Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 85 (1994)

Heft: 10

Artikel: Kosten erneuerbarer Energien : Betriebserfahrungen und Wirtschaftlichkeit von Solar- und Windkraftanlagen in Deutschland

Autor: Lübbert, Eckhard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902562

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Analysen zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur solaren Brauchwassererwärmung sowie zur Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie differenziert bewertet werden muss. Die Photovoltaik hat einen wachsenden Markt in Anwendungsnischen. Diesen gilt es zu pflegen und auszubauen. Für einen Deckungsbeitrag des Strombedarfs aus Photovoltaik muss man sich aber auf sehr lange Zeiten, das heisst jenseits des Jahres 2050, einstellen. Bis dahin gibt es noch viel für die Wissenschafter zu tun. Der Wirkungsgrad muss entscheidend vergrössert, die Lebensdauer verlängert und die Kosten erheblich reduziert werden.

Kosten erneuerbarer Energien

Betriebserfahrungen und Wirtschaftlichkeit von Solar- und Windkraftanlagen in Deutschland

■ Eckhard Lübbert

Nach allgemein übereinstimmender Einschätzung haben erneuerbare Energiequellen aus *technischer Sicht* das Potential, für die Energieversorgung einen nicht unerheblichen Beitrag zu leisten. Eine Bewertung der *wirtschaftlichen* Potentiale hingegen ist viel schwieriger und der Konsens daher naturgemäss geringer (Bild 1). Selbst wenn man die zu erwartenden Kostenreduktionen durch die weitere technische Entwicklung nicht berücksichtigt und die Beurteilung auf Basis des heutigen Standes der Technik vornimmt, gehen gewichtige Faktoren darin ein, die bisher nicht hinreichend genau bekannt sind – wie die Lebensdauer der Komponenten, Wartungsaufwand, Betriebskosten usw.

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit der verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien erstellt. Dabei sollte über den Status quo hinaus der Blick gerichtet werden auf die Entwicklung der Investitionskosten der Systeme und der daraus abzuleitenden spezifischen Kosten der erzeugten Energie innerhalb der nächsten 20–30 Jahre. Einer der bekanntesten Arbeiten dieser Art wurde für die Enquete-Kommission «Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre» des Deutschen Bundestages erstellt.

Zur Abschätzung der Energieerzeugungskosten dieser Systeme müssen auf fünf Teilgebieten – mehr oder weniger – plausible Annahmen gemacht werden:

- technischer Entwicklungsstand der Komponenten
- entsprechende Herstellungskosten
- Installationskosten
- Standzeit, Betriebsbedingungen und -kosten
- Finanzierung

Es ist nicht verwunderlich, dass derartige Vorhersagen über einen Zeitraum von bis zu 30, teilweise 60 Jahren, mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet sind – vor allem, wenn zudem noch ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zu den konkurrierenden klassischen Energieerzeugungssystemen durchgeführt werden soll, deren Kostenentwicklung ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Hier soll daher die Wirtschaftlichkeitsanalyse auf bereits existierende Photovoltaik- und Windanlagen sowie thermische Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung beschränkt werden, deren Investitionskosten sowie die jährlich gewonnenen Energiemengen bekannt sind (Bild 2).

Thermische Nutzung der Sonnenenergie

Betriebserfahrungen

In der Bundesrepublik Deutschland sind von 1975 bis Ende 1993 in rund 25 000 Anlagen zur thermischen Nutzung der Sonnenenergie etwa 450 000 m² Kollektor- und Absorberfläche installiert worden. Etwa zwei Drittel dieser Kollektorfläche werden zur Brauchwassererwärmung eingesetzt,

Adresse des Autors:
Dr. *Eckhard Lübbert*, Ministerialrat,
Bundesministerium für Forschung und Technologie,
D-53113 Bonn.

der Rest dient überwiegend der Erwärmung von Schwimmbeckenwasser.

