

Hermann Scheer

Solarzeitalter – Die neue Energie-Ökonomie

Unter einem „Zeitalter“ wird im Allgemeinen etwas Vorübergehendes, eine aufkommende und dann wieder vergehende Epoche verstanden, die von einem besonderen Merkmal entscheidend geprägt ist. „Solarzeitalter“ könnte demnach bedeuten, dass der Ressourcenbedarf der Menschheit ganz oder überwiegend von der Sonnenenergie gedeckt wird. Wenn diese greifbare Option in ihrem vollen möglichen Umfang realisiert wird, spricht jedoch alles dafür, dass dies eine tatsächlich dauerhafte Energiebereitstellung sein wird. Insofern ist der Begriff „Solarzeitalter“ präzise in der Beschreibung seines Zielhorizonts, aber unpräzise in der Beschreibung seines Zeithorizonts. Einmal durchgesetzt, wird „Solarzeitalter“ zum Synonym einer Wirtschaftsweise werden, die dem häufig missbrauchten Wort Nachhaltigkeit wirklich gerecht wird.

In der Geschichte wurde immer nur dann nach neuen Energiequellen gesucht, wenn die Verfügbarkeit der jeweils gerade genutzten Energiequellen absehbar nicht mehr zu gewährleisten war, sei es aus Kostengründen, aus prinzipiellen Potentialgründen oder wegen nicht tragbarer Risiken. Weil fossile Energien sich in naher Zukunft erschöpfen werden, wird das „fossile Zeitalter“ zu Ende gehen, das sich im Laufe des 19. Jahrhunderts durchzusetzen begann. Aus Kostengründen wird es spätestens dann zu Ende sein, wenn die konventionellen fossilen Energiequellen ausgebeutet sind: gemessen am jeweils gegenwärtigen Verbrauch bei Erdöl in etwa 40, bei Erdgas in etwa 60 und bei Kohle in wenig mehr als 100 Jahren. Die sogenannten nicht konventionellen fossilen Quellen – die Ölsände und -schiefer oder die Methanblasen in den Ozeantiefen – dürften dermaßen kostspielig zu fördern sein, dass sie schon den wirtschaftlichen Vergleich mit den sich ständig verbilligenden solaren Energietechniken nicht bestehen werden. Wegen der eklatanten Gefahren für das Weltklima muss die Ablösung der konventionellen fossilen Energien aber viel früher erfolgen, als es von der statistischen Reichweite her erforderlich wäre:

Der Endverbrauch der fossilen Energiequellen ist ökologisch nicht zu verantworten.

Das Atomzeitalter

Das „Atomzeitalter“ wurde in den 50er Jahren bereits ausgerufen, als gerade einmal einige Versuchsreaktoren in Betrieb waren. Die goldene Verheißung lautete: Energie für alle Zeiten. Ein halbes Jahrhundert später wissen wir, dass dieses Versprechen nicht nur verfrüht war, sondern auch nicht eingehalten werden kann, vor allem gar nicht eingehalten werden darf. Gedacht war daran, zunächst die Atomspaltungsreaktoren bereitzustellen, dann die Wiederaufarbeitungsanlagen und Schnellen Brüter, um die Verfügbarkeit des atomaren Spaltmaterials zu verlängern, und schließlich bei der Atomfusion zu landen, um in Reaktoren auf der Erde den Fusionsprozess im Sonnensystem zu kopieren.

Schon beim Einsatz der Atomspaltungsreaktoren ist diese Entwicklung abgebrochen worden, so dass schon wegen begrenzter Verfügbarkeit von Uranerz die Atomkraftwerke eine vorübergehende Erscheinung sein müssen. Dass in den USA – auch ohne Ausstiegsbeschluss – seit 1973 kein neuer Atomreaktor mehr gebaut wurde und auch kein neuer in Sichtweite ist, indiziert noch deutlicher als das Ausstiegsziel der Bundesregierung das nahende „Aus“ der Atomenergiewirtschaft. Selbst Frankreich hat seinen Schnellen Brutreaktor nach weniger als 200 Tagen Betriebszeit definitiv abgeschaltet. Und dass jahrzehntelang versucht wurde (und immer noch wird), Atomfusionsreaktoren zu entwickeln, statt die Fusionsenergie der Sonne in einem Sicherheitsabstand von 150 Millionen Kilometern von der Erde direkt zu nutzen, wird bei künftigen Rückbetrachtungen nur noch Kopfschütteln hervorrufen. Selbst für den höchst unwahrscheinlichen Fall, dass noch fünf weitere Jahrzehnte zweistellige Milliardenbeträge aus Staatshaushalten bereitgestellt würden und dann tatsächlich betriebsfähige Fusionsreaktoren entstünden, steht die Aussage von *M. L. Lidsky* im Raum, dem ehemaligen Leiter des Plasma-Fusions-Zentrums des MIT: „If the fusion program produces a reactor, no one will want it.“ Nur Traumtänzer oder betriebsblinde Wissenschaftler, die zu lange von und mit der Atomenergie lebten, haben noch nicht gemerkt, dass vom atomaren Traum nur noch ein Alptraum übrig geblieben ist.

