

Go and Stop
Solarstrom und Energiepolitik in der Schweiz
1973–2000

Berner Forschungen zur Neuesten Allgemeinen und Schweizer Geschichte

Herausgegeben von
Marina Cattaruzza, Stig Förster,
Christian Pfister, Brigitte Studer

Band 7

*Für die Publikation überarbeitete Lizentiatsarbeit
in Wirtschafts-, Sozial- und Umweltgeschichte
bei Prof. Dr. Christian Pfister, Bern im Juni 2008*

Marco Majoleth

Go and Stop
Solarstrom und Energiepolitik in der Schweiz
1973–2000

Verlag Traugott Bautz

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Verlag Traugott Bautz GmbH 99734 Nordhausen 2009
ISBN 978-3-88309-522-6

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG.....	9
1.1	Fragestellung.....	10
1.2	Forschungsstand.....	11
1.3	Quellenlage.....	13
1.4	Methode.....	14
1.5	Aufbau.....	14
2.	ENTWICKLUNG DER PHOTOVOLTAIK	
2.1	Was ist Sonnenenergie	16
2.1.1	<i>Indirekte und direkte Sonnenenergienutzung.....</i>	16
2.1.2	<i>Passive und aktive Sonnenenergienutzung</i>	17
2.2	Geschichte der Photovoltaik.....	18
3.	DIE SONNENENERGIE IM KONTEXT EIDGENÖSSISCHER ENERGIEPOLITIK 1973–2000	
3.1	Akteure.....	22
3.1.1	<i>Advocacy-Koalitionen und ihre Prioritäten</i>	22
3.1.2	<i>Policy-orientiertes Lernen.....</i>	24
3.1.3	<i>Konventionelle Koalition</i>	25
3.1.4	<i>Staatliche Koalition</i>	25
3.1.4.1	<i>Bundesamt für Energiewirtschaft/Bundesamt für Energie (BEW/BFE)</i>	26
3.1.4.2	<i>Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekon- zeption (GEK)</i>	27
3.1.4.2.1	Der Auftrag der Kommission	28
3.1.4.2.2	Die Zusammensetzung der Kommission.....	30
3.1.4.3	<i>Eidgenössische Fachkommission für die Nutzung der Sonnenenergie (KNS).....</i>	33
3.1.4.4	<i>Eidgenössische Energiekommission (EEK)</i>	36
3.1.4.5	<i>Eidgenössische Energieforschungskommission (CORE)</i>	37
3.1.5	<i>Alternative Koalition</i>	40
3.1.6	<i>Exkurs: Externe und interne Ereignisse</i>	42
3.1.7	<i>Zwischenfazit.....</i>	43

3.2	Anfänge eidgenössischer Energiepolitik 1973–1978	
3.2.1	<i>Fragmentierte Energiepolitik bis 1973</i>	45
3.2.2	<i>Dringlicher Bundesbeschluss 1974</i>	46
3.2.3	Grundlagen eidgenössischer Energiepolitik: Die Gesamtenergiekonzeption (GEK) 1974–1978	49
3.2.3.1	<i>Der Schlussbericht der Kommission für die Gesamtenergiekonzeption</i>	49
3.2.3.2	<i>Die Sonnenenergie in der Gesamtenergiekonzeption</i>	51
3.2.3.3	<i>Vernehmlassung des Schlussberichts der Kommission für die Gesamtenergiekonzeption</i>	54
3.2.4	<i>Zwischenfazit</i>	61
3.3	Der lange Weg des Energieverfassungsartikels 1983–1990	63
3.3.1	<i>Erster Versuch: Vorschlag des Bundesrats 1983</i>	63
3.3.2	<i>Alternative: Vorschlag der Umweltverbände 1984</i>	67
3.3.3	<i>Der zweite Vorschlag von Bundesseite 1990</i>	74
3.3.4	<i>Zwischenfazit: Förderplanung und -realität</i>	79
3.4	Die Anwendung des Energieartikels 1990–2000	
3.4.1	<i>Vorlauf: Der Energienutzungsbeschluss (ENB)</i>	82
3.4.2	Die Ausführung des Energieartikels: Das Energiegesetz von 1999	
3.4.2.1	<i>Vorentwurf und Vernehmlassung</i>	86
3.4.2.2	<i>Die Botschaft zum Energiegesetz: Rück- und Ausblick des Bundesrats</i>	89
3.4.2.2.1	<i>Einspeisevergütung für Selbstversorger</i>	92
3.4.2.2.2	<i>Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen</i>	93
3.4.2.3	<i>Intermezzo: Versuch zur Einführung einer Lenkungsabgabe</i>	94
3.4.3	Die Energie-Umwelt- und die Solarinitiative: Nein zu Lenkungsabgaben und zur Förderung der Sonnenenergie	
3.4.3.1	<i>Anlass und Ziel der Initiativen</i>	96
3.4.3.2	<i>Botschaft des Bundesrats zu den Energieinitiativen</i>	98
3.4.3.3	<i>Gegenvorschläge des Parlaments</i>	102
3.4.3.3.1	<i>Gegenvorschläge des Ständerats</i>	102
3.4.3.3.2	<i>Gegenvorschlag des Nationalrats</i>	105
3.4.3.4	<i>Vernehmlassung zu Energieabgaben</i>	107
3.4.4	<i>Zwischenfazit</i>	110

