrale Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitung als auch größere Anlagen, die auf einem höheren Temperaturniveau arbeiten und direkt in ein Fern- oder Nahwärmenetz einspeisen, sind möglich und können sinnvoll sein.

Inwieweit das wirtschaftlich ist, hängt sehr stark von der Höhe der Brennstoffkosten ab.

Stromimporte

Um die Stromkosten auch bei einem hohen Anteil an regenerativ erzeugter Energie niedrig zu halten, ist es sinnvoll, preiswerten Regenerativstrom in einem gewissen Umfang zu importieren, z.B. Strom aus Wasserkraft in Norwegen. Die Stadtwerke könnten entsprechende Beteiligungen erwerben.

(Natürlich kann man diesen Strom auch an der Strombörse kaufen, aber mit einer entsprechenden Beteiligung hat man eine höhere Versorgungssicherheit sowie bessere Konditionen.)

Ein Anteil von 10% Importstrom erscheint uns sinnvoll und würde auch gewisse Stromspeichermöglichkeiten bieten (viele Wasserkraftwerke können auch als Pumpspeicherkraftwerke genutzt werden).

Stromgestehungskosten 2. Quartal 2008 (Q2)

Stromgestehungskosten in EURO-Cent pro kWh

	Kohle	Gas	Wind
Fixkosten	2,1	1,2	6,5
Brennstoffkosten	3,3	4,4	0,0
CO2-Zertifikate	2,1	0,9	0,0
Summe	7,5	6,5	6,5

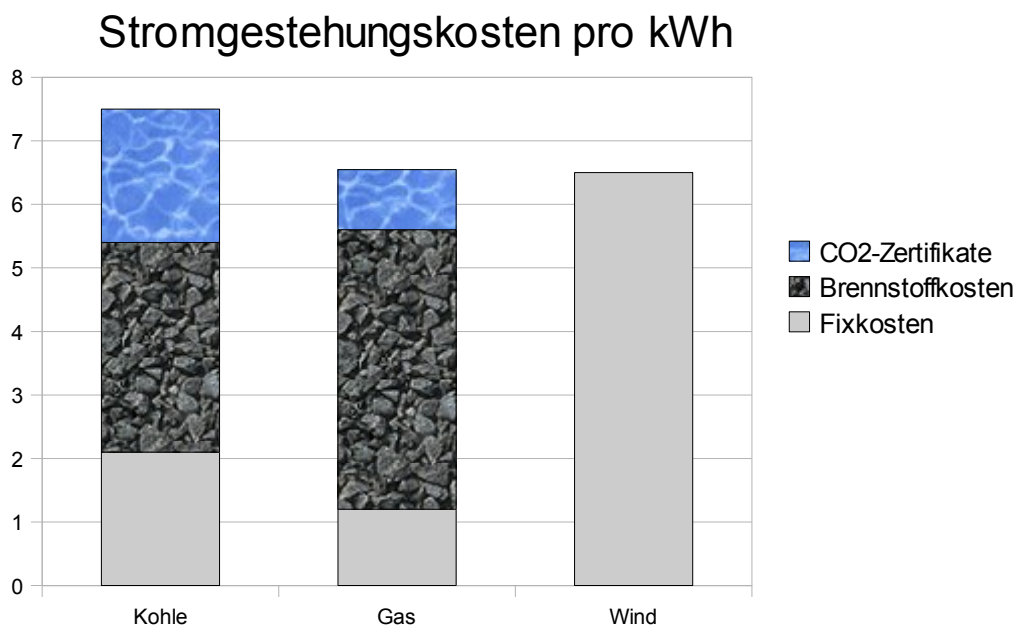


Abbildung 11: Stromgestehungskosten

Annahmen:

Kohlekraftwerk: 5800 Betriebsstunden, 850-1000 kEUR/MW Investitionskosten, 40 Jahre Abschreibung

Erdgaskraftwerk: 5000 Betriebsstunden, 400-550 kEUR/MW Investitionskosten, 30 Jahre Abschreibung

Quellen: EWI/Prognos, bremer energie institut, Sal. Oppenheim Research, Ernst & Young AG

Kohlepreis: 106 EUR/t SKE (Q2/2008, Quelle: BAFA)

Gaspreis: 7099 EUR/TJ (Q2/2008)

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie www.bmwi.de

Windenergie: Quelle: Windenergie Report Deutschland 2005 (ISET)

Dort werden die mittleren Gestehungskosten mit 6,5 Cent/kWh bei 100% EEG Referenzertrag angegeben. In günstigen Fällen kann Windstrom auch bereits für 5,5 Cent/ kWh erzeugt werden.

