

Supersberger, Nikolaus

**Research Report**

## Der unnötige Atomkonflikt in Iran: Größere Chancen durch alternativen Energiepfad

Wuppertal Spezial, No. 37

**Provided in Cooperation with:**

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

*Suggested Citation:* Supersberger, Nikolaus (2008) : Der unnötige Atomkonflikt in Iran: Größere Chancen durch alternativen Energiepfad, Wuppertal Spezial, No. 37, ISBN 978-3-929944-76-1, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-20081010109>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/59271>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



**Wuppertal Institut**  
für Klima, Umwelt, Energie  
GmbH

Nikolaus Supersberger

# **Der unnötige Atomkonflikt in Iran**

## **Größere Chancen durch alternativen Energiepfad**

W U P P E R T A L  
S P E Z I A L 3 7





# **Der unnötige Atomkonflikt in Iran**

## **Größere Chancen durch alternativen Energiepfad**

Reader zur Dissertation von Nikolaus Supersberger mit dem Titel:  
„Szenarien eines diversifizierten Energieangebots in OPEC-Staaten  
am Beispiel Irans – Strategien eines auf klimaschonenden  
Energieträgern basierenden Umstiegs“

Nikolaus Supersberger

## **Impressum**

Hrsg.: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Zusammenfassung: Nikolaus Supersberger  
Redaktion: Dorle Riechert

Kontakt:  
Dr. Nikolaus Supersberger  
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie  
Döppersberg 19  
42103 Wuppertal  
Telefon: 0202/2492-255  
Email: Nikolaus.Supersberger@wupperinst.org

Die Dissertation ist veröffentlicht unter:  
Supersberger, Nikolaus. Szenarien eines diversifizierten Energieangebots  
in OPEC-Staaten am Beispiel Irans – Strategien eines auf klimaschonenden  
Energieträgern basierenden Umstiegs, Osnabrück, 2007

Betreuer:  
Prof. Dr. Mohssen Massarrat, Universität Osnabrück  
Prof. Dr. Peter Hennicke, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Die vollständige Dissertation kann unter  
[http://elib.ub.uni-osnabrueck.de/publications/diss/E-Diss733\\_thesis.pdf](http://elib.ub.uni-osnabrueck.de/publications/diss/E-Diss733_thesis.pdf)  
als pdf-Dokument bezogen werden.

© Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2008  
Grafik, Satz, Gestaltung: VisLab Wuppertal Institut  
Umschlag: VisLab Wuppertal Institut, unter Verwendung  
eines Bildes von N. Supersberger

ISBN 978-3-929944-76-1

---

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Die wichtigsten Forschungsergebnisse</b>	<b>5</b>
<b>Kernenergie – Garant für Erdölgeschäfte?</b>	<b>11</b>
Iran – regionale Großmacht mit Versorgungsproblemen	6
Die globale Staatenallianz OPEC	8
Was fehlt an Wissen in der OPEC und in Iran?	9
Welche Alternativen zur Kernenergie können entwickelt werden?	10
<b>Ergebnisse</b>	<b>12</b>
<b>Anhang</b>	<b>15</b>
Szenarienmethodik	15
Literatur- und Quellenverzeichnis	16

## Vorwort

Seit dem Jahr 2002 arbeitet das Wuppertal Institut in deutsch-iranischen Kooperationsprojekten, die den Weg zu einem nachhaltigen Energiesystem in Iran erforschen. Am Beispiel solarer Technologien zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung wurden Rahmenbedingungen, Potenziale und konkrete Ansatzpunkte für den Einsatz erneuerbarer Energien und Energieeffizienz-Technologien in Iran untersucht. Das Projekt wurde vom Wuppertal Institut in Kooperation mit dem „Centre for Environment and Energy Research and Studies“ (CEERS, Teheran), dem Büro Ö-Quadrat und Prof. Massarrat (Universität Osnabrück) durchgeführt und mit Mitteln der Heinrich-Böll-Stiftung gefördert.

Nach mehreren Workshops und der Vorstudie „Solar Thermal Energy in Iran“ folgte die Kurzstudie „Evaluation of Long-Term Energy Policies in Iran“, die einen Überblick über die bisherigen langfristigen Planungen in der iranischen Energiepolitik gibt, die gegenwärtige Energiepreisstruktur und -determinanten in Iran analysiert und die Aktivitäten Irans im (internationalen) Klimaschutzbereich untersucht. In einer weiterführenden Studie werden insbesondere die Möglichkeiten und die gesamt- wie einzelwirtschaftlichen Vorteile einer nachhaltigen iranischen Energiepolitik analysiert, die eine Steigerung der Energieeffizienz und eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien zu einem zentralen Bestandteil der Energiepolitik macht.

Die Doktorarbeit von Nikolaus Supersberger, die er hier zusammengefasst vorstellt, ist parallel zu dieser Projektkooperation entstanden. Seit 2005 hat das Wuppertal Institut ein Programm zur Förderung von Doktorandinnen und Doktoranden eingerichtet, das eine kontinuierlich steigende Zahl von Anfragen aus dem In- und Ausland verzeichnet. In Kooperation mit namhaften Universitäten fördert das Institut den akademischen Nachwuchs und stärkt seine akademische Verankerung. An den kooperierenden Universitäten werden die Arbeiten von den jeweiligen Hochschullehrerinnen/Hochschullehrern betreut und die Promotionsverfahren durchgeführt. In diesem Fall übernahm das Professor Mohssen Massarat von der Universität Osnabrück. Am Wuppertal Institut wurde die Dissertation von seinem damaligen Präsidenten, Professor Peter Henicke individuell betreut.

Weitere Informationen zum Deutsch-Iranischen Kooperationsprojekt und dem Dissertationsprogramm des Wuppertal Instituts sind auf seiner Homepage [www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org) verfügbar.

Iran-Workshop am  
Wuppertal Institut  
2002. Foto: VisLab

*Manfred Fishedick*





## Die wichtigsten Forschungsergebnisse

- ▶ Iran ist eines der größten Erdölförderländer und verfügt über riesige Erdgasreserven – und hat doch ein Energieproblem: Unter Trendbedingungen steigt der iranische Energieverbrauch weiter stark an. Daher wird Iran bald zu einem Energieimporteur: Der Wandel von einem der größten Ölexporteur zu einem Importeur hätte gravierende Folgen für die Weltölmärkte und auch auf Irans Handelsbilanz.