4. FORDERUNGEN UND MASSNAHMEN ZUR FÖRDERUNG DER PHOTOVOLTAIK

4.1	Forderungen für die Photovoltaik	114
4.1.1	<i>Postulat für ein schweizerisches Institut für Sonnenenergie</i>	114
4.1.2	<i>Motionen für ein Versuchs-Sonnenkraftwerk</i>	117
4.1.3	<i>Vorstösse nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986.....</i>	122
4.1.3.1	<i>Die Antwort des Bundesrats: Bericht „über erneuerbare Energien und neuere Energietechnologien“ 1987.....</i>	125
4.1.3.2	<i>Energieperspektiven der Expertengruppe „Energieszenarien“ 1988.....</i>	127
4.1.4	<i>Vorstösse nach der Aufnahme des Energieartikels 1990..</i>	131
4.1.4.1	<i>Parlamentarische Vorstösse nach dem 23. September 1990</i>	
4.1.4.1.1	<i>Motion Ruf: „Erforschung erneuerbarer Energien“</i>	132
4.1.4.1.2	<i>Motion Wiederkehr: „Impulsprogramm Solarenergie“</i>	133
4.1.4.1.3	<i>Motion David: „Impulsprogramm Sonnenenergie 1991“</i>	134
4.1.4.1.4	<i>Postulat Rebeaud: „Elektrische Leitungen in Streusiedlungen“</i>	135
4.1.4.2	<i>Die Antwort des Bundesrats: „Wie weiter ...?“</i>	136
4.2	Massnahmen zur Förderung der Photovoltaik.....	137
4.2.1	<i>Impulsprogramm „Erneuerbare Energien“ (PACER, 1989–1995)</i>	
4.2.1.1	<i>Ziele und Mittel</i>	138
4.2.1.2	<i>Massnahmen und Wirkung.....</i>	140
4.2.2	<i>Aktionsprogramm „Energie 2000“ (1991–2000)</i>	144
4.2.2.1	<i>Ziele</i>	145
4.2.2.2	<i>Mittel</i>	148
4.2.3	<i>Aktionsprogramm „Energie 2000“: Startprogramm „Photovoltaik“ (1991–1996)</i>	150
4.2.4	<i>Investitionsprogramm „Energie 2000“ (1997–1999)</i>	151
4.2.5	<i>Subventionsprogramm „Photovoltaik“ (1997–2001)</i>	154
4.2.6	<i>Exkurs: Mitnahmeeffekte</i>	157
4.2.7	<i>Pilot- und Demonstrationsanlagen</i>	158

4.2.7.1	<i>Pilot- und Demonstrationsprojekte im Bereich der Bundesverwaltung</i>	160
4.2.7.2	<i>Pilot- und Demonstrationsprojekte ausserhalb der Bundesverwaltung</i>	162
4.2.7.2.1	Konzept für die Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen	162
4.2.7.2.2	Eidgenössisches Komitee für Pilot- und Demonstrationsanlagen („P&D-Komitee“).....	164
4.2.7.3	<i>Projekte</i>	166
4.2.7.3.1	„Strom statt Lärm“: Photovoltaikanlagen an Verkehrswegen.....	167
4.2.7.3.2	PHALK Mont-Soleil	173
4.3	Bilanz: „Go-and-Stop ohne Ende“	179
5.	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	184
6.	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	
6.1	Grafiken	192
6.2	Tabellen	192
6.3	Abbildungen	193
7.	ABKÜRZUNGEN	194
8.	QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS	
8.1	Quellen	
8.1.1	<i>Ungedruckte Quellen (Schweizerisches Bundesarchiv BAR)</i>	197
8.1.2	<i>Gedruckte Quellen</i>	197
8.2	Fachliteratur	203
8.3	Elektronische Publikationen und Datenbanken	205
9.	ANHANG	
Anhang 1:	Datentabellen.....	208
Anhang 2:	Auswahl behandelter Vorlagen des National- und Ständerats in den Bereichen Sonnenenergie, Energiesteuer und Energieforschung 1974–2000.....	212
DANK	224

1. EINLEITUNG

Schon anfangs der 1950er-Jahre war die Photovoltaik, die Technologie der Erzeugung von Elektrizität durch Ausnutzung des photovoltaischen Effekts, anwendbar. Mitte März 1958 erreichte der erste US-amerikanische Satellit „Vanguard 1“ seine Umlaufbahn um die Erde; die Energie für die Systemtechnik bezog er durch hochwertige Solarzellen von der Sonne. Waren die Kosten der Technologie zu Beginn exorbitant hoch, so erwiesen sich ab den 1970er-Jahren erste Anwendungen als wirtschaftlich, so etwa die Stromversorgung abgelegener Gebiete ohne entsprechende Infrastruktur.