Bei der thermischen Nutzung der Sonnenenergie kommen verschiedene Kollektorsysteme zum Einsatz: Einfachkollektoren, Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren. Zwei wichtige Vergleichsgrössen zur Beurteilung dieser Systeme sind die jährliche spezifische Nutzenergieausbeute und der solare Deckungsanteil. Die jährliche spezifische Nutzenergieausbeute ist die in einem Jahr in Nutzwärme umgewandelte Solarenergie pro Quadratmeter installierter Kollektorfläche. Der solare Deckungsanteil ist der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für die Brauchwasserbereitung, der aus Sonnenenergie gedeckt werden kann.

Die heute überwiegend installierten Solarsysteme zur Brauchwassererwärmung in Haushalt und Kleinverbrauch sind Flachkollektoren. Dabei handelt es sich um selektiv beschichtete Absorber mit Glasabdeckung. Derartige Anlagen liefern eine jährliche spezifische Nutzenergieausbeute von etwa 250 bis 350 kWh/m². Die einfachere und preiswertere Systemtechnik, die mit Vorwärmsystemen verbunden ist, führt diese Anwendung näher an die Wirtschaftlichkeit.

	Dimension	Vakuumröhrenkollektoren	Flachkollektoren		Einfachkollektoren, Absorber	
			Normalbetrieb	Vorwärmbetrieb	Vorwärmbetrieb	Schwimmbad
Spezifische Systemkosten	DM/m²	3000	1500	1200	400	150
Spezifische solare Nutzwärme	kWh/(m²a)	450	300	450	300	250
Annuität + Betriebskosten	DM/(m²a)	295	153	123	46	18
«Arbeitspreis» für nutzbare Solarwärme	DM/kWh	0,65	0,51	0,27	0,15	0,07

Tabelle 1 Daten zur Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung

Die frühen Anlagen in Deutschland waren vielfach überdimensioniert. Sie erbrachten daher nur geringe spezifische Nutzenergieerträge pro Jahr (etwa 250 kWh/m²). In den letzten Jahren hat sich aber die Erkenntnis durchgesetzt, dass vor der Planung eines Solarsystems zunächst der tatsächliche Warmwasserbedarf ermittelt werden muss und nicht anhand von Normwerten festgelegt werden sollte. Mit der knappen Auslegung wird der Aussage Rechnung getragen, dass man an Solarsysteme keine überzogenen Anforderungen stellen sollte, dass man vielmehr bereit sein muss, bei der Nutzung der Solartechnik deren spezifische Schwächen (z.B. geringe und stark schwankende Leistungsdichte der Strahlung) zu akzeptieren.

Seit einigen Jahren werden im Bereich der solaren Brauchwassererwärmung auch hocheffiziente sogenannte «Vakuum»-Kollektoren in Flachbauweise oder in Röhrenform eingesetzt. Diese Systeme haben sowohl eine hohe spezifische jährliche Nutzenergie von etwa 400 bis 450 kWh/m² als auch einen ebenfalls hohen solaren Dekkungsanteil von über 40%. Der Grund ist die sehr gute Wärmedämmung der Kollektoren.

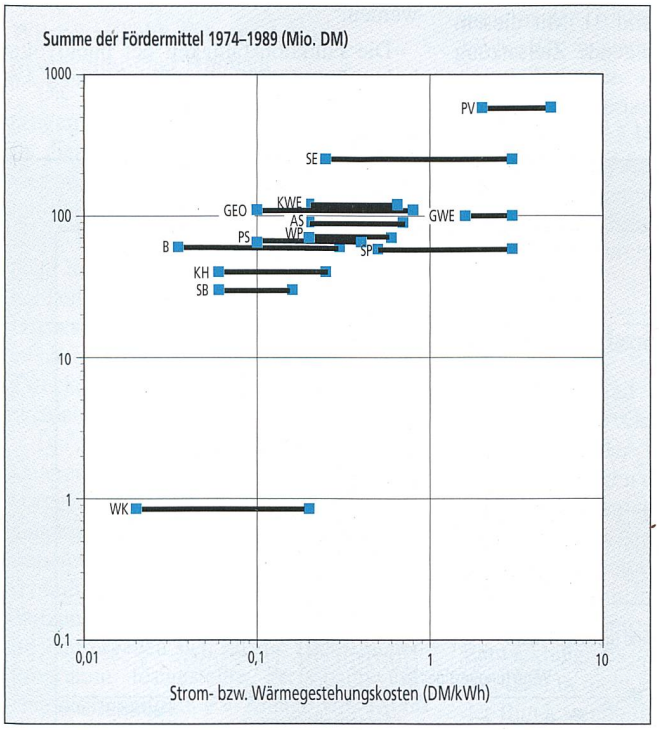

Bild 1 Fördermittel für regenerative Energieanlagen sowie Energiegestehungskosten