### Es gibt Lösungen

- ▶ Kernenergie ist in Iran für eine langfristig sichere Energieversorgung nicht notwendig – sie ist verzichtbar. Systemzwänge zu ihrem Einsatz liegen nicht vor.
- ▶ Die außerordentlich großen Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien können eine vollregenerative Stromerzeugung in Iran gewährleisten.
- ▶ Der Einsatz erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz würde die Ölexporte Irans sowie der anderen OPEC-Staaten deutlich strecken. Dies hätte umfangreiche Folgen für die internationalen Energiemärkte und große positive finanzielle Effekte auf die Staatshaushalte der Exporteure.

### Was folgt aus diesen Ergebnissen ?

- ▶ Bisher stand in den Verhandlungen der EU-Troika (Großbritannien, Frankreich, Deutschland) mit Iran über die Nutzung der Kernenergie der militärische Aspekt im Vordergrund. Das Energieversorgungsproblem wurde weitgehend ignoriert, erneuerbare Energien und Energieeffizienz als Alternativen außen vor gelassen. Damit wurde der Spielraum für konfliktfreie Lösungen stark eingeschränkt. Die Integration erneuerbarer Energien in das Verhandlungsportfolio eröffnet jedoch zahlreiche strategische und wirtschaftliche Optionen, womit die Verhandlungen auf eine neue Basis gestellt werden könnten.
- ▶ Eine offensive Thematisierung erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz in der OPEC ist längst überfällig – nicht nur wegen der möglichen neuen Einnahmequellen dieser Länder und ihrer Beiträge zum Klimaschutz, sondern auch wegen der entlastenden Wirkungen auf den Ölmärkten. Es gibt damit Alternativen zur Kernenergie, die gerade in Nordafrika und am Persischen Golf rasch und risikoarm eingesetzt werden könnten.
- ▶ Das langfristige strategische Verhalten sowie die Entwicklung der nationalen Energiesysteme innerhalb der OPEC haben äußerst großen Einfluss auf das globale Energiesystem. Die Staatengemeinschaft ist daher gefordert, die OPEC als Staatenallianz aktiv in ein nachhaltiges Energiesystem einzubinden.
- ▶ Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind zentrale Instrumente von Energieaußenpolitik, denn sie bilden unentbehrliche Gestaltungselemente einer nachhaltigen – konfliktminimierten, klima- und ressourcenschonenden – Zukunft.



## Kernenergie – Garant für Erdölgeschäfte?

Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Kernenergie illustrieren die Vehemenz, mit der sich gesellschaftliche, außenwirtschaftliche und militärische Aspekte in den Mittelpunkt von Energiefragen drängen. Ihres eigenen explodierenden Energieverbrauchs inzwischen bewusst, suchen zahlreiche Staaten Nordafrikas und am Persischen Golf – zu einem großen Teil sind sie Mitglieder der OPEC – nach Alternativen ihrer bisher erdöl- und erdgasdominierten Energieversorgung. Die Kernenergie gilt vielen dieser Staaten als erste Wahl, die auch Frankreichs Staatspräsident Sarkozy in Ländern wie Libyen offensiv bewirbt. Die Regionen sind jedoch auch ohne die Kernenergie bereits von großer sicherheitspolitischer Bedeutung, nicht nur für Europa. Die OPEC-Mitglieder Nordafrikas und am Persischen Golf verfügen über die größten Ölreserven, sie sind die maßgebenden Akteure der globalen Energieversorgung schlechthin – einer Energieversorgung, die zunehmend an ihre Grenzen stößt.

Die Kernenergie wird dabei meist als Garant dafür gesehen, die Exportkapazitäten für Erdöl und Erdgas aufrechtzuerhalten und gleichzeitig eine langfristig sichere und günstige Energieversorgung zu schaffen. Ignoriert und auf die lange Bank geschoben wird jedoch die gesamtsystemische Betrachtung, werden die „Nebenwirkungen“: Kernbrennstoffe müssten bereits von Beginn an von fast all diesen Länder importiert werden. Die Energieexporteure gäben somit einen guten Teil ihrer Energieautonomie auf. Staatliche und nicht-staatliche Proliferationsrisiken werden offiziell nicht diskutiert. Die Bedeutung der Risikokomponente offenbart sich jedoch seit mehreren Jahren virulent im „Atomkonflikt“ zwischen Iran und den USA bzw. der EU-Troika Großbritannien, Frankreich und Deutschland: die militärische Nutzbarkeit von spaltbarem Material kann drastische Konsequenzen für regionale Stabilität, Sicherheit und die Veränderung von Machtkonstellationen haben, und sie ist nur äußerst schwer von der zivilen Nutzung zu trennen.

Die mögliche energiesystemische Rolle erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz wird in Nordafrika und am Persischen Golf hingegen nur in geringem Umfang thematisiert, und dies obwohl gerade diese Länder über große natürliche Potenziale verfügen.

### Iran – regionale Großmacht mit Versorgungsproblemen

Das derzeit größte Energieproblem Irans ist nicht der Atomkonflikt. Nichtsdestotrotz ist der Streit um die iranische Kernenergie eine fast schon existentielle „Herausforderung“ für das iranische Regime. Das größte Problem ist die grassierende Energieknappheit, ein „Verhungern vor vollen Töpfen“: Im vergangenen Winter blieben unzählige Haushalte unbeheizt – doch Iran besitzt nach Russland die größten Erdgasreserven der Welt.

Von den derzeit ca. 140 Milliarden Kubikmetern Jahresförderung an Erdgas wird ein Viertel in Ölquellen hineingepumpt, um hier die Ausbeute bei den derzeitigen Rekordpreisen noch zu steigern. Das verbleibende Erdgas wird durch das ineffiziente iranische Pipelinesystem geleitet, dessen Ausbau den Verbrauchsanstiegen nicht hinterher kommt. Zwar exportiert Iran geringe Mengen Erdgas in die Türkei – derzeit ist selbst dieser Export unterbrochen – doch die Importe aus Turkmenistan sind deutlich höher. Iran ist damit ein Nettoimporteure von Erdgas.



