

# **Energie für zwei Kontinente. Solarthermische Kraftwerke in der Sahara für eine umweltverträgliche Energieversorgung in Europa und Afrika. Politische und völkerrechtliche Aspekte<sup>1</sup>**

Von Jacob Emmanuel Mabe

## **1. Grundsatzüberlegung**

Allgemein ist das Weltenergiesystem durch eine umweltbelastende und unzureichende Energieversorgung gekennzeichnet. Dies resultiert einerseits daraus, dass der primäre Energiebedarf hauptsächlich durch fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas und Kohle) gedeckt wird, welche Gase wie Schwefeldioxid, Stickoxid und Kohlenmonoxid emittieren, die wiederum die Atmosphäre, Biosphäre und Hydrosphäre belasten. Diese anthropogene Belastung führt zu klimatischen Änderungen und zur Entstehung des Treibhauseffektes. Heute haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen einen Wert von über 22 Mrd.t. erreicht. Es sei daran erinnert, dass die fossilen Energieträger allein mit einem Anteil von 40% zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß beitragen. Hinzu zählen noch die Industriebranchen und der Verkehrssektor, die direkt oder indirekt vom fossilen Energieverbrauch abhängig sind. Nicht zuletzt ist die Verbrennung von Holz und die damit verbundene Rodung von Wäldern auch dafür verantwortlich. Andererseits sind die fossilen Energieträger auf die Länder und Kontinente ungleichmäßig verteilt und können deshalb nicht in allen Ländern ausreichend genutzt werden. Außerdem sind diese Energieressourcen erschöpfbar und zeitlich begrenzt, d.h. sie werden in ferner Zukunft nicht mehr zur Deckung des primären Energiebedarfs beitragen können.

Die Nutzung neuer und erneuerbarer Energiequellen (Biomasse, Kernenergie, Sonne, Wind usw.) ist selbst großen Hindernissen ausgesetzt, da diese nicht überall ausreichend genutzt werden können. Im Hinblick auf den gegenwärtigen Anteil der neuen und erneuerbaren Energiequellen an der Weltenergieproduktion lässt sich feststellen, dass diese noch keine klare Alternative zu den fossilen Brennstoffen, sondern deren Ergänzung sind. In einigen Ländern wie Frankreich und Belgien ist die Kernenergie bereits zum wichtigsten Energieträger geworden. Einige Länder wollen diesem Beispiel folgen. Angesichts der technischen Risiken, die mit der Atomenergienutzung verbunden sind (Sicherheit von Atomanlagen, Entsorgung radioaktiver Abfälle) kann diese Energieoption nicht für eine langfristige Alternative angesehen werden.

---

<sup>1</sup> Dieser Beitrag ist die Originalfassung eines vom Verfasser 1993 erarbeiteten und der Europäischen Kommission in Brüssel sowie der Bundesregierung, dem Landes Hessen und manchen Energieversorgungsunternehmen zur Förderung vorgelegten Projektantrags. Er wird unverändert veröffentlicht.

Jede wissenschaftliche Kritik ist nur dann konstruktiv, wenn der Kritiker eine alternative Lösung bietet. In der vorliegenden Studie wird der Akzent auf die Sonnenenergie gesetzt, da diese meines Erachtens, im Gegensatz zur Kernenergie, die beste langfristige Perspektive aufzeigt. Meine Analysen werden ausschließlich der Möglichkeit zur Förderung der Solarenergie für die Kontinente Afrika und Europa zugeordnet. Da die Sahara-Wüste fast unbewohnt ist und eine hohe Sonneneinstrahlung aufweist, soll sie dazu dienen, den beiden Erdteilen mit ausreichender und umweltfreundlicher Energie langfristig zu versorgen.

Die Nutzung der Solarenergie in der Sahara dient zunächst der Versorgung der Länder des Maghreb und des Sahels mit ausreichendem Trinkwasser. Mit Hilfe der Sonnenenergie kann das Meerwasser entsalzen und zum Kampf gegen die Desertifikation eingesetzt werden. Das entsalzte Wasser soll dann für den Anbau von Bäumen in der Sahelzone und in Nordafrika verwendet werden. Damit kann die Sonnenenergie indirekt zur Begrünung der Sahelzone und zur Lösung des Desertifikationsproblems (Ausbreitung der Wüste) in Afrika beitragen. Mit Hilfe des entsalzten Wassers sollen außerdem Bewässerungsanlagen installiert werden, um die Landwirtschaft in diesen Regionen zu fördern. Auf diese Weise kann einerseits die Hungernot effektiv gelindert und andererseits vielen Ländern Afrikas zu Nahrungselbstversorgung verholfen werden. Nun soll untersucht werden, inwieweit diese Idee politisch und völkerrechtlich realisiert werden könnte.

Einige Forscher haben bereits verschiedene technische und wirtschaftliche Studien begonnen, in denen ausführlich dokumentiert wurde, dass die Sonnenenergie in Nordafrika gewonnen, erzeugt und nach Deutschland bzw. Westeuropa transportiert werden könnte. Im geplanten Forschungsprojekt sollen diese technischen und ökonomischen Analysen durch die völkerrechtlichen und politikwissenschaftlichen Aspekte ergänzt werden, um die Machbarkeit des "Sahara-Projektes" zu beweisen. Hierbei geht es darum zu untersuchen, unter welchen politischen und rechtlichen Bedingungen die Sonneneinstrahlung der Sahara-Wüste auch von Europäern genutzt werden könnte. Ferner soll analysiert werden, inwieweit das "Sahara-Projekt" ein realistisches Modell für interkontinentale Zusammenarbeit sein könnte. Da allein die Politikanalyse nicht genügt, um die Umsetzbarkeit dieser Projektidee in die praktische Politik zu rechtfertigen, müssen dann auch die völkerrechtlichen Aspekte in diese Untersuchung herangezogen werden.

Vor weiterer Analyse soll zunächst eine kurze historische Darstellung der Energieproblematik stehen. Mit dem ersten Einsatz der Dampfmaschine in England im 18. Jahrhundert, begann die industrielle Revolution in Europa. Diese Revolution ging mit der Energiewende einher. Holz, das ehemals auch in Europa der Haupt-

energielieferant war, wurde nunmehr durch Kohle aus dieser Rolle verdrängt. So wurden Stein- und Braunkohle zu den wichtigsten Energieressourcen in Europa. In Afrika - im Gegensatz zu Europa - blieb Brennholz bis 1960 der Hauptenergieträger.

1950 erreichte der Industrialisierungsprozess in Europa seinen Höhepunkt. Diese Entwicklung hatte zur Folge, dass der primäre Energiebedarf anstieg. Stein- und Braunkohle konnten die zunehmende Energienachfrage im Zuge der Industrialisierung nicht mehr kompensieren. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde Erdöl größtenteils in den USA verbraucht. Wegen der Energieverknappung in Europa gewann das Erdöl auch dort allmählich an Bedeutung. Anfang der 60er Jahre nimmt der Ölverbrauch in allen Erdteilen zu. Auf diese Weise ist Erdöl zum wichtigsten Energieträger der Welt geworden.

Die Länder Europas (außer der ehemaligen Sowjetunion) weisen nur geringe Energierohstoffe auf. Um ihren Energiebedarf zu decken, müssen sie Erdöl, Erdgas und Natururan aus Afrika und anderen Kontinenten einführen. Sie besitzen aber großes Kapital und verfügen über hohes technisches Wissen, von denen die rohstoffreichen Länder Afrikas wiederum abhängen. Hieraus läßt sich die wechselseitige Abhängigkeit beider Kontinente ersehen.

Nach den beiden sogenannten Erdölkrisen 1973 und 1979 hatte jeder einzelne Staat Europas und Afrikas (außer den OPEC-Ländern) die Verletzlichkeit und die Grenze seiner nationalen Souveränität hinsichtlich der Energie einsehen müssen. Um die Ölabhängigkeit abzubauen, bemühten sich diese Länder darum, neue und erneuerbaren Energiequellen zu erschließen.

Im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen, die erschöpflich sind, ergänzen sich die regenerativen Energiequellen laufend aufgrund ihrer Natur und erneuern sich ständig. Diese sind u.a. Biomasse, Geothermie, Kernenergie, Solarthermische Energie, Wasserkraft und Windenergie.

Biomasse ist der Inbegriff aller organischen Stoffe, die in lebenden Organismen gespeichert sind. Zur Erhaltung und zum Aufbau der Biomasse wird die Energie von der Sonne geliefert, und von den Pflanzen mit Hilfe der Photosynthese in speicherlos chemische Energie umgewandelt. Ihre Nutzung erfolgt durch Verbrennung von landwirtschaftlichen Abfällen, zellulosehaltigen Pflanzen, Hausmüll und Holz im Biogas. Da Biomasse weder fremdes Know-How noch hohen Kapitalaufwand erfordert, erweist sie sich als günstige Energiequelle für die Energieversorgung der Entwicklungsländer. Biomasse ist aber auch mit großen Nachteilen verbunden.

Beim Anbau nachwachsender Rohstoffe muss eine Monokultur betrieben werden, was Waldschädigungen und Vegetationsverluste zur Folge haben kann. Außerdem führt die Förderung der Bioenergie auch zu einer Flächennutzungskonkurrenz zwischen Nahrungsmittelanbau und Biomassenproduktion, da die energetischen Pflanzen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen angebaut werden. Aus geologischen und geographischen Gründen ist die Förderung einer derartigen Produktion von Biomasse weder in Europa noch in Afrika wünschenswert.

Geothermische Energie ist im eigentlichen Sinne keine erneuerbare Energie. Sie wird nur aufgrund der großen Bedeutung ihrer Ressourcen als solche angesehen. Unter geothermischer Energie versteht man die Wärmeenergie des Erdinnern. Die Temperatur des Erdinnern nimmt im Durchschnitt der Kontinente je 33 m um 1°C (geothermische Tiefenstruktur) zu.

Kernenergie ist eine Bindungsenergie von Atomkernen, die bei spaltbaren Nukliden (Atomkernen) durch Kernspaltung oder Kernfusion genutzt wird. Als einziger natürlich vorkommender Spaltstoff ist nur Uran 235 vorhanden. Plutonium kommt nicht in der Natur vor, es wird durch Neutroneneinfang des Uran 238 ( $U_{238} + n - U_{239} - PU_{239}$ ) gebildet und in einem Kernreaktor künstlich erzeugt. Derzeit gibt es 25 Länder der Welt, die ihren Strom aus Kernkraftwerken beziehen. Insbesondere in den europäischen Staaten hat die Atomenergie einen sehr hohen Anteil an der Stromproduktion. Frankreich kommt an erster Stelle der Kernenergieproduzenten der Welt. Dort tragen Kernkraftwerke mit 73% zur französischen Stromversorgung bei. Weitere Länder sind Belgien (59%); Schweden (52%), Ungarn (48%), die Schweiz (40%), Deutschland (28%) usw. Auch dort in Spanien, wo eine hohe Sonneneinstrahlung vorhanden ist, setzt man auf Kernenergie (36%). Im afrikanischen Kontinent ist die Republik Südafrika das einzige Land, das ein eigenes Kernkraftwerk besitzt (5,9%). In Marokko und Ägypten soll die Kernenergie mit jeweils 5% und 15% zur Energieerzeugung dieser Länder beitragen, obwohl diese Länder keine eigenen Atomkraftwerke besitzen.