Mit der Erdölpreiskrise, die in den Jahren 1973 und 1974 einen ersten und Ende 1979 einen erneuten Höhepunkt erreichte, rückte die Photovoltaik auch in der Schweiz langsam in das Blickfeld der Energiepolitik.

Allerdings auf einem Umweg: Die Akteure der schweizerischen Energiepolitik waren sich zwar einig, dass es aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen wichtig sei, den Erdölverbrauch zu reduzieren. Der Weg zur Erreichung dieses Ziels war jedoch umstritten. Setzten Bund und Energiewirtschaft auf die Substitution von Erdöl durch Atomkernenergie¹, so verlangten Kritiker des „Nuklearfahrplans“ einen Ausbau der einheimischen und erneuerbaren Energien.

Doch dazu bestanden nach Ansicht des Bundesrats keine gesetzlichen Grundlagen; er sah sich nur in sehr geringem Ausmass zur Förderung erneuerbarer Energien legitimiert. Mit dem Ziel, eine verfassungsrechtliche Basis zu schaffen, die dem Bund mehr Kompetenzen im Energiebereich garantieren sollte, erarbeitete die Kommission für die Gesamtenergiekonzeption in den Jahren 1974 bis 1978 einen ersten Entwurf für einen Verfassungsartikel. Die Debatte der folgenden Jahre drehte sich in erster Linie um den Stellenwert der Atomkernenergie und um die Einführung einer Energiesteuer, mit der Alternativenenergien

¹ Die Begriffe „Kernenergie“ und „Atomenergie“ sind insofern politisch gefärbt, als Befürworterinnen und Befürworter dieser Technologie meistens von „Kernenergie“ sprechen, die Kritikerinnen und Kritiker dagegen von „Atomenergie“. In Anlehnung an die naturwissenschaftliche Dissertation von Thomas Flüeler wird im Folgenden der physikalisch korrekte Begriff „Atomkernenergie“ verwendet, „da der Spaltungsprozess im Atomkern [und] nicht etwa in einem Zellkern“ stattfindet, vgl. Flüeler, Abfälle: 22.

hätten gefördert werden können. Zwei Lager standen einander gegenüber: Befürworter einer „harten“ und solche einer „sanften“ Technologie. Kompromisse waren auf beiden Seiten nicht vorgesehen. Erst 1990, im dritten Anlauf, konnten erweiterte Bundeskompetenzen in der Verfassung verankert werden, um erneuerbare Energien umfassend fördern zu können. Umgehend folgten ambitionierte Förderpläne; doch anfangs der 1990er-Jahre geriet die Wirtschaft in eine lang anhaltende Rezession, die Arbeitslosigkeit stieg und die Investitionsbereitschaft von Staat und Wirtschaft sank massiv.

Verschiedene Umweltverbände verlangten trotz beziehungsweise wegen der finanziellen Krise einen Ausbau der Sonnenenergieförderung. Sie lancierten Mitte der 1990er-Jahre zwei Energieinitiativen, die 2000 zur Abstimmung gelangten: Die Energie-Umwelt-Initiative zur Einführung einer Energielenkungsabgabe und die Solar-Initiative, die einen leichten Zuschlag auf den Strompreis vorschlug, dessen Erlös einer forcierten Sonnenenergieförderung hätte zukommen sollen. Beide Initiativen wurden von Volk und Ständen deutlich verworfen.

1.1 Fragestellung

Die vorliegende Studie fragt in einem ersten Schritt nach den Akteuren auf dem Parkett der Energiepolitik auf Bundesebene in den Jahren 1973 bis 2000 sowie nach ihren Motiven und Absichten. Befürworter und Gegner einer Förderung von erneuerbaren Energien traten mit Forderungen an den Bund heran, dessen Reaktionen im Fokus dieser Untersuchung stehen. Unter „Bund“ wird der Bundesrat als Landesregierung verstanden, die Verwaltung sowie ausserparlamentarische Kommissionen im Energiebereich, die zusammen als „staatliche Koalition“ auftraten.

In einem zweiten Schritt wird die Genese und Implementierung der energiepolitischen Grundlagen dargestellt, aufgrund welcher die Förderung erneuerbarer Energien umgesetzt werden sollte. Dabei stehen nicht nur die Akteure im Mittelpunkt, sondern auch der Einfluss von innen- und aussenpolitischen Ereignissen auf die Positionen dieser Akteure und auf die Lancierung von energiepolitischen Forderungen primär der Befürworter einer Sonnenenergieförderung. Im Vordergrund steht dabei die Debatte um die Finanzierung allfälliger Förder-

massnahmen, welche das weite Spektrum von wirtschafts-, gesellschafts- und umweltpolitischen Argumenten für und wider eine Energieabgabe beleuchtet.

