

**Stephan Schmidt**

# Regionale Entwicklungseffekte durch die Nutzung von Solarenergie

Beispiel Rügen

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2001 Diplomica Verlag GmbH  
ISBN: 9783832444969

**Stephan Schmidt**

# **Regionale Entwicklungseffekte durch die Nutzung von Solarenergie**

**Beispiel Rügen**



---

Stephan Schmidt

# Regionale Entwicklungseffekte durch die Nutzung von Solarenergie

*Beispiel Rügen*

Diplomarbeit  
an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Institut für Geographie,  
Februar 2001 Abgabe



Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_  
Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_  
agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

ID 4496

Schmidt, Stephan: Regionale Entwicklungseffekte durch die Nutzung von Solarenergie: Beispiel Rügen / Stephan Schmidt - Hamburg: Diplomatica GmbH, 2001  
Zugl.: Greifswald, Universität, Diplom, 2001

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomatica GmbH  
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2001  
Printed in Germany



## Wissensquellen gewinnbringend nutzen

**Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität** zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Magisterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

**Wettbewerbsvorteile verschaffen** – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

**<http://www.diplom.de>** bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

**Individueller Service** – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

### Ihr Team der Diplomarbeiten Agentur

Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_

Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_

agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

# „Regionale Entwicklungseffekte durch die Nutzung von Solarenergie, Beispiel Rügen.“

## Inhalt:

	Seite:
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	6
<b>Kurzfassung / Summary</b>	10
<b>Einführung</b>	12
<b>Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	14
<b><u>1. Ausgangslage</u></b>	
<b>1.1. Allgemeine Probleme der Energieversorgung</b>	19
<b><u>1.2. Untersuchungsgebiet Insel Rügen</u></b>	24
<i>1.2.1. Lage des Untersuchungsgebietes</i>	24
<i>1.2.2. Die Energiesituation auf Rügen</i>	26
<i>1.2.3. Wirtschaftliche Situation auf Rügen</i>	34
<b>1.3. Allgemeine klima- und energiepolitische Ziele</b>	39
<b>1.4. Gegenwärtige Solarenergienutzung und weitere Rahmenbedingungen</b>	43
<b><u>2. Regionale Entwicklungseffekte durch Solarenergie-Nutzung</u></b>	
<b>2.1. Datenlage und Vorgehensweise zu Kapitalflüssen und Arbeitsplatz- effekten</b>	57
<b>2.2. Solarthermie</b>	59
<i>2.2.1. Solarthermie-Ausbauziele</i>	59
<i>2.2.2. Investitionsbedingter Kapitalfluß – Anlageninvestitionen</i>	64
<i>2.2.3. Investitionsbedingter Kapitalfluß – Förderung</i>	70
<i>2.2.4. Vermiedene Energiekosten</i>	72
<i>2.2.5. Regionale Solarthermie-Arbeitsplätze / Umweltbilanz</i>	75
<i>2.2.6. Zusammenfassung Solarthermie, regionalwirtschaftliche Betrachtung</i>	78
<b>2.3. Photovoltaik</b>	81
<i>2.3.1. Photovoltaik-Ausbauziele</i>	81
<i>2.3.2. Investitionsbedingter Kapitalfluß – Anlageninvestitionen</i>	85
<i>2.3.3. Investitionsbedingter Kapitalfluß – Förderung</i>	89
<i>2.3.4. Kapitalflüsse durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)</i>	94
<i>2.3.5. Vermiedene Energiekosten</i>	99
<i>2.3.6. Regionale Photovoltaik-Arbeitsplätze / Umweltbilanz</i>	101
<i>2.3.7. Zusammenfassung Photovoltaik, regionalwirtschaftliche Betrachtung</i>	104

<b>2.4. Image- und Tourismuseffekte</b>	
2.4.1. Datenlage und Vorgehensweise	109
2.4.2. Erneuerbare Energien und Tourismus auf Rügen	110
2.4.3. Beispiele von Energiekonzepten und Erfahrungen anderer Inseln	116
2.4.4. Zusammenfassung Image und Tourismuseffekte	126
<b>2.5. Zusammenfassung des Kapitels</b>	129
<b><u>3. Umsetzungsbeispiel Prora / Ost-Rügen</u></b>	
<b>3.1. Datenlage und Vorgehensweise</b>	134
<b>3.2. Bestandsanalyse</b>	
3.2.1. Gebäudebeschreibung und Nutzung des Komplexes Prora	135
3.2.2. Energetischer Zustand: Versorgung und Verbräuche	141
3.2.3. Ziele energetischer Sanierung des Komplexes Prora	142
<b>3.3. Einsatzmöglichkeiten der Solarenergie</b>	
3.3.1. Passive Solarenergienutzung	145
3.3.2. Aktive Solarenergienutzung	148
3.3.3. Energetische Gesamtschätzung und Kostenschätzung; derzeitiger Planungsstand	154
<b>3.4. Touristische und Marketingaspekte</b>	160
<b>3.5. Zusammenfassung des Kapitels</b>	163
<b><u>4. Handlungsempfehlungen</u></b>	164
<b><u>Literatur</u>, <u>Internet</u>, weitere Quellen</b>	186
<b><u>Anhang:</u></b>	201
<b>Liste der Gesprächspartner</b>	201
<b>Dachflächen- und Solarertragsübersicht für die Blöcke 1+2 des Komplexes Prora</b>	
<b>Abkürzungen</b>	203
<b>Umrechnungstabellen für Maße und Einheiten</b>	204
<b>Glossar</b>	205
<b>Ortsindex</b>	210
<b>Sachindex</b>	211
<b>Dank / Eidesstattliche Erklärung</b>	213

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:

	<i>Seite:</i>
Abb.1: Schematischer Aufbau der vorliegenden Arbeit. ....	18
Abb.2: Input-Output-Verhältnis der Stromerzeugung in Deutschland (schematisch). ....	21
Abb.3: Die sechs vorpommerschen Kreise in Mecklenburg-Vorpommern. ....	24
Abb.4: Insel Rügen. Gliederung in Gemeinden. ....	25
Abb.5: Jahresendenergieverbrauch in der Wärmeversorgung Rügens nach Energieträgern. Prognose des Energiekonzeptes für 2005. ....	27
Abb.6: Erschließung der Insel Rügen mit Erdgas. ....	28
Abb.7: Gemessene Leistung in MW an den 110kV/20kV-Umspannwerken der e.dis, jeweils mittwochs. ....	30
Abb.8: Stromverbrauch je Einwohner in den Bundesländern 1997. ....	35
Abb.9: Kaufkraft 1999 in den Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland. ....	35
Abb.10: Arbeitslosenquoten im Landkreis Rügen und MV im Jahresdurchschnitt. ....	36
Abb.11: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte auf Rügen nach Wirtschaftsabteilungen. ....	37
Abb.12: Zielwerte für den Ausbau erneuerbarer Energien in Europa bis 2010 (Entwurf der Richtlinie Stromerzeugung). ....	40
Abb.13: Energieeinsatz für Raumwärme – Vergleich von Wärmeschutzstandards. ....	41
<a href="#">Abb.14</a> : Weltweite Verteilung der Globalstrahlung. ....	44
<a href="#">Abb.15</a> : Globalstrahlung in Europa. ....	44
<a href="#">Abb.16</a> : Globalstrahlung 1981-1998 (Deutschlandkarte). Mittlere Jahressummen in kWh/m <sup>2</sup> . ....	45
<a href="#">Abb.17</a> : Mittlere Sonnenscheindauer pro Jahr an ausgewählten Stationen des DWD. ....	46
Abb.17a: Ausgewählte Stationen des Deutschen Wetterdienstes. ....	47
Abb.18: Mittlere Sonnenscheindauer pro Jahr in MV an Stationen des DWD und Meßpunkten des WindConsult GmbH. ....	48
Abb.19: Kumulierte installierte Pro-Kopf-PV-Leistung bis Ende 1998 ausgewählter IEA-Mitgliedsländer. ....	50
Abb.20: Kumulierte installierte Fläche verglaster Sonnenkollektoren in den EU- Staaten Ende 1994 und Ende 1999. ....	51
<a href="#">Abb.21</a> : Installierte Photovoltaikleistung pro Einwohner Ende 1998 nach Bundesländern. ....	54

<a href="#">Abb.22:</a> Netzgekoppelte PV-Anlagen in Deutschland: Zusagen nach dem 100.000-Dächer-Programm in $W_p$ / Einwohner. ....	54
<a href="#">Abb.23:</a> Haushalt Erneuerbare Energien in Mecklenburg-Vorpommern und ausgezahlte Fördermittel Solarenergie. ....	55
Abb.24: Jährlicher Zubau an Kollektorflächen in Mecklenburg-Vorpommern zum Erreichen des Ziels der Solarkampagne „Solar – na klar!“ .....	60
<a href="#">Abb.25:</a> Ist- und Zielwerte zum Kollektorausbau. ....	62
Abb.26: Getroffene Annahmen zum Ausbau solarthermischer Anlagen. ....	66
<a href="#">Abb.27:</a> Schematische Darstellung von Kapitalflüssen durch solarthermische Installationen aus regionaler Perspektive. ....	78
<a href="#">Abb.28:</a> Photovoltaik- Ziel- und -Ist-Werte im Vergleich (Staaten). ....	82
<a href="#">Abb.29:</a> Schematische Darstellung von Kapitalflüssen durch photovoltaische Installationen aus regionaler Perspektive. ....	104
Abb.30 und 31: Arkona-Bahn. ....	111
Abb.32 und 33: Solarmobil-Verleih am Rügenhof in Putgarten (Kap Arkona). ....	113
Abb.34: Übersicht über die behandelten Nord- und Ostsee-Inseln. ....	117
Abb.35-37: Photovoltaik-/Wind-Hybridkraftwerk Pellworm. ....	122
<a href="#">Abb.38:</a> Ist- und Zielwerte zum Photovoltaik-Ausbau im Vergleich (Inseln). ....	128
<a href="#">Abb.39:</a> Ist- und Zielwerte zum Kollektor-Ausbau im Vergleich (Inseln). ....	128
Abb.40: Ausschnitt aus der TK 50 „Ostseebad Binz“. ....	136
<a href="#">Abb.41:</a> Übersicht über die Liegenschaft Prora (Gemarkung Prora, Gemeinde Binz, Flur 6+7). ....	137
Abb.42+43: Ruinen der nördlichen Blöcke des Komplexes Prora (Landseite). ....	139
Abb.44+45: Blick über den „Festplatz“ auf Block 4 nach NO zum Hafen Mukran bzw. nach N. ....	140
Abb.46: Landseitige Sicht auf die Treppenhaustrakte. ....	140
Abb.47: Verschattungssituation auf der Landseite der Proraer Blöcke. Block 3 am 21.12.1999, ca.13 Uhr (vgl. auch Abb.42/43). ....	146
Abb.48: Skizze der Dachsituation an Treppenhaus- und Bettentrakten. ....	150
Abb.49: Schematische Aufsicht auf die Gebäudelage in Prora, südliche Blöcke. ....	150
Abb.50: Dachsituation der Proraer Blöcke. Blick nach Osten über das Dach der südlichen Festplatz-Randbebauung. ....	151
Abb.51: Blick von der südlichen Festplatz-Randbebauung über Block 3 hinweg nach Südosten zur Prorer Wiek und Granitz. ....	151
Abb.52: Dachsituation und Verschattung an einem der Treppenhaustrakte. ....	151
<a href="#">Abb.52a + 52b</a> Solares Prora: Ist- und Zielwerte der PV/Kollektornutzung	