Allein die direkte Nutzung der Sonnenenergie kann tatsächlich einlösen, was die Atomkraft versprochen hat – der Sonnenwärme, des Sonnenlichts und deren direkter Derivate der Wind- und Wellenkraft, der Biomasse, der Laufwasserkraft, der Luft-, Boden- und Wasserwärme. Sie ist unerschöpflich, solange das Sonnensystem existiert, also für den gesamten Zeithorizont unseres Planeten. Sie ist bei globaler Betrachtung risikofrei; höchstens können Großwasserkraftwerke Naturzerstörung und der Einsatz von Biomasse regional begrenzte Emissionen neu zur Folge haben. Wenn es um das solare Element der Biomasse als Energieträger geht, ist allerdings die zwingende Voraussetzung der Risikolosigkeit, dass diese mit ökologischen Anbau- und Erntemethoden genutzt wird. Da alle Kosten, mit Ausnahme der Nutzung der Biomasse, durch die Bereitstellung der Energiewandlertechniken entstehen, werden die Kosten ständig sinken. Ein weiteres Entwicklungsmerkmal der Sonnenenergie-Techniken ist, dass sie für den Anwender – im Gegensatz zu den meisten konventionellen Energietechniken – laufend weniger komplex und damit einfacher handhabbar werden.

	Fossile Energien	Nicht konventionelle Energien	Atomspaltung	Atomfusion	Erneuerbare Energien
Potential	begrenzt	begrenzt	begrenzt	nahezu unbegrenzt	unbegrenzt
Bereitstellungskosten	relativ niedrig	hoch	relativ niedrig	extrem hoch	kontinuierlich sinkend
Risiken	extrem (Klima- veränderungen, Gesundheits- schäden, Ressourcenkriege)	sehr extrem (zusätzliches Risiko: schwere Abbauschäden)	sehr extrem (Unfallgefahren, atomare Müllhypothek, Verbreitung von Atomwaffen)	sehr extrem (atomare Müllhypothek, Superzentrismus mit existenziellen Abhängigkeiten)	keine

Abbildung 1: Energiespektrum

Das Solarzeitalter

Das technische Solarzeitalter wird das atomare und das fossile Zeitalter ablösen, das einst das vortechnische Solarzeitalter abgelöst hat. Wegen der Eigenschaften der Erneuerbaren Energien – unbegrenzte und breitgestreute Verfügbarkeit eines Potentials, das jährlich dem 15 000fachen des atomar/fossilen Jahresverbrauchs entspricht, der relativen Risikolosigkeit und der laufend sinkenden Kosten – dürfte es dann keinen Bedarf an weiteren Energieträgern mehr geben. Die bewusste und auf alle unterschiedlichen Energiebedürfnisse bezogene Sonnenenergienutzung wird also, einmal etabliert, keine vorübergehende Erscheinung sein. Der Zeithorizont des Solarzeitalters ist identisch mit der Existenz des Sonnenenergiesystems – also noch etwa fünf Milliarden Jahre, das heißt mit dem Zeithorizont allen natürlichen Lebens auf der Erde oder aller anderen für den Menschen erreichbaren Planeten.

Trotz dieses Zeithorizonts von erdgeschichtlichem Ausmaß befinden wir uns mittlerweile in einem Wettlauf mit der Zeit. Die Durchsetzung des Solarzeitalters ist *die* entscheidende Jahrhundertaufgabe. Würde sie weiter aufgeschoben, was im 20. Jahrhundert ein eher unbewusstes Jahrhundertversäumnis war, so drohen im 21. Jahrhundert bewusst in Kauf genommene Katastrophen. Die Gefahr existenzieller Energiekriege wächst bereits in den nächsten Jahrzehnten dramatisch, ebenso wie die expandierender sozialer Konflikte sowohl in den energieintensiven Megastädten wie in der energiehungrigen Dritten Welt. Wer die Ablösung atomar/fossiler durch solare Energiequellen aufschiebt, der hat zu verantworten, dass ökologische Katastrophenfälle (von denen allein im Jahr 1998 700 gezählt wurden) häufiger werden und immer mehr Opfer fordern.