Sonnenenergie bezeichnet die Energie von der Sonne. Sie wird durch Sonnenstrahlen gewonnen. Sie kann direkt über photoelektrische Zellen oder indirekt über eine Dampferzeugung in elektrische Energie umgewandelt werden. Nach der bisherigen Erkenntnis beträgt die Strahlungsenergie pro Flächeneinheit 1395 W/m<sup>2</sup> (Solarkonstante). Auf die Nutzung der solarthermischen Energie wird noch später eingegangen.

Wasserkraft bezeichnet die Energie von strömendem oder aufgestautem Wasser. Sie findet sich in der Natur als potentielle Lageenergie in stillen bzw. stehenden

Gewässern und als Bewegungsenergie in fließenden Gewässern, im Tidenhub der Gezeiten und in den Strömungen der Meere. Da dieser Kreislauf von der Sonne so gehalten wird, dass die Gewässer ständig und erneut dem Meer zufließen, erweist sich die Wasserkraft als eine indirekte Nutzungsform der Sonnenenergie und wird deshalb den regenerativen Energiequellen zugeordnet. In West- und Zentralafrika sind große Wasserkraftreserven vorhanden, die aber - aus Kostengründen und wegen der dort fehlenden Technologie - bislang nicht genutzt werden konnten. In Zukunft wird die Wasserkraft ihren Beitrag zur Erhöhung der Produktion von erneuerbaren Energiequellen leisten können.

Windenergie bezeichnet die durch Zufuhr von Strahlungsenergie der Sonne erzeugten Druckunterschiede in der Atmosphäre, die zu einer Luftbewegung relativ zur Erdoberfläche führen. Sie wird durch Windkraftanlagen genutzt.

Die Bemühungen Europas um die Förderung alternativer Energien sind aber großen Hindernissen ausgeliefert, da das gesamte Potential der neuen und erneuerbaren Energiequellen in Europa sehr gering ist. Daher könnten sie nur einen geringen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs dieser Länder leisten. Angesichts dieser Tatsache lässt sich feststellen, dass Europa niemals eine eigenständig ausreichende Energieversorgung erreichen kann, ohne auf Importe aus dem Ausland zurückzugreifen. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wird eine neue Lösung des Problems vorgeschlagen, die - im Gegensatz zur Atomenergie-Option - eine bessere und ökologisch sichere Perspektive aufzeigt.

In Europa wird Kernenergie von einigen politischen Verantwortlichen als die beste Alternative zu den fossilen Energieträgern bei der Überwindung der Energieknappheit und Energieabhängigkeit angesehen. Nach Auffassung der Befürworter der Atomenergie kann das angereicherte Natururan in den Kernkraftwerken durch seine Umwandlung in Plutonium eine langfristige und ausreichende Energieversorgung in Europa garantieren. Diese These trifft nur insofern zu, wenn man nur vom technisch-ökonomischen Gesichtspunkt ausgeht. Dennoch gibt es in der Nutzung der Atomenergie große ökologische und geologische Bedenken.

Geologisch gesehen, hat die Ausnutzung des Natururans in Afrika die Ressourcenverknappung zur Folge, da dieser Rohstoff noch keine direkte Nutzung dort findet. Die afrikanischen Staaten (außer der Republik Südafrika und den Maghreb-Staaten) verzichten weiter noch auf eine militärische und zivile Nutzung der Kernenergie. Für eine bessere Schonung der natürlichen Ressourcen sollten sie lieber auf den Abbau von Uran verzichten. Sowohl die UNO als auch die EG wollen grundsätzlich die afrikanischen Länder bei dieser Aufgabe unterstützen. Bislang aber hat noch

kein Staat Europas, den totalen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen.

Was das ökologische Bedenken angeht, handelt es sich um die direkten bzw. indirekten Auswirkungen der Kernenergie auf die Umwelt und das ganze Ökosystem. Die indirekten Auswirkungen auf die Umwelt betreffen die giftigen Emissionen beim Abbau des Natururans.

Überdies wirkt sich die Kernenergie direkt auf das Ökosystem durch die daraus resultierenden radioaktiven Abfälle. Dabei gilt Tschernobyl als hinreichendes Beispiel. Selbst wenn die Atomanlagen in absoluter Sicherheit stehen würden, wie oft in Westeuropa behauptet wird, bliebe die Kernenergienutzung eine umstrittene alternative Energie. Dies begründet sich dadurch, dass alle Gefahren, die damit verbunden sind, keineswegs beseitigt werden können. Das plausibelste Beispiel dafür ist die sogenannte Endlagerung radioaktiver Abfälle aus diesen Kraftwerken. Kein Wissenschaftler gibt die Garantie dafür, dass diese Abfälle - auch im Falle eines Erdbebens - nicht mehr aus ihrer Endlagerstätte in der Erde entspringen könnten. Außerdem ist es bisher noch nicht gelungen, die radioaktiven Strahlen überhaupt zu neutralisieren bzw. zu destruieren. Länder, die Atomprogramme entwickelt haben, wissen noch nicht, wo sie ihre radioaktiven Abfälle lagern oder aufbereiten können. Einige von ihnen versuchen, diese durch illegale Methoden in die Entwicklungsländer einzuführen. Nach Schätzungen der Internationalen Atomenergie-Organisation werden sich bis zum Jahr 2000 über 200 Tonnen abgebrannte Brennstäbe im zivilen Bereich weltweit anhäufen: USA (41 t), Frankreich (36 t), Großbritannien (28 t), ex-Sowjetunion (20 t), Japan (18 t), Deutschland (11 t), Argentinien (5,8 t), Indien (5 t), Südkorea (4 t) usw. Die Angaben über die radioaktiven Abfälle bei der militärischen Nutzung der Kernenergie sind noch unbekannt.

Hinsichtlich der Tatsache, dass die westeuropäischen Staaten über geringe fossile Energieressourcen verfügen, die gleichzeitig ökologisch unverträglich sind und, dass Kernenergie eine lugubre Perspektive darstellt, bleibt nur die Nutzung solarthermischer Kraftwerke in der Sahara-Wüste und im mediterranen Raum die bessere kurz- und langfristige Option. Inwieweit sich dieses formidable Projekt realisieren lässt, wird in diesem Forschungsvorhaben profund untersucht werden.

Die afrikanischen Länder weisen allgemein enorme Energierohstoffe auf. Leider sind diese nicht in jeder einzelnen Region verfügbar. Es steht außer Zweifel, dass Erdöl der zweitwichtigste Energieträger nach Brennholz ist. Die Länder der Sahelzone (Mali, Senegal, Mauretanien, Sudan, Burkina Faso, Niger, Tschad u.a.) weisen fast keine Erdölvorkommen auf. Dort ist auch das Brennholz sehr knapp. Aufgrund ihrer Vegetation können diese Länder keine Wasserkraftwerke errichten, denn

selbst das Wasser ist dort knapp. Sie verfügen aber über eine sehr hohe Sonneneinstrahlung. Es fehlen ihnen jedoch Kapital und technisches Wissen, um ihre Sonne für energetische Zwecke zu nutzen. Seit 1960 haben sie Industrieanlagen auf Ölbasis errichtet. Selbst die Elektrizitätsversorgung der Haushalte und das ganze Verkehrswesen werden nur mit Hilfe des Erdöls garantiert. Sie müssen aber ihre Agrarrohstoffe exportieren, um die Devisen zu erzielen, die dann für den Import von Erdölerzeugnissen wieder ausgegeben werden. Da die landwirtschaftlichen Produkte preisgünstig auf dem Weltmarkt angeboten werden, reichen die dadurch erwirtschafteten Devisen nicht aus, um den Außenhandel zu betreiben.

Diese Terms of Trade führen damit zu Zahlungsbilanzdefiziten. Daher sind diese Länder auf Auslandskredite angewiesen, um ihre Ölversorgung zu sichern, was ihre Auslandsverschuldung verschärft. Die Sahel-Länder können nur ihre Abhängigkeit vom Erdöl abbauen und dann ihren Energiebedarf langfristig decken, wenn sie die Wind- und Sonnenenergie nutzen. Außerdem bemühen sich diese Länder um die Begrenzung der Ausbreitung der Wüste. Eine Bekämpfung der Desertifikation kann nur mit Bewässerungsanlagen zu einem Erfolg führen. Mit Hilfe einer quantitativen Nutzung der Sonnenenergie kann das Wasser des atlantischen und indischen Ozeans entsalzt werden und sowohl für die Trinkwasserversorgung als auch für die Bewässerungsanlagen der landwirtschaftlichen Plantagen bereitgestellt werden. Ohne aber die Unterstützung der Industrieländer an kann dieses Ziel aber nicht verwirklicht werden. Das vorliegende Forschungsvorhaben wird ihnen sicherlich eine beste Form der Zusammenarbeit mit Westeuropa im Energiebereich bieten. Der Beitrag der Sahelländer zum Gelingen des "Sahara-Projektes" wird darin bestehen, die notwendige Fläche für die Errichtung der Solaranlagen zur Verfügung zu stellen.

Die OPEC - Staaten Nordafrikas liegen in der Wüstenregion. Aus diesem Grund weisen sie ebenfalls eine hohe Sonneneinstrahlung, die für die thermische Nutzung der Sonnenenergie notwendig ist. Da diese Länder sehr stark vom Erdölexport abhängig sind, könnten sie die einzige Hürde für die Verwirklichung des "Sahara-Projektes" sein. Es sei daran erinnert, daß ihre Öldevisen etwa 90% ihrer gesamten Staatseinnahmen ausmachen. Daher kann die Nutzung solarthermischer Kraftwerke in dieser Region nur unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Interessen dieser Staaten möglich werden. Diese Länder werden natürlich ein großes Interesse daran haben, da sie dadurch ihre eigene Bevölkerung mit preisgünstigem und Strom und ausreichendem Trinkwasser künftig versorgen könnten. Es wird auch untersucht werden, inwiefern Sonnenkraftwerke ungehindert in der Sahara-Wüste aufgebaut werden können, um Afrika und Europa mit einer umweltfreundlichen Energie zu versorgen.