	<i>Seite:</i>
Tab.1: Maximalwerte der Windgeschwindigkeit an 7 Meßstandorten in MV. ....	49
Tab.2: Kollektorfläche in m <sup>2</sup> / 1000 Einwohner 1999 nach Bundesländern. ....	53
<a href="#">Tab.3</a> : Anteil Rügens an den Solarthermie-Fördermitteln des Landes. ....	55
Tab.4: Zubau an Kollektorfläche (m <sup>2</sup> /a) auf der Insel Rügen und in Vorpommern 1999 – 2003 entsprechend der Solarkampagne (Ausbauziel 83 m <sup>2</sup> /1000 Einwohner). ....	63
Tab.5: Anzahl der Einfamilienhäuser, die auf Rügen bzw. in Vorpommern mit Kollektoren zur Warmwasserbereitung auszurüsten sind entsprechend der Solarkampagne. ....	67
Tab.5a: Investitionssummen in solare Warmwasseranlagen auf Rügen und in Vorpommern beim Kollektor-Zubau entsprechend der Solarkampagne. ...	67
Tab.6: 2001 - 2003 kumulativ umgesetztes Kapital bei schrittweisem Zubau von Flachkollektoren zur Warmwasserbereitung auf Rügen und in Vorpommern entsprechend der Solarkampagne (in Mio.DM; ohne Wartung; ohne Inflation). ....	68
Tab.7: Maximale Summe der möglichen Bundes- und Landesfördermittel für Sonnenkollektoren auf Rügen und in Vorpommern, kumuliert 2001-2003, bei Zubau entsprechend der Solarkampagne, in Mio.DM. ....	71
Tab.8: Zubau der Photovoltaikanlagen-Leistung (MW <sub>p</sub> /a) in Deutschland von 1998 – 2010 (bei rund 80 Mio. Einwohnern; Ausbauziel 15 W <sub>p</sub> /Einwohner	83
Tab.9: Zubau der Photovoltaikanlagen-Leistung (kW <sub>p</sub> /a) auf der Insel Rügen und in Vorpommern 2001 – 2010, analog zum Szenario von Fraunhofer ISE/ DLR/ Greenpeace (1997)(Ausbauziel 15 W <sub>p</sub> /Einwohner). ....	84
Tab.10: 2001 - 2003 kumulativ umgesetztes Kapital bei schrittweisem Zubau von Photovoltaikanlagen auf Rügen und in Vorpommern bei 13.500 DM/ kW <sub>p</sub> (Ziel 15W <sub>p</sub> /Ew in 2010). ....	86
Tab.11: Beim Installationsbetrieb verbleibende Anteile von PV-Anlagenpreisen in der Literatur. ....	86
Tab.12: 2001 - 2003 kumulativ umgesetztes Kapital bei schrittweisem Zubau von Photovoltaikanlagen auf Rügen und in Vorpommern auf 15 kW <sub>p</sub> /Ew. ....	87
Tab.13: Mittel aus einer möglichen Landesförderung (40% Zuschuß), die bei gegebenen PV-Ausbauzielen nach Rügen fließen. ....	90
Tab.14: Nominale Zinsbeträge in DM, die durch die 100.000-Dächer-Kredite bei gegebenen PV-Ausbauzielen von Rügen abfließen. ....	92
Tab.15: Mehrwertsteuer-Erstattung für Rügen bei vorgegebenen PV- Ausbauwerten. ....	93

Tab.16: Summe der während 20 Jahren gezahlten Vergütungen in DM nach Installationsjahr der PV-Anlagen (in Klammern: installierte Leistung in $\text{kW}_p/\text{a}$ ) bei einer Stromerzeugung von $850 \text{ kWh} / \text{kW}_p \cdot \text{a}$ . .....	95
Tab.17: Nominale Summe (in DM) der für Rügauer PV-Stromvergütungen während 20 Jahren auf Rügen selbst zu zahlenden Strompreismulage nach Installationsjahr der PV-Anlagen. ....	95
Tab.18: Eingesparte Energiekosten durch die pro Jahr auf Rügen installierten PV-Anlagen über 30 Jahre Lebensdauer. ....	100
<a href="#">Tab.19</a> : Gegenüberstellung der Ist- und Zielwerte zur Sonnenenergienutzung auf ausgewählten Nord- und Ostseeinseln (vgl.Abb.38/39). ....	119
Tab.20 Erzielbare solare Erträge auf $1 \text{ m}^2$ Dachfläche in Prora nach deren Orientierung (in $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ ):	149
<a href="#">Tab.21</a> Dachflächen- und Solarertragsübersicht für die Blöcke 1 und 2 des Komplexes Prora (im Anhang) .....	202
<a href="#">Tab.22</a> : Handlungsempfehlungen Solarenergie: regionale Vorteile regional nutzen	166
<a href="#">Tab.22a</a> : Handlungsempfehlungen: Maßnahmen-Beispiele. ....	167

## **Kurzfassung**

Mit der CO<sub>2</sub>-Minderungs-Selbstverpflichtung nach der Rio-Folgekonferenz in Kyoto, steigenden Ölpreisen und dem Atomausstieg im Hintergrund, rückt die Nutzung erneuerbarer Energien immer mehr ins Blickfeld. Der Einwand, sie seien zu teuer, soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Anhand der Insel Rügen werden regionalwirtschaftliche Folgen von Solarenergie-Nutzung beleuchtet. Schwerpunkt sind Kapitalflüsse im Solarinstallations- sowie Image- und Wirtschaftseffekte im Tourismusbereich. – Gegenwärtig werden auf Rügen jährlich 2.300 DM/Einwohner für Energie aufgewendet und fließen überwiegend ab.