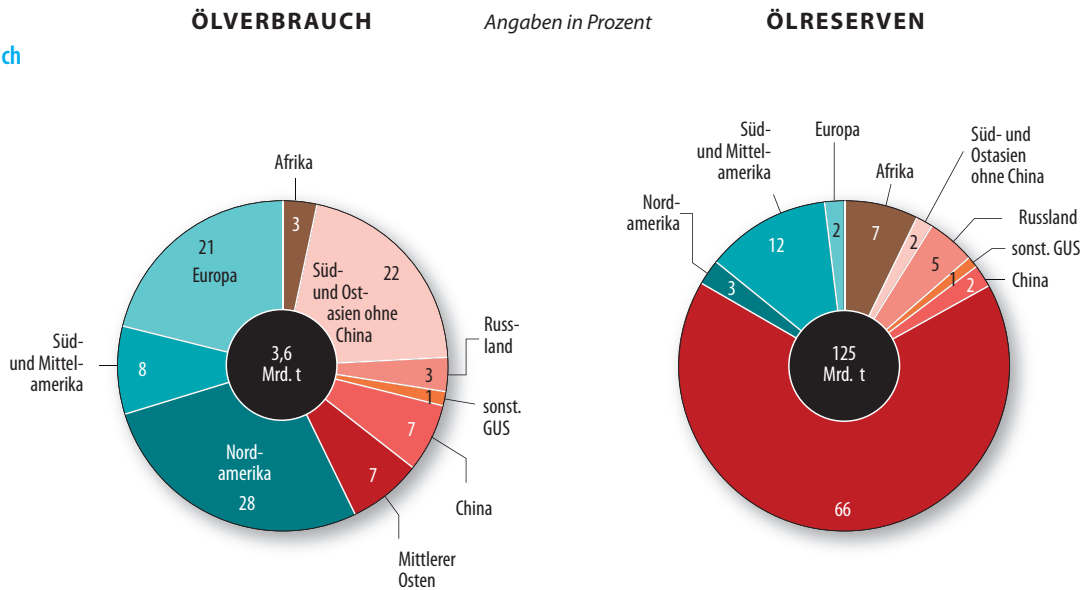
Teheran gehört zu den Städten mit der höchsten Schadstoffbelastung weltweit. Foto: Supersberger

Gleichzeitig ist Iran einer der größten Ölproduzenten – und importiert ein Drittel seines Kraftstoffbedarfs aus dem Ausland: etwa 25 Millionen der täglich verbrauchten 60 bis 70 Millionen Liter werden importiert. Auch die Rationierung von Benzin hat hier nur kurzfristig Erfolg gezeitigt. Inzwischen steigen die Importwerte wieder stark an. Es fehlt an Raffineriekapazitäten, die derzeit panikartig geplant werden.

Teheran gehört zu den Städten mit der höchsten Schadstoffbelastung weltweit. Die überhandnehmenden Schadstoffe in der Luft aus Industrieanlagen und dem Straßenverkehr fordern jährlich tausende Menschenleben. Atemwegserkrankungen sind inzwischen zu einer großen Belastung für das iranische Gesundheitssystem geworden.

All dies sind Auswirkungen des nahezu explosionsartig ansteigenden Energieverbrauchs. Die außer Kontrolle geratene Subventionspraxis führt zu hohen volkswirtschaftlichen Verlusten, hochqualitative Energieträger werden verschleudert. Die Energiesubventionen werden auf zehn bis zwanzig Prozent des Bruttoinlandsprodukts beziffert und liegen damit im Bereich von dreißig bis vierzig Milliarden US\$. Und je höher der internationale Ölpreis liegt, umso höher sind die entgangenen (Devisen-) Einnahmen, weil der inneriranische Verbrauch – schlecht isolierte Gebäude, Autos mit 16 Litern Spritverbrauch auf hundert Kilometer und vieles mehr – enorme Energiemengen aufsaugt. Über ein Drittel der Ölproduktion fließt inzwischen in den ineffizienten heimischen Verbrauch.

Abb. 1:  
Weltweiter Ölverbrauch  
und Ölreserven  
(Stand 2002)



## Die globale Staatenallianz OPEC

Die OPEC hat an der globalen Ölproduktion einen Anteil von vierzig Prozent, sie ist der maßgebliche Akteur auf den weltweiten Energiemärkten. Von der Entwicklung der Energieverbräuche innerhalb der OPEC hängt ab, wie viel Öl und Erdgas in Zukunft auf die internationalen Energiemärkte kommen wird. Tendenziell wird die OPEC in den kommenden Jahrzehnten ihre Bedeutung vergrößern, denn einerseits sinkt die Ölproduktion in den meisten anderen Ländern, andererseits ist die Produktion der OPEC-Mitglieder entweder noch steigerbar oder sinkt nicht so rasch wie in Nicht-OPEC-Staaten. Sie besitzt außerdem die größten Ölreserven, vor allem die Staaten in der Region am Persischen Golf (s. Abbildung 1).

Trotzdem sind hier Erdöl und Erdgas knappe und endliche Ressourcen, auch wenn Subventionen und Verschwendung ein scheinbar gegensätzliches Bild zeichnen. Für die OPEC-Staaten ist der optimale Einsatz der Energieressourcen die langfristige Existenzgrundlage ihrer Gesellschaften. Sollen Energieträger inländisch verbraucht oder exportiert werden? Diese Frage betrifft neben der Auslegung von Energieinfrastrukturen auch die Haushaltsplanung der Staaten. Die Streckung der Nutzungsdauer von Erdöl- und Erdgasreserven bedeutet längerfristige Planungssicherheit und letztlich das ökonomische Überleben. Begrenztheit stellt die Energieexporteure vor das Problem, ihre Vorräte sowohl räumlich (heimischer Verbrauch gegen Export) als auch zeitlich (wie viel jetzt, wie viel später?) optimal zu „verteilen“. Dieses Problem ist heute dringlicher denn je wegen der steigenden Energiepreise und den höheren Eigenverbrauchsanteilen.

Energie im Überfluss hat in der OPEC dazu geführt, dass die Energieintensität deutlich über dem globalen Durchschnitt liegt (Tabelle 1). Das Verbrauchswachstum ist exorbitant hoch. Mitverantwortlich ist eine eigenwillige Interpretation der Parole „Die Energie gehört dem Volk!“ Sie hat zu einem ausufernden Subventionswesen geführt: Die Verbraucherpreise liegen teilweise unterhalb der Erzeugungskosten und sind kein Regulativ für den drastisch steigenden Energieverbrauch.