Wer die ökonomischen Entwicklungen der Welt verfolgt, sollte eigentlich zu einer solchen Idee der globalen bzw. interkontinentalen Energieperspektiven gelangen. In den letzten 30 Jahren wurden in allen Erdteilen erstaunliche wirtschaftliche Fortschritte erzielt. Insbesondere die Staaten Westeuropas haben in diesem Zeitraum einen sehr hohen Lebensstandard erreicht. Aber auch den Entwicklungsländern Afrikas ist es teilweise gelungen, ihre Arbeits- und Lebensbedingungen zu verbessern. Es soll unterstrichen werden, dass solche Entwicklungsstufen ohne ein ausreichendes Energieangebot nicht hätten erreicht werden können.

Dieses bislang auf fossilen Energieträgern basierende Energiesystem bringt enorme Probleme mit sich: Erdöl, Erdgas, Braun- und Steinkohle haben ihre Obergrenze erreicht, d.h. ihre Reserven gehen deutlich zurück. Gleichzeitig fordern die Industrieländer noch mehr Wirtschaftswachstum. Die Entwicklungsländer ihrerseits streben ebenfalls eine Entwicklung nach westlichem Vorbild an; darunter verstehen sie die Erhöhung ihres BIP bzw. BSP.

Ein solches Wachstumsziel kann sich aber nicht mit wenigem Energieverbrauch verwirklichen. Aufgrund der Erschöpfbarkeit und Begrenztheit der fossilen Energieträger lässt sich dann fragen, ob die eingangs genannten neuen und erneuerbaren Energiequellen die beste Alternative sind, um den zukünftigen Energiebedarf in allen Ländern decken zu können. Es sei daran erinnert, dass die Zunahme des Energiebedarfs nur durch den intensiven Einsatz menschlicher, tierischer und mechanischer Arbeit bedingt ist. Im Hinblick auf den Verbrauchanstieg der letzten 30 Jahre lässt sich deutlich ersehen, dass das rasante Bevölkerungswachstum und die rapide industrielle Entwicklung die Hauptauslöser für die Zunahme des Energiebedarfs waren.

Heute sind viele Entwicklungsländer bereits in die höhere Stufe der Industrialisierung übergegangen. Es handelt sich hierbei um die sogenannten Schwellenländer. Sie sind große Produzenten von Industriegütern (Fahrzeuge, Elektrogeräte u.a.). Als solche zählen sie auch zu den großen Endenergieverbrauchern. In Afrika vermag das Brennholz den zunehmenden Energiebedarf der ländlichen Regionen nicht mehr zu decken. Auch in diesen ländlichen Gebieten gewinnt die Elektrizitätsversorgung an Bedeutung. In der Sahelzone führt die Nutzung von Holz zunehmend zu Vegetationsverlusten bzw. zur Desertifikation.

In den afrikanischen Städten werden größtenteils kommerzielle Energien (Elektrizität, Gas- und Erdölprodukte) verbraucht. Im Gegensatz zu den Dörfern werden dort auch Holz, Holzkohle und Sägespäne kommerzialisiert. Es soll in diesem Zusammenhang hervorgehoben werden, dass die Urbanisierung diesen Prozess begün-



stigt. Während im Jahre 1960 etwas 95% der Afrikaner südlich der Sahara noch in den Dörfern lebten, macht die urbane Bevölkerung heute 40% der gesamten Bevölkerung einiger Länder aus. Im Jahr 2000 wird die Verstädterungsquote 50% und im Jahr 2020 etwa 70% erreichen, wenn adäquate Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen in den ländlichen Gebieten nicht sofort ergriffen werden.

Für die Versorgung der wachsenden urbanen Bevölkerung werden Lebensmittel-, Transport-, Schwer- und Bauindustrien entstehen müssen. Nicht zuletzt zu vergessen sind die energieintensiven Industrien wie chemische Industrien, Kraftwerke und Raffinerien. So wird der Energiebedarf ansteigen müssen.

Heute beläuft sich der weltweite primäre Energiebedarf auf 12 Milliarden Tonnen SKE (Steinkohleeinheit) und wird zu 90% aus den fossilen Brennstoffen gedeckt. Der Anteil der neuen und erneuerbaren Energien ist noch gering: Hydroelektrizität (5%), Kernenergie (4%). Biomasse trägt mit etwa 25% zur Deckung des Weltenergiebedarfs bei; dabei spielt die Nutzung von Holz eine besondere Rolle. Geht man davon aus, dass der Weltenergiebedarf 1960 noch 5 Mrd.t SKE betrug, so lässt sich feststellen, dass dieser Bedarf um etwa 2% jährlich ansteigt. Laut Prognosen wird der jährliche Anstieg bis zum Jahr 2000 mit 18 Mrd.t SKE beziffert. Bis zum Jahr 2050 ist ein weiterer jährlicher Energiebedarfsanstieg von 60 Mrd.t SKE zu berechnen.

Es muss hervorgehoben werden, dass Westeuropa allein mit 20%, d.h. 2 Mrd.t SKE am gesamten Weltenergieverbrauch (12 Mrd.t SKE) beteiligt ist. Afrika verbraucht nur 300 Mio.t SKE. Nimmt die afrikanische Bevölkerung und die damit verbundene Urbanisierung zu, selbst wenn die europäische Bevölkerung stagnieren würde, wird der Energiebedarf in beiden Kontinenten weiter ansteigen. Auch wenn eine strenge Geburtenbeschränkung in Afrika eingeführt würde, so dass die dortige Bevölkerung stagnierte bzw. zurückginge, wäre trotzdem für den primären Energiebedarf mit einem Anstieg zu rechnen. Aus dieser Ausführung geht hervor, dass nicht die Zahl der Menschen den Energiebedarfsanstieg bestimmt, sondern vielmehr das Streben nach Wirtschaftswachstum und materiellem Wohlstand, welche mit zunehmender Industrialisierung verbunden sind. Da aber dieser Weg unvermeidbar und unverzichtbar erscheint, sind Afrikaner und Europäer darauf angewiesen, eine gemeinsame langfristige Energieperspektive zu entwickeln. Die Nutzung solarthermischer Kraftwerke in der Sahara-Wüste ist die einzige Möglichkeit für beide Kontinente, eine gemeinsame Verantwortung für die Energieversorgung der künftigen Generationen zu tragen.

Es wurde bereits betont, dass das Weltenergiesystem auf den fossilen Energieträgern basiert, welche sehr begrenzt sind. Abgesehen davon, emittieren sie auch giftige Stoffe wie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxiden und Kohlenmonoxid, die die Atmosphäre, Biosphäre und Hydrosphäre verseuchen. Bei der Erschließung neuer und erneuerbarer Energiequellen geht es nicht ausschließlich darum, die äußere Umwelt zu schützen. Dabei sollen auch gesunde Lebensgrundlagen und Lebensverhältnisse für die Menschen gewährleistet sein. So ist der Umweltschutz nicht bloß die Bewahrung der Schöpfung allein, er schließt den Schutz der Soziosphäre gleichzeitig, d.h. die Erhaltung der menschlichen Art mit ein.

Auf der Umweltkonferenz von Rio im Juni 1992 wurde diese Forderung deutlich. Zum ersten Mal in der Weltgeschichte des 20. Jahrhunderts haben sich viele Staats- und Regierungschefs von allen Erdteilen versammelt, um über die globale ökologische Katastrophe und Herausforderung nachzudenken und nach besseren Lösungen zu suchen. Eine Klimakonvention wurde zwar verabschiedet, leider wurden viele Aspekte der Ökologie im Zusammenhang mit der Energieversorgung übersehen oder nur marginal erörtert. Auch der Weltkongress des Weltenergierats in Madrid im September 1992 brachte nichts Neues zur Lösung des Umwelt- und Energieproblems.

Das vorliegende Forschungsvorhaben versteht sich nicht als eine Kritik an der Umweltkonferenz, sondern als ein Appell an die politischen Verantwortlichen Europas und Afrikas, die große koloniale Wunde gemeinsam zu heilen, indem sie künftig füreinander arbeiten und nicht mehr wie bisher gegeneinander. Ich plädiere für eine harmonische und gerechte Kooperation zwischen den ressourcen- und rohstoffreichen Ländern Afrikas einerseits und den kapitalreichen und technologisch-fortgeschrittenen Ländern Europas andererseits. Damit wäre der Einsatz solarthermischer Kraftwerke in der Sahara-Wüste das erste Beispiel für eine echte interkontinentale Zusammenarbeit.

### **1.1.2 Fragestellung**

Dieses Forschungsvorhaben geht folgenden Fragen nach:

- 1) Inwieweit kann die solare Energienutzung zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission in den beiden Kontinenten beitragen und die Vernichtung der Wälder sowie die damit verbundene Desertifikation in Afrika bremsen?
- 2) Nach welchem Verfahren kann die Sonnenenergie der Sahara-Wüste umgewandelt werden, um Europa und Afrika langfristig mit ausreichender Energie zu versorgen?

- 3) Da die Solarenergie des Mittelmeerraums sich aufgrund der nationalen Souveränitätsrechte der einzelnen Staaten nicht erschließen läßt, wirft sich dann die Frage auf, ob eine Rechtsordnung geschaffen und bestimmt werden kann, um ein solches Projekt durchzuführen.
- 4) Inwieweit können politische und völkerrechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Kollisionsfälle bei der Nutzung der Solarenergie in der unbewohnten Sahara-Wüste zu vermeiden? Welche Rechtsordnung kann in diesem Fall angewendet werden, um eine Wüste zu einem exterritorialen bzw. neutralen Gebiet zu erklären? Wem soll überhaupt das Recht zukommen, einen solchen internationalen Rechtsakt im exterritorialen bzw. neutralen Gebiet anzuwenden?
- 5) Nach welchen Kriterien kann eine internationale Polizei zur Überwachung der zu errichtenden Solaranlagen und Verteilungsnetze eingesetzt werden, um die Rechtssicherheit der am Projekt beteiligten Staaten zu garantieren?
- 6) Inwieweit können die europäischen Staaten bei grenzüberschreitender Stromerzeugung berechtigt sein, ihre eigene Rechtsordnung zur Anwendung zu bringen?
- 7) Lassen sich die sicherheitspolitischen Interessen der noch bestehenden Großmacht USA sowie die nationalen Wirtschaftsinteressen der arabischen Staaten Nordafrikas mit der Realisierung der Sahara-Projektes vereinbaren?
- 8) Inwieweit könnten die Interessen zwischen handelnden Staaten Europas und betroffenen territorialen Staaten Afrikas harmonisiert werden, so daß das Prinzip der Nichteinmischung in die inneren Angelegenheiten beachtet wird?
- 9) Ist es möglich, Länder wie Frankreich und Belgien davon zu überzeugen, auf die Kernenergie, auf der ihr Energiesystem größtenteils basiert, zu verzichten und sich deshalb an dieses solare Projekt anzuschließen?
- 10) Wer und wie soll das Sahara-Projekt finanziert werden?