Es wird gezeigt, daß die aktive Sonnenenergienutzung durch Kollektoren (Wärme) und Photovoltaikanlagen (Strom) unter heutigen Randbedingungen in Deutschland positive Effekte auf die Regionalentwicklung hat. Dabei sind die zugrunde gelegten Annahmen ausgesprochen vorsichtig und nahezu pessimistisch. Regionale Arbeitsplätze entstehen vor allem im Solarwärmebereich, weil für die Photovoltaik nur sehr niedrige Ausbauziele zugrundegelegt sind. Die regionale Kapitalbilanz aus abfließenden Investitionsbeträgen und zufließenden Fördermitteln/vermiedenen Energiekosten ist für den Kollektoren-Zubau ausgeglichen, für die Photovoltaiknutzung dagegen klar positiv. Dort verbleibt rund noch einmal soviel wie der investierte Betrag als Kaufkraftsteigerung in der Region. Von besonderem regionalwirtschaftlichem Interesse sind dabei die Stromeinspeisevergütungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Wirtschaftsschwache Regionen können davon überproportional profitieren. Das EEG ist, obgleich thematisch ausgelegt, räumlich wirksam als eine Förderung strukturschwacher/peripherer Räume.

Hinzu kommen nicht-monetäre Vorteile für beispielsweise das regionale Marketing. Entwicklungsmöglichkeiten unter anderem im Tourismus können von fünf anderen zum Vergleich betrachteten Nord- und Ostsee-Inseln abgeleitet werden. - Orientierung für eine verstärkte Nutzung von Solar- und anderen erneuerbaren Energien auf Rügen bieten die politischen Ziele auf nationaler und EU-Ebene. Die bereits in Umsetzung befindlichen Beispiele der Vergleichs-Inseln dienen als Meßlatte für den Rügäner Entwicklungsstand. Es zeigt sich, daß Rügen bei der Sonnenenergie-Nutzung an letzter Stelle dieser Inseln steht.

Anhand des Komplexes Prora, der vor der Sanierung steht, wird beispielhaft die praktische Anwendung solarer Techniken beschrieben. - Handlungsempfehlungen, wie die regionalen Akteure die Nutzung der Sonnenenergie (kostengünstig) voranbringen können, runden das Bild ab.

## **Summary**

Given the national reduction goals of CO<sub>2</sub> emissions fixed at the Kyoto conference, following the Rio Earth Summit, given the rising oil prices and the German fade-out in nuclear energy use, renewable energy sources gain more and more attention. The objection that renewables were too expensive, is to be examined in this paper. With the example of the Isle of Rügen / North-Eastern Germany, consequences of the use of solar energy for a regional economy are looked at. Studying the consequences the use of solar energy may have on the Isle of Rügen/ North-Eastern Germany, the measurable as well as non-measurable implications for a regional economy are examined. In particular, cash flow issues linked to the installation of solar systems as well as image and economic effects in the tourism sector are focussed. – Presently, some 2.300 DM per capita are spent for (non-renewable) energy on Rügen per year, most of which leaves the island.

It is shown that under today's circumstances in Germany the active use of solar energy by means of collectors (heat) and photovoltaics (electricity) has positive effects on the regional development. This outcome proves to be all the more encouraging as the basic assumptions, though, are very cautious and almost pessimistic. Regional jobs are created mainly by the use of thermal collectors because the photovoltaics estimation is based on only very modest goals. The regional balance of capital, consisting in the flow out of investments and inflowing subsidies, is equal for solarthermal applications, but clearly positive for photovoltaic installations. The surplus purchasing power is about as much again as the invested sum. Here the tariffs for electricity fed into the grid from renewable sources are of special interest. They are fixed in the German "Renewable Energies Act". Economically weak regions can profit relatively more from the subsidies than others. In spite of the thematic orientation of the Act, its structural trait to favour economically weak / peripheral areas gives it a spatial dimension.

Non-measurable advantages, for example to regional marketing, add to it. Development prospects and strategies, among others in the tourism sector, can be deduced from five other islands of the North and Baltic Sea presented for comparison. - The official goals on national and EU levels serve as an orientation for the reinforced use of solar energy (and other renewables) on the Isle of Rügen. The concepts pursued on the five islands and the experiences made and being made there on the way to practice show the state of development on Rügen. It turns out that Rügen makes the least use of solar energy among the islands.

Some technical and architectural aspects of solar technologies are demonstrated on the example of a huge building complex in Prora, in the East of Rügen. That real estate is presently facing reconstruction. – Finally, recommendations are given of how the regional protagonists can support and (financially reasonably) push forward the use of solar energy.

## **Einführung**

Das Thema Energie wird in der Geographie auffallend wenig behandelt. Offenbar wird Energie zunehmend als überall gleichmäßig (ubiquitär) vorhanden aufgefaßt. Die Versorgungslage der westlichen Industrieländer legt das nahe. Niedrige Energie- und damit Transportkosten verwischen zunehmend die v.Thünen'sche Raumwirksamkeit des Energieverbrauchs. Lediglich die Energieträgergewinnung und –umwandlung wird punktuell als Raumbeanspruchung wahrgenommen. Tatsache ist aber, daß sich allenfalls der Maßstab von der örtlichen und regionalen hin zur globalen Raumwirksamkeit verschoben hat. Das gilt für den billigen Transport von Gütern, für den weltweiten Transport der Energieträger selbst und schließlich für die Folgen des Energiekonsums. Es gibt kaum etwas Grundlegenderes in unserer heutigen Zivilisation als die Energieversorgung, erst recht insoweit auch die übrigen physischen Lebensgrundlagen (Luft, Wasser, Boden ...) durch die fossilen und nuklearen Energien geschädigt werden. Die drängenden globalen Probleme fordern gleichermaßen die physische wie die Wirtschafts- und Sozialgeographie. Die komplexen Zusammenhänge bedingen geradezu eine interdisziplinäre Herangehensweise, wie sie die Geographie leisten kann.

