

Umweltpsychologische Fors Solarenergie



Dr. Petra Schweizer-Ries

geb. 1966, Studium der Psychologie in Freiburg bis 1992, seither wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg, Promotion an der Universität Heidelberg 1996. Arbeitsschwerpunkte: Solarenergienutzung in und außerhalb Europas; interdisziplinäre Systemforschung und Umweltpsychologie.

Zusammenfassung

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE ist seit über 10 Jahren am Aufbau von Solaranlagen in Europa beteiligt. Bereits in den Anfängen wurde klar, daß die SolarenergienutzerInnen die Funktionsfähigkeit der Anlagen entscheidend beeinflussen, und die rein technische Beschäftigung mit der Einführung von Solaranlagen zahlreiche Probleme mit sich bringt. Um die störenden Verhaltensweisen der Menschen besser erfassen und begreifen zu können, wurde 1992 eine sozialwissenschaftliche Fachkraft einbezogen. Der vorliegende Beitrag beschreibt am Beispiel von Erfahrungen der Ingenieure und Ingenieurinnen mit Solaranlagen in Europa drei relevante Problembereiche der Solarenergienutzung, die gemeinsam mit technisch ausgerichteten

Kollegen ausgearbeitet wurden, und verknüpft diese mit psychologischen Fragestellungen. Im zweiten Teil wird dargestellt, wie diese Fragestellungen zur Vorbereitung und zum Aufbau einer solaren Stromversorgung im ersten am Fraunhofer ISE interdisziplinär (ingenieur- und sozialwissenschaftlich) angelegten Projekt in Argentinien aufgegriffen und in konkrete Aktionen umgesetzt wurden. Zum Schluß erfolgen die Darstellung der Reaktionen der SolarenergienutzerInnen und erste Bewertungen der Vorgehensweise.

Abstract

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE has been involved in the construction of solar systems for more than 10 years. Since the beginning it was obvious that solar users influence the function of solar systems crucially and that a purely technical approach during the introduction leads to many problems. To obtain a better understanding of humans as "disturbing factors", a social scientist was included in 1992. The submitted paper describes three different problem areas concerning the use of solar energy, which have been worked on together with colleagues from technical disciplines, using an example from Europe. These areas are linked with psychological questions. The second part delineates, how these questions were taken up and answered by implementing the first interdisciplinary (engineering and social science) project at Fraunhofer ISE on the preparation and

hung für die Nutzung von

establishment of a solar electricity supply. Finally, the reactions of the solar users are described and first evaluations made.

1 Psychologische Mitarbeit am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme

Die Fraunhofer Gesellschaft versteht sich als Mittlerin zwischen Grundlagenforschung und industrieller Praxis. Nach diesem Grundsatz arbeitet auch das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, das mit weiteren rund 50 Fraunhofer Instituten der Fraunhofer Gesellschaft angehört. Seit 1981 entwickelt das Fraunhofer ISE Möglichkeiten der effizienten und umweltfreundlichen Energieversorgung. Die Arbeit von über 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern reicht von der Erforschung naturwissenschaftlich-technischer Grundlagen der Solarenergienutzung über die Entwicklung von Prototypen bis hin zum Aufbau von Demonstrationsanlagen bisher vor allem in Europa. Seit 1994 unterstützt das Fraunhofer ISE zunehmend den Solarenergieeinsatz in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dort war der Energiebedarf im Vergleich mit den industrialisierten Ländern gering, wird aber in Zukunft stark ansteigen. Hier gilt es, eine umweltfreundliche Lösung zur dezentralen Energieversorgung vor allem netzferner Gebiete zu entwickeln.