PV	Photovoltaik	PS	Passiv Solar
SE	Solarthermische Stromerzeugung	SP	Solare Prozesswärme
KWE	Kleine Windenergieanlage	B	Biomasse
GWE	Grosse Windenergieanlage	KH	Konventionelle Heizung
GEO	Geothermie	SB	Solar für Schwimmbecken
AS	Aktiv Solar	WK	Wasserkraft
WP	Wärmepumpen		

Wirtschaftlichkeit

In Tabelle 1 sind die für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen notwendigen Daten der verschiedenen Solarsysteme zusammengestellt. Es sind dies:

- Kosten des kompletten Solarsystems pro Quadratmeter aktiver Sammlerfläche (spezifische Systemkosten)
- Energielieferung pro Jahr und pro Quadratmeter aktiver Sammlerfläche (spezifische solare Nutzwärme)
- Annuität der Investition (9,5% bei Lebensdauer der Anlage von 20 Jahren und Zinssatz von 7%, der zu Vergleichszwecken einheitlich vorgegeben wurde)
- sogenannter «Arbeitspreis» für solare Wärme aus «spezifischer solarer Nutzwärme» und «Annuität + Betriebskosten»

Da eine Solaranlage das konventionelle Brauchwasser-Erwärmungssystem immer nur unterstützt, es aber keinesfalls ersetzt, darf man den «Arbeitspreis» für solare Nutzwärme lediglich ins Verhältnis mit den eingesparten Brennstoffkosten setzen (bei Gas und Öl rund 0,08 DM/kWh) und nicht – wie es vielfach geschieht – mit den Gesamtkosten für die Wärme aus kleinen An-

lagen (etwa 0,20 DM/kWh inkl. Abschreibung, Verzinsung usw.) vergleichen.

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass im Bereich der solaren Brauchwassererwärmung am ehesten Vorwärmsysteme von Flach- und Einfachkollektoren in wirtschaftliche Konkurrenz zu Gas- oder Ölkesseln treten können (gegenüber dem Einsatz von Strom sind sie bereits konkurrenzfähig). Diese Systeme liefern allerdings im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren einen geringen solaren Deckungsanteil. Diesen erkauft man sich mit hohen spezifischen Systemkosten von DM 3000 bis 3500 m² Kollektorfläche, der damit etwa doppelt so hoch ist wie beim Flachkollektorsystem. Da der Nutzenergieeintrag jedoch nur etwa 50% grösser ist als bei einer gut dimensionierten Flachkollektoranlage, ist ein wirtschaftlicher Vorteil beim Einsatz von Vakuumröhrenkollektor-Systemen in der Anwendung nicht ohne weiteres zu erkennen.

Photovoltaik (PV)

Demonstrationsanlagen

Zielsetzung dieses in den Jahren 1986 bis 1992 durchgeführten Programms ist es, unterschiedliche Anwendungsfälle zu erproben und den Leistungsstand der Systemtechnik zu demonstrieren und zu verbessern.

Stand des Demonstrationsprogramms

Bisher wurden 41 photovoltaische Anlagen bewilligt, von denen 29 sich in der Betriebsphase befinden. Die insgesamt in den geförderten Projekten installierte bzw. in absehbarer Zeit zu installierende Spitzenleistung beträgt 1,3 MWp.

Die Anlagen können in vier unterschiedliche Anwendungsklassen eingeteilt werden:

- Hybridanlagen im Netzverbund (Kombination Photovoltaik, Wind, Diesel, Netz)
- Inselanlagen (reiner PV-Inselbetrieb, Hybridanlagen)
- Anlagen mit Batteriespeicher im Netzverbund
- Anlagen mit direkter Netzkopplung

Die Zielsetzung des Programms erfordert ein Begleitprojekt, in dem die Leistungsdaten aller Anlagen messtechnisch erfasst und ausgewertet werden sowie das Programm abschliessend bewertet wird. Bei neun Anlagen ist diese zweijährige Messphase bereits abgeschlossen.