In dieser Kalkulation ist Kraft-Wärme-Kopplung nicht enthalten. Mit Kraft-Wärme-Kopplung sehen die Kohle- und Gasstromkosten um 1-2 Cent günstiger aus. Andererseits liegen die Brennstoffkosten real höher, da hier mit dem Grenzübergangspreis gerechnet wurde.

Schritte hin zu einer vollständig regenerativen Energieversorgung

- weitere Reduzierung des Wärmebedarfs
- erhöhter Einsatz von Biogas und anderer Biomasse, wie Stroh und Holz
- Erhöhung des Solarstromanteils
- Erhöhung des Importstromanteils
- Nutzung neuartiger Technologien wie Wellenkraftwerken
- Ausbau der Stromspeicherkapazitäten, z.B. mit Vanadium-Redox Batterien und Druckluftspeicherkraftwerken

Bis zum Jahr 2030 erscheint eine vollständige Erzeugung des Stroms aus regenerativen Quellen als machbar, bis zum Jahr 2040 auch die Deckung des Wärmebedarfs.

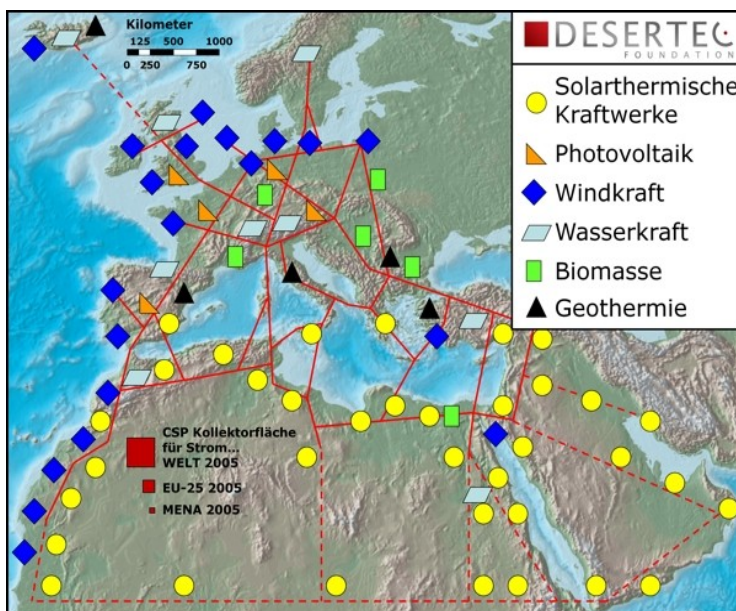


Abbildung 12: Das DESERTEC Konzept

Euro-Supergrid mit einer EU-MENA-Connection:

Skizze einer möglichen Infrastruktur für eine nachhaltige Stromversorgung in Europa, dem Nahen Osten (the Middle-East) und Nord-Afrika (EU-MENA)

Dies Konzept wird von der DESERTEC Stiftung begleitet und unterstützt (siehe: www.desertec.org/de).

In der Bürgerinitiative besteht kein Konsens darüber, ob eine Umsetzung des DESERTEC-Konzeptes sinnvoll und wünschenswert ist. Bei weiter steigenden Preisen für fossile Energien ist allerdings davon auszugehen, dass zumindest Teile dieses Konzeptes in der Zeit bis 2030 oder 2040 realisiert werden.

FAZIT

Eine vollständig regenerative Energieversorgung ist nicht erst 2050, sondern schon 2030 oder 2040 möglich. Ein Regenerativanteil von 63% beim Strom und von 48% bei der Wärme bis 2020 erscheint machbar.

Daraus resultieren kurzfristig lediglich moderat steigende Kosten, mittelfristig können durch Energieeinsparungen und Abkopplung von der Preisentwicklung für fossile Brennstoffe erhebliche Kosten eingespart werden.

Anhang A

Berechnungsgrundlagen von Szenario A (hohe Windenergienutzung):

	Leistung in MW elektrisch	ED	Leistung in MW elektrisch	Anteil	Fernwärme in MW	Fernwärme in MW
	(peak)		(im Mittel)		(peak)	(mittel)
Wind	168	30%	51	33%		
GuD oder BHKW (groß)	78	40%	31	20%	87	35
BHKW (alt)	28	50%	14	9%	32	16
BHKW (mittel, Biogas)	27	40%	11	7%	30	12
BHKW (klein, dezentral)	27	40%	11	7%		
Photovoltaik	135	11%	15	10%		
MVA	3	60%	2	1%	35	21
Wasserkraft	2	80%	2	1%		
Importstrom	19	80%	15	10%		
kleine Windkraft	12	20%	2	2%		
Solarthermie						35
Summe:			153	100%	184	119
Stromverbrauch 2007	220	77%	170			
Einsparungen	22	77%	17			
Restbedarf 2020			153			
RegenerativAnteil				63%		48%
	Wärmebedarf in MW (peak)	Wärmebe- darf in MW (im Mittel)				
Fernwärmebedarf 2007	350	60%	210			
Einsparungen	152	60%	91			
Restbedarf 2020	198	60%	119			

ED: Einschaltdauer, Anteil der rechnerischen Volllaststunden pro Jahr

Mit GuD oder BHKW (groß) sind neue KWK Anlagen an den Standorten der bisherigen Heizkraftwerke oder – alternativ – ein zentrales Gas- und Dampfkraftwerk gemeint. Mit BHKW (alt) ist die Anlage in der Humboldtstraße gemeint.