## **2. Ziel des geplanten Forschungsprojektes**

Das geplante Vorhaben verfolgt drei wesentliche Ziele:

- a. Zunächst geht es darum, ein rationales Energieversorgungskonzept für zwei Kontinente (Europa und Afrika) zu entwickeln. Dabei sollen die politischen und völkerrechtlichen Möglichkeiten untersucht werden, um die Rahmenbedingungen bei der Durchführung dieses Projektes zu schaffen.
- b. Als weiteres Ziel geht es darum zu zeigen, dass die Solarenergie die beste umweltfreundliche Alternative darstellt. Abgesehen von ihrem Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, kann die Solarenergie noch für andere wirtschaftliche und gesellschaftliche Zwecke genutzt werden:
  - Trinkwasser für Trockengebiete
  - Meer- und Brachwasserentsalzung
  - Dezentrale Stromversorgung
- c. Zum Schluss verfolgt dieses Projekt das Ziel, das Meerwasser zu entsalzen, um die Desertifikation in Afrika dauerhaft einzudämmen, die Sahelzone zu "begrünen" und den ganzen nordafrikanischen Raum mit Wasser zu versorgen.

## **3. Methodisches Vorgehen**

Die Realisierung des "Sahara-Projektes" hat sich bereits als technisch machbar nachgewiesen. Die geplante sozialwissenschaftliche Forschung versteht sich als Ergänzung und Erweiterung der von Naturwissenschaftlern durchgeführten technischen Studien. Daraus wird ersichtlich, dass die Methode der Arbeit empirisch-analytisch sein wird. Den Technikern ist es bislang nicht gelungen, adäquate Antworten auf die politischen und rechtlichen Fragen der Sonnenenergienutzung zu geben. In den verschiedenen Studien über die Nutzung solarthermischer Kraftwerke im mediterranen Raum wird der Akzent eher auf die technischen und wirtschaftlichen Aspekte gesetzt. Dabei werden die für die praktische Politik notwendigen wissenschaftlichen Informationen unzureichend verarbeitet. Ausgehend von den politikwissenschaftlichen und völkerrechtlichen Gesichtspunkten, möchte ich die politische Machbarkeit der Sonnenenergienutzung in der Sahara-Wüste untersuchen, um die Realisierbarkeit eines derartig gemeinsamen Mamut-Projektes für

Europa und Afrika zu beweisen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die geplante Untersuchung nicht direkt Gegenstand der Politikwissenschaft ist. Dies erklärt sich durch die Tatsache, dass die Energieforschung bislang immer als eine Angelegenheit der Natur- und Wirtschaftswissenschaften angesehen wurde. Da der Energiebereich auch politischen Handelns bedarf, überschreitet er die Grenzen der Technik und Wirtschaft und geht damit in die Politikwissenschaft über. Ohne politische Entscheidungen kann eine Energiequelle nicht gefördert werden. Ich möchte zudem die Bedingungen untersuchen, unter denen die politischen Entscheidungen zur Förderung der Sonnenenergie in der Sahara möglich gemacht werden können. Überzeugt von der Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Natur- und Sozialwissenschaften möchte ich als Politikwissenschaftler dazu beitragen, technische, ökonomische, politische und juristische Aspekte in Einklang zu bringen.

### **3.1 Theoretische Phase**

#### **3.1.1 Technische Aspekte**

Die Sonneneinstrahlung wird entweder direkt über photoelektrische Zellen oder indirekt über eine Dampferzeugung in elektrische Energie umgewandelt. Allgemein unterscheidet man drei Arten von Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche: eine direkte, eine diffuse und eine globale Strahlung.

Bei einer direkten Strahlung gelangt die Sonne auf die Erde ohne Streuung durch die Atmosphäre. Die direkte Strahlung ist besonders sehr hoch in den Wüstenregionen (Sahara und Kalahari in Afrika, Arabien-Wüste und Kalifornien. Dort scheint die Sonne pro Jahr über 3600 Stunden. Die Wüstenflächen der Erde stellen sich folgendermaßen dar:

- Sahara-Wüste (Afrika): 8.400.000 km<sup>2</sup>
- Australische Wüste (Ozeanien): 1.500.000 km<sup>2</sup>
- Arabische Wüste (Asien): 1.300.000 km<sup>2</sup>
- Gobi-Wüste (Asien): 1.040.000 km<sup>2</sup>
- Kalahari-Wüste (Afrika): 520.000 km<sup>2</sup>
- Takla Makam-Wüste (Asien): 320.000 km<sup>2</sup>
- Sonora-Wüste (Amerika): 310.000 km<sup>2</sup>
- Namibische Wüste (Afrika): 310.000 km<sup>2</sup>.

Die Sahara weist deutlich die breiteste Wüstenfläche auf. Auch die Sahelzone, der nördliche mediterrane Raum (Südspanien, Naher-Osten und die übrigen umliegenden Regionen anderer Wüsten der Welt) verzeichnen eine hohe Anzahl von Sonnenstunden im Jahr. Da die direkte Strahlung eine hohe Energiedichte und sehr

hohe Temperaturen erreicht, kann sie mit konzentrierenden Systemen gebündelt werden.

Die diffuse Strahlung ihrerseits ergibt sich aus einer mehrfachen Streuung und Reflexion in der Atmosphäre und wird deshalb mittels Flachkollektoren genutzt. Die Globalstrahlung resultiert aus direkter, diffuser und der vom Boden reflektierten Strahlung.

Dass die Sonnenenergie zur Deckung des Weltenergiebedarfs beitragen kann, steht außer Zweifel. Doch sie kann nur effizient nutzbar gemacht werden, wenn sie eingefangen, konzentriert und gespeichert wird. Nach dem jetzigen Stand der Technik ist es möglich, die Solarenergie für große Leistungseinheiten im Mittelmeerraum auf zwei verschiedene Weisen zu nutzen:

- Sie kann entweder durch Photovoltaik bzw. Solarturm mit Hilfe der Elektrolyse in Wasserstoff oder
- durch Photovoltaik bzw. Solarturmkraftwerke in Elektrizität umgewandelt werden.

In diesem Forschungsprojekt wird der Akzent eher auf die Elektrizitätsversorgung gesetzt. Für eine ausreichende Energieversorgung in den beiden Kontinenten wird in nächster Zukunft die Wasserstofferzeugung notwendig sein. Wasserstoff wird sicherlich Erdöl und Gas total ersetzen.

Die elektrische Energie aus der Solarstrahlung erfolgt auf thermischer und photoelektrischer Basis. Es gibt bislang drei Systeme für die thermische Solarenergienutzung:

- Im Farmsystem wird ein Wärmeträgermedium über konzentrierte Kollektoren erhitzt, mit Dampf erzeugt und mittels Dampfturbine wird die elektrische Energie erzeugt.
- Im Turmsystem wird die einfallende Sonnenenergie auf einen an der Turmspitze befindlichen Absorber konzentriert und in ihm ein Wärmeträger erhitzt. Parabolspiegel und Turmkraftwerke zur wirtschaftlichen Stromerzeugung werden noch erprobt. Für das Turmsystem ist eine gute, technisch ausgereifte Receiver-technik mit hohem Wirkungsgrad Voraussetzung. Verschiedene Receiver-Typen sind bereits entwickelt worden.
- Beim nicht-konzentrierten System wird das niedrige Temperaturniveau von Flachkollektoranlagen oder Solarteichen über thermodynamische Kreisläufe mit siedenden Flüssigkeiten genutzt.

Bislang wurde die Sonnenenergie durch Kollektoren und Solarzellen nutzbar

gemacht. Besonders in Europa und Nordamerika werden entweder Flachkollektoren zur Warmwasserbereitung und Beheizung von Schwimmbädern verwendet oder Sonnenkollektoren in die Hausdächer für die Stromerzeugung integriert. 1981 wurde das erste Sonnenkraftwerk auf Sizilien errichtet. In Almeria an der spanischen Costa de Sol und in Kalifornien stehen weitere Solarkraftwerke. Photovoltaikanlagen sind in vielen Ländern heute installiert. Die Idee, den Solarstrom aus dem Weltraum durch Satteliten zu erzeugen, bleibt reine Chimäre.

Für die Nutzung der Sonnenenergie in der Sahara-Wüste können alle Systeme verwendet werden. Die Errichtung großer Photovoltaikanlagen und Solarturmkraftwerke setzt dichte und breite Landesflächen voraus, die nur in den unbewohnten Gebieten vorhanden sind. Aufgrund ihrer günstigen Lage bei der Verwirklichung dieses Ziels wird die Sahara-Wüste hier als Erzeugungsstandort gewählt. Diese Wüste hat, wie vorher gesagt, eine gesamte Fläche von 8.400.000 km<sup>2</sup>. Die großen Solartürme selbst sollen allerdings in den Sahelländern errichtet werden, da dort der Boden fester und stabiler ist.

Die Übertragung und der Transport von elektrischer Energie über weite Entfernungen können entweder

- auf Drehstrom-Hochspannung-Übertragung (DHÜ) oder
- auf Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) oder
- auf Supraleitende Stromübertragung (SLÜ) erfolgen.

Technisch gesehen, weist die HGÜ keine Begrenzung der Übertragungsentfernungen bei Fernübertragungen auf. Sie wird seit etwa 30 Jahren angewendet. So erweist sie sich heute als ausgereifte Technologie. Insgesamt sind weltweit 25 GW HGÜ-Leitungen mit einer gesamten Länge von über 10.000 km installiert, die besonders für die Elektrizitätsversorgung aus Wasserkraftwerken bestimmt sind. Bei einer Entfernung von etwa 3500 km zwischen der Sahara-Wüste und Deutschland beispielsweise lassen sich die HGÜ-Leitungen problemlos installieren. Die Übertragung solcher hoher Spannungen erfolgt über Kabel, die entweder über Land oder unterirdisch errichtet werden können. Die spannungsführenden Leiter sind mit Isolatoren an Masten aus Stahl, Beton oder Holz befestigt.

### **3.1.2 Völkerrechtliche Aspekte**

Um die Solarenergie der Sahara-Wüste nutzbar zu machen und um eine grenzüberschreitende Stromversorgung bis hin zu den Verbrauchsländern Europas und Afrikas zu ermöglichen, muss zunächst ein Ordnungssystem geschaffen werden, das die Elektrizitätswirtschaft für beide Kontinente regelt. Dieses Ziel kann nur dann

erreicht sein, wenn sich alle beteiligten Länder für gemeinsame Transport- und Verbundnetze zusammenschließen.

Auf europäischer Seite existieren seit 1951 einige Verbund-Organisationen, die zum Ziel haben, ein europäisches Netz auszubauen, um die Versorgungssicherheit der Verbundpartner an Elektrizität zu sichern. Somit wurden grenzüberschreitende Hochspannungsleitungen zwischen den Ländern errichtet. Zwischen den EVU (Energieversorgungsunternehmen) der verschiedenen Länder wurden privatrechtliche Verträge abgeschlossen, um diese Aufgaben zu erfüllen. Somit wurden folgende Vereinigungen ins Leben gerufen:

- UCPTE (*Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité*), deren Verbundnetz von Norddeutschland bis Südspanien und Südportugal sowie von der Bretagne bis zum äußersten Zipfel reicht (insgesamt 72.000 km langes Transportnetz). Mitglieder sind alle EU-Staaten (außer England), Schweiz und Österreich;
- Verbundorganisation NORDEL für die skandinavischen Länder;
- Assoziation UFIPT: Frankreich, England, Portugal und Spanien;
- Assoziation SUDEL: Griechenland, Italien, Jugoslawien und Österreich.