Betriebsergebnisse

Es lassen sich nachfolgend drei Aussagen über die Qualität der Systeme ableiten:

1. Verfügbarkeit der Anlagen im Mittel etwa 80%: Für eine inhärent wartungsarme Technik ist dieser Wert viel zu gering.
   – Ursache dafür sind die häufigen Ausfälle der elektronischen Bauelemente (Wechselrichter/DC-Steller/Laderegler, Batterien), die zum Teil wegen fehlenden Wartungsverträgen trotz geringer Ursache erst nach längeren Ausfallzeiten behoben worden sind (mangelnde Nutzerfreundlichkeit).
2. Wider Erwarten geringe Energieausbeuten.
   – Als Ursache dafür sind zu nennen:
   • wesentliche Anlagenkomponenten verfügen über einen schlechten Wirkungsgrad, insbesondere im Teillastbereich (Wechselrichter, Laderegler)
   • ungünstige Auslegung der Anlagen
3. Nur in wenigen Fällen gab es keinerlei technische Probleme mit der Photovoltaikanlage.

1000-Dächer-Photovoltaikprogramm

Zusammen mit den Bundesländern förderte das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) in den Jahren 1990–1993 die Errichtung und Inbetriebnahme von dachmontierten photovoltaischen Kleinanlagen mit direktem Netzverbund im Leistungsbereich zwischen 1 und 5 kW (Bild 3). Mit diesem Programm wird die folgende Zielsetzung verfolgt:

- Gewinnung von Know-how in der Installation und dem Betrieb netzgekoppelter dachmontierter Photovoltaikanlagen
- Demonstration der Nutzung von Dachflächen für dezentrale Stromerzeugung aus Sonnenenergie

In einem Mess- und Auswertungsprogramm sollen unter anderem die Fragen nach der Versorgungs- und Betriebssicherheit sowie der elektrischen Energieausbeute beantwortet werden. Bis Ende 1992 wurden 750 PV-Anlagen mit 1,8 MW Gesamtleistung errichtet.

Erste Betriebsergebnisse

- Der jährliche Energieertrag liegt zwischen 500 und 900 kWh/kWp
- Der Ertrag hängt stark von der Qualität des eingesetzten Wechselrichters und dessen Teillastwirkungsgrad ab
- Ein Energieertrag von 900 kWh/kWpa ist unter mitteleuropäischen Einstrahlungsverhältnissen ein sehr guter Wert. Es liegt optimale Auslegung und Betriebsverhalten der Anlage vor

Vorläufige Bewertung der Demonstrationsprogramme

Aus den bisher mit photovoltaischen Anlagen gemachten Betriebserfahrungen können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