Nach der Identifizierung der Akteure und der Darstellung der Grundlagen der Förderpolitik werden in einem dritten Schritt die Forderungen an die „staatliche Koalition“ erläutert, wobei das Augenmerk auf parlamentarischen Vorstössen zu Gunsten der Photovoltaik liegt. Aufgrund der Reaktionen des Bundesrats sollen Rückschlüsse auf den Stellenwert der Photovoltaik für die staatliche Koalition gezogen werden.

Abschliessend werden die konkreten Massnahmen des Bundes zur Förderung erneuerbarer Energien, vor allem der Photovoltaik, erörtert und ihre Wirkungen untersucht.

Im Zentrum der Untersuchung steht das staatliche Handeln im Energiebereich. Das umfassende Thema der Energieforschung, in der neben den Eidgenössischen Technischen Hochschulen und den kantonalen Universitäten auch die Industrie eine wichtige Rolle spielte, wird nur am Rande erwähnt.

Ganz ausgeklammert wird die Entwicklung und Wirkung der kantonalen und regionalen Förderpolitik, allerdings findet diese insofern ihren Niederschlag auf eidgenössischer Ebene, als sich Forderungen nach einer Förderung der Photovoltaik oftmals auf vorausgegangene Erfahrungen und Erkenntnisse auf kantonaler und regionaler Ebene stützen.

Nur soweit für das Verständnis nötig wird die technologische Entwicklung dargestellt. Eine detaillierte Untersuchung von Entwicklung und Verbreitung von technologischen Innovationen wäre im Bereich der Photovoltaik zwar sehr interessant, würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

1.2 Forschungsstand

Historische Fachliteratur zum Themenkomplex der Sonnenenergie in der Schweiz, sei es zur technologischen Entwicklung, zur Nutzung oder zur Förderpolitik, ist gegenwärtig nicht greifbar. Ganz allgemein ist die Entwicklung der erneuerbaren Energien der letzten drei Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts ein historisch noch kaum erforschtes

Gebiet. Ein Grossteil der Veröffentlichungen, die sich mit der Photovoltaik beschäftigen, rekapitulieren jeweils den zeitgenössischen technologischen Stand, entwickeln Zukunftsvisionen oder dienen primär als politisches Argumentarium. Diese Werke werden als gedruckte Quellen berücksichtigt.²

Zu anderen Bereichen der schweizerischen Energiepolitik existieren dagegen umfangreiche historische Studien, vor allem zur Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Allgemeinen oder zur Atomkernenergie im Speziellen.³ Insbesondere die Forschungsliteratur zum Widerstand gegen die Atomkernenergie zeigt, dass es durchaus Alternativvorschläge gab, worin die Sonnenenergie jeweils zumindest am Rande Erwähnung fand.

Wichtige Hinweise verdankt diese Untersuchung der breit angelegten Dissertation des Volkswirtschafters und Politologen Stefan Rieder. Die Studie stellt einen fundierten Überblick über die „Bewältigung von wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen im Energiebereich durch die Politik“ in Dänemark, Schleswig-Holstein und der Schweiz dar.⁴ Einige besonders aufschlussreiche Anhaltspunkte und Zusammenhänge konnten überdies dem Rückblick des langjährigen Direktors des Bundesamts für Energiewirtschaft, Eduard Kiener, entnommen werden. Auch wenn es sich nicht um eine historische Studie handelt, so zeigt die Publikation dennoch die grundlegenden Entwicklungslinien der schweizerischen Energiepolitik der Jahre 1980 bis 2000 auf und beleuchtet sie aus der Innensicht eines wichtigen Akteurs der staatlichen Koalition.⁵

Für den internationalen Kontext ist die Monographie von John Perlin von Bedeutung.⁶ Der Autor stützt sich vor allem auf Medienberichte und Interviews mit Exponenten aus den Vereinigten Staaten, Europa und Japan. Das überaus spannende Werk ist eher journalistisch als wissenschaftlich gehalten.

² Beispielsweise (Auswahl): Nordmann, Schmidt (Hgg.), Sonne; Rechsteiner, Ölkrise; Winter, Sonnenenergie.

³ Zu den Anfängen der Elektrizitätswirtschaft beispielsweise Gugerli (Hg.), Zauberin. Zur Atomkernenergie seien aufgeführt: Kriesi, Graben; Kupper, Kaiseraugst.

⁴ Vgl. Rieder, Energiepolitik.

⁵ Vgl. Kiener, Energiepolitik.

⁶ Vgl. Perlin, Electricity.