Energie spielt eine Schlüsselrolle in der Welt, mehr noch in der Welt der Zukunft. Die Bauwelt wiederum hat eine Schlüsselrolle in der Energieversorgung (Erzeugung und Verbrauch). Das gilt einschließlich des Verkehrs, aufgrund räumlicher Funktionstrennung. In einer umweltfreundlichen Energiewirtschaft wird die Energieumwandlung zunehmend dezentral, also verbrauchsnahe stattfinden. Die Regional-, Bauleit- und Gebäudeplanung muß dem Rechnung tragen. - Erneuerbare Energien verkürzen die langen Prozeßketten der heutigen Energieversorgung, weil viele Zwischenschritte entfallen (vgl. Helfer 1997, Scheer 1999). Das ist ein Ziel, aber gleichzeitig Hindernis der erneuerbaren Quellen. Denn es sind aufs massivste wirtschaftliche Interessen betroffen. Die 4000 DM pro Jahr, die derzeit noch jeder Einwohner Deutschlands für Energie ausgibt (direkt und als Kostenanteile in Produkten; Scheer 1999), fließen dann anderen Wirtschaftssubjekten zu. Das sind enorme Kapitalmengen, die zunehmend in regionalen Kreisläufen verbleiben und den regionalen Wohlstand mehren.

Im folgenden werden zunächst einige **Begriffserklärungen** gegeben, um das Verständnis der weiteren Arbeit zu erleichtern:

Der Begriff der **Region** bezieht sich im Rahmen dieser Arbeit auf eine kulturgeschichtliche und räumliche Einheit unterhalb der eines Bundeslandes, genauer: eines Flächenlandes. Im mecklenburg-vorpommerschen Kontext werden Einheiten von der Größenordnung eines bis mehrerer Landkreise als Region betrachtet. Es handelt sich um ein nicht immer exakt abgrenzbares Gebiet, das sich durch gegenwärtige oder historische interne Beziehungen als Einheit ausweist. Die als Beispiel vorgestellte Insel

Rügen wird in diesem Sinne eine Region verstanden, unterstrichen noch durch die Insellage. Andererseits werden unter dem gleichen Begriff bewußt auch Bezüge zu ganz Vorpommern hergestellt.

Mit „**Entwicklungseffekten**“ sind einerseits wirtschaftlich oder finanziell meßbare Wirkungen gemeint. Das betrifft Kapitalflüsse, Kaufkraft, Arbeitsplätze, aber eben auch Nichtmeßbares: das Image einer Region (was als solches wirtschaftlich meßbare Folgen haben kann), das Qualifikationsniveau von Arbeitsplätzen, den Ausbildungsgrad der Bevölkerung, die Festigung einer regionalen Identität.

**Solarenergie** wird im engeren Sinne definiert. Zwar sind außer Geothermie und Gezeitenenergie letztlich alle erneuerbaren Energieträger solaren Ursprungs, nämlich Biomasse, Wind-, entsprechend auch Wellenkraft, Meeresströmungen durch Temperaturunterschiede, und durch Verdunstung und Niederschlag auch Wasserkraft. Im Rahmen dieser Arbeit wird Sonnenenergie dagegen nur auf die „klassische“ Form, die Solarstrahlung, bezogen und entsprechend auf ihre passive Nutzung durch geschickte Bauweise sowie aktive Nutzung für Wärme und Strom. Mit Blick auf die anderen, indirekt solaren Quellen ist der Titel der Arbeit (... durch die Nutzung von Solarenergie) aber bewußt offen gehalten.

Beim **Energieverbrauch** wird im Rahmen dieser Arbeit, soweit nicht anders angegeben, auf statistisch erfaßte Energie Bezug genommen. Solare Energie trägt in Form von Licht und Wärme laufend zur Deckung der Energieverbräuche in erheblichem Umfang bei, ohne daß sie erfaßt wird.

Die Angabe eines „**Potentials**“ bezieht sich im Zusammenhang mit Sonnenenergie entweder auf eine Fläche oder auf die mittels Technik daraus abgeleitete Energiemenge. Basis ist eine Fülle nahezu willkürlicher Annahmen, deren Unsicherheiten sich multiplizieren. Für das „Technische Potential“ wird gewählt, welche Flächen (Dach, Fassade, Freifläche) unter jeweils welchen Bedingungen (Orientierung etc.) mit heutiger Technik nutzbar seien. Ziel ist, das was in der Zukunft erreicht werden *kann* (lat. potesse=können), möglichst exakt zu bestimmen. Gerade der Faktor Zeit verändert aber sämtliche Rahmenbedingungen, z.B. die Technik. Forschung hat an sich, daß man das Ergebnis nicht kennt. „Wirtschaftliche Potentiale“ können sich über Nacht per Gesetz oder Börsencrash ändern. Mit höchster Wahrscheinlichkeit wird jedes „Potential“, ob solar oder nicht, von der Realität unbrauchbar gemacht. Deshalb wird dieser unklare Begriff in der vorliegenden Arbeit vermieden.

## Zielsetzung und Vorgehensweise

Zunehmendes Umweltbewußtsein in der Öffentlichkeit hat das Interesse an erneuerbaren Energieträgern in den letzten Jahren erheblich wachsen lassen. Internationale Vereinbarungen beispielsweise zum Klimaschutz bringen das Thema Energie auch auf die politische Tagesordnung. Über den kausalen Zusammenhang zwischen weltweiten Umweltrisiken und dem fossil-nuklearen Energieverbrauch herrscht mittlerweile weitestgehende Klarheit, und zumindest in Westeuropa auch politische Einigkeit. Dennoch werden erst **sehr langsame Schritte hin zu einer ökologischen Energiewende** unternommen. Es ist offensichtlich, daß die technischen Möglichkeiten bei der Nutzung erneuerbarer Energien noch nicht ansatzweise ausgeschöpft sind. Gewöhnlich werden wirtschaftliche Gründe dafür angeführt.