Die Funktionsfähigkeit der photovoltaischen Systeme in unterschiedlichsten An-

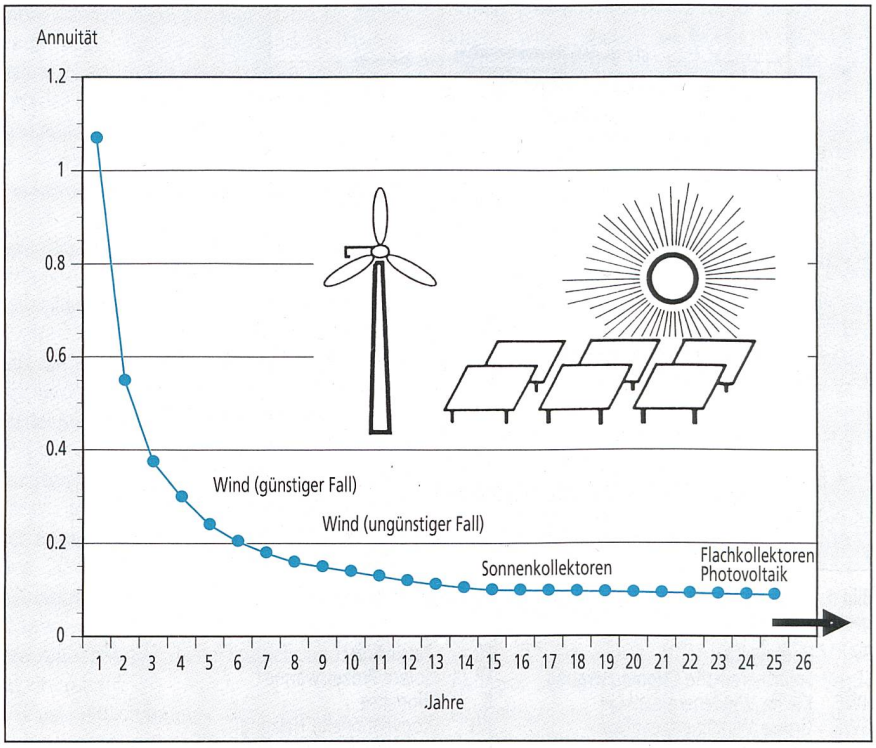

Bild 2 Wie lange müssen regenerative Energieanlagen in Betrieb sein, damit sie wirtschaftlich werden (Zinssatz: 7%)?

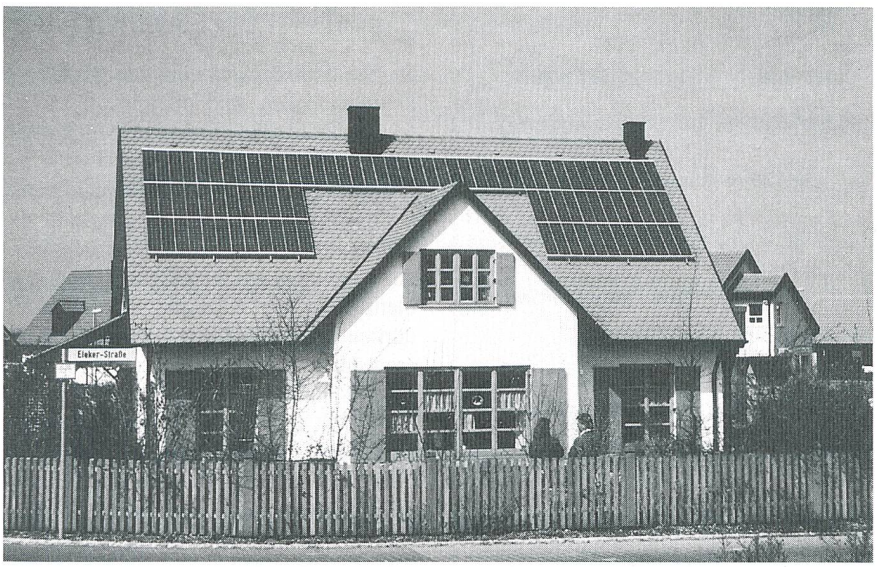

Bild 3 Beispiel für 1000-Dächer-Photovoltaik-Programm

wendungen wurde nachgewiesen. Allerdings gibt es noch erhebliche Mängel, die zu wider Erwarten geringen Energieausbeuten geführt haben.

Insgesamt zeigt sich, dass auf dem Gebiet der photovoltaischen Sonnenenergienutzung noch ein erheblicher Entwicklungsbedarf besteht und man sich bezüglich unterschiedlicher Anwendungsfälle noch in einer Experimentierphase befindet.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung photovoltaischer Anlagen

Die im Rahmen des «Demonstrationsprogramms» errichteten Systeme können für diese Fragestellung nur beschränkt herangezogen werden. Es sind Unikate, die mit der Zielsetzung der Sammlung technischer Erfahrungen errichtet wurden und nicht in Hinblick auf eine hohe Wirtschaftlichkeit. Systeme von der Art der im 1000-Dächer-PV-Programm errichteten Anlagen erscheinen viel geeigneter für diesen Zweck, obwohl es sich auch hier um nicht standardisierte Einzelanlagen handelt.