**Tabelle 1:**  
**Energieintensität ausgewählter OPEC-Staaten,**  
**Primärenergieeinsatz pro erzeugter Wirtschaftseinheit,**  
**2003.**

<b>in toe/1000 US\$</b>	<b>PEV/BIP</b>
Indonesien	0,96
Iran	1,20
Katar	0,74
Libyen	0,46
Nigeria	2,01
Saudi-Arabien	0,64
Welt	0,32

Die sogenannte „Niederländische Krankheit“ (englisch ‚Dutch Disease‘) stellt zahlreiche Ölstaaten vor immer größere Probleme: Die Dominanz von Energie als Einnahmequelle eines Staates führt zu einseitiger Investitionstätigkeit in den Energiesektor, wodurch andere Industrien vernachlässigt werden. Der Energieexport bedingt eine Aufwertung der heimischen Währung, die Importe billiger macht als heimisch produzierte Waren. Überlagert werden diese Strukturen und Probleme dadurch, dass sämtliche OPEC-Staaten nach dem Human Development Index der Vereinten Nationen Entwicklungsländer sind, mit entsprechenden weiteren gesellschaftlichen und staatlichen Problemlagen.

## **Was fehlt an Wissen in der OPEC und in Iran?**

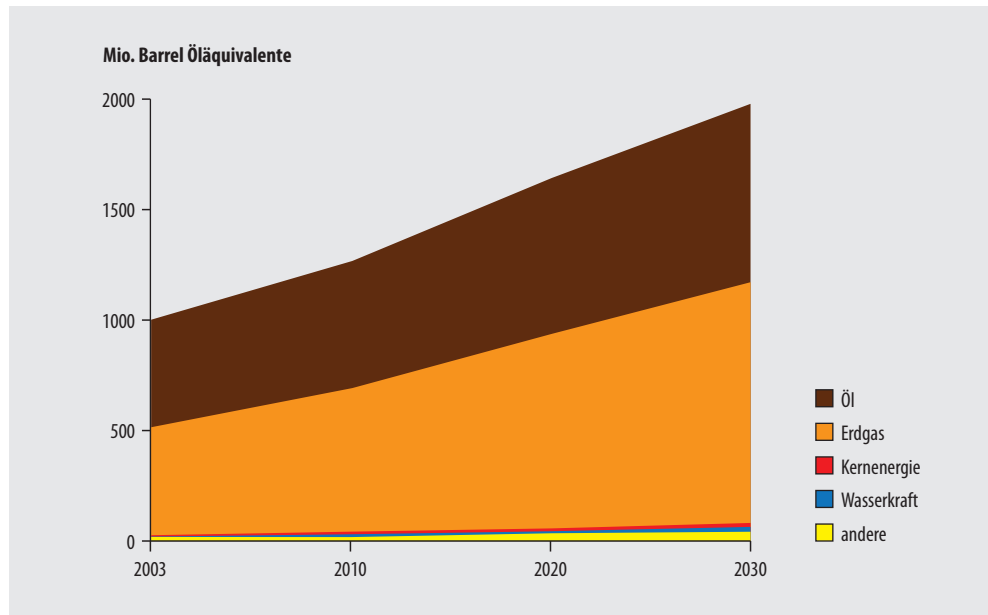
Eine vergleichende Systemanalyse, wie sie zur Bewertung dieser Verteilungsprobleme notwendig ist, existiert bisher in OPEC-Staaten nicht. Nach wie vor setzt man dort auf den Ausbau des bisherigen konventionellen (fossil-basierten) Entwicklungsweges, in einigen Ländern lediglich angereichert um die vermeintliche Zukunftsstrategie Kernenergie.

Als wichtigstem Staatenblock auf der Seite der Energieexporteure kommt der OPEC im Rahmen der Klimaschutzverhandlungen eine herausragende Bedeutung zu. Einer der Gründe, weshalb die OPEC bisher kein Interesse am Klimaschutz hatte: sie hatte kaum etwas zu gewinnen. Es ist kein „Plan B“ erkennbar, der den möglichst bruchlosen Übergang auf ein von erneuerbaren Energien dominiertes System schafft. Gleichzeitig scheint sie selbst nicht zu wissen, wie ein solcher Plan B aussehen könnte. Deshalb sind die vorhandenen Alternativen auch für diejenigen Entscheidungsträger von Relevanz, die die OPEC zu einer kooperativeren Haltung im Klimaschutzprozess bewegen wollen.

Große Forschungsdefizite herrschen allgemein im Bereich des zukünftigen Energieverbrauchs in Energieexportländern, speziell der OPEC. Es fehlen Analysen zu den Auswirkungen von Klimaschutzpfaden in diesen Ländern, und es fehlen verlässliche Untersuchungen über deren ökonomische Effizienzpotenziale. Wichtig sind diese Länder nicht nur wegen der stark steigenden Energieverbräuche, sondern auch, weil der Systemumbau Erfolg versprechend ist. Gerade wegen dieses starken Verbrauchswachstums sind die Energiesysteme noch „offen“: Alternative Versorgungsstrukturen – z. B. große Anteile an dezentraler Erzeugung – können mit geringeren infrastrukturell-technischen Schwierigkeiten eingeführt werden, als dies in den fortgeschrittenen, „reifen“ Systemen der Industrieländer der Fall ist.



Abbildung 2:  
Energieverbrauch Irans  
laut Trendszenario  
der Internationalen  
Energieagentur



Es besteht großer Forschungs- und Handlungsbedarf im Bereich der Energiesystemanalyse von OPEC-Staaten und deren Auswirkungen auf das globale Energiesystem. Die einzigen Analysen, die bisher vorliegen, stammen von der Internationalen Energieagentur (World Energy Outlook 2003) und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (MED- und TRANS-CSP-Studien 2005, 2006). Die Szenarien der IEA thematisieren bei der Bereitstellung von Erdöl und Erdgas keine Knappheiten, und die Kernenergie wird zu einem – wenn auch kleinen – Element der iranischen Energieversorgung (vgl. Abbildung 2). Der Betrachtungszeitraum bis 2030 ist jedoch zu kurz, um längerfristige Entwicklungen und deren Konsequenzen abzubilden.

Das DLR errechnete Szenarien zur Stromnachfrage und deren Deckung durch erneuerbare Energiequellen für verschiedene Länder Nordafrikas und am Persischen Golf. Zum Einsatz kommen z. B. solarthermische Kraftwerke und die Windenergie. Diese Szenarien zeigen, dass vor allem die solare Strahlung eine stark auf erneuerbaren Energieträgern fußende Stromversorgung ermöglichen kann.