Bei den Demonstrationsanlagen wurde bereits in Europa deutlich, daß die alleinige Beachtung der technischen Voraussetzungen der Solarenergienutzung nicht ausreicht, um die Solarsysteme dauerhaft funktionsfähig zu halten. Die Menschen spielen eine zentrale Rolle bei Energienutzung, Anlagenwartung und Technikakzeptanz, besonders bei der Einführung neuer Technologien in Kulturen mit bisher geringer Technisierung. Die Erfahrungen in Europa und der Wunsch, die Verbreitung der Solarenergie weltweit zu unterstützen, nahm das Fraunhofer ISE zum Anlaß, eine sozialwissenschaftliche Fachkraft einzubeziehen. Zu Beginn konzentrierten sich die gemeinsamen Arbeiten am Fraunhofer ISE auf die Skizzierung vorhandener Problembereiche bei bereits bestehenden Solaranlagen. Im folgenden sind drei relevante Problembereiche der netzfernen Stromversorgung mit Solaranlagen aufgezeigt, in denen sozialwissenschaftliche Fragen eine Rolle spielen und psychologische Forschung in Zukunft einen wichtigen Beitrag leisten kann. Anschließend wird das erste am Fraunhofer ISE interdisziplinär (ingenieur- und sozialwissenschaftlich) angelegte Projekt dargestellt, das die psychologischen Fragestellungen aufgreift und bei Vorbereitung und Aufbau der neuen Solarstromversorgung berücksichtigt.

Die Menschen spielen eine zentrale Rolle bei Energienutzung, Anlagenwartung und Technikakzeptanz.

■ Praxis 2 Nutzerverhalten bei netzfernen europäischen Solarstromanlagen

Obwohl die Stromversorgung in Europa sehr gut ausgebaut ist, gibt es zahlreiche Haushalte, deren Anschluß an das öffentliche Stromnetz aus ökonomischen und technischen Gründen in näherer Zukunft nicht erfolgen wird. Solarenergie kann hier eine umweltfreundliche, autonome und oft – im Vergleich zur konventionellen Energieversorgung – kostengünstigere Lösung bieten¹. Die Anlage der ersten mit Solarstrom versorgten Gaststätte Europas (Rappenecker Hütte, siehe Photo 1) wurde vom Fraunhofer ISE im Jahre 1987 aufgebaut. Da entlegene Gaststätten vor allem bei gutem Wetter aufgesucht werden, hängt die Anzahl der Gäste mit der solaren Einstrahlung zusammen. Somit bietet die Sonne eine ideale Energiequelle zur Deckung des anfallenden Energiebedarfs.

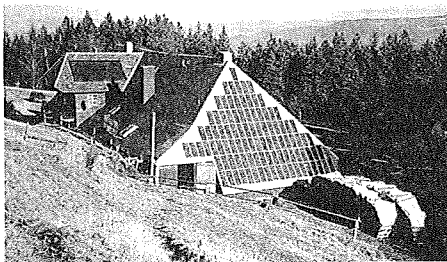


Photo 1: Die Rappenecker Hütte (am Schauinsland/Schwarzwald) erhielt beim Umbau zur Wandergaststätte 1987 eine Solarstromversorgung ergänzt durch einen Wind- und einen Dieselgenerator.

Die technische Erforschung der autonomen Solarenergieversorgung erfolgt am Fraunhofer ISE seit mehr als 10 Jahren in über 30 Anlagen. Kumulierte Betriebserfahrungen bieten aufschlußreiche Ergebnisse (Bopp, Gabler, Kiefer, Preiser & Wiemken, 1997) und lassen weitere technische Forschungsfragen folgen. Ein aktuelles Forschungsfeld beschäftigt sich z. B. mit dem Wartungsbedarf und -aufwand der Anlagen. Im Rahmen dieser technischen Arbeiten wurde klar, daß die SolarenergienutzerInnen die Funktionstüchtigkeit der Anlagen erheblich beeinträchtigen. Zudem sind sie es, die letztendlich die zur Verfügung gestellten Energiedienstleistungen bewerten. Das zu Störungen in der Anlage führende Nutzerverhalten besteht in: erhöhtem Energiebedarf, mangelnden Wartungsmaßnahmen und unsachgemäßen Umbautätigkeiten (siehe auch Schweizer & Preiser, 1994).

2.1 Erhöhter Energiebedarf

Bevor eine Solaranlage aufgebaut wird, erfolgt eine technische Auslegung. Dabei errechnet die Ingenieurin bzw. der Ingenieur anhand der angenommenen Sonneneinstrahlung und dem erwarteten Energiebedarf unter Berücksichtigung der gewünschten Versorgungssicherheit die Größe der Anlage. Je höher die Einstrahlung und je geringer der Energiebedarf, desto weniger Solargeneratorfläche wird benötigt, um die solare Stromversorgung zu sichern. Die Erhöhung der Versorgungssicherheit kann durch die Vergrößerung der Solaranlage erreicht werden und durch den Einbau weiterer Generatoren. Weitere genutzte Energiequellen sind üblicherweise Wind, Wasser oder Biogas und ein Dieselgenerator.