Bei einem für Vergleichszwecke mit den anderen hier behandelten Technologien vorgegebenen Zinssatz von 7%, einem angenommenen Ansatz von 2% für Wartung, Reparatur, Versicherung usw., einer Abschreibungszeit von 25 Jahren sowie einer Nutzungsdauer von 500 bis 900 kWh/kWp im Jahr ergeben sich für die 1000-Dächer-Programm festgestellte Preisspanne für eine dachmontierte PV-Anlage von 18000 bis 20000 DM/kWp Kosten von 2 bis 5 DM für die Kilowattstunde. Diese gilt es zu vergleichen mit der Vergütung aus dem Stromeinspeisegesetz von 0,168 DM bzw. etwa 0,2 DM bei Eigenverbrauch.

Inselsysteme

Beispielhaft für ein Inselsystem mit hohem Experimentalcharakter ist das vom BMFT geförderte Projekt «Flanitzhütte» der Bayernwerk AG. Fünf Häuser werden über ein Stromversorgungssystem aus PV-Anlage (40 kW) und einer Gasmotor-Generatoreinheit (40 kW) als Zusatzversorgung autark versorgt. Der Ort war bisher über eine alte, reparaturanfällige Mittelspannungsleitung mit dem Stromnetz verbunden. Werden die gesamten Kosten des Projektes einbezogen, erhält man einen Strompreis in der Grössenordnung von 10 DM/kWh. Für weitere vereinfachte Anlagen dieses Typs wäre – nach einer Veröffentlichung der Bayernwerke – bestenfalls einer Halbierung auf 5 DM/kWh denkbar. Diese Stromgestehungskosten müssen verglichen werden mit denen von 1 DM/kWh, die sich im Falle einer Erneuerung der Mittelspannungsleitung durch ein Erdkabel ergäben.

Windkraftanlagen (Bild 4)

Weltweit sind Windkraftanlagen mit über 2000 MW Gesamtleistung installiert. Dennoch ist der Entwicklungsstand von Windkraftanlagen differenziert zu betrachten. Windkraftanlagen (WKA) mit Leistungen über 1 MW sind bisher nicht über den Status einer Prototypanlage hinausgekommen und dienen im wesentlichen als notwendiger Lernprozess für die technische Entwicklung. Es ist allerdings unbestreitbar, dass in dicht besiedelten Ländern wie der Bundesrepublik Deutschland es nur ein beschränktes Angebot von geeigneten Standorten gibt, die optimal nur mit der grössten technisch verfügbaren WKA genutzt werden sollten.

Ältere Windparks

Seit etwa 1988 wurden mit finanzieller Unterstützung des BMFT zwei ältere Windparks mit insgesamt fünf verschiedenen Typen zwischen 30 und 150 kW errichtet und betrieben. Die Betriebsergebnisse haben gezeigt, dass:

1. Windkraftanlagen im Leistungsbereich zwischen 30 und 150 kW ein sehr unterschiedliches Betriebsverhalten zeigen
2. Für die Beurteilung einer WKA offensichtlich die Investitionskosten kein wesentliches Kriterium sind, sondern vielmehr der Aufwand für Wartung und Reparatur in Zusammenhang mit der erreichbaren Lebensdauer und
3. Netzrückwirkungen technische Änderungen an der WKA und an den Netzen notwendig machen (Oberschwingungsverhalten)

Förderung der Erprobung von Windenergieanlagen

Nach dieser ersten Erprobungsphase machte das BMFT Betreibern das Angebot, Windkraftanlagen in breiterem Umfang mit finanzieller Unterstützung zu erproben. Dieses wird im Rahmen des 250-MW-Wind-Programms in grossem Masse angenommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass es an typischen Binnenlandstandorten schwierig sein dürfte, einen wirtschaftlichen Betrieb einer WKA kleiner Leistungsklasse zu realisieren, selbst wenn Wartung und Reparaturaufwand bei langer Lebensdauer sehr gering sein würden.