## Welche Alternativen zur Kernenergie können entwickelt werden?

Iran hat als einer der größten Ölproduzenten und Ölexporture der OPEC großes Gewicht auf den internationalen Energiemärkten. Da es aber einen immer größeren Teil seiner Energieproduktion selbst verbraucht, ist der Druck sehr hoch, seine Exportkapazität aufrechtzuerhalten. In der Region zwischen Persischem Golf und Kaspischem Meer stellt Iran allein schon durch seine Flächen- und Bevölkerungsgröße einen Machtfaktor dar. Sein Anspruch, die Kernenergienutzung aktiv voranzutreiben, ist von großer geostrategischer Brisanz. Iran rechtfertigt es mit dem exorbitant hohen Verbrauchswachstum. Kernenergie als Stromlieferant wird in diesem Zusammenhang als unabdingbare Option für das iranische Energiesystem betrachtet. Sie soll möglichst viel Erdgas einsparen – Erdgas, das sonst für die Stromproduktion eingesetzt werden müsste, als Exportgut aber deutlich höhere Gewinne erwirtschaftet.

Die Ausbauplanungen des Energieministeriums liegen bei 6.000 bis 7.000 Megawatt nuklearer Erzeugungsleistung bis 2020, und bereits im Jahr 2010 sollen 1.000 MW an das iranische Stromnetz angeschlossen werden. Planungen bzw. Prognosen zur Gesamterzeugungsleistung nennen einen Bedarf von insgesamt 90.000 Megawatt Stromerzeugungsleistung bis 2020. Damit läge der Anteil der Kernenergie am Kraftwerkpark bei weniger als zehn Prozent. Die Nutzung der Kernenergie in Iran zu friedlichen Zwecken wird von der internationalen Staatengemeinschaft akzeptiert, jedoch hat sie sich aufgrund der Dual-Use-Möglichkeiten der einzusetzenden Technologien (Nutzung der Kernenergie zu friedlichen und militärischen Zwecken) und des Beharrens der iranischen Regierung auf der inländischen Anreicherung von Uran zu einem internationalen Konflikt ausgeweitet, dessen Folgen bezüglich der Realisierung der Ausbaupläne nicht absehbar sind. Bei einer weiteren Verzögerung der Beilegung des Atomkonflikts erscheint die Einhaltung des Zwischenziels von 1.000 Megawatt im Jahr 2010 ebenso fraglich wie das Erreichen der anvisierten Ausbaustufe von 6.000 bis 7.000 Megawatt im Jahr 2020. Der Bau des ersten iranischen Atomkraftwerks begann bereits in den 1970er Jahren, es wurde seither nicht fertig gestellt.

Nordafrika und die Region am Persischen Golf liegen im so genannten Sonnengürtel der Erde und verfügen deshalb über eine sehr hohe Solareinstrahlung, die z. B. mit solarthermischen Kraftwerken nutzbar gemacht werden kann. Iran besitzt darüber hinaus große Potenziale zur Nutzung von Erdwärme (Geothermie) und in verschiedenen Landesteilen Wasserkraft und Windenergie. Entgegen der Wahrnehmung iranischer Entscheidungsträger sind die Voraussetzungen für die Erschließung erneuerbarer alternativer Versorgungspfade geradezu ideal. Aufgrund der günstigeren topographischen Gegebenheiten könnte in Saudi Arabien, Libyen und Algerien wirtschaftlich sogar erheblich mehr Strom aus Sonnenenergie erzeugt werden als in Iran. Selbst in Staaten mit kleiner Fläche (Katar, Kuwait, Vereinigte Arabische Emirate) ließe sich Strom wirtschaftlich in Mengen erzeugen, die den jährlichen Strombedarf eines großen Industrielandes wie Deutschland deutlich übersteigen.

Vor diesem Hintergrund untersucht die Dissertation die Auswirkungen verschiedener langfristiger Energieversorgungsoptionen innerhalb Irans – Iran als ein Vertreter der OPEC und als Entwicklungsland. Anhand detaillierter Szenarienarbeiten\* wurden folgende Fragen beantwortet:

- Gibt es einen systeminhärenten Zwang zum Einsatz der Kernenergie, wie dieser von der iranischen Staatsführung postuliert wird?
- Wie kann sich der iranische Energieverbrauch bis zum Jahr 2050 durch verschiedene politische und wirtschaftliche Rahmensetzungen entwickeln?
- Sind diese Verbrauchsentwicklungen mit der möglichen iranischen Erdöl- und Erdgasproduktion in Einklang zu bringen?
- Welche ökonomischen, gesamtstaatlichen und weiteren Konsequenzen ergeben sich aus diesen Entwicklungen?

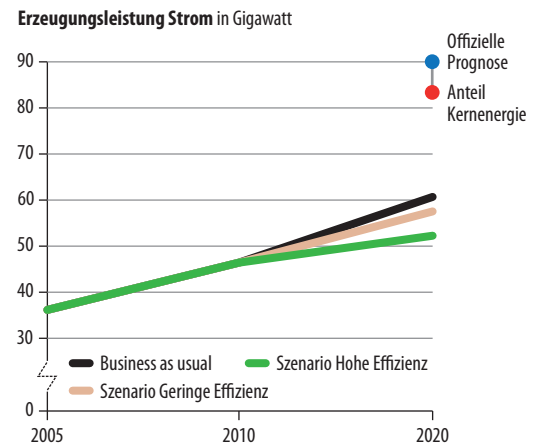
Im Rahmen der Dissertation wurden außerdem Aspekte der Integration erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz in das Strategieportfolio der OPEC untersucht. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf möglichen OPEC-internen Entwicklungen, die für die Einbindung der OPEC in das globale Klimaregime strukturelle Hemmnisse bzw. Förderfaktoren darstellen.

\*Zur Szenarienmethodik siehe Anhang.