Die Hauptaufgaben dieser Verbundorganisationen sind:

- Energie zu liefern, um Betriebsstörungen zu vermeiden und die Wasserkraft möglichst effektiv zu nutzen,
- technische Zusammenarbeit und Informationsaustausch zu fördern.

Hinsichtlich der Tatsache, dass der Elektrizitätstransport westeuropaweit ist, lässt sich klar ersehen, dass die Übertragung der Elektrizität aus der Sahara-Wüste auf europäischer Ebene eine realistische Aufgabe ist. Es ergibt sich aber ein völkerrechtliches Problem in diesem Zusammenhang, da diese Assoziationen keine Völkerrechtssubjekte sind. Die von ihnen abgeschlossenen Verträge haben zwar einen völkerrechtlichen Charakter. Sie sind es aber nicht. Damit sie völkerrechtliche Verträge werden, müssen sie von den einzelnen westeuropäischen Staaten nochmals ausgehandelt und ratifiziert werden. So könnten die zuvor genannten privatrechtlichen Vereinigungen in internationale Organisationen umgewandelt werden. Inwieweit dies funktionieren kann, wird in diesem Forschungsprojekt untersucht.

Auf der Ebene der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft wird z.Zt. über eine neue Ordnung der Elektrizitätswirtschaft diskutiert. Einerseits wird der freie Wettbewerb gefordert. Andererseits ist die Rede von geschlossenen Versorgungsgebieten. Diese Diskussion begann mit der Veröffentlichung des sogenannten Weißbuches der EG-Kommission vom 14.6.1985 und wurde mit der Verabschiedung der Ein-



heitlichen Europäischen Akte vom Februar 1986 verschärft. Es ging darum, einen europäischen Binnenmarkt bis zum 31.12.1992 zu verwirklichen, wie schon im Vertrag zur Gründung der EWG vom 25.3.1957 vorgesehen war (vgl. Art.13 der EEA=Einheitlichen Europäischen Akte).

In diesem Binnenmarkt soll der freie Verkehr von Waren, Personen, Dienstleistungen und Kapital gewährleistet sein (Art. 8a EWGV). Hier gehört auch der elektrische Strom zu den Waren und Dienstleistungen. Es sei daran erinnert, daß die Forderungen nach der Verwirklichung eines EG-Binnenmarktes für Energie mit den ökonomischen und wirtschaftlichen Zielen der EG übereinstimmen, da die Energieversorgung zur Erhöhung des Lebensstandards und zur Sicherung des Wohlstands der europäischen Bevölkerung beiträgt. Dennoch enthielt der EWG-Vertrag ursprünglich keine besonderen Bestimmungen zur Energieerzeugung bzw. -versorgung. Nach langen Kontroversen verabschiedete die Kommission gemäß Art. 100a EWGV die Errichtung des Binnenmarktes für Elektrizität und Gas. Es wurden drei Etappen vorgesehen:

a) Die erste Etappe begann 1990 mit den Transitlinien für Elektrizität und Gas. Dabei ging es um die Förderung des Handels und Dienstleistungen mit einer gewährleisteten Preistransparenz.

b) Ab Januar 1993 sollen drei Aufgaben erfüllt werden:

- Abschaffung absoluter und ausschließlicher Rechte durch Erweiterung der Möglichkeiten zur Errichtung von Energieproduktions- und Transportanlagen, insbesondere für Großunternehmer mit hohem Energieverbrauch;
- Vertikale Trennung von integrierten Unternehmen bezüglich der Erzeugung, des Transports und der Verteilung von Elektrizität und Gas;
- Einführung eines direkten Zugangs Dritter zum Verbundnetz.

c) Die letzte Stufe soll am 1.1.1996 in Gang gesetzt werden. Dabei geht es um die Vollendung des Binnenmarktes für Elektrizität und Gas. Jedes Mitglied der Gemeinschaft soll ab diesem Zeitpunkt Zugang zu jedem Netz haben.

Es soll aber untersucht werden, inwieweit der Elektrizitätstransport als Bestandteil der Infrastruktur bezeichnet werden kann und damit der Kompetenz der EG nach Art. 235 EWGV unterliegen sollte. Es wird auch analysiert, inwiefern die Elektrizitätserzeugung von der Elektrizitätsverteilung unterschieden werden können. Die Trennung beider Bereiche wird ganz wichtig sein, da die einzelnen Staaten der EG unterschiedlicher Ordnungssysteme aufweisen:

- Frankreich, Griechenland, Italien und Portugal sind durch eine verstaatlichte Elektrizitätswirtschaft gekennzeichnet. Es handelt sich in diesem Falle um ein vertikal integriertes Versorgungssystem, in dem die Erzeugung, der Transport und die Verteilung von elektrischem Strom der Zuständigkeit eines einzigen EVU unterfallen.
- Belgien, Dänemark, Niederlande und Spanien weisen eine Mischform von Energiewirtschaft zwischen Staat und privater Wirtschaft auf, die durch einen sehr starken staatlichen Eingriff geprägt ist.
- Luxemburg ist auf die Energiewirtschaftsordnung anderer Staaten wie Deutschland angewiesen, da es von ihnen abhängig ist.
- Großbritannien hat in den letzten Jahren sein Energiesystem privatisiert.
- Die Bundesrepublik Deutschland ist das einzige Land mit einem marktwirtschaftlichen Energiesystem, in dem verschiedene Erzeuger, Versorger und Verteiler sowohl staatlich wie privatwirtschaftlich auf dem Energiemarkt auftreten.

Im Forschungsvorhaben soll der Versuch unternommen werden, die Erzeugung der Solarenergie sowie deren Transport durch die Territorien der Mitgliedsstaaten unter die Leitung der EG-Kommission zu stellen und damit die Anwendbarkeit des EWG-Vertrages nach dessen Art. 103 Abs.4 und Art. 235 zu erreichen, so dass die Elektrizitätsübertragung eine Infrastrukturmaßnahme sein kann. Die Elektrizitätsversorgung auf nationaler Ebene soll aber nach dem Energierecht der einzelnen Länder durchgeführt werden. So könnte jedes EG-Land seine eigene Energieordnung beibehalten. Da nur allein die staatlichen und privaten Energieversorgungsunternehmen (EVU) die einzigen am grenzüberschreitenden Fernstromtransport beteiligten Rechtssubjekte sind, sollen die nationalen Regierungen ihrerseits die Transportfreiheit für Strom garantieren, in dem sie dafür die erforderlichen Genehmigungen und Konzessionen erteilen. In diesem Sinne kann der freie Wettbewerb ungehindert vollzogen werden.

Die Realisierung des "Sahara-Projektes" setzt voraus, dass sich die Regierungen oder die EVU Europas durch einen Joint Venture-Partnerschaft mit den staatlichen EVU Afrikas der Sahara zusammenschließen. So könnte jedes am Projekt beteiligte Land oder EVU eine Energiemenge gemäß seiner Aktie bekommen. Diejenigen Länder oder EVU die sich daran mit viel Kapital beteiligen werden, sollten mehr Strom erhalten, so dass sie ihren Überschuss wieder in andere Länder exportieren

können (Nach Art. 85 EWGV bleibt der zwischenstaatliche Handel unberührt). Dies wäre sogar eine Möglichkeit für die EVU Europas, direkt in Afrika zu investieren.

Außerdem steht das Sahara-Projekt im Einklang mit den umwelt- und energiepolitischen Zielen der EG. Nach Art. 130r Abs. 1 des EWG-Vertrages soll die Umwelt erhalten, geschützt sowie ihre Qualität erhalten werden. Es ist auch die Rede von der Ressourcenschonung. Zwar binden diese Forderungen nur der Gemeinschaft allein und nicht die Mitgliedsstaaten. Im Energierecht der einzelnen Staaten aber wurden diese Forderungen ebenfalls kodifiziert (z.B. in der Bundesrepublik Deutschland kommt dies im Energiebericht vom 24.9.1986 zum Ausdruck).

Auf afrikanischer Ebene bestehen keine allgemein energierechtlichen Grundlagen. Nach Art.2 Satz 5 der OUA-Charta soll die internationale Zusammenarbeit gefördert werden, insofern es darum geht, den Weltfrieden zu sichern und die Lebensbedingungen der Afrikaner zu verbessern. Die Nutzung der Sonnenenergie in der Sahara-Wüste stimmt also mit dem Völkerrecht überein, da das friedliche Zusammenleben zwischen Europäern und Afrikanern auf der Grundlage der gegenseitigen Interessen dadurch gewährleistet werden könnte. Wenn es auch keine allgemein verbindliche Energieordnung in Afrika gibt, existiert innerhalb jeder regionalen Wirtschaftsgemeinschaft ein Elektrizitätswirtschaftsrecht, das direkt oder indirekt fast alle Staaten im Endeffekt verpflichten: Nordafrika (Maghreb-Arabe), Westafrika (ECOWAS), Zentralafrika (CEEAC und UDEAC), Ostafrika (ECOSO), Südafrika (SADACC). Zwischen den einzelnen Gemeinschaften existieren noch Vereinbarungen bei der Nutzung neuer und erneuerbarer Energiequellen (Lagos-Plan 1980).

Für den Transport und die Produktion von elektrischer Energie existieren auch einige Vereinigungen zwischen den einzelnen staatlichen Energieversorgungsunternehmen wie z.B. die UPDEA (*Union des Producteurs, Transporteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique d'Afrique*). In Nordafrika wurde 1972 in Tunis das COMELEC (*Comité Maghrebien d'Électricité*). Zwischen den arabischen Staaten wurde auch 1988 die UAPDE (*Union Arabe des Producteurs, Transporteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique*) ins Leben gerufen, um die Energieversorgung der Mitgliedsländer Nordafrikas und des Nahen Osten zu garantieren.

Zwischen Europa und Afrika sind bereits einige gemeinsame Verbundnetze geschaffen worden, um die Erzeugung, den Transport und die Verteilung der elektrischen Energie ungehindert zu gewährleisten. Besonders für den mediterranen Raum wurde zu diesem gemeinsamen Zweck die UNIPEDE (*Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique*) gegründet. Mitglieder sind sämtliche arabische Länder (außer Libanon), Israel, Zypern, Frankreich, Griechen-

land, Portugal und Spanien. Am 10.10.1991 haben UNIPEDE, COMELEC und EURELECTRIC (*Comité Européen des Entreprises d'Électricité*) ein gemeinsames Komitee MEDELEC (*Comité de liaison méditerranéenne des Associations d'Entreprises d'Électricité*) ins Leben gerufen. Seine Aufgabe ist es, den Transport von elektrischer Energie zwischen Afrika und den arabischen Staaten Asiens einerseits und Europa andererseits zu ermöglichen.