Ein Kampf gegen Vorurteile

Die Gegenwart ist jedoch immer noch geprägt von einem Bewusstsein politischer und wirtschaftlicher Entscheidungsträger und von wissenschaftlichen Experten, die den Verzicht auf die atomar/fossilen Energieträger für „nicht machbar“ erklären und diese Vorbehalte in die Medien und ins öffentliche Bewusstsein streuen. Für „machbar“ halten sie zwar den Bau von Fusionsreaktoren, die Ausschaltung anfliegender Raketen im Weltraum, das Klonen oder die Implantierung

der Mikroelektronik in das Gehirn von Menschen, die Ausbeutung von Rohstoffen unter den Ozeangründen, aber nicht die Mobilisierung der bereits funktionsfähigen Solartechniken für alle Energiebedürfnisse der Menschen. Schon dies zeigt: Die Vorbehalte gegen die Machbarkeit des Solarzeitalters sind kultivierte Vorurteile. Dabei kann die Solartechnik schon heute die Energiebedürfnisse vollständig abdecken:

- In Deutschland werden etwa 40 Prozent der Energie in Gebäuden verbraucht. Häuser, die ohne Mehrkosten allein mit Sonnenenergie versorgt werden können, gibt es bereits. Es sprechen also weder Potential- noch Wirtschaftlichkeitsgründe dagegen, im Laufe der nächsten Jahrzehnte 40 Prozent des konventionellen Energieverbrauchs durch solares Bauen zu ersetzen.
- Die Stromerzeugungskapazitäten Chinas liegen bei knapp 300 000 Megawatt, davon etwa zwei Drittel Kohlekraftwerke und ein Drittel Wasserkraftwerke. Die Ersetzung von 200 000 MW Kohlekraftkapazität durch Windkraft erfordert die Installation von 300 000 MW Windkraft, was ungefähr 450 000 Anlagen mit einer Kapazität von je 1,5 MW voraussetzt. Es entspräche der Installation von einer Windkraftanlage pro 20 qkm auf dem chinesischen Territorium. Die dafür erforderlichen Produktionskapazitäten für Windgeneratoren würden der deutschen Jahresproduktion für Automotoren entsprechen. Ein unlösbares Problem in den nächsten Jahrzehnten ist das nicht. Da der Energiebedarf Chinas aller Wahrscheinlichkeit nach weiter ansteigt, wäre es auch ohne weiteres denkbar, das Windenergiepotential noch weiter auszubauen. Ebenso selbstverständlich ließen sich dort auch die anderen solaren Optionen verfolgen – von der Photovoltaik bis zur solarthermischen Stromerzeugung oder der Elektrifizierung der Biomasse und der Mobilisierung der Kleinwasserkraft.
- Neben dem Bedarf an Elektrizität wächst weltweit auch der Bedarf an Treibstoffen. Gerade auf diesem Gebiet gibt es vielfältige Alternativoptionen aus solaren Energiequellen: Elektrolytisch hergestellter Wasserstoff (nicht unbedingt mit dem Strom aus solaren Großkraftwerken, sondern aus zahlreichen dezentralen Stromerzeugungsanlagen), aus der Synthetisierung von Wasserstoff und pflanzlichen Kohlenstoffen zu leicht handhabbarem Biobenzin, aus vergaster Biomasse (Methanol) oder aus Bio-Alkohol (Ethanol). Die photosynthetische Jahresproduktion der globalen Flora beträgt

gegenwärtig etwa 220 Millionen Tonnen Trockenmasse, was dem 60fachen (!) der Jahreserdölförderung entspricht.

Diese groben Hinweise zeigen lediglich einen Teil der solaren Potentiale auf. Sie sind schon deshalb nicht zu verwechseln mit einem realen Durchführungsprogramm, das sehr viel differenzierter wäre und selbstverständlich die Sparpotentiale durch Effizienzsteigerung und veränderte Energienutzungskulturen einbeziehen müsste – was die Durchsetzung des Solarzeitalters noch beschleunigen würde. Die Hindernisse gegen die Realisierung liegen weder in der Verfügbarkeit der Energiequellen noch in einer der Techniken. Sie sind ausschließlich mentaler Art, weswegen es noch an ausreichender Information und Ausbildung und damit Gestaltungsphantasie der dazu notwendigen Produktionskraft Mensch mangelt. Und sie sind struktureller Art, weil mit der Durchsetzung des Solarzeitalters das gesamte gegenwärtige globale Energieversorgungssystem mit seinen Infrastrukturen und Unternehmensformen zur Disposition stünde.