## Ergebnisse

- 1) Die Kernenergie ist kein unentbehrlicher Baustein für die zukünftige Energieversorgung und -sicherheit Irans. Auf sie kann ohne Risiko für die Versorgungssicherheit verzichtet werden. Aus energiesystemischer Sicht ist der Atomkonflikt überflüssig. Die Versorgungsanteile, die die Kernenergie laut iranischer Planungen übernehmen müsste, könnten schlicht „weggespart“ werden (s. [Abbildung 3](#)).
- 2) Einen systeminhärenten Zwang zum hohen Verbrauchswachstum gibt es in Iran nicht. Würde Iran die vorhandenen Energieeffizienzpotenziale (und erneuerbare Energien) nutzen, ließen sich enorme Mengen an Erdöl und Erdgas im heimischen Energieverbrauch einsparen.
- 3) Entwicklung des Kraftwerkparcs: Die Szenarioanalysen entwerfen ein sehr diverses Bild des iranischen Energiesystems. Der extrem große Bedarf an Kraftwerken, wie er von der iranischen Regierung prognostiziert wird, ist nicht aus den Szenarioanalysen abzuleiten. Vielmehr müssen deutlich weniger Kraftwerke gebaut werden, und das sogar bei einer energieintensiven konservativen Business-as-Usual-Betrachtung (vgl. [Abbildung 3](#)).
- 4) Nichtsdestotrotz führt die Fortsetzung des historischen Entwicklungspfad (Trend-szenario Business as Usual) in eine wenig strahlende Zukunft: Bereits vor dem Jahr 2040 wird Iran zum Nettoimporteur von Erdöl ([Abbildung 4](#)). Der drastisch ansteigende Energieverbrauch wird von der bald sinkenden Ölproduktion noch weiter verschärft. Freilich widerspricht eine sinkende Ölproduktion in naher Zukunft den offiziellen Verlautbarungen der iranischen Regierung. Sie ist aber aus den Anzeichen der vergangenen Jahre einfach abzuleiten. Die Erdgasproduktion kann noch erheblich gesteigert werden – doch der iranische Verbrauch steigt so stark, dass nach einer Phase hohen Gasexports bald wieder Erdgas importiert werden muss.
- 5) Trotzdem wird Iran bis 2050 in Summe hohe Deviseneinnahmen durch Öl- und Gasexporte erzielen. Problematisch ist für Iran jedoch nicht nur die Wandlung zum Importeur an sich, sondern bereits lange vorher die rapide abnehmenden Exportmengen und die dadurch sinkenden jährlichen Deviseneinnahmen.
- 6) Im Jahr 2050 können in einem hocheffizienten Energiesystem in Iran deutlich mehr Erdöl und Erdgas eingespart werden, als im Jahr 2001 insgesamt verbraucht wurde: Einem Verbrauch von ca. 550 mboe Erdgas im Jahr 2005 stehen im Jahr 2050 ca. 1600 mboe an Einsparungen gegenüber. Dies entspricht in etwa dem doppelten Jahresverbrauch an Erdgas in Deutschland. Allein mit den eingesparten Mengen könnte Iran also zwei Industrieländer der Größe Deutschlands beliefern. Im Jahr 2005 wurden in Iran gut 500 mb Erdöl verbraucht; 2050 könnten dem gegenüber gut 750 mb eingespart werden (vgl. [Abbildung 5](#)). Dies entspricht der Menge an Erdöl, die Deutschland derzeit verbraucht.

**Abbildung 3: Entwicklung der Stromerzeugungsleistung in Iran: Offizielle Prognosen gehen von 90 Gigawatt im Jahr 2020 aus, davon maximal 7 Gigawatt durch Kernenergie. Die Szenarien kommen zu deutlich niedrigeren Werten: 7 Gigawatt könnten daher allein durch ein an das Wirtschaftswachstum angelegntes Verbrauchswachstum eingespart werden.**





Mio Barrel pro Jahr (mboe/a)

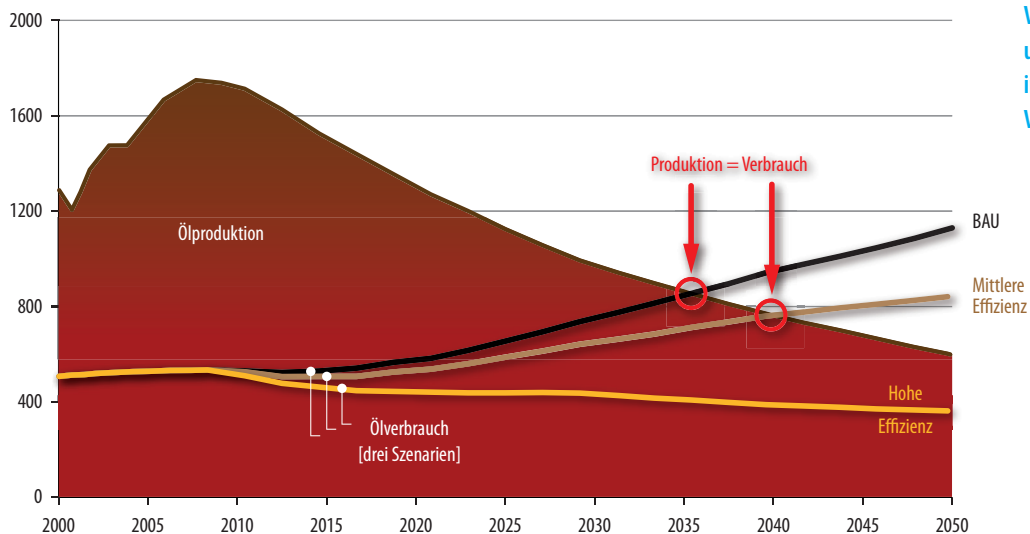


Abbildung 4:  
Verlauf der Ölproduktion  
und des Ölverbrauchs  
in verschiedenen  
Verbrauchsszenarien.

Einsparungen Erdöl / Erdgas in mb/a bzw. mboe/a gegenüber BAU

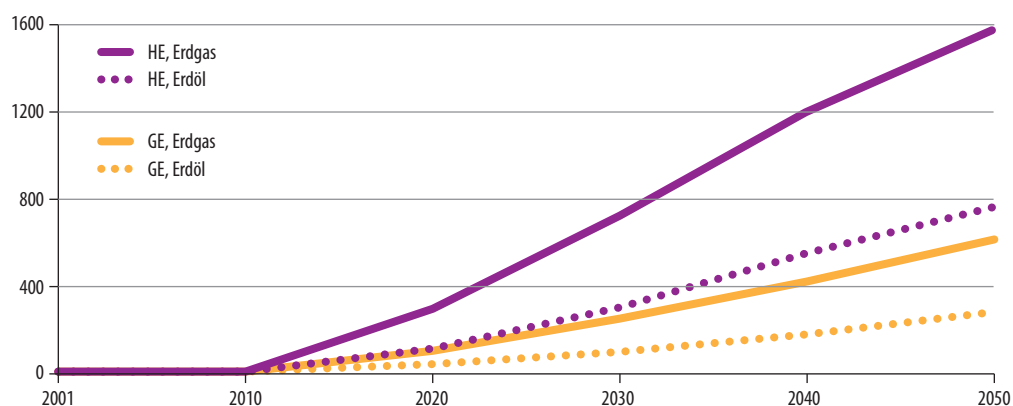


Abbildung 5:  
Jährlich mögliche Einsparungen  
von Erdöl und Erdgas  
(durch Effizienzmaßnahmen)  
in den Szenarien  
Geringe Effizienz (GE) und  
Hohe Effizienz (HE)  
gegenüber Szenario Business  
as Usual (BAU).