1.3 Quellenlage

Die vorliegende Studie stützt sich in erster Linie auf die im Schweizerischen Bundesarchiv überlieferten Quellenbestände des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements (EVED, heute Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK), insbesondere auf diejenigen des Bundesamts für Energiewirtschaft (BEW, heute Bundesamt für Energie BFE). Letzteres veranlasste die Veröffentlichung einer Vielzahl von Studien und Berichten, deren Resultate Eingang in die vorliegende Arbeit finden. Ebenfalls berücksichtigt werden sind die Protokolle, Berichte und Korrespondenzen der verschiedenen Fachkommissionen im Energiebereich, etwa der Eidgenössischen Kommission für die Gesamtenergiekonzeption oder der Eidgenössischen Energiekommission. Von der Fachkommission für die Nutzung der Sonnenenergie ist ebenfalls eine Vielzahl von Unterlagen überliefert; besonders ergiebig sind die Jahresberichte. Im Schweizerischen Bundesarchiv sind zudem die Unterlagen des BFE aus den Vernehmlassungsverfahren zu verschiedenen Entwürfen und Vorlagen greifbar. Wie kaum eine zweite Quellengattung geben diese Unterlagen Aufschluss über die Haltung der verschiedenen Akteure.

Einschlägige Botschaften und Berichte des Bundesrats, welche die Ergebnisse der Vernehmlassungsverfahren zusammenfassend schildern, lassen sich mittels der Datenbank des Schweizerischen Bundesarchivs zum digitalisierten Bundesblatt recherchieren.⁷

Für diese Untersuchung wurde zudem eine Vielzahl von politischen Vorstössen ausgewertet. Sämtliche Vorstösse sind in der „Übersicht über die Verhandlungen der Bundesversammlung“ publiziert, auch diejenigen, über die in der Folge nicht debattiert wurde. Neben dem Wortlaut der behandelten Vorstösse sind im „Amtlichen Bulletin“ auch die Antworten des Bundesrats erfasst; ein Teil der Vorstösse ist elektronisch konsultierbar.⁸ Die Geschäftsdossiers der Bundesversammlung enthalten die Unterlagen zu diesen Geschäften. Sie stellen

⁷ Vgl. Schweizerisches Bundesarchiv, Amtsdruckschriften.

⁸ Vgl. ÜV, AB-NR, AB-SR und Schweizerische Bundesversammlung, Curia. Der Wortlaut von Vorstössen, die ab Wintersession 1995 eingereicht wurden, können mit der Geschäftsdatenbank „Curia vista“ abgerufen werden.

einen reichen Fundus an Protokollen der vorberatenden national- und ständerätlichen Kommissionen dar.

Eine Reihe von publizierten und in der Schweizerischen Nationalbibliothek greifbaren Studien zur Sonnenenergie stellt eine weitere wichtige Quellengattung für diese Arbeit dar. Neben den vielen zeitgenössischen Studien zum Potenzial der Photovoltaik existieren umfangreiche Evaluationen von Programmen des Bundes im Energiebereich.

1.4 Methode

Zur Identifizierung und Charakterisierung der verschiedenen Akteure wird auf den „Advocacy-Koalitionen-Ansatz“ des Politologen Paul A. Sabatier zurückgegriffen.⁹ Das Modell, das Bündnisse von Akteuren innerhalb politischer Netzwerke mit gemeinsamen Zielen in den Fokus rückt, bietet sich aus dreierlei Hinsicht an: Erstens erlaubt das Konzept, die Koalitionen unabhängig von der parteipolitischen Zugehörigkeit der Protagonisten zu schildern, zweitens lässt sich die Analyse der unumstösslichen Grundhaltungen („core beliefs“) und der politisch verhandelbaren Haltungen (sekundäre Aspekte) sehr gut auf die schweizerische Energiepolitik anwenden. Drittens berücksichtigt Sabatier auch den Einfluss innen- wie aussenpolitischer Ereignisse auf politische Forderungen. Für die Darstellung der schweizerischen Energiepolitik, eines allfälligen Machtverlusts oder -zuwachses einzelner Koalitionen und der energiepolitischen Zäsuren sind diese „externen Ereignisse“ oder „Schocks“ von wesentlicher Bedeutung. Bereits in Stefan Rieders Dissertation wurde Sabatiers Modell auf die schweizerische Energiepolitik angewendet.¹⁰

1.5 Aufbau

Auf einen kurzen Abriss der technologischen Entwicklung der Photovoltaik (Kapitel 2) folgt nach einigen Erläuterungen zu den ener-

⁹ Vgl. Sabatier, Advocacy-Koalitionen: 116–148.