In Nordafrika existiert bereits ein Verbundnetz von Marokko über Algerien, Tunesien, Libyen bis Ägypten mit einer gesamten Elektrizitätsproduktion von 81 TWh auf einer Strecke von 1.600 km in 550 kv und 17.700 km in 225 kv. Dies zeigt, dass der Ausbau einer Verbindung zwischen der Sahara-Wüste und Europa ungehindert realisiert werden kann. Zurzeit sind einige Projekte vorgesehen. Dabei handelt es sich um die Verbindungen Maghreb - Europa: 13.000 km von 225 kv in Maghreb, 27.000 km von 280/225 kv in Spanien und 20.000 km von 380/225 kv in Italien. Es gibt z.Zt. ein laufendes Projekt seit 1988. Hierbei soll die Verbindung zwischen Marokko und Spanien unter Meer (am Gibraltar) mit einer Leistung von 600 MW und einer Spannung von 400 kv realisiert werden. Zwei weitere Projekte sind geplant. Zum einen handelt es sich um eine Verbindung unter Meer zwischen Sizilien (Italien) und Cap Bon (Tunesien); zu anderen soll eine Verbindung von Ägypten über Jordanien, Israel, Libanon bis in die Türkei ebenfalls verwirklicht werden.

Diese Darstellung macht deutlich, dass kein technisches und privatrechtliches Hindernis der Realisierung des Sahara-Projektes im Wege steht. Bei der Schaffung der zuvor genannten Vereinigungen wurde der Akzent allein auf die Wasserkraftproduktion gesetzt. Es sei daran erinnert, dass es seit Jahren geplant war, den Strom aus den Wasserkraftwerken von Inga (DR Kongo) nach Europa zu exportieren. Einige Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen über den Stromtransport von Afrika nach Europa werden heute noch durchgeführt. D.h. auch im Falle der Erschließung neuer Energiequellen könnten keine wirtschaftlichen Bedenken erhoben werden, wenn diese nur für die Elektrizitätsversorgung bestimmt sind. Im vorliegenden Fall stellt die Nutzung der Sonnenenergie aber ein außergewöhnliches Problem dar, da die Gewinnung und Erzeugung der Solarenergie in der Sahara-Wüste auf fremden Staatsgebieten erfolgen muss. Insofern wird notwendig sein, dass neue völkerrechtliche Analysen durchgeführt werden.

Die Länder der Sahelzone werden nur ein solches Projekt begrüßen und sogar die notwendige Nutzungsfläche zur Verfügung stellen. Das Hauptproblem liegt bei den erdölexportierenden Staaten Nordafrikas. Sie können auch die Nutzung und den Export der Sonnenenergie nach Europa akzeptieren. Voraussetzung dafür ist, dass die Idee der Wasserstoffproduktion nicht im Vordergrund des Projektes stehen

muss, da Wasserstoff Erdöl und Erdgas ersetzen könnte.

Die Verwirklichung des "Sahara-Projektes" setzt voraus, dass ein Ordnungssystem etabliert wird, zu dem alle Vertragsstaaten verpflichtet sein können. Zur Erreichung dieses Zieles sollte eine "internationale Solarenergieorganisation" ("ISO") von der EG, der Union Maghreb-Arabe und die übrigen Länder der Sahelzone gegründet werden. Aufgabe der "ISO" soll es sein, eine gemeinsame Solarenergiepolitik für alle Vertragspartner zu definieren und dafür zu sorgen, dass die Sonnenenergie, die in der Sahara-Wüste erzeugt wird, transit- und zollfrei über die Länder transportiert werden sollte. Jeder Signatarstaat müsste sich dazu verpflichten, den vom ihm unterzeichneten Vertrag einzuhalten. Die "ISO" soll aber besondere Vollmachten zustehen, damit sie im Namen ihrer Mitglieder richtig handeln kann. So müsste sie folgende Organe besitzen:

- Ein Generalsekretariat mit exekutiver Funktion,
- eine Geschäftsführung mit administrativer Funktion,
- ein Ministerrat mit beratender Funktion,
- eine internationale Polizei und
- ein Gerichtshof mit judikativer Funktion.

Zudem soll die ganze Solarenergiewirtschaft des ganzen nördlichen Mittelmeerraums der Aufsicht der zu gründeten Organisation unterstehen, um die Vertragsverletzungen zu vermeiden. So könnte neue Solaranlagen nur mit Genehmigung des Gemeinschaftsorgans errichtet werden. Vor dem Vertragsabschluss soll den Sahara-Ländern versichert werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen im Zusammenhang mit den solarthermischen Kraftwerken nicht bestehen. Es wird deshalb notwendig sein, dass eine ökologische Verträglichkeitsprüfung vorher durchgeführt wird, ehe die Verhandlungen beginnen. Eine umweltfreundliche Energieerzeugung ist nur dann garantiert, wenn sie emissionsfrei ist. Unter Emissionen versteht man nicht nur die abgegebenen Stoffe sondern auch die von den Anlagen bzw. Kraftwerken direkt oder indirekt ausgehenden Geräusche, Erschütterungen, Strahlen sowie ihre Lichter und Wärme. Dies betrifft auch die Veränderungen der Luft durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Dämpfe oder Geruchsstoffe. Da fast jede Energieanlage mit Emissionen verbunden ist, bedarf deren Errichtung der Genehmigung einer Institution. Bisher existiert noch keine Organisation, die befugt ist, solche Emissionsschutzverträge im Bereich der Sonnenenergie zu überwachen. Für die Nutzung der Kernenergie wurde zum Zweck ihrer friedlichen Nutzung die IAEA (Internationale Atomenergie Organisation) ins Leben gerufen. Außerdem ist die Kernenergie seit über 30 Jahren normiert. Obwohl die Nutzung der Solarenergie fast emissionsfrei ist, soll sie allerdings ebenfalls kodifiziert und geregelt werden.

Die Sahara-Länder sollen ihre Territorialrechte nicht an die "ISO" veräußern. Sie könnten aber die Ausübung der Verwaltung der Wüste auf begrenzte Zeit mit Verlängerungsmöglichkeit des Vertrages an die "ISO" überlassen, um die Konflikte zwischen den einzelnen Staaten zu vermeiden, da jeder Staat zu beliebiger Zeit ihre Souveränitätsansprüche über die Wüste erheben könnte. Hierfür gilt der Hay-Varilla-Vertrag vom 18.11.1903 zwischen den USA und Panama über die Nutzung des Panama-Kanals. Dieser Vertrag räumte den USA nicht nur das Nutzungsrecht sondern auch das Verteidigungsrecht ein. Der Vertrag wurde 1977 revidiert und bis 1999 verlängert. In der neuen Fassung gilt der Panama-Kanal als neutrales Gebiet. Diese Sahara-Länder könnten ebenfalls die Servitüde eingehen, in dem sie ihre Hoheitsgebiete auf der Wüste zugunsten anderer afrikanischer und europäischer Staaten zur Nutzung des Wüstengebiets beschränken. In diesem Fall sollte die "ISO" darauf achten, dass die Verträge bezüglich der Servitüde eingehalten werden, damit die "Sahara-Länder" sich nicht in ihren Territorialrechten verletzt fühlen. Sie soll ebenfalls die abgeschlossenen Gebietsschutzverträge überwachen und jeden Missbrauchsversuch denunzieren.

Ein weiteres völkerrechtliches Problem besteht bei grenzüberschreitendem Stromtransport. Wie bereits erwähnt existiert keine allgemeine Regelung der Sonnenenergienutzung. Da aber der Fernstromtransport von der Sahara-Wüste nach Westeuropa nicht in den Bereich des internationalen Verkehrsrechts fällt, könnte das Völkerrecht eine Abhilfe schaffen. Es kann dafür zwei wichtige Lösungen bieten:

- Es kann die betroffenen Staaten zur Errichtung gemeinsamer Transportmittel für den solaren Strom verpflichten. In diesem Fall wäre der Transport durch Freileitungen möglich. Damit kann der solare Energietransport über das Gebiet von Drittstaaten nur im Rahmen dieser Regelungen zulässig sein.
- Das Völkerrecht kann auch die Nutzung Dritter Staaten, die das Abkommen über gemeinsame Transportmittel nicht unterzeichnet haben, zur Nutzung zulassen.

Diese Möglichkeiten geben allen Staaten die gleiche Chance bei dem Stromtransport. Somit entstehen reziproke Verhältnisse zwischen ihnen, so daß jedes Land daran unmittelbares Interesse findet, was dazu führen kann, daß die für den Stromferntransport zuständigen EVU ohne Transit- und Zollgebühren sowie ohne hohe Konzessionsabgaben den solaren Strom bis zu allen Endverbrauchern transportieren können.

Dies muß allerdings geschehen, da die bisher existierenden Gesetze, die den grenzüberschreitenden Energiefördertransport regeln, nicht für das "Sahara-Projekt" angewendet werden könnten. Wenn auch der Stromtransport zwischen Nordafrika

und Südeuropa ungehindert verlaufen kann, müssten neue und allgemein verpflichtende Regelungen geschaffen werden.

Da das "Sahara-Projekt" zur Vertretung gemeinsamer Interessen von Europäern und Afrikanern beitragen soll, wird es sich um ein allgemeines Völkerrecht handeln, dessen Quellen in bilateralen und multilateralen Verträgen liegen sollen. Wenn auch das Völkerrecht keinen strafenden Charakter hat, wird es in diesem Fall an Bedeutung bekommen. Dies lässt sich dadurch begründen, dass ein Interessengleichgewicht zwischen allen am Vertrag beteiligten Staaten hergestellt werden kann, insofern alle davon große Nutzen zu ziehen haben werden. So wird die zu schaffende "Internationale Solarenergieorganisation" mit allen ihren Organen ihre Aufgabe ohne besondere Schwierigkeiten erfüllen können. Solange jedes Land sein unmittelbares Interesse am Projekt haben wird, wird sich das Problem der territorialen Souveränität gar nicht stellen. Selbst die Länder Nordafrikas werden sicherlich ihre Verantwortung tragen müssen. Voraussetzung dafür ist, dass die wirtschaftlichen Nutzen gerecht verteilt werden und, dass eine integre und verlässliche Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Partnern besteht.