Die Höherwertigkeit der globalen Umweltbelange soll hier nicht diskutiert werden. Dazu muß auf die einschlägige Literatur zu beispielsweise Ursachen, Ausmaß und Folgen eines Klimawandels verwiesen werden. **Die Diskussion soll da weitergeführt werden, wo sie zur Zeit steht: bei wirtschaftlichen Bedenken.** Die vorliegende Arbeit konzentriert sich deshalb auf Entwicklungseffekte, die zusätzlich zur Entlastung der Umwelt entstehen. Die Ausgangsfragen sind: Wo fließt das Geld hin, das für erneuerbare Energien ausgegeben wird, und wo kommt durch ihre Nutzung Kapital zurück (oder bleibt von vornherein vor Ort) ? Ggf. welche nicht-monetären Faktoren werden beeinflusst?

**Erneuerbare Energieträger zeichnen sich durch ihre Dezentralität aus.** Daher wird die **regionale Perspektive** gewählt. Eine Anzahl Untersuchungen zu Arbeitsplatz-, Wirtschafts- und anderen Entwicklungseffekten liegt auf nationaler Ebene vor, sie werden aber der Praxis nicht gerecht: Die Entscheidungen zur Nutzung Erneuerbarer fallen, anders als bei zentralen Großtechnologien, nicht in Berlin oder Brüssel. Dort können nur Rahmenbedingungen festgelegt werden. **Die Umsetzung erfolgt auf lokaler und regionaler Ebene.** Das gilt ganz besonders für die Sonnenenergie, die dezentralste der erneuerbaren Quellen. Globale Umweltfolgen scheinen von da aus weit entfernt. Auch ein gesamtwirtschaftlicher Vorteil durch Erneuerbare ist für regionale Entscheidungsträger kein automatischer Handlungsanreiz. In Zeiten knapper Mittel ist die zwischen-regionale Solidarität begrenzt. **Ziel dieser Arbeit** ist daher die **Beantwortung der Frage: „Was hat eine Region von der Nutzung der Sonnenenergie auf ihrem eigenen Gebiet?“** Anders als in vielen Studien auf nationaler Ebene stehen hier keine energiepolitischen Maßnahmenpakete am Anfang („top-down“), sondern die Annahme, daß die Solarenergie genutzt wird. Die unmittelbaren Folgen werden untersucht („bottom-up“). Die Antwort kann nur qualitativ

gegeben werden, ob **eher die Vor- oder eher die Nachteile überwiegen**. Mit dieser Orientierung liegt die Größenordnung weitgehend in der Hand der regionalen Akteure.

Als **Untersuchungsgebiet** des Hauptteils (Kap.2) wurde die **Insel Rügen** gewählt, deren gegenwärtige wirtschaftliche Lage stark angespannt ist. Als ländlicher, peripher gelegener Raum, noch dazu als Insel, kann sie mehr als andere Räume von erneuerbaren Energien profitieren (vgl. Weißbuch Erneuerbare Energien, Zitat s.Kasten). Die Insellage erleichtert die Abgrenzung.

Als **spezielles Beispiel** zur baulichen Umsetzung wurde der Komplex Prora in der Gemeinde Binz ausgesucht, weil er wie sonst wenige Objekte durch seine Größe und Imagewirkung Ausstrahlung auf die ganze Teil-Region **Ost-Rügen** hat.

In einer anzustrebenden 100%ig erneuerbar getragenen Energiewirtschaft kann (oder braucht) keine der regenerativen Energiequellen alleine da(zu)stehen. Das Beispiel der **Sonnenenergie** wurde gewählt wegen der **kurzfristigen Umsetzbarkeit** und Anwendbarkeit dieser Technologie, gerade auch im Untersuchungsgebiet Insel Rügen. Die Windkraftnutzung ist einerseits bundesweit durch die landesplanerischen Festlegungen von Eignungsräumen begrenzt. Auf Rügen sind diese Flächen größtenteils erschöpft. Andererseits scheint die Akzeptanzgrenze in der Bevölkerung Rügens erreicht. Ob ein weiterer Ausbau der Windenergie auf Rügen wünschenswert ist, soll hier nicht diskutiert werden: er ist nicht ad hoc durchsetzbar. - Bei der Biomassenutzung hängt die Umsetzung von relativ wenigen Akteuren ab und besteht weniger aus planerisch als aus betriebswirtschaftlich getroffenen Entscheidungen.

Die Sonnenenergie ist hingegen in einer praktisch unüberschaubar großen Zahl von Fällen kurzfristig nutzbar. Durch die starke Dezentralität ist sie organisatorisch auch recht leicht umsetzbar. Obendrein scheint hier der **größte Handlungsbedarf** zu bestehen, weil diese Technologien zur Zeit noch fast überhaupt nicht angewandt werden - nicht nur, aber speziell auch auf Rügen.

Neben kurzfristiger Umsetzbarkeit spricht auch **langfristige Planung** für die besondere Betonung der Solarenergie: Laufend werden Gebäude neu errichtet, bei denen eine Lebensdauer von zumindest 100 Jahren zu erwarten ist. Zwar ist eine nachträgliche Installation von Solaranlagen relativ leicht machbar – aber ein rechtzeitiges Einplanen ist selbstverständlich billiger. Die Ausrichtung und gegenseitige Verschattung von Gebäuden ist im Nachhinein überhaupt nicht mehr zu ändern. Hier ist akuter Handlungsbedarf.

**Die vorliegende Arbeit wendet sich** damit **an** alle Akteure, die an der Umsetzung von lokalen und regionalen (Erneuerbare-)Energie-Konzepten beteiligt oder davon betroffen sind. Das sind zuvorderst die politischen Entscheidungsträger auf Gemeinde- und Kreisebene, einschließlich der ausführenden Verwaltungen. Soweit es sich um bauliche Anlagen handelt (bzw. Gebäude, *in* denen ein Energiesystem installiert wird), kommt natürlich Bauämtern bzw. der Stadtplanung eine große Rolle zu. Vereinzelt macht sich hier auch die Landes- und Regionalplanung spürbar mit ihren Vorgaben zu einzelnen Energieträgern. Betroffen sind aber letztlich praktisch alle Ressorts: Wirtschaft, Umwelt, Finanzen, Kultur. Letzteres z.B., wo die touristische Attraktivität eines Ortes/ einer Region betroffen ist. Gerade dies ist einer der Schwerpunkte der Arbeit.