¹ Die Solaranlagen in den Alpen liefern üblicherweise Wechselstrom, wie das öffentliche Stromnetz.

Um den Energiebedarf zu reduzieren, werden energiesparende Geräte eingesetzt. Dies ist kostengünstiger als der Aufbau einer größeren Solaranlage. Die Berücksichtigung einer gewissen Bedarfssteigerung läßt – in Maßen – den nachträglichen Anschluß weiterer Geräte zu. Bei vielen Anlagen tritt nun das Problem auf, daß der Stromverbrauch jährlich ansteigt. Zum einen durch die verstärkte Nutzung einzelner Geräte, aber auch durch den Zukauf weiterer – meist nicht energiesparender – Haushaltsgeräte. Als Folge kann der Energiebedarf nicht mehr durch den Solarstrom alleine gedeckt werden und der Dieselgenerator wird viel häufiger benötigt als geplant. Der erhöhte Dieselbedarf, der mit zusätzlichen Kosten und Lärm verbunden ist, kann zu Unzufriedenheit der NutzerInnen und ErbauerInnen der Anlage führen.

Aus psychologischer Sicht erhebt sich die Frage, wie es dazu kommt, daß viele NutzerInnen von Solarstromanlagen ihren Stromverbrauch nicht an der begrenzten Ressource orientieren, sondern stetig mehr Strom verbrauchen. Was fördert und was hindert den steigenden Stromverbrauch, und welche Maßnahmen können eine dauerhafte und zufriedenstellende Solarstromversorgung unterstützen?

2.2 Mangelhafte Wartungsmaßnahmen

Als die Solaranlagen vor ca. 10 Jahren zum ersten Mal zum Einsatz kamen, gingen die Erbauer davon aus, daß sie keine Wartung benötigen. Dies hing vor allem mit den Solargeneratoren zusammen, mit deren Hilfe Solarstrom erzeugt wird. Sie benötigen keine direkte Wartung und haben eine lange Lebensdauer; die Garantiezeiten für Solarzellen und -module liegen heute bei 20 bis 25 Jahren. Ihre Energieerzeugung kann jedoch erheblich reduziert werden,

wenn es zu Abschattungen kommt, z. B. durch Verschmutzung der Module oder ungeeignete Standorte. Zudem befinden sich im gesamten Solarsystem mehrere Komponenten, die einen zwar geringen aber doch notwendigen Wartungsbedarf haben. Z. B. kann die Lebensdauer der Batterien, die zur Speicherung der Energie und Bereitstellung derselben bei Nacht und sonnenarmen Tagen nötig sind, deutlich erhöht werden, wenn diese regelmäßig mit destilliertem Wasser gefüllt werden.

Im Bereich der Wartung und Instandhaltung von Solaranlagen tritt das Problem auf, daß die AnlagenutzerInnen die notwendigen Arbeitsschritte gar nicht oder nicht regelmäßig ausführen. Selbst einfache Handgriffe – wie das Auswechseln einer Sicherung – werden von manchen Anlagenbetreibern nicht bewältigt. Dies kann

zu folgenden Problemen führen: reduzierter Energieeintrag, erhöhte Ausfallzeiten, reduzierte Lebensdauer einzelner Komponenten sowie unnötiger und kostenaufwendiger Einsatz von Fachpersonal. So entsteht der Eindruck, die Solaranlagen würden nicht zuverlässig arbeiten, dabei sind es fehlende "Unterstützungsmaßnahmen", die zum einwandfreien Betrieb eines technischen Systems benötigt werden.

Aus psychologischer Perspektive stellt sich die Frage, was die SolaranlagenutzerInnen von einer regelmäßigen Wartungsarbeit abhält, und welche technischen oder auch individuellen Hilfestellungen zur besseren Wartung der Anlagen beitragen. Wissen die NutzerInnen nicht, was sie tun sollen, fühlen sie sich selbst nicht dafür verantwortlich, sind sie nicht motiviert zu handeln oder fehlt es an Training?

...tritt das Problem auf, daß die AnlagenutzerInnen die notwendigen Arbeitsschritte gar nicht oder nicht regelmäßig ausführen.