### **3.1.3 Wirtschaftliche Aspekte**

Es werden keine großen wirtschaftlichen Untersuchungen geben, da die Forschungsarbeit sich auf die politischen und rechtlichen Möglichkeiten beschränken wird. Aus den unterschiedlichen Studien werden die Gesamtkosten für die Erzeugung und den Transport der Solarenergie von Nordafrika bis Deutschland auf etwa 300 Mrd. DM veranschlagt. Wenn nur die Sahara-Wüste genutzt wird, so werden sich die Kosten auf mehr als die Hälfte reduzieren, da ein großer Teil der Wüste von einigen Ländern Afrikas als Beitrag zum Projekt geleistet werden könnte. Die übrigen Kosten sind aber von allen westeuropäischen Ländern, von der EG, von den einzelnen EVU (Energieversorgungsunternehmen) und von den Ländern Afrika, die sich auch am Sahara-Projekt beteiligen wollen, zu tragen. Wie bereits gesagt, sollte ein Gemeinschaftsunternehmen (Joint Venture) für die solare Energieerzeugung geschaffen werden. So könnten sich nicht nur die internationalen Finanzinstitute und den jeweiligen Regierungen am Projekt beteiligen, sondern auch die privaten Banken und sonstigen im Energiebereich tätigen multinationalen Konzerne.

Allgemein sind sehr hohe Investitionskosten zunächst für die Errichtung von Turmkraftwerken: Heliostaten, Turmhöhe, Strahlungsempfänger, Kühlmittel, Speicher und sonstige Solarteile erfordern viel Kapital. Für das "Sahara-Projekt" werden die Kosten für Anlagen mit 400 kv-Kabel auf über 100 Mrd. DM geschätzt. Hinzu

kommen die Kosten für Energieübertragung (Leistung, Spannung, Freileitung, Kabel, Kopfstationen). Bei der Rio-Konferenz wurde beschlossen jährlich 125 Mrd. US-Dollar für den weltweiten Umweltschutz zu investieren. Wenn so viel Kapital vorhanden ist, dann lohnte es sich, es auch für die Nutzung der Sonnenenergie zu investieren, da damit das CO<sub>2</sub> mindestens um 40% reduziert werden könnte.

Die Nutzung der Sonnenenergie in der Sahara-Wüste wird auch von folgenden Faktoren abhängen, die ebenfalls analysiert werden müssen:

- Welchen Anteil hat der bestehende Energiesektor am BIP der für das "Sahara-Projekt" in Frage kommenden Länder?
- Wie viele Arbeitsplätze sind von den konventionellen Kraftwerken in diesen Ländern abhängig?
- Kann der solare Energiesektor die wirtschaftliche Situation der betreffenden Länder verbessern oder verschlechtern?
- Welche neuen Beschäftigungschancen haben die bei konventionellen Kraftwerken arbeitenden Menschen?
- Wie soll das ganze Projekt finanziert werden?

### **3.1.4 Politikwissenschaftliche Aspekte**

Hier lohnt es sich nicht lange zu verweilen, da die Problemstellung ganz deutlich gemacht hat, dass es sich hier um eine Politikanalyse handelt. Die Forschungsmethode wird empirisch-analytisch sein. Die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekte dienen hier zur Schärfung des Problembewusstseins. Ziel der Politikwissenschaft ist es, die verschiedenen Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten anhand der technischen, wirtschaftlichen und völkerrechtlichen Analysen herauszuarbeiten, um Empfehlungen an die politischen Verantwortlichen zu geben. Letzteren allein obliegt die Kompetenz, Entscheidungen von großer Tragweite zu treffen. Man muss ihnen allerdings adäquate Instrumentarien zur Verfügung stellen. Diese Aufgabe wird ebenfalls hier wahrgenommen.

Die zu untersuchenden politischen Aspekte betreffen zunächst die eventuellen Konflikte, die bei der wirtschaftlichen Nutzung der Sahara-Wüste entstehen könnten:

#### *a. Das Glaubensproblem*

Zwischen dem islamisierten Nordafrika und dem christianisierten Europa herrschen



seit Jahrhunderten gravierende religiöse Konflikte. Auf der einen Seite herrscht der islamische Fundamentalismus, der die europäische Kulturexpansion als große Herausforderung für die friedliche Praxis des Islams ansieht. Auf der anderen Seite herrscht das europäische Christentum, welches immer den Anspruch erhebt, das Evangelium auf alle Länder zu verbreiten. Es wird untersucht werden, inwiefern diese religiösen Gegensätze bei der Verwirklichung eines gemeinsamen Zieles transzendiert werden könnten. Die irakische Invasion auf Kuwait 1990 kann hier als Beispiel dienen. Fast alle islamischen Länder hatten sich mit den christlich-westlichen Mächten solidarisiert, um ihren "Bruderstaat" zum Verlassen des kuwaitischen Territoriums zu zwingen. Einige arabische Staaten hatten auch die Sanktionen der Vereinten Nationen gegen Libyen begrüßt. Insofern ist auch ein gemeinsames Vorgehen gegen jeden Staat möglich, der aufgrund seines religiösen Fanatismus, den Vertrag über die Nutzung der Sonnenenergie in der Sahara-Wüste verletzt.

#### *b. Das Erdölproblem*

Den fossilen Brennstoffen kommt eine wichtige Rolle in der Volkswirtschaft der nordafrikanischen Länder zu. Für die Realisierung des Sahara-Projektes sollten sie ihre wirtschaftlichen Vorteile nicht verlieren. Aus diesem Grund wäre es ratsam, die Idee der Wasserstoffproduktion rückgängig zu machen, sonst könnten die erdölexportierenden Länder das Projekt kategorisch ablehnen.

#### *c. Die zunehmenden nationalistischen Tendenzen in Afrika und in Europa*

Über die nationalistischen Prozesse und Demokratisierungsbewegungen hinaus sollen langfristige Perspektive für die folgenden Probleme gesucht und aufgezeigt werden:

##### - Das Wasserversorgungsproblem

Insbesondere in der Sahelzone sind die Staaten mit dem Wassermangel konfrontiert. Die quantitative Sonnenenergienutzung soll ihnen dafür eine Lösung bieten.

##### - Die Bekämpfung der Desertifikation

Seit Jahrzehnten wird der Kampf gegen die Ausbreitung der Wüste geführt. Bislang entpuppten sich alle Maßnahmen als erfolglos.

- Die Durchsetzung der in Rio verabschiedeten Klimakonvention zum Schutz der Erdatmosphäre, des Klimas und der Umwelt.

- Die Förderung einer ökologisch und sozial orientierten Energiepolitik.

- Die Schaffung einer "Internationalen Solarenergie-Organisation".

## 3.2 Praktische Phase

In dieser Phase wird es darum gehen, direkte Kontakte mit den jeweiligen Regierungen und Organisationen aufzunehmen, um ihnen das Problem bewußt zu machen. Mit Hilfe von Erfahrungs- und Informationsaustauschen zwischen den einzelnen Forschern einerseits und zwischen diesen, den Politikern und den EVU andererseits könnte eine gemeinsame Strategie entwickelt werden, die von allen Projektpartnern akzeptiert werden kann. Die praktische Phase wird folgendermaßen verlaufen:

- Gespräche und Diskussionen mit den zuständigen Regierungsvertretern und Parlamentariern der westeuropäischen Staaten und mit der Kommission der Europäischen Gemeinschaft;
- Kontaktaufnahme und Diskussion mit den politischen Verantwortlichen der Staaten des Maghreb und des Sahels, mit der OUA und der UMA (Union du Maghreb Arabe);
- Gespräche mit den zuständigen EVU der einzelnen Staaten;
- Zusammenarbeit mit anderen Forschungsinstitutionen im Sonnenenergiebereich.

## 7. Literatur

### Literatur zu Kapitel 1:

Bauerschmidt, Rolf: Kernenergie oder Sonnenenergie, München 1985.

Bourrelier, Paul-Henri/Boy de la Tour, Xavier/Lacour, Jean-Jacques: L'Énergie à long terme: mobilisation ou laissez-faire? In: *Révue de l'énergie* 418/1990, S. 81-104.

British Petroleum Company: BP-Statistical Review of World Energy, London 1980-1988.

Carle, Rémy/Maruenda, Michel: Électricité, environnement et coopération en Méditerranée. In: *Révue de l'énergie* 441/1992, S. 504-508.

Fritz, Klaus: Die Natur ist unser Leben, Zitate, Aphorismen und Gedichte über die Natur und Umwelt, Frankfurt/Main 1992.

Holzer, Joachem: Regenerative Energiequellen: Mehr Hoffnungs- als Energieträger? In: Schmitt, Dieter und Heck, Heinz (Hrsg.): *Handbuch Energie*, Pfullingen 1990, S. 114-122.

Keppler, Erhard: Sonne, Monde und Planeten: Was geschieht in unserem Sonnensystem? Überarb. u. neue Aufl., München 1990.

Lardy, Michael (Hrsg.): Wild auf Sonnenenergie - Das aktuelle Nachschlagewerk, Erschringen 1991.

Legett, Jeremy (Hrsg.): Global Warming: The Greenpeace Report, Oxford - New York 1990.

Nectoux, F.: L'industrie nucléaire française en crise. Problèmes économiques et industriels du programme électro-nucléaire français, Greenpeace Report, Juni 1991.

Price, Terence: Pro- and anti-nuclear - the gaping gulf. Political Electricity: What Future for Nuclear Energy? Oxford 1990.

Rady, Hussein: Renewable energy in rural areas of developing countries. Some recommendations for a sustainable strategy, in: Energy Policy, vol 20, 6/1992, Special issue: Energy, environment and development, hrsg. v. Asit K. Biswas, S. 581-588.

Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Bundesrepublik Deutschland, Köln 1991.

Schlaich, Werner und Sibylle: Erneuerbare Energien nutzen, Düsseldorf 1991.

The Uranium Institute: Uranium in the New World Market: Supply and Demand 1990-2010, London 1991.

VDI Society for Energy Technologies: Superconductivity in Energy Technologies. Assessment, Concepts and New Aspects, Düsseldorf 1990.

Voß, Alfred/Schaumann, Peter (Hrsg.): Energie, Umwelt und Klima. Eine wachsende Herausforderung für Europa, Köln 1991.

Winje, Dieter/Witt, Dieter: Energiewirtschaft, Berlin u.a. 1991.

### **Literatur zu Kapitel 3.1.1:**

Bohn, Thomas/Bitterlich, Walter: Grundlagen der Energie- und Kraftwerkstechnik, Gräfelting und Köln 1982.

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie: 8. Internationales Sonnenforum, Berlin 1992.

Geyer, M.: Abschlußbericht zur Studie von solaren Turm- und Farmanlagen. In Interatom-Report 1990.

Goetzberger, A./Stahl, W.: Das energieautarke Solarhaus. In: Sonnenenergie 6/1990.

Granqvist, C.G. (Hrsg.): Materials Science for Solar Energy Conversion Systems, Oxford 1991.

Happoldt, H./Oeding, D.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Berlin u.a. 1978.

Kanngießer, K.-W.: Neue technische Lösungen für zukünftige HGÜ-Anwendungen, Berlin etz 14/1989.