- 7) Die durch Energieeffizienz (im Vergleich zur Business-as-Usual-Entwicklung) zusätzlich zu erzielenden Deviseneinnahmen liegen in einer Größenordnung weit jenseits der erwarteten Ergebnisse: die geringen Investitionen in Effizienzmaßnahmen wirken gegenüber diesen Zusatzeinnahmen wie „Beträge aus der Portokasse“.
- 8) Die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien ist mit höheren Investitionen als für Erdgaskraftwerke verbunden. Durch deren Ausbau wird jedoch Erdgas eingespart und für den Export verfügbar gemacht. Die Investitionen in erneuerbare Energien werden durch die zusätzlich erzielbaren Gewinne aus Erdgasexporten überkompensiert.
- 9) Energieeffizienz und erneuerbare Energien können Irans Exportfähigkeit für Erdöl und Erdgas bis weit nach 2050 erhalten.
- 10) Die iranische CO<sub>2</sub>-Bilanz entwickelt sich nach Trendbedingungen klima„unfreundlich“: Bis 2050 würde sich der energiebedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß etwa verdreifachen. Das Nachhaltigkeitsszenario (Annahme sehr hoher Effizienzsteigerungen sowie Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, in der Dissertation „Szenario Hohe Effizienz“ genannt) hingegen führt zu einer Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von knapp 80 Prozent. Obwohl also das Nachhaltigkeitsszenario kein explizit modelliertes Klimaschutzszenario ist, kämen Einsparungen zustande, die für ambitionierte Klimaschutzszenarien in Industrieländern als Zielmarke für 2050 gelten.

Das Fallbeispiel Iran zeigt damit, dass Entwicklungsländer langfristig nicht zwangsläufig ihre Treibhausgasemissionen steigern müssen, um sich wirtschaftlich zu entwickeln. Vielmehr können auch sie wirtschaftlichen Aufstieg und Klimaschutz miteinander verbinden.

- 11) Die Einsparung fossiler Energieträger senkt außerdem den Schadstoffausstoß, was gerade in Großstädten wie Teheran positive Effekte haben wird: Jährlich sterben durch Smog in Iran weit über zehntausend Menschen; der rapiden Zunahme von Atemwegserkrankungen stehen die iranischen Kommunalregierungen bisher hilflos gegenüber.
- 12) Die für Iran nachgewiesenen Nutzen von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz auf sämtlichen Ebenen von Staat und Gesellschaft (Schaffung von Arbeitsplätzen, ökologische und gesundheitliche Vorteile, Chancen inländischer Wertschöpfung) sind teilweise auf die anderen OPEC-Mitglieder übertragbar.
- 13) Die OPEC könnte durch die Umsetzung von Effizienzstrategien und den Einsatz der im Überfluss vorhandenen erneuerbaren Energien einen profitablen Rollenwandel vollziehen. Während sie heute noch bei den internationalen Klimaschutzverhandlungen als Blockierer auftritt, könnte sie zu einem Vorreiter nachhaltiger Entwicklungsstrategien werden. Hierfür steht der OPEC ein breites Instrumentarium an Maßnahmen zur Verfügung. Initiativen wie die „Ökostadt“ Masdar (Vereinigte Arabische Emirate) mit einer hocheffizienten Versorgung aus erneuerbaren Energien sind vielversprechende Ansätze, bedürfen allerdings einer breiteren Unterstützung auf institutioneller und staatenübergreifender Ebene.

### **Woraus sich schließen lässt ...**

Die Berechnung und Quantifizierung des ökonomischen Nutzens durch den Mehrexport fossiler Energieträger schafft ein neues Verständnis für die gesamtsystemische Bedeutung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. Deren Kosten-Nutzen-Effekte wurden bisher in energieexportierenden Staaten nicht beachtet.

Der Nachweis, dass die Kernenergie für die iranische Energiesicherheit entbehrlich ist, wirft ein neues Licht auf die Verhandlungsstrategie der EU-Troika, die in den vergangenen Jahren abseits der Kernenergie keine Versorgungsoptionen für Iran in die Waagschale geworfen hat.

Eine Blockadehaltung der OPEC in den internationalen Klimaschutzverhandlungen ist mit Blick auf die Ergebnisse der Dissertation kontraproduktiv – gerade für die OPEC selbst. Denn sie behindert sowohl ökonomische als auch gesamtstaatliche und gesellschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten. Die Voraussetzungen einer solchen win-win-Situation auf der Ebene der Klimaschutzverhandlungen waren in der Vergangenheit jedoch kein Diskussionsgegenstand.

Im Hinblick auf die Entwicklung der Kernenergie sollten mögliche Versorgungsalternativen in der internationalen Diskussion eine größere Rolle spielen. Gerade wenn es um langfristig gangbare Entwicklungswege in den Regionen Nordafrika und Persischer Golf geht, sollten Proliferationsrisiken, Brennstoffversorgung, Sicherheitspolitik und regionale Machtverteilungsfragen stärker thematisiert werden.

Für den derzeitigen Atomkonflikt mit Iran stellt die Arbeit die bisher angenommenen Systemzwänge in ein anderes Licht. Mit Energieeffizienz und erneuerbaren Energien stehen verglichen mit der Kernenergie deutlich rascher einsetzbare und risikoarme Versorgungsoptionen im großen Maßstab zur Verfügung.