2.3 Unsachgemäße Umbautätigkeiten

Der letzte Problembereich konzentriert sich auf unerwünschte und unsachgemäße Umbauten. Bei einigen der in Europa aufgebauten Solaranlagen können rege Umbautätigkeiten der AnlagenutzerInnen festgestellt werden. Hierunter fallen kleinere Erweiterungen wie die Überbrückung von Zeitreglern oder der Einbau weiterer Steckdosen, aber auch größere Erweiterungen wie der Anschluß zusätzlicher Häuser an

Eine hohe Qualität sowohl der technischen Komponenten als auch der Einbeziehung der späteren NutzerInnen kann eine dauerhafte und zufriedenstellende Versorgung mit Solarenergie erreichen.

die zentrale Hausanlage ohne größere Sicherungssysteme mit der Folge von Störungen im Betrieb der Anlage bis zur Gefährdung von Menschen.

Hier drängen sich die folgenden psychologischen Fragen auf: In welchem Zusammenhang stehen diese Umbaumaßnahmen, was hält die NutzerInnen davon ab, Fachpersonal zum Umbau heranzuziehen? Haben Umbau und Ausbau eine wichtige Funktion im Aneignungsprozeß der neuen Technik?

Die hier beispielhaft aufgezeigten Fragen sind im Rahmen der ersten interdisziplinären Kontakte und Zusammenarbeit zwischen IngenieurInnen und PsychologInnen entstanden. Sie können als ein erster Ansatz eingeordnet werden, der an einem beispielhaften Bereich der Solarenergienutzung, an die Psychologie von außen herangetragene Probleme "in eine psychologisch bearbeitbare Begrifflichkeit und Struktur [zu] transformieren" versucht (Fietkau, 1985, S. 33 zitiert nach Schahn, 1993, S. 65). Psychologische Arbeiten am Fraunhofer ISE greifen

die oben genannten und weitere Fragen auf und bearbeiten sie in verschiedenen Projekten (Schweizer, 1996).

3 Anwendungsbeispiel: Integrierte Einführung kleiner Solarstromanlagen

Das folgende Beispiel der Begleitung eines Dorfes bei der Umstellung seiner Energieversorgung auf Solarenergie stellt die erste Realisierung der interdisziplinären Zusammenarbeit von Ingenieur- und Sozialwissenschaft am Fraunhofer ISE dar. Im Zentrum der Untersuchung stand die Frage, ob eine hohe Qualität sowohl der technischen Komponenten als auch der Einbeziehung der späteren NutzerInnen eine dauerhafte und zufriedenstellende Versorgung eines argentinischen Dorfes mit Solarenergie erreichen kann. Den oben dargestellten Schwachpunkten der dauerhaften Stromversorgung wurde wie folgt begegnet:

1. Energiebedarf: Die begrenzte und von der Solareinstrahlung abhängige Stromerzeugung der Anlage wurde verdeutlicht². Der Stromverbrauch wurde mit den späteren NutzerInnen der Solarenergie ausgearbeitet und festgelegt. In Trainingseinheiten wurde verdeutlicht, wie lange welche Geräte genutzt werden können, ohne eine Überlastung der Anlage und damit einen Stromausfall zu riskieren.
2. Wartungsmaßnahmen: Um die regelmäßigen Wartungsarbeiten durchzuführen, wurde den NutzerInnen genau erklärt, was regelmäßig zu tun ist (z. B. Nachfüllen von destilliertem Wasser in die Batterie). Im Nutzungsvertrag, den je eine Person

² In Argentinien handelte es sich um kleine Gleichstromsysteme, vergleichbar mit der Stromversorgung von Wohnmobilen, ohne Zusatzgenerator.

pro Familie unterzeichnete, ist genau festgelegt, welche Wartungsaufgaben von wem und wann unternommen werden müssen. Drei technisch besonders begabte und durch ein Sondertraining zu "Dorftechnikern" ausgebildete Bewohner helfen den DorfbewohnerInnen bei technischen Fragen. Wenn diese wiederum nicht zurechtkommen, erhalten sie Hilfe beim technischen Projektleiter.

3. Umbautätigkeiten: Die DorfbewohnerInnen wurden darauf aufmerksam gemacht, daß ein Umbau und vor allem ein Ausbau bei Bedarf möglich ist, jedoch durch Fachkräfte geplant und durchgeführt werden muß.