¹⁰ Rieder, Energiepolitik.

giepolitischen Akteuren eine detaillierte Analyse der schweizerischen Energiepolitik der Jahre 1973 bis 2000. Im Vordergrund steht dabei die Genese des Energieartikels bis 1990, an den das Aktionsprogramm „Energie 2000“ und das Energiegesetz von 1999 anknüpfen und die eng mit der Diskussion um die Erhebung einer Energiesteuer verbunden war (Kapitel 3). Aufgrund des Mangels an historischer Fachliteratur über die schweizerische Energiepolitik während des letzten Drittels des 20. Jahrhunderts muss der Darstellung dieser elementaren Grundlagen verhältnismässig viel Platz eingeräumt werden.

Im Hauptteil der Arbeit (Kapitel 4) werden eine Reihe parlamentarischer Vorstösse zu Gunsten der Photovoltaik vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf Anfragen zur Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986, zum Energieverfassungsartikel und zum „Kernenergiemotorium“ 1990. Am Schluss der Arbeit wird ein Teil der umgesetzten Massnahmen untersucht, die mehrheitlich nach 1990 starteten und meistens im Rahmen des Aktionsprogramms „Energie 2000“ durchgeführt wurden. Die dargestellten Forderungen und Massnahmen bedürfen weiterer und eingehender historisch-kritischer Analysen. Der im Rahmen dieser Untersuchung gebotene Überblick soll dazu eine fundierte Grundlage bilden.

Mit diesem Aufbau wird von einer chronologischen Schilderung der Ereignisse abgesehen. Der Entstehungsprozess der energiepolitischen Grundlagen, die Förderabsichten und -massnahmen werden vielmehr thematisch strukturiert und können auf diese Weise besser in den zeitgeschichtlichen und energiepolitischen Gesamtkontext eingebettet werden.

2. ENTWICKLUNG DER PHOTOVOLTAIK

2.1 Was ist Sonnenenergie?

Unter dem allgemeinen Begriff „Sonnenenergie“ wird weit mehr verstanden als ihre Umwandlung in Wärme mittels Kollektoren (Solarthermie) oder in Elektrizität durch Solarzellen (Photovoltaik). Steht auch die Photovoltaik im Vordergrund dieser Untersuchung, so sollen zum allgemeinen Verständnis doch einige Bemerkungen zu den Arten der Sonnenenergienutzung vorangestellt werden.¹¹

2.1.1 *Indirekte und direkte Sonnenenergienutzung*

Nach gängiger Unterscheidung wird die Sonnenenergie in indirekter oder direkter Form genutzt. Unter „indirekter Nutzung“ wird die Anwendung von Solarenergie verstanden, die sich auch ohne technisches Zutun ergibt: Durch ungleichmässige Erwärmung des Festlands und der Ozeane entstehen Luftdruckunterschiede, woraus sich globale und regionale Windsysteme entwickeln. Indem durch die Verdunstung Wasserdampf entsteht, der in Form von Wolken vom Wind transportiert wird und in anderen Regionen als Regen niedergeht, erhält die Sonne den Wasserkreislauf aufrecht. Mittels Wind- und Wasserkraftwerken können diese Formen der Sonnenenergie in Elektrizität umgewandelt werden. Ähnliches gilt für die Biomasse, die durch die photosynthetische Umwandlung von Sonnenlicht entsteht. Neben Holz werden unter dieser Kategorie weitere Energieträger subsumiert, so etwa die durch langwierige Prozesse entstandenen fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas. Durch spezielle Verfahren können aus dem durch Gärung entstehenden Methan Elektrizität gewonnen und weitere Gase sowie Alkohole als Treibstoff eingesetzt werden.

Die „direkte Nutzung“ der Sonnenenergie erfordert technische Anlagen, mit denen das einfallende Sonnenlicht ohne natürliche Umwandlungsprozesse als Wärme über eine gewisse Zeit haltbar gemacht

¹¹ Die folgenden Angaben beruhen im Wesentlichen auf Diekmann u. a., Sonnenenergie: 7–56.

oder in speicher- oder transportierbare Energieformen umgewandelt wird. Diese direkten Nutzungsformen werden in passive und aktive Sonnenenergienutzung unterteilt.

2.1.2 Passive und aktive Sonnenenergienutzung

Die „Solararchitektur“ strebt passive Sonnenenergienutzung durch die optimale Ausrichtung eines Gebäudes sowie durch die bestmögliche Anordnung von Fenstern und – von besonderem Gewicht – einer guten Gebäudeisolierung an. Wie althergebracht und vielfältig diese Nutzung der Sonneneinstrahlung in Gebäuden ist (und wie das Wissen darüber sporadisch verloren gegangen ist), zeigen Ken Butti und John Perlin in ihrem umfangreichen Werk über die Entwicklung der Solararchitektur auf.¹²

Unter aktiver direkter Nutzung wird die Verwendung von Sonnenenergie zur Wärme- und Stromerzeugung beispielsweise durch Solarzellen oder solarthermische Kraftwerke verstanden.