Als regionale Akteure können des weiteren eine Vielzahl privater und halbstaatlicher Einrichtungen sich angesprochen fühlen einschließlich engagierter Einzelpersonen. Spätestens im Rahmen einer „Lokalen Agenda 21“ können Entscheidungen von praktisch jedem Interessierten mit in die Wege geleitet werden. Nächstliegende Zielgruppe sind Gebäudeeigner und -Nutzer (Wohnungsgesellschaften, Kirchen, Gastgewerbe u.v.a.), da Energieverbrauch außer Verkehr fast ausschließlich in Gebäuden stattfindet; ausdrücklich aber auch solche ohne größeren eigenen Gebäudebestand (Tourismusverbände, Wirtschaftsverbände...).

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit ist in Abb.1 schematisch dargestellt. Das komplexe Thema machte es erforderlich, für praktisch alle Abschnitte (Kap.1-3) sehr umfangreiche Datenerhebungen durchzuführen. Das gilt schon für die einführenden Beschreibungen der jeweiligen Ist-Zustände. Auch das abschließende Kap.4 wird bereichert durch Beispiele aus Literatur und Medien. Insgesamt konnten so Daten zusammengetragen werden, die anderen Autoren (z.B. Beck u.a.1999) in dieser Vielfalt nicht vorlagen.

- **Kapitel 1** stellt Rahmenbedingungen zur Energiesituation dar mit Bezug zu erneuerbaren und speziell zur Solarenergie. Der Überblick führt vom globalen Maßstab bis zum Untersuchungsgebiet Insel Rügen. Der energetische Ist-Zustand Rügens nimmt entsprechend der Themenstellung breiteren Raum ein.
- **Kapitel 2** befaßt sich mit den Entwicklungseffekten durch Solarnutzung am Beispiel der Insel Rügen. Es ist zweigeteilt: Zunächst werden die finanziell meßbaren Effekte (Kapitalflüsse, Arbeitsplätze) jeweils für Solarthermie und analog für Photovoltaik betrachtet. Effekte im Zusammenhang mit Tourismus und Image der Region schließen sich an. Da gerade für Rügen der Tourismus eine große Rolle spielt, dessen Entwicklung weniger exakt vorzuberechnen ist, werden hierfür mit einer Spezialistenbefragung subjektive Einschätzungen

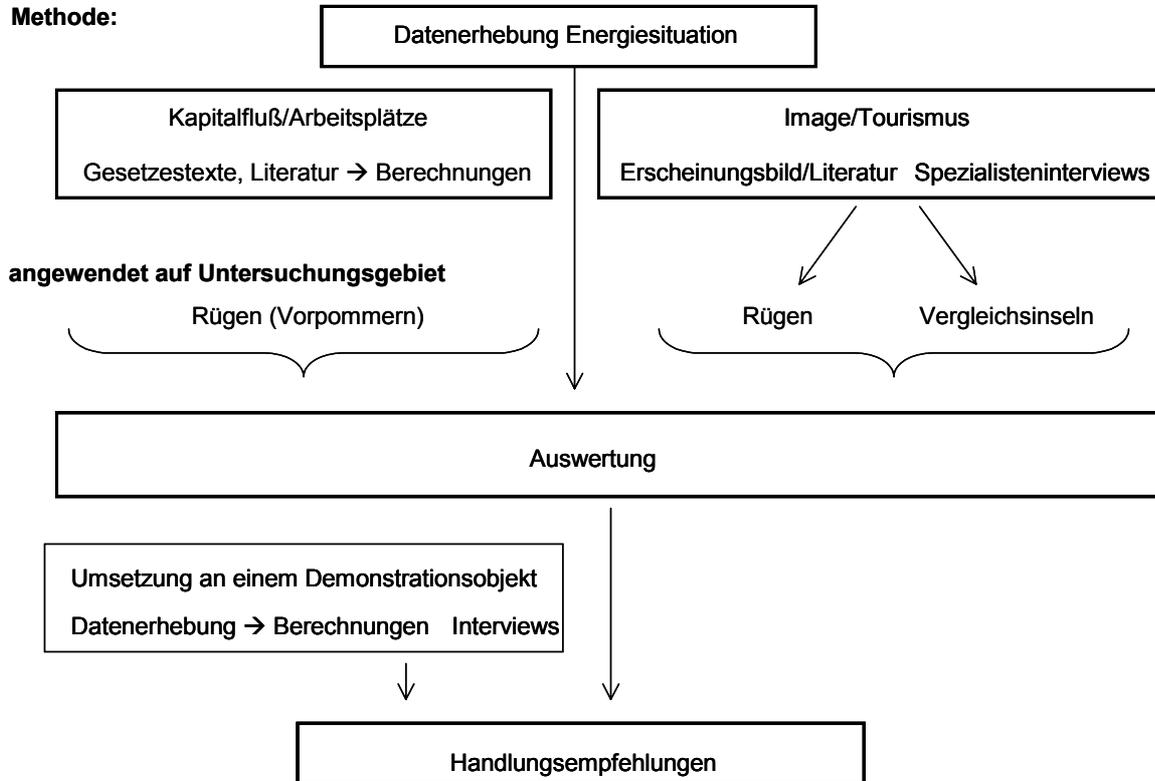
von Rügauer Akteuren in Schlüsselpositionen zusammengetragen. Andere Inseln aus dem Nord- und Ostseeraum, deren Energiekonzepte zum Teil schon weit umgesetzt sind, dienen als Vergleichsmaßstab für den Stand der Entwicklung auf Rügen und die absehbaren Möglichkeiten.