Die Übertragung der Erfahrungen in Europa auf ein argentinisches Dorf scheint gerechtfertigt, obwohl doch deutliche Unterschiede in der Wahrnehmung der Solartechnik bestehen: In Europa stehen Umweltsichtspunkte im Vordergrund, z. B. Einsparung von Diesel und Lärm oder die positive Bewertung erneuerbarer Energien durch die Gäste. In Argentinien geht es um die Bereitstellung elektrischer Energie vor allem für Licht; Umweltrelevanz erhält das Projekt jedoch zusätzlich durch die Einsparung von Petroleum und Trockenbatterien³.

Für die Begleitung eines Projektes, in dem nicht die Wissenschaft, sondern die Energieversorgung eines Dorfes im Mittelpunkt steht, bietet die dargestellte Vorgehensweise eindeutige Vorteile. Bisher erfolgte bei Projekten der Einführung von Solaranlagen eine einmalige nachträgliche Erfolgskontrolle. Das hier beschriebene Projekt zeichnet sich aus durch die Erhebung von techni-

schen und sozialwissenschaftlichen Daten von Anfang an und über mehrere Jahre hinweg. Die Realitäten der Projektdurchführung und Projektfinanzierung verhindern jedoch in einigen Punkten die Realisierung eines ausführlicheren Evaluationsprogrammes, z. B. konnten aus sozialen und finanziellen Gründen keine weiteren Dörfer (als Kontrollgruppe) aufgenommen werden; auch die Interventionen im Dorf konnten nicht alle aufgezeichnet und exakt festgehalten werden, da zahlreiche Akteure beteiligt waren, und das Dorf – als erstes argentinisches Solardorf – nach der Installation ein unerwartetes Interesse von Seiten der Öffentlichkeit erfuhr. Aus der Sicht der wissenschaftlichen Begleitung des Dorfes gibt es Verbesserungspotential, das unten aufgeführt wird.

3.1 Solarsysteme für argentinische Haushalte

Die dezentrale Stromversorgung eines kleinen Dorfes in Argentinien mit Solarenergie erfolgte auf Betreiben der Universidad Nacional de San Juan. Finanziert wurde der wissenschaftlich-technische Austausch von den Forschungsministerien in Argentinien und Deutschland, die Arbeitsleistung der argentinischen WissenschaftlerInnen von der Universidad Nacional de San Juan und der deutschen WissenschaftlerInnen vom Fraunhofer ISE. Die Solarsysteme wurden über eine deutsche Firma zu 70% aus dem Solarförderprogramm ELDORADO des deutschen Forschungsministeriums bezahlt.

Die Erhebung von technischen und sozialwissenschaftlichen Daten [fand] von Anfang an und über mehrere Jahre hinweg [statt].

³ Petroleum wird im allgemeinen mit der CO₂-Einsparung in Verbindung gebracht; die unsachgemäße Entsorgung von Trockenbatterien spielt eine umwelt- und gesundheitsgefährdende Rolle (siehe Schweizer, 1997, S. 77 ff).

Am Anfang des Projektes standen Überlegungen, ob eine zentrale Dorfstromversorgung aufgebaut oder die Häuser einzeln versorgt werden sollten. Da es mit der Nutzung einer Gemeinschaftsanlage in anderen Projekten zu Schwierigkeiten bei der Verteilung des Stroms und der Sorge für die Anlage kam (Schmidt-Künzel & Schäfer, 1993), beschlossen

Einen neuen Aspekt des Projektes stellte die interdisziplinäre Zusammenarbeit von SozialwissenschaftlerInnen und IngenieurInnen dar.

die Ingenieure, private Einzelhausversorgungen anzubieten. So wurden im Rahmen der Forschungskooperation der Universidad National de San Juan und dem Fraunhofer ISE 12 Haushalte und eine Schule mit einzelnen Solarsystemen ausgerüstet (Parodi, 1994, Preiser, Schweizer & Parodi, 1995). Einen neuen Aspekt des Projektes stellte die interdisziplinäre Zusammenarbeit von SozialwissenschaftlerInnen und IngenieurInnen dar (Preiser & Schweizer, 1995). In Deutschland waren beide Disziplinen am Fraunhofer ISE "beheimatet", in Argentinien kamen die IngenieurInnen und eine Soziologin von der Universidad National de San Juan und eine Soziologin von der staatlichen Landwirtschaftsorganisation INTA.