Über die weiteste Verbreitung und die höchsten Wirkungsgrade innerhalb der aktiven Sonnenenergienutzung verfügt die Solarthermie, die die direkte Sonneneinstrahlung zur Erwärmung eines Trägermediums, meistens mit Frostschutzmittel versetztes Wasser, nutzt. Das so gewonnene Warmwasser kann als Brauchwasser oder zu Heizzwecken Verwendung finden.

Die Photovoltaik, die zweite Form der aktiven Sonnenenergienutzung, wandelt unter Ausnutzung des Photoeffekts direktes oder diffuses Sonnenlicht mittels Halbleitertechnologie in elektrische Energie um. Die mit Lichtgeschwindigkeit eingestrahnten Teilchen, in der Fachsprache als „Photonen“ bezeichnet, treffen beim photovoltaischen Effekt auf einen Silizium-Halbleiter und verändern dessen atomare Struktur: Elektronen fließen von der negativ geladenen Seite zur positiven, wodurch eine elektrische Spannung entsteht. Energiereiche Teilchen können dann als Gleichstrom aufgefangen und von einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt werden.¹³ Diese Umwandlung kann in drei verschiedenen Typen von Solarzellen stattfinden, de-

¹² Vgl. Butti, Perlin, Architecture.

¹³ Vgl. Bader u. a., Sonne: 182.

ren Unterschiede in der Struktur der Zellen bestehen. Amorphe Zellen, also solche ohne Kristallstruktur, sind in der Herstellung am günstigsten, weisen aber auch den tiefsten Wirkungsgrad auf. Am weitesten verbreitet sind multikristalline Siliziumsolarzellen mit etwas höherem Wirkungsgrad. Den höchsten Wirkungsgrad weisen teure monokristalline Solarzellen auf, die vor allem in der Raumfahrt Verwendung finden. Kurz vor dem Durchbruch stehen Dünnschichtzellen; diese sollen sich rationell auf bestimmte Unterlagen aufdampfen lassen. Dieses Verfahren würde die Produktionskosten senken und so den geringen Wirkungsgrad der Technologie wettmachen.

2.2 Geschichte der Photovoltaik

Diese Arbeit will nicht die technologischen Aspekte der Photovoltaik erläutern; dennoch sollen hier kurz die wichtigsten Entwicklungsschritte aufgezeigt werden. Als Referenzwerk dient vor allem die umfangreiche und hauptsächlich auf die Vereinigten Staaten bezogene Publikation von John Perlin, welche die Meilensteine in Entwicklung und Anwendung der Photovoltaik von den Anfängen im späten 19. Jahrhundert bis in die Gegenwart wiedergibt.¹⁴

Entdeckt wurde der photoelektrische Effekt bereits 1839 vom französischen Physiker Alexandre Edmond Becquerel. 1867 wiesen William Grylls Adams und Richard Evans Day den Effekt bei einem Selenkristall nach; sie bezeichneten den durch Licht initiierten Stromfluss als „Photoelektrik“. Anfangs der 1950er-Jahre führten drei Wissenschaftler der Bell Telephone Laboratories Inc., Gerald Pearson, Darryl Chapin und Calvin Fuller, erste erfolgreiche Experimente mit Siliziumzellen durch. Sie erreichten revolutionäre Wirkungsgrade von bis zu sechs Prozent.¹⁵

Bei einem exorbitanten Preis von rund 144 Dollar pro Kilowattstunde (im Vergleich zum üblichen Preis von einem bis zwei Cent) stand die Photovoltaik anfänglich ausser Konkurrenz.¹⁶ Bald setzten sich allerdings hohe Vertreter der US-amerikanischen Fernmeldetrup-

¹⁴ Vgl. Perlin, Electricity.

¹⁵ Vgl. Perlin, Electricity: 26–30.

¹⁶ Vgl. Perlin, Electricity: 38.

pe mit Bell Telephone Laboratories in Verbindung. Die Operation „Lunch Box“ sah die Konstruktion und Inbetriebnahme eines künstlichen Satelliten vor, dessen Kommunikationssystem durch photovoltaische Elektrizität betrieben werden sollte.¹⁷ Nur wenige Monate, nachdem die Sowjetunion die Welt mit dem „Sputnik“ in Staunen versetzte, gelang am 17. März 1958 der Start des amerikanischen Satelliten „Vanguard 1“, der über längere Zeit hinweg Daten zur Erde sendete.¹⁸ Ein Grossteil der Raumfahrtexponenten betrachtete die Photovoltaik allerdings nur als Übergangslösung zu einer nuklearen Technologie.¹⁹ Noch heute jedoch erfolgt die Energieversorgung von Satelliten mittels monokristalliner Siliziumzellen.