- In **Kapitel 3** werden die Überlegungen zur Regionalentwicklung an einem konkreten baulichen Beispiel verortet. Im Sinne der Praxisnähe ist mit dem Gebäudekomplex Prora in der Gemeinde Binz für diese Arbeit bewußt eine Altbausanierung als Beispiel gewählt worden. Jeder Neubau verbraucht zusätzliche Energie. Wirkliche Einsparungen können nur im Gebäudebestand erreicht werden. Der Komplex Prora weist durch Größe und Image regionale Bezüge im Sinne dieser Arbeit auf. - Dieses Kapitel ist sehr technisch orientiert. Es werden verschiedene Möglichkeiten einer energetischen Sanierung und einer aktiven Solarenergienutzung angerissen und durch Marketingaspekte ergänzt. Die tatsächlich anstehende Sanierung sorgt für eine besondere Aktualität.
- Handlungsempfehlungen für die regionale und lokale Ebene allgemein, und für Rügen im besonderen, runden in **Kapitel 4** das Thema ab. Die Erfahrungen der Vergleichsinseln und Best-Practice-Beispiele aus der Literatur werden eingearbeitet. Aktive Landespolitik und die Möglichkeiten der nationalen Gesetzgebung werden bewußt ausgeklammert. Für eine sofortige Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung, die per se stark dezentral orientiert sein muß, braucht und darf auch nicht auf langwierige Gesetzesänderungen gewartet werden.

**Abb.1: Schematischer Aufbau der vorliegenden Arbeit:**

**Ziel:** Beantwortung der Frage „Was hat eine Region von der Nutzung der Sonnenenergie auf ihrem Gebiet ?“

**Methode:**



„ ... Da der Einsatz der meisten Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger dezentral erfolgt, können diesbezügliche praktische Maßnahmen [...] nach dem Subsidiaritätsprinzip erfolgen, um auf der Ebene der lokalen Behörden die Entscheidungsprozesse zu erleichtern und das Verantwortungsbewußtsein für die Umwelt zu stärken. Dieses Umfeld bietet außerdem ein hervorragendes Beispiel für äußerst wirkungsvolle Synergien zwischen energie-, struktur- und regionalpolitischen Zielen. Dies zeigt sich am Beispiel des ländlichen Raumes, von Inseln sowie sonstigen abgelegenen Gemeinden, wo das Ersetzen unwirtschaftlicher, kleiner, mit fossilen Brennstoffen betriebener Kraftwerke durch mit erneuerbaren Energieträgern betriebene Anlagen einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung und zur Verhinderung der Abwanderung der Bevölkerung leisten kann. Dies führt zu einer Verbesserung des Lebensstandards und zur Schaffung neuer Arbeitsplätze.“

**Europäische Kommission** (o.J.): Weißbuch Erneuerbare Energieträger. S.11

[↓ nächste Seite](#)

## 1. Ausgangslage

[↑ vorherige Seite](#)

### 1.1. Allgemeine Probleme der Energieversorgung

- Die globale Energieversorgung ist eng verbunden mit der weltweiten **Umweltsituation**. 97% des Kohlendioxidausstoßes und 85% aller Treibhausgase zusammen sind energetisch bedingt (Forschvb.1998). Es soll hier nicht diskutiert werden, ob die Emission klimarelevanter Gase den Treibhauseffekt, d.h. die allmähliche Erwärmung des Weltklimas, allein verursacht oder lediglich verstärkt. Als Konsequenz ist in beiden Fällen gleichermaßen der menschliche Beitrag zu minimieren. – Der tatsächliche Energiebedarf der Menschheit ist kaum zu ermitteln, weil traditionelle Quellen statistisch schwer erfaßbar sind. Der traditionellen Biomassennutzung wird ein Deckungsanteil von rund 14% zugesprochen (Greenpeace in EUROSOLAR 1995). Der übrige Bedarf wird zu über 90% aus fossilen Quellen gedeckt (BMW 1999a). Demnach steht der weit größte Teil der gegenwärtigen Energieversorgung mit der Klimaproblematik in ursächlichem Zusammenhang.

5% der nicht-traditionellen Weltenergie werden durch Kernkraft gewonnen, eine Technik, die im Rohstoffabbau (Uran) wie Betrieb und Abfallbehandlung ebenfalls erhebliche Umweltauswirkungen hat.

Zur Zeit verbraucht 1/5 der Menschheit rund 4/5 der Energieträger. Deutschlands Anteil am Welt-Primärenergieverbrauch entspricht mit 4% dem Afrikas<sup>1</sup>. Bei sich angleichenden Lebensstandards der heute weniger entwickelten Länder ist von einer starken Erhöhung des Weltverbrauchs auszugehen. Das gilt um so mehr vor dem Hintergrund exponentiell wachsender Weltbevölkerung.

- Daneben besteht das wirtschaftliche Problem der **Endlichkeit** fossil-nuklearer Rohstoffe. Bei konstanter Förderung auf heutigem Niveau wird von Reichweiten der sicher bestätigten Reserven ausgegangen, die für Erdöl bei 42 Jahren, Erdgas bei 65, Kohle bei 169 und Uran bei 55-80 Jahren liegen<sup>2</sup>. Es wird allerdings angenommen, daß die Reserven überschätzt werden (www.hubbertpeak.com). Denn die Angabe hoher Ölreserven erwirkt dem jeweiligen Land sowohl höhere Förderquoten als auch eine höhere Kreditwürdigkeit. Möglicherweise ist bereits die Hälfte allen je vorhandenen Erdöls gefördert, d.h. der sogen. „mid-depletion point“ erreicht, so daß die jährlichen

---

<sup>1</sup> Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen 1999.

<sup>2</sup> BMW 2000. – für Uran: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1998, zit. n. BMW 1999; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Berlin o.J., BMU 1999.