3.2 Vorgehensweise und erste Ergebnisse

Das Projekt wurde nachträglich in verschiedene Phasen aufgeteilt, die in Abbildung 1 dargestellt und im folgenden beschrieben sind (siehe auch Preiser, Schweizer & Parodi, 1995 oder Preiser & Schweizer, 1995). Die letzte Phase, in der die Auswertung der Akzeptanz und der Funktionsfähigkeit, die Übergabe der Solarsysteme von der Universität an einen anderen Träger und die Ausformulierung eines neuen Vertrags erfolgt, ist noch nicht abgeschlossen.

3.2.1 Formulierungsphase

Ein wichtiger Aspekt der Vorbereitung der gemeinsamen interdisziplinären Arbeit lag im Aushandeln der gemeinsamen Vorgehensweise und im Festlegen der von allen akzeptierten Prämissen: Die Menschen standen im Mittelpunkt der Projektbetrachtung und die neue Energieversorgung wurde nicht "für sie", sondern "mit ihnen" aufgebaut (partizipativer Ansatz). Alle DorfbewohnerInnen sind gleich zu behandeln, d. h. die neue Energieform muß für alle und zu den gleichen Konditionen verfügbar sein. Zudem mußten sich die Dorf-

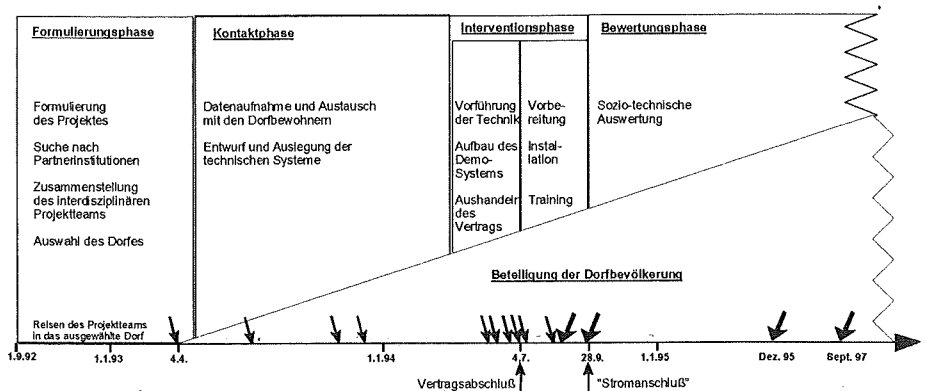


Abbildung 1: Phasen im Projektverlauf der Solarstromeinführung in einem argentinischen Dorf

bewohnerInnen aktiv für die Annahme der neuen Energieform entscheiden, Maßnahmen zur Vorbereitung treffen und einen monatlichen Geldbetrag für die Nutzung der Solaranlagen entrichten. Soweit möglich wurde vereinbart, die verschiedenen Standpunkte (aus technischer und sozialwissenschaftlicher Sicht) gleichberechtigt in die Diskussion des weiteren Projektverlaufs aufzunehmen; Daten, die vor Ort gesammelt werden, sollten unter forschungsethischen Gesichtspunkten zur Veröffentlichung freigegeben bzw. zurückbehalten werden.

Für die Auswahl des geeigneten Dorfes wurden verschiedene Dörfer in der Provinz San Juan aufgesucht, deren Anschluß an die öffentliche Stromversorgung in absehbarer Zeit nicht geplant war. Hier konzentrierte sich die Forschung auf die Aufnahme von Daten zur Dorfstruktur, die Einkommensverhältnisse und die Bereitschaft der Bevölkerung, sich auf Neuerungen einzulassen. Diese Aspekte, sowie die Frage der geographischen Erreichbarkeit, führten zu der Auswahl des Dorfes *Balde de Leyes* (Übers.: der Brunnen der Leyes).