Revolutionierung der Energiebereitstellung

Die Energiewirtschaftsformen von heute sind nicht neutral gegenüber den verschiedenen Energieträgern. Sie sind zugeschnitten auf die Bereitstellung der fossilen und der atomaren Energie in deren spezifischen Energieflüssen, von den Bergwerken, den Erdöl- und Gasfeldern an relativ wenigen großen Fundstellen bis hin zu dem stets dezentralen Energieverbrauch. Sie schufen eine Weltzivilisation in konventionellen Energieketten und sind selbst deren Gefangene.

Die Energieflüsse der solaren Energien sind, außer im Fall der nahtlos in die etablierten Energieketten integrierten Großkraftpotentiale, dagegen völlig andere. Photovoltaische Stromerzeugung bedeutet zum Beispiel: Photonen kommen an der Solarzelle an, Strom verlässt sie – keine Bergwerke sind notwendig, kein Primärenergietransport, kein Energielager, keine Entsorgung von atomaren Brennstoffen oder Asche. Und unter der Voraussetzung künftig verfügbarer neuer dezentraler Stromspeicher entfällt auch die Notwendigkeit des Stromtransports. Sie machen die gesamte Primärenergiewirtschaft der Erdöl-, Erdgas-, Kohle- und Uranförderer und deren Transporteure tendenziell überflüssig. Mit der Durchsetzung des Solarzeitalters wird atomare/fossile Primärenergie durch neue und andere Techniken ersetzt. Diese machen es möglich, auf die herkömmliche Energiebereit-

stellung mehr und mehr zu verzichten und die Energiegewinnung unmittelbar zu integrieren in die Räume der Energienutzung.

Industrielle Mobilisierung und Einführung Erneuerbarer Energien bedeutet, dass die konventionelle Energiebereitstellung laufend teurer wird, weil mit der dafür unabdingbar notwendigen Infrastruktur immer weniger Umsätze erzielt werden können – während die Erneuerbaren Energien durch Massenerzeugung der dafür notwendigen Techniken laufend kostengünstiger werden. Die Durchsetzung des Solarzeitalters ist also gleichbedeutend mit einer strukturellen Revolutionierung der Energiebereitstellung, die weit über die Transformation der Strukturen von industrieller Produktion und gewerblicher Dienstleistungen durch Mikroelektronik und Digitalisierung hinausgeht. Deshalb ist der Widerstand der etablierten Strukturen und Interessen auch so viel hartnäckiger. Es bedeutet weit mehr als nur die Substituierung emissionsträchtiger konventioneller durch solare Energieträger.

Um die Chancen zu erkennen, muss deshalb über partielle Substitutionsvorgänge hinausgedacht werden. Die zahlreichen möglichen Zugänge und Einzelschritte ins Solarzeitalter habe ich selbst in den Büchern „Sonnenstrategie“ (1993) und „Solare Weltwirtschaft“ (1999) zusammengefasst. Der generelle Weg ist der von wenigen Großanlagen zur Energiebereitstellung zu vielen Kleinanlagen und damit von wenigen Großinvestitionen zu zahllosen Kleininvestitionen, von der Fremdversorgung zu mehr Eigenversorgung, von Energieimporten zur Nutzung heimischer Energien.

Energie neu denken

Statt die vielen möglichen Einzelschritte aufzuzeigen, skizziere ich im Folgenden die handlungsleitenden Maximen. Deren gemeinsame Prämisse ist, mit den Erneuerbaren Energien die Energiefrage neu zu denken, um sie neu beantworten zu können.

Maxime 1:

Die vollständige, nicht nur die teilweise Ablösung atomarer und fossiler Energien anvisieren

Die Möglichkeit der vollständigen Deckung der Energiebedürfnisse mit solaren Energiequellen ergibt sich aus dem reichen und vielfältigen natürlichen Angebot, wie aber auch einem diesbezüglichen Tech-

nikoptimismus. Neben den vielen bereits angewandten Energiewandler- und Energienutzungstechniken für Erneuerbare Energien wird es desto mehr weitere geben, je mehr Konstrukteure und Firmen sich damit beschäftigen. Schon mit den jetzt bekannten lässt sich ein voller solarer Deckungsbeitrag berechnen, mit einer einfachen Input-Output-Rechnung bezüglich der Anlagenproduktion im Verhältnis zum Energiebedarf und zu den jeweiligen regionalen Angebotsbedingungen. Wenn die Gesellschaft die Möglichkeit eines vollen solaren Deckungsbeitrags im Auge hat, werden sich ihre politischen Akteure von der Zwangsvorstellung verabschieden, sie brauche auch auf lange Sicht weitere Großinvestitionen mit langer Kapitalbindung für konventionelle Energieanlagen.