Mit BHKW (klein) sind kleine Blockheizkraftwerke gemeint, die mit Biogas betrieben werden und in der Regel außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes liegen.

MVA: Müllverbrennungsanlage

Anhang B

Berechnungsgrundlagen von Szenario B (gleiche Nutzung von Biomasse und Windenergie):

	Leistung in MW elektrisch	ED	Leistung in MW elektrisch	Anteil	Fernwärme in MW	Fernwärme in MW
	(peak)		(im Mittel)		(peak)	(mittel)
Wind	100	30%	30	20%		
GuD oder BHKW (groß)	78	40%	31	20%	87	35
BHKW (alt)	28	50%	14	9%	32	16
BHKW (mittel, Biogas)	80	40%	32	21%	90	36
BHKW (klein, dezentral)	27	40%	11	7%		
Photovoltaik	135	11%	15	10%		
MVA	3	60%	2	1%	35	21
Wasserkraft	2	80%	2	1%		
Importstrom	19	80%	15	10%		
kleine Windkraft	12	20%	2	2%		
Solarthermie						11
Summe:			154	100%	244	119
Stromverbrauch 2007	220	77%	170			
Einsparungen	22	77%	17			
Restbedarf 2020			153			
RegenerativAnteil				63%		48%
	Wärmebedarf in MW (peak)	Wärmebedarf in MW (im Mittel)				
Fernwärmebedarf 2007	350	60%	210			
Einsparungen	152	60%	91			
Restbedarf 2020	198	60%	119			

Mit GuD oder BHKW (groß) sind neue KWK Anlagen an den Standorten der bisherigen Heizkraftwerke oder – alternativ – ein zentrales Gas- und Dampfkraftwerk gemeint. Mit BHKW (alt) ist die Anlage in der Humboldtstraße gemeint.

Mit BHKW (klein) sind kleine Blockheizkraftwerke gemeint, die mit Biogas betrieben werden und in der Regel außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes liegen.

MVA: Müllverbrennungsanlage

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stromherkunft 2007.....	2
Abbildung 2: Kieler Fernwärmenetz (Quelle: www.gkk-kiel.de).....	3
Abbildung 3: Heizkraftwerke und Heizwerke in Kiel 2007.....	4
Abbildung 4: Stromerzeugung 2020 nach Szenario A.....	5
Abbildung 5: Stromerzeugung 2020 nach Szenario B.....	6
Abbildung 6: Repower 5M.....	8
Abbildung 7: Vertikalgenerator "Turby".....	9
Abbildung 8: Sokratherm BHKW GG 402.....	10
Abbildung 9: Solarstromkosten – Szenario A.....	11
Abbildung 10: Solarstromkosten – Szenario B.....	12
Abbildung 11: Stromgestehungskosten.....	14
Abbildung 12: Das DESERTEC Konzept.....	15

Quellenangaben

Abb. 1: Stadtwerke Kiel, eigene Berechnungen

Abb. 2: Copyright: Stadtwerke Kiel

Abb. 3: Copyright: Stadtwerke Kiel

Abb. 4: Eigene Berechnungen

Abb. 5: Eigene Berechnungen

Abb. 6: http://de.wikipedia.org/wiki/REpower_Systems

Abb. 7: Firma Turby B.V., Niederlande, <http://www.turby.nl/>

Abb. 8: Firma Sokratherm, http://www.sokratherm.de/02_bhkw/NEU_400kwklasse.html

Abb. 9: Eigene Berechnungen

Abb. 10: Eigene Berechnungen

Abb. 11: Eigene Berechnungen

Abb. 12: **Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation (TREC)**, eine Initiative des Club of Rome, des Hamburger Klimaschutz-Fonds und des Jordanischen Nationalen Energieforschungszentrums (NERC)

Danksagung

Dies Konzept entstand im Laufe des Jahres 2008 in vielen Diskussionen mit Fachleuten und Laien der Kieler „BürgerInneninitiative für eine umweltfreundliche Energieversorgung“.

Rückfragen an:

B.Sc. Uwe Fechner, ufechner@sk28.de