Balde de Leyes liegt im Nordosten Argentiniens in der Provinz *San Juan* in einer trockenen Landschaftszone. Es ist über ca. 160 km Nationalstraße und 18 km unbefestigten und in der Trockenzeit befahrbaren Feldweg zu erreichen (Parodi, 1994, 1995). Der Zugang ist während der Regenmonate im Sommer durch Überschwemmungen und in der restlichen, trockenen Zeit des Jahres durch Versandungen erschwert. Die BewohnerInnen nutzen Pferde und Eselskarren, um in ihr Dorf zu gelangen; neuerdings besitzen auch einige DorfbewohnerInnen geländegängige Pkws. Im Dorf leben 64 Personen in 12 Familien, die zwei Familienzweigen zugeordnet werden können. Zentrale Gebäude im Dorf sind die Schule und

der dieselbetriebene Brunnen. Die BewohnerInnen leben vor allem von Viehzucht, früher bauten sie auch Getreide an. Wasser stellt die Lebensgrundlage des Dorfes dar; wenn das Wasserauffangbecken (*Represa*) ausgetrocknet ist und auch der Brunnen nicht genügend Wasser liefert, müssen die Männer mit den Tieren wegziehen, um Wasser zu finden. Vor der Solarenergienutzung beleuchteten die DorfbewohnerInnen ihre Häuser mit kleinen Kerosinlämpchen und Gaslaternen, manche betrieben Fernseher über Kfz-Starterbatterien, die sie in regelmäßigen Abständen in das 20 km entfernte, elektrifizierte Dorf Marayes transportierten und dort wieder aufluden.

... die neue Energieversorgung wurde nicht „für sie“, sondern „mit ihnen“ aufgebaut...

3.2.2 *Kontaktphase*

Die Erhebungen in dieser Phase bezogen sich im sozialwissenschaftlichen Bereich auf die Erfassung der Lebensweise der Menschen in Balde de Leyes, ihrer Besitzverhältnisse, ihres Energieverbrauchs, ihrer Solarenergiekenntnisse, ihrer Wünsche und Bedürfnisse bezüglich der Veränderungen im Dorf. Die technischen Erhebungen konzentrierten sich auf die bisher genutzten Elektrogeräte, die Vermessung der Tiefe der Wasserstelle, Messungen der Solareinstrahlung etc. Diese Phase kann auch als Diagnosephase bezeichnet werden. Hier

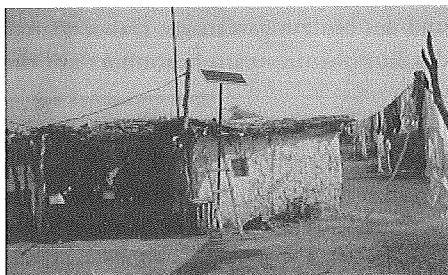


Photo 2: Solarsystem in Balde de Leyes

■ Praxis

wurde die Ausgangslage erhoben und Ansatzpunkte zur Einführung der Systeme ausgearbeitet. Die Befragung zu gewünschten Veränderungen im Dorf (Parodi, 1994, S. 22 ff.) zeigt folgendes Bild: gleich nach der verbesserten Wasserversorgung nennen die BewohnerInnen die Beleuchtung der Häuser mit elektrischem Licht; an sechster Stelle steht der Betrieb von Radios und Fernsehern.

Qualitative Daten wurden durch quantitative ergänzt. Der Schwerpunkt lag jedoch auf der informationsermittelnden Kontaktauf-

nahme und qualitativen Beschreibung des Dorfes. Diese Art der Datenerhebung, die vor allem auf Gesprächsmitschriften und Gedächtnisprotokollen der Soziologinnen beruht, fand in allen Phasen bis zum Aufbau der Systeme statt.

Dabei achtete das Einföhrungsteam besonders auf die Einbeziehung der DorfbewohnerInnen, die bewußt und aktiv mitentscheiden sollten, wie die Systeme ausgelegt werden.

Damit wurde der Prozeß der Einführung festgehalten und mögliche externe Einflüsse dokumentiert.