Maxime 2:

Die methodische Beschränkung der Energiestatistik aufbrechen

Die Energiestatistik, mit welcher der Rahmen der Energieversorgung abgesteckt und der der Alternativen größtenteils ignoriert wird, ist prinzipiell unvollständig und deshalb höchst fragwürdig. Sie erfasst nur die kommerziellen Energieströme; Stromerzeugung, die nicht durch Stromnetze geht, wird damit ebenso wenig erfasst wie die Nutzung der Solarwärme in Gebäuden, denen keine Öl- oder Gaslieferung vorausgeht. Selbst wenn der gesamte Gebäudebestand auf direkte Solarwärmenutzung umgestellt wäre, würde nach den heute üblichen Erhebungsmethoden der absolute statistische Anteil der Sonnenenergienutzung nicht steigen. Sonnenenergienutzung basiert aber auf vielen nicht kommerzialisierbaren solaren Energieströmen.

Maxime 3:

Energiesysteme statt Energieanlagen kalkulieren

Der übliche energiewirtschaftliche Vergleich zwischen den Investitionskosten pro installierter Kilowattstunde ist in Bezug auf Solarenergie analytisch ungenügend. Es gilt stattdessen, Energiesysteme miteinander zu vergleichen, also die gesamten Kosten für konventionelle Energie in ihrer langen Bereitstellungskette mit den Kosten für solare Energiebereitstellung nur mit kurzer Bereitstellungskette. Daraus ergibt sich beispielsweise, dass solare Inselversorgung in Räumen der Dritten Welt, die keinen Anschluss an ein Stromnetz haben, heute schon selbst bei hohen Kosten der Photovoltaik-Technik günstiger ist als die konventionelle Stromversorgung, für die mit großem Aufwand Überlandleitungen gelegt werden müssen. 70-80 Prozent der Kosten

herkömmlicher Stromversorgung liegen außerhalb der eigentlichen Stromerzeugungskosten. In der Verdrängung dieser 70-80 Prozent liegt das Wirtschaftlichkeitspotential solarer Stromnutzung.

Maxime 4:

Die Arbeitsteilung bisheriger Versorgungsbereiche überwinden

Die Vorstellung einer Substituierung konventioneller Energieträger durch Erneuerbare Energien muss über die bisher unabhängig voneinander betrachteten Versorgungsbereiche Wärme, Strom, Treibstoff und industrielle Prozessenergie hinausgehen. Die neuen Substitutionsvorgänge operieren anders, sie integrieren alle Felder der Energienutzung: Immer mehr stromverbrauchende Geräte können ihren Strombedarf durch integrierte Photovoltaik-Technik und Stromspeicher ohne Kabelanschluss selbst decken, immer mehr Gebäude funktionieren ohne Netzanschluss. Aus Strom wird Treibstoff gewonnen mit Hilfe der Wasserstofftechnik, aus gespeicherter Solarwärme Strom mit Stirlingmotoren, aus Treibstoffderivaten wie Biogas oder Bioethanol wird Strom erzeugt mittels Brennstoffzellen. Die Solarenergienutzung wird wirtschaftlich multifunktional und erschließt neue Energiekalkulationen, weit über die zumeist verdrängten Infrastrukturkosten konventioneller Energien hinaus.

Maxime 5:

Das Effizienzpotential der Erneuerbaren Energien nutzen

Dezentrale Anwendung und Nutzung Erneuerbarer Energien bedeutet, dass es weniger Überkapazitäten geben wird. Die Energiebereitstellung erfolgt zunehmend modular und ist *à la carte* möglich. Mit neuen dezentralen Speichertechniken, insbesondere für Strom, entfällt die Notwendigkeit von Reservekapazitäten. Das dezentrale All-Lasten-Kleinkraftwerk ist keine Utopie mehr, es kann alle Lastgänge so bedienen wie ein Motor, der vom Leerlauf bis in den fünften Gang geschaltet wird. Mit der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien entfallen die bisherigen Kondensationskraftwerke, was deren gigantischen Wasserverbrauch gegenstandslos macht und die knapper werdende Ressource Wasser spart.