An windgünstigen Standorten ergeben sich für grössere WKA der Leistungsklasse um 300 kW jedoch erheblich günstigere Relationen. Für einen Windpark auf Fehmarn mit vier WKA eines entsprechenden Anlagentyps ergab sich eine Gesamtinvestition von etwa 2,3 Mio. DM. Die Anlage lieferte 1992 eine Gesamtenergie von etwa 2400000 kWh, die ins Netz eingespeist

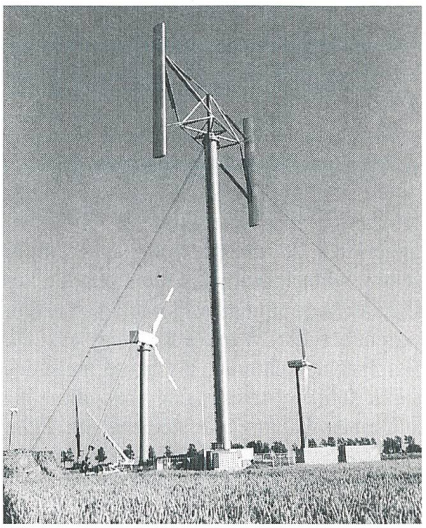

Bild 4 Erprobung dreier verschiedener Windkraftanlagen-Typen in Norddeutschland

und aufgrund des Stromeinspeisegesetzes mit etwa 600 000 DM vergütet wurden. Bei dem hier angenommenen Zinssatz von 7% und einem Ansatz von 2% für Wartung und Reparatur ergibt sich bei einer zehnjährigen Lebenszeit der Anlage ein wirtschaftlicher Betrieb. Bei einem EVU als Betreiber errechnet sich jedoch der Erlös nicht aus dem Stromeinspeisegesetz, sondern aus den vermiedenen Stromgestehungskosten. Dabei könnte ein wirtschaftlicher Betrieb schon erheblich fraglicher werden.

Bei einigen Anlagen des 250-MW-Programms dürfte die Rentabilität auch bei massiver staatlicher Förderung nur schwierig zu erreichen sein, während bei technisch weiter ausgereiften Anlagen an windgünstigen Standorten durchaus ein wirtschaftlicher Betrieb möglich erscheint, wenn die Kosten für Wartung und Reparatur ausreichend niedrig sind und die Lebensdauer der Anlagen hinreichend gross ist.

Zur Beurteilung der im 250-MW-Programm installierten Anlagen werden in einem Wind-Mess- und -Evaluations-Programm die Betriebskosten aufgeschlüsselt nach Wartung, Instandsetzung, fortlaufenden Wartungsverträgen und Versicherungen ausgewertet. Als technische Schwachstellen der Anlagen haben sich bisher besonders die elektrotechnischen Komponenten herausgestellt. Weitere Aussagen über die Reparaturkosten werden erst in den nächsten Jahren möglich sein.

Abschliessend kann man feststellen, dass die Qualität der WKA sich in den letzten drei bis fünf Jahren erfreulich verbessert hat. Es besteht die begründete Aussicht, dass an windgünstigen Standorten WKA ausschliesslich mit den Begünstigungen des Stromeinspeisegesetzes wirtschaftlich betrieben werden können.

Zusammenfassung

Die Analysen verdeutlichen, dass die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur solaren Brauchwassererwärmung sowie zur Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie differenziert bewertet werden muss.

Während im Falle der Brauchwassererwärmung Vorwärmesysteme im Vergleich zur Wärmeerzeugung aus Strom schon wirtschaftlich sind, liegen sie im Durchschnitt um einen Faktor 2 schlechter gegenüber der Wärmeerzeugung aus Öl. Bei Flachkollektoren, als heute meist installiertem System, kann sich dies bis auf einen Faktor 6–7 steigern. Im Falle der Stromerzeugung aus Windenergie können an günstigen Küstenstandorten Anlagen mit einer Grösse von 300 kW unter Berücksichtigung des Stromeinspeisegesetzes wirtschaftlich betrieben werden.

Wirtschaftlichkeit von Solar- und Windkraftanlagen

* **Einfachkollektor** (Vorwärmsystem):
  - gegenüber Wärmeerzeugung aus Strom wirtschaftlich
  - gegenüber Wärmeerzeugung aus Öl/Gas Faktor 2 zu teuer
* **Flachkollektor**:
  - Faktor 7–8 zu teuer gegen Öl/Gas
  - Vorwärmsystem: Faktor 3–4 zu teuer gegen Öl/Gas
* **Photovoltaik**:
  - netzgekoppelt: Faktor 15–30 zu teuer (dachaufgestellt)
  - Inselsystem: Faktor 5–10 zu teuer (im Falle des Demoprojektes Flanitzhütte); gegenüber netznahen Anwendungen Faktor 20
* **Windenergie:**
  - in grossen Anlagen an guten Standorten Wirtschaftlichkeit für Begünstigte des Stromeinspeisegesetzes