Bereits während der 1970er-Jahre entstanden photovoltaische (Klein-)Anlagen, die sich unter bestimmten Umständen als konkurrenzfähig erwiesen. Verwendung fanden sie zunächst vor allem auf Ölplattformen, später auch zum Betrieb von Leuchttürmen in Gebieten, die über keine elektrische Infrastruktur verfügten, und für Warnlichter in der Schifffahrt und der Eisenbahn oder für beleuchtete Böden und Notrufsäulen entlang der Freeways.²⁰

Nach den massiven Preiserhöhungen von Erdöl und -gas anfangs der 1980er-Jahre entstanden mit US-bundesstaatlicher Unterstützung vor allem in Kalifornien die ersten photovoltaischen Grosskraftwerke, die Elektrizität im Megawattbereich zu produzieren vermochten.²¹ In der Schweiz allerdings wurde der Bestand von Solarzellenanlagen 1984 auf gerade mal rund 5'000 kleine Anlagen mit einer Spitzenleistung von je 50 bis 150 Watt geschätzt, die in erster Linie der Stromversorgung von abgelegenen Häusern, vor allem nur temporär bewohnter Ferienhäusern, dienten.²²

Es war indes ein schweizerisches Projekt, das ab 1989 für internationale Beachtung und Nachahmung sorgte: Alpha Real, eine kleine Engineeringfirma in Zürich, lancierte das Projekt „Megawatt“, wonach 333 Anlagen zu je drei Kilowatt unter günstigen Konditionen im

¹⁷ Vgl. Perlin, *Electricity*: 42.

¹⁸ Vgl. Perlin, *Electricity*: 45.

¹⁹ Vgl. Perlin, *Electricity*: 49.

²⁰ Vgl. Perlin, *Electricity*: 61, 75, 78, 164.

²¹ Vgl. Perlin, *Electricity*: 147.

²² Vgl. BAR E 8190 (C), 2005/360, Az. 631.61, Bd. 1, S. 4: 02.1984 – Jahresbericht 1983 der Eidgenössischen Fachkommission für die Nutzung der Sonnenenergie.

Raum Zürich angeboten werden sollten.²³ Durch die Standardisierung der Produktion zielte Alpha Real in erster Linie auf tiefere Produktionskosten ab. Das Konzept wurde aber auch als Antwort auf die umstrittenen zentralen und Flächen verzehrenden Grosskraftwerke betrachtet.²⁴

Das Projekt war ein grosser Erfolg, nicht nur in der Schweiz: Nach John Perlin löste Alpha Real „a revolution in the use of photovoltaics in other parts of the developed world“²⁵ aus. Es folgten analoge Projekte – wenn auch in bedeutend grösserem Ausmass – in Japan, den Vereinigten Staaten und mit einem „100'000-Dächer-Programm“ in Deutschland.²⁶ Vorgesehen war in Deutschland eine Produktion von 300 Megawatt bis zum Jahr 2005, was dem Doppelten des Weltbestands des Jahres 1998 entsprach – das Ziel wurde bereits 2003 erreicht.²⁷

Die Photovoltaikentwicklung der 1990er-Jahre war geprägt von Aufsehen erregenden Fortschritten in der Solarzellentechnologie. Neben der Weiterentwicklung der (teuren) reinkristallinen Siliziumzellen kamen nun immer bessere und günstigere amorphe Zellen auf den Markt.²⁸

1997 war das vorherrschende Grundmaterial der Solarzellenproduktion nach wie vor Silizium, wobei der Wirkungsgrad amorpher Zellen bei rund fünf bis sieben Prozent und bei kristallinen Zellen bei rund 12 bis fünfzehn Prozent lag. Dünnschichtzellen als neuste Entwicklung, die bedeutend günstiger als herkömmliche Zellen produziert werden können und trotzdem einen Wirkungsgrad von sechs bis zehn

²³ Vgl. SE 4 (1989): 22–24. Das Projekt wurde vom Bund nicht unterstützt, weil aus dessen Sicht 1989 die nötige Gesetzesgrundlage fehlte.

²⁴ Vgl. Perlin, *Electricity*: 149. Zum Solarkraftwerk Mont-Soleil vgl. Kapitel 4.2.7.3.2 dieser Arbeit.

²⁵ Perlin, *Electricity*: 154.

²⁶ Das nationale US-amerikanische „Million Solar Roofs“-Programm wurde 1997 von Präsident Bill Clinton ausgerufen und sah die Installation von thermischen und photovoltaischen Anlagen auf einer Million Dächern zwischen 1998 und 2010 vor. „Rooftop-PV“, ein japanisches Förderprogramm, hatte zum Ziel, bis 2010 insgesamt 4'600 Megawatt (!) Spitzenleistung auf den Dächern Japans installiert zu haben, vgl. Bundesamt für Energie (Hg.), *Förderstrategie*: 117–118.

²⁷ Vgl. Perlin, *Electricity*: 154; Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft, *Solarstrom*.

²⁸ Vgl. Perlin, *Electricity*: 164–183.