Kaske, G./Schmidt, P./Kanngießer, K.W.: Vergleich zwischen Hochspannungsgleichstrom-Übertragung und Wasserstofftransport. In: VDI-Bericht 725, Düsseldorf 1989. Untersuchung für die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages "Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung" Materialienband II-Schlüsseltechnologien: Bedingungen und Folgen von Aufbaustrategien für eine solare Wasserstoffwirtschaft, Ottobrun 1990.

Kippenhahn, Rudolf: Der Stern, von dem wir leben: den Geheimnissen der Sonne auf der Spur, Stuttgart und München 1991.

Klaiß, Helmut/Winter, Car-Jochem: Systems Comparison and Potential of Solar Thermal Installations in the Mediterranean Area. In: *Révue de l'énergie* 441/1992, S. 602-618.

Kohler, Stephan/Leuchtner, Jürgen/Müschel, Klaus: Sonnenenergie-Wirtschaft: für eine konsequente Nutzung von Sonnenenergie, Frankfurt 1987.

Köthe, Hans-Kurt: Stromversorgung mit Solarzellen, München 1991.

Kühne, H.-M./Aulich, H.: Solar Energy System. Assessment of Present and Future Potential, in: *Energy Policy*, vol 20, 9/1992, S. 847-860.

Nitsch, Jochim/Winter, Carl-Jochem.(Hrsg.): Wasserstoff als Energieträger - Technik, Systeme, Wirtschaft, Berlin - Heidelberg 1986.

Nitsch, Jochim/Jochem, E.: Systemanalyse einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft. In: DECHEMA, Wasserstofftechnologie - Perspektiven für die Forschung und Entwicklung, Frankfurt 1986.

Plettner, Bernard: Die Nutzung der Wind- und Sonnenenergie mit den Mitteln der Technik von heute: Möglichkeiten und Grenzen, München 1987.

Povh, D.: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), Siemens Energietechnik 3/1981

Sauer, Erich und Zeise, Roland: Energietransport, -speicherung und -verteilung, Gräfelfing und Köln 1983.

Sizmann, R.: Haben wir überhaupt genug Sonne? In: *Sonnenenergie* 5/1992, S.2.

Tintrup, Erik: Solartechnik: die Energie der Zukunft. Grundlagen, Anwendungen, Perspektiven, München 1991.

#### *Fachzeitschriften zum Thema Sonnenenergie:*

Solar Energy Materials. North Holland.

Solarenergy. International Journal for Scientists, Engineers and Technologists in Solar Energy and Its Application.

Sonnenenergie. Zeitschrift für regenerative Energiequellen und Energieeinsparung.

SUNWORLD. Renewable Energy and the Environment.

### **Literatur zu Kapitel 3.1.2:**

Anderegg, Kirsten: Die Anwendung ausländischer Eingriffsnormen. Diskussionsbericht zum Symposium "Exterritoriale Anwendung von Wirtschaftsrecht" 1986 in Hamburg, in: *Rabels Zeitschrift für ausländisches und internationales Privatrecht*, 52/1988, S. 260ff.

Beck, Bernard: Die extrterritoriale Anwendung nationalen Wettbewerbsrechts unter besonderer Berücksichtigung länderübergreifender Fusionen, Tübingen 1986.

Becket, William: Exterritoriality: The Broader Concept of the Conflict, in: *Antitrust Law Journal* 54/1985, S. 834ff.

Brownlie, Ian: *Principles of Public International Law*, 3. Aufl., Oxford 1979.

Bundesregierung: Energiebericht vom 24.9.1986, BT-Drs. 10/6073, Tz. 26-30, 41.

Bunte, Klaus: Völkerrechtliche Fragen bei Auslandszusammenschlüssen, in: *Wirtschaft und Wettbewerb* 31/1981.

Communauté Économique Européenne: *L'énergie en Europe. Le marché intérieur de l'énergie*, Bruxelles 1988.

Dali, Abdelaziz: Le COMELEC, facteur de développement, de la coopération et de l'intégration maghrébine, in: *Révue de l'énergie* 441/1992, S. 489-493.

Davidow, Joel: Exterritorial Antitrust and the Concept of Comity, in: *Journal of World Trade Law* 15/1981, S. 500ff.

Dupy, R. J. (Hrsg.): *L'avvenir du droit international dans un monde multiculturel*, Paris 1984.

Durand, Bernard: *Droit musulman, droit successoral*, Paris 1991.

Ipsen, Knut: *Völkerrecht*, 3. völl. neu bearb. Aufl. des von Eberhard Menzel begündeten Werkes, München 1990.

Kraffanke, Joachim: *Nationales Wirtschaftsrecht und internationale Wirtschaftsordnung. Anwendungsgrenzen nationalen Rechts bei internationalen Sachverhalten*, 1. Aufl. Baden-Baden 1990.

Kuhnt, Dietmar: Aktuelle Rechtsfragen der Energiewirtschaft. In: *Recht der Energiewirtschaft*, 4/1992, S. 125-132

Lippert, Axel: Offener europäischer Strommarkt 1992? Wettbewerbsfähige Strompreise für industrielle Großverbraucher. In: Wolfgang Harms (Hrsg.): *Atomstrom aus Frankreich? Vorträge und Diskussionen des Energierechts*, 1987, S. 21ff.

Lohse, Siegbert: *Völkerrechtliche Vereinbarungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet des Umweltschutzes*, Berlin 1987.

Lucene, Georges: MEDELEC: un exemple concret de coopération dans la région méditerranéenne, in: *Révue de l'énergie* 441/1992, S: 470ff.

Luckes, R. (Hrsg.): Ein EWG-Binnenmarkt für Elektrizität - Realität oder Utopie, 1988.

Maier, Harold: Resolving Extraterritorial Conflicts or "there and back again", in: *Virginia Journal of International Law* 25/1984.

Meng, Werner: Völkerrechtliche Zulässigkeit und Grenzen wirtschaftsverwaltungsrechtlicher Hoheitsakte mit Auslandswirkung, in: *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht* 45/1985, S.675ff.

Nerep, Erik: *Extraterritorial Control of Competition under International Law*, Stockholm 1985.

Nicolaysen, Gerd: *Europäisches Gemeinschaftsrecht*, Stuttgart 1979.

Oertel, F.: *25 Jahre UCPTE*, Arnheim 1976.

Reuter, P.: *La conférence de Vienne du 29 mai 1969 sur le droit des traités*, Paris 1970.

Rosenthal, Douglas/Knighton, William: *National Laws and International Commerce*, London und Boston 1982.

Simma, Bruno/Verdross, Alfred: *Universelles Völkerrecht. Theorie und Praxis*, 3. voll. neu bearb. Aufl., Berlin 1984.

Tudway, Robert/Bailey, Kenneth: *Electricity Law and Practice*, London 1991.

### **Literatur zu Kapitel 3.1.3:**

Geyer, M.A.: *Abschlußbericht zur Studie zum Vergleich von solaren Turm- und Farmanlagen (Flachglas Solartechnik GmbH)*, München 1990.

Kiera, Michael/Meinecke, Wolfgang/Wehowsky: *Studie zum Vergleich von solaren Turm- und Farmanlagen*, in: *Interatom-Report* 1990.

Klaiß, Helmut/Kiera, Michael/Meinecke, Wolfgang/Staiss, Frithjof: *Costs and revenues of renewable electricity production systems*. In: *Solar Energy Materials* 24/1991, S. 648-671.

Klaiß, Helmut/Winter, Carl-Jochim: *Solarthermische Kraftwerke: Stand, Wirtschaftlichkeit, Marktpotential*. In: *Energietechnik* Heft 5/1991, S. 181f.

Klaiß, Helmut/Nitsch, Joachim: *Teilgutachten: Erneuerbarer Energiequellen für Baden-Württemberg, Einzelbericht: "Import solar erzeugter Energieträger"*, Stuttgart 1987.

Meinecke, Wolfgang/Becker, Michael/Klaiß, Helmut (Deutsche Forschungsanstalt

für Luft- und Raumfahrt 1992): Comparison of Solar Tower and Farm Installations. Translation of an article published in BWK No. 10, Oct. 1991.

Nitsch, Jochim/Winter, Carl (Hrsg.): Wasserstoff als Energieträger - Technik, Systeme, Wirtschaft, Berlin und Heidelberg 1986.

Nitsch, Jochim/Klaiß/Geyer: Solarturmkraftwerke - eine Option für den Exportmarkt? ZfE;1/1986.

Povh, D.: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), in: Siemens Energietechnik 3/1981, Erlangen.

Schneider u.a.: Untersuchungen zum Stromtransport über weite Entfernungen im Auftrag der FfE, Siemens AG, Erlangen 1989.

#### **Literatur zu Kapitel 3.1.4:**

15th Congress of the World Energy Council: Energy and Life, Madrid 1992.

Brondel, Georges/De Carmoy, Guy: L'Europe de l'énergie - Objectif 1992 et perspectives 2010, Luxemburg 1992.

Commission of The European Communities. Directorate General For Energies: Energy in Europe. Energy Policies and Trends in The European Community. July 1992.

Czempiel, Ernst-Otto/Link, Werner (Hrsg.): Die Interventionsproblematik aus politikwissenschaftlicher, völkerrechtlicher und wirtschaftswissenschaftlicher Sicht, Kehl am Rhein 1984.

Dam, Kenneth: Economic and Political Aspects of Exterritoriality. In: The International Lawyer 19/1985, S. 887ff.

Flory, Maurice/Korany, Baghat: Les régimes politiques arabes, 2. Aufl., Paris 1991.

Forum du tiers monde: L'Europe face au sud: les relations avec le monde arabe et africain, Paris 1991.

Grenon, Michel: Énergie, développement, environnement et coopération en Méditerranée. In Revue de l'énergie 441/1992, S. 459-469.

Hasenpflug, Hajo (Hrsg.): Die EG-Außenbeziehungen, Hamburg 1979.

Mabe, Jacob Emmanuel/Nida-Rümelin, Julian: Energie - Probleme und Perspektiven in den Entwicklungsländern. In: Pete J. Opitz (Hrsg.): Grundprobleme der Entwicklungsländer, München 1991.

Mabe, Jacob Emmanuel: Bevölkerungswachstum, Technologische Entwicklung und Energiebedarfsdeckung in Afrika. Fallstudien am Beispiel der Republik Kamerun,

Frankfurt u.a. 1993

Meyer, Klaus: Der europäisch-arabische Dialog am Wendepunkt? In: Europa-Archiv 10/1978, S. 29ff.

PaulBalta, Dir: La Méditerranée réinventée: réalités et espoirs de la coopération, Paris 1992.

Schwarz, Jürgen: Der Aufbau Europas, München 1980.

Surrey, John: Energy Policy in the European Community: Conflicts between the Objectives of the Unified Single Market, Supply Security and a clean Environment. In: The Energy Journal, vol 13, 3/1992, S. 207-231.