Maxime 6:

Für Erneuerbare Energien neue wirtschaftliche Träger aktivieren

Da Erneuerbare Energien die Substitution atomar/fossiler Primärenergien durch solare Umwandlungstechniken bedeuten, ist die hoch

konzentrierte Energiewirtschaft als Partner für den Wandel eher ungeeignet. Doch auch die Energiewirtschaft kann von der Rolle des Energie- zu der des Techniklieferanten wechseln. Sie wird dies aber kaum mit der gebotenen Verve tun, um ihren Strukturen und Investitionen keine unliebsame Konkurrenz entstehen zu lassen. Solar prädestiniert sind daher vor allem die Industrien, die mit ihrem bisherigen Tätigkeitsprofil relativ nahe an den solaren Umwandlungstechniken sind: die Motorenindustrie, die Glasindustrie, die Elektrogeräteindustrie, die Elektronikindustrie, die Maschinen- und Anlagenbau, die landwirtschaftliche Geräteindustrie (für die Biomasse-Erntegeräte) und auch die Land- und Forstwirtschaft.

Maxime 7:

Den Vorrang von Naturgesetzen vor Marktgesetzen respektieren

Die Liberalisierung der Energiemärkte führt zur Überwindung der bisherigen Gebietsmonopole. Obwohl diese Gebietsmonopole mit ihrem Anschluss- und Benutzungszwang ein starkes Hindernis zur Einführung Erneuerbarer Energien durch die dafür notwendigen unabhängigen Betreiber waren, darf für diese nicht nur an freie Energiemärkte gedacht werden. Erneuerbare Energien haben immer unterschiedliche Kosten. Ihre Produktivität hängt von den unterschiedlichen natürlichen Energieangeboten ab. Um ihr Potential nutzen zu können, brauchen sie deshalb eine politisch definierte und legitimierte Preisfestsetzung, die im Zuge ihrer Einführung degressiv, nach ihren unterschiedlich technischen Energieträgern und nach Regionen differenziert wird. Für Erneuerbare Energien dürfen wir daher nicht in der Kategorie von Energiemärkten, sondern von Technikmärkten denken.

Maxime 8:

In schneller Entwicklungsdynamik denken

Die bisherige Erfahrung, dass ein neuer Energieträger in der Regel viele Jahrzehnte braucht, bis er sich durchgesetzt hat, gilt für Erneuerbare Energien nicht. Deren Bereitstellung braucht zwar neues Humankapital, aber sie erfordert nicht den Infrastrukturaufwand, der für die atomaren/fossilen Energieketten nötig war. Deshalb kann die Durchsetzung Erneuerbarer Energien viel schneller erfolgen, als es die konventionellen Energieexperten annehmen. Es muss auch schneller gehen, um der Jahrhundertaufgabe gerecht zu werden. Sie werden, je unabhängiger sie von der überkommenen Energieinfrastruktur sind,

auch aufgrund des niedrigen Bereitstellungsaufwandes und ihrer Multifunktionalität schnell zu Kostenvorteilen gegenüber konventionellen Energieangeboten kommen.

Literaturhinweise

- Commoner, Barry*: Energieeinsatz und Wirtschaftskrise. Reinbek bei Hamburg 1977.
Debeir, Jean-Claude/Deleage, Jean-Paul/Hémery, Daniel: Prometheus auf der Titanic. Geschichte der Energiesysteme, Frankfurt a.M. 1989.
Kohler, Stephan/Leuchtner, Jürgen/Müschel, Klaus: Sonnenenergie-Wirtschaft. Eine Publikation des Öko-Instituts, Frankfurt a.M. 1987.
Patterson, Walt: Transforming Electricity, London 1999.
Scheer, Hermann: Sonnen-Strategie. Politik ohne Alternative, 8. Auflage, München 1999.
Scheer, Hermann: Solare Weltwirtschaft. Strategie für die ökologische Moderne, 4. Auflage, München 2000.
Smil, Vaclav: Energy in World History, Boulder, Colorado 1994.
Traube Klaus/Scheer, Hermann: Kernspaltung, Kernfusion, Sonnenenergie – Stadien eines Lernprozesses, in: Solarzeitalter Nr. 2/1998, S. 22-38.

„We cannot command the winds,
but we can set the sails. “

Durham Board of Education