# Anhang

## Szenariomethodik: Der Plural von Zukunft ist Zukünfte

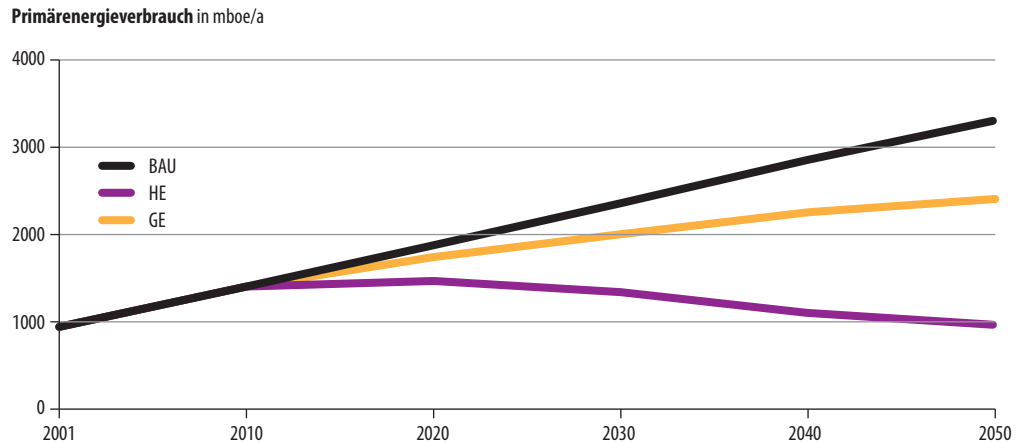
Um die Auswirkungen verschiedener Entwicklungen miteinander vergleichen zu können, ist die Analyse von Energiesystemen durch Szenarien ein bewährter Ansatz. Ein Szenario beschreibt hier eine mögliche Zukunft unter Wenn-Dann-Annahmen. Diese Annahmen sind in der Regel nicht aus historischen Entwicklungen abzuleiten, sondern stellen gerade im Gegensatz dazu alternative Zukünfte dar. Die Bandbreite möglicher Annahmen ist groß und hängt davon ab, auf welche Art von Aussagen die Analyse abzielt. So können Szenarien auf ein bestimmtes Ziel bezogen sein, sie beschreiben gewissermaßen eine geschlossene, auf einen Zielpunkt ausgerichtete Zukunft. Ein Beispiel sind Klimaschutzszenarien mit dem Ziel „Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 Prozent bis zum Jahr 2050“. Die Szenarien beschreiben dann mögliche Wege, um dieses Ziel zu erreichen. Es gibt aber auch Weg-bezogene Szenarien, die die Entwicklung von offenen Zukünften beschreiben, für die im Zeitverlauf bestimmte Entwicklungen angenommen werden. Untersuchungsziel ist es herauszufinden, wohin diese Annahmen führen. Die Auswirkungen bestimmter Klimaschutzmaßnahmen oder von Preisindikatoren sind Beispiele für Weg-bezogene Szenarien.

In meiner Dissertation wählte ich den Ansatz Weg-bezogener Szenarien, um die Effekte verschiedener Grade von Energieeffizienz und verschiedener Energietechnologien im Zeitverlauf zu analysieren. Der Zeitrahmen erstreckt sich von 2001 bis 2050 und entspricht in etwa der Betriebsdauer großer Kraftwerke. Damit kann ein vollständiger Umbau des Energiesystems abgebildet werden. Zugleich errechnete ich Preiskurven für Erdöl und Erdgas sowie Kostenkurven für Effizienzmaßnahmen und Stromerzeugungsarten (Gaskraftwerke, Wasserkraft etc.), um hieraus ökonomische Daten abzuleiten.

In einem ersten Schritt modellierte ich die Auswirkungen einer weiterhin ungebremsten Verbrauchssteigerung. Die Annahmen: Beibehaltung des derzeitigen Energiemix' aus Erdöl und Erdgas sowie marginal Wasserkraft (historische Fortschreibung) sowie weitgehende Beibehaltung der bisherigen ineffizienten Verbrauchsstrukturen. Diesem derzeit wahrscheinlichsten strukturkonservativen Entwicklungsmodell – Szenario Business as Usual genannt – habe ich im zweiten Schritt alternative Entwicklungspfade gegenübergestellt. Diese Pfade bilden verschieden ambitionierte Energieeffizienzpolitiken ab. Sie integrieren außerdem die Einführung erneuerbarer Energien (Solarstrahlung, Geothermie, Wasserkraft) bis hin zu einem hocheffizienten und klimaschonenden Energiesystem. Das ambitionierteste dieser Szenarien ist ein Nachhaltigkeitsszenario der iranischen Energieversorgung, in dem z. B. der Strom vollständig aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird. In der Arbeit trägt es den Namen Hohe Effizienz (REG). Zwischen der strukturkonservativen Trendentwicklung und dem hocheffizienten Szenario liegt das Szenario Geringe Effizienz, das moderate bis geringe Effizienzsteigerungen annimmt. Die Energieverbräuche entwickeln sich in den Szenarien erwartungsgemäß sehr unterschiedlich, s. [Abbildung 6](#).

Auf der Seite des Energieangebots errechnete ich Produktions- bzw. Angebotskurven für Erdöl und Erdgas (Grundfrage: Wie viel fossile Energie kann in Iran produziert werden?). Diese Kurven stellen die Vergleichsbasis der Energieverbräuche dar: Sie geben Auskunft darüber, wie viel Erdöl und Erdgas in den unterschiedlichen Alternativentwicklungen (also in den Alternativszenarien) eingespart und zusätzlich exportiert werden kann im Vergleich zur Business-as-Usual-Entwicklung.

**Abbildung 6:**  
Primärenergieverbräuche  
der Szenarien Business as  
Usual BAU, Geringe Effizienz  
GE und Hohe Effizienz HE



Die Öl- und Gaspreiskurven erlaubten die ökonomische Quantifizierung der Einspareffekte. Sie ermöglichten außerdem die Verortung Irans im internationalen Rahmen. Denn über die Ölpreise als Weltmarktpreise erzielt Iran Gewinne aus Ölexporten in Form von Deviseneinnahmen. Deviseneinnahmen wiederum vergrößern die finanziellen Handlungsspielräume des Staates. Eine ähnliche Herangehensweise wählte ich für den Erdgasexport.

## Eine Auswahl an Literatur und Quellen

Adelphi Consult, Wuppertal Institut (2007): *Die sicherheitspolitische Bedeutung erneuerbarer Energien*. Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

Center for Environmental and Energy Research and Studies, Wuppertal Institut, Heinrich-Böll-Stiftung (2006): *Evaluation of Long-Term Energy Policies in Iran*. Iranisch-deutsches Kooperationsprojekt, 2006

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2005): *Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region*. Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2006): *Trans-Mediterranean Interconnection for Concentrating Solar Power*. Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

Hennicke, P., Supersberger, N. (2007): *Krisenfaktor Öl. Abrüsten mit neuer Energie*. Oekom, München.

Internationale Energieagentur (2003): *World Energy Outlook 2003. North Africa and Middle East Insights*. Paris

Organisation of the Petroleum Exporting Countries (2005): *Long-Term Strategy*. Wien

Supersberger, N. (2006): *Security Implications of Energy System Transformation and Opportunities for Supplier and Consumer Countries*. Quarterly Energy Economics Review, Bd. 3, Nr. 9, S. 2–29. Institute for International Energy Studies, Teheran