Kleinere Anlagen liegen einen Faktor 2–3 über dieser Vergütung. Im Falle der Photovoltaik muss festgestellt werden, dass sie einen Faktor 15–30 als netzgekoppelte Anlage bzw. im Beispiel eines Inselsystems einen Faktor 5 über einem wirtschaftlichen Betrieb liegt. Allerdings gibt es schon heute für diese inhärent wartungsarme Technologie ein hohes wirtschaftliches Potential für Stromerzeugung in infrastrukturschwachen Regionen wie Berghütten oder für andere zahlreiche Nischenanwendungen wie Telekommunikationseinrichtungen, Seebojen, kathodischer Korrosionsschutz.

Die Weiterentwicklung aller drei Technologien wird auch in Zukunft zu weiteren Kostenreduktionen beitragen. Benötigt wird vor allem die Möglichkeit langfristiger, kontinuierlicher F+E-Arbeiten. Wann diese Technologien in grösserem Massstab wirtschaftlich eingesetzt werden können, bleibt letztlich in hohem Masse gekoppelt an die Preisentwicklung der bisherigen konventionellen Energieträger. Die Verfasser der Studie «Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre» des Deutschen Bundestages sind der Meinung, dass preispolitische Massnahmen in bezug auf die Verwendung konventioneller Energieträger angesichts des zu lösenden Klimaproblems in jedem Fall unverzichtbar werden dürften. Deren Fehlen erweise sich für die erneuerbaren Energiequellen neben den derzeit noch hohen Energieerzeugungskosten als ein wesentliches wirtschaftliches Hemmnis.

In diesem Beitrag wurde der Versuch unternommen, unter Verwendung der Eingangsdaten Installationskosten, Energieertrag und 7% Zinsen, aber ohne Annahme einer Lebensdauer, zu errechnen, wie lange eine Anlage im Betrieb sein müsste, um den «Break-even-point» zu erreichen. Das Ergebnis ist, dass bei Windkraftanlagen Lebensdauern von 6 bis 12 Jahren und bei solarthermischen Anlagen 15 bis 20 Jahre Voraussetzung sind. Die Photovoltaik ist bei dieser Betrachtung fast nicht darstellbar und wird sich weit jenseits der Marke von 50 Jahren Lebensdauer bewegen. Daraus folgt, dass man nicht in den Fehler verfallen darf, den Eindruck zu erwecken, als ob mit der Photovoltaik die in absehbarer Zeit zu bezahlenden Kosten Strommengen in energiewirtschaftlicher Grössenordnung erzeugen liessen. Die Photovoltaik hat einen wachsenden Markt in Anwendungsnischen. Diesen gilt es zu pflegen und auszubauen. Für einen Deckungsbeitrag des Strombedarfs aus Photovoltaik müssen wir uns aber auf sehr lange Zeiten, das heisst jenseits des Jahres 2050, einstellen. Bis dahin gibt es noch viel für die Wissenschafter zu tun. Der Wirkungsgrad muss entscheidend vergrössert, die Lebensdauer verlängert und die Kosten erheblich reduziert werden.

Energies renouvelables et leur coût

Expériences faites avec des installations solaires et éoliennes en exploitation en Allemagne et leur rentabilité

Des analyses montrent qu'il faut juger de manière différenciée la rentabilité d'installations servant à exploiter des chauffe-eau solaires et de celles produisant de l'électricité d'origine solaire et éolienne. Le photovoltaïque disposant d'un marché croissant dans un créneau d'applications, il s'agit de l'entretenir et de le diversifier. Il faudra toutefois patienter longtemps, c'est-à-dire jusque bien au-delà de l'année 2050, en attendant qu'il soit possible que la production d'électricité d'origine solaire puisse contribuer à la couverture de l'approvisionnement. Les scientifiques ont donc beaucoup de travail devant eux. D'ici là, il s'agit en effet d'augmenter de manière déterminante le rendement de ces installations, de prolonger leur durée de vie et enfin de réduire considérablement leur coût.