3.2.3 Interventionsphase I

Nach der Phase des "Kennenlernens" wurden die Solarsysteme im Dorf vorgestellt und deren Möglichkeiten und Kosten präsentiert. Diese Phase wird bereits als Interventionsphase betrachtet. Hier fanden vor allem Interventionen zur Vorbereitung der Solarenergienutzung statt, wie Gestaltung der Anlage, Ausarbeitung der Anlagengröße und des Nutzungsvertrags. Dabei achtete das Einführungsteam besonders auf die

Einbeziehung der DorfbewohnerInnen, die bewußt und aktiv mitentscheiden sollten, wie die Systeme ausgelegt werden. In gezielten Diskussionen wurden die notwendigen Leistungen der Systeme ausgearbeitet. Es bestand z. B. lange die Frage, ob ein Kühlschrank ebenfalls an der Anlage betrieben werden sollte, oder ob der Betrieb von Lampen, Radios und Fernsehern ausreichen würde. Letztendlich wurden drei Lampen pro Haushalt festgelegt, sowie die Möglichkeit, Radio und Fernseher anzuschließen. Eine etwas größere Anlage bei der Schule kann zusätzlich ein Funkgerät betreiben und später die Möglichkeit des Anschlusses eines Kühlschranks bieten. Die Kostenkalkulation erfolgte durch das Projektteam, das zum einen die laufenden Kosten der Anlage sowie die Abbezahlung der Systeme enthielt und zum anderen die vom Projektteam eingeschätzte Möglichkeit der finanziellen Beteiligung durch die Bevölkerung⁴. Eine wichtige Orientierungshilfe stellten dabei die bisherigen monatlichen Ausgaben für Energie dar.

In dieser Phase wurde die Möglichkeit, mit Sonne Strom zu erzeugen, im Dorf demonstriert und ein Solarsystem zum Betrieb von Fernsehen, Radio und Beleuchtung im Versammlungsraum in der Dorfkapelle zur Probe installiert. Anhand dieses Demonstrationssystems wurde der Bevölkerung erklärt, wie ein Solarsystem prinzipiell aufgebaut ist (Modul, Batterie, Laderegler und Elektrogeräte) und wie es benutzt bzw. gewartet wird (siehe auch Schweizer, 1997).

⁴Die Investitionskosten für die Solarsysteme wurden zu 70% vom Deutschen Forschungsinstitut (DFG) übernommen und mußten daher nicht voll in Rechnung gestellt werden. Aus Übertragbarkeitsgründen versuchte das Projektteam, die Kosten so realistisch wie möglich zu berechnen. Durch die Vorgabe der Gleichbehandlung aller DorfbewohnerInnen mußte sich die finanzielle Beteiligung der NutzerInnen an den unteren Einkommensgruppen orientieren.

Durch Datalogger konnte erfasst werden, wie lange welche Geräte an der gemeinsamen Anlage im Dorf betrieben wurden. Befragungen über die Nutzung und veränderte Dorfgewohnheiten fanden statt. Wichtigstes Ergebnis dabei waren die Aussagen über die Stärkung der Dorfgemeinschaft durch die gemeinsame Nutzung dieser für die Bevölkerung zeitlich befristet bereitgestellten Stromquelle.

In mehrmaligen Treffen wurden die Anfangszahlung (40 US\$), monatliche Zahlungen (10 US\$) und die weitere Beteiligung der Bevölkerung festgelegt. Dies mündete in einem förmlichen Vertrag zwischen der Universität *San Juan* und den DorfbewohnerInnen. Darin waren nicht nur die Zahlungen festgelegt worden, sondern auch Rechte und Pflichten der Vertragspartner. Für viele DorfbewohnerInnen war diese Festlegung auf die monatlichen Zahlungen schwierig, und einige bemerkten, daß die Vertragsunterzeichnung stark im Zusammenhang mit dem gleichzeitigen Einsatz des Projektteams für eine verbesserte Wasserversorgung im Dorf stand⁵ (siehe auch Parodi, 1994 oder Wendl, 1996).

3.2.4 Interventionsphase II

Nachdem der Nutzungsvertrag ausgehandelt und unterschrieben war, konzentrierte sich der weitere Projektverlauf auf die Installation. Dabei stand die Vermittlung eines förderlichen Umgangs mit den Solarsystemen in Bezug auf Anlagennutzung und -wartung

und der konkreten Beteiligung der DorfbewohnerInnen zur Vorbereitung ihrer Häuser für die neue Technik im Mittelpunkt (z. B. Streichen der Innenwände mit weißer Farbe zur besseren Lichtausbeute oder Aufstellen eines Mastes zur Befestigung der Solarmodule). Trainingseinheiten zur Wissensvermittlung wurden getrennt mit verschiedenen Gruppen im

Dorf durchgeführt. Informationsmappen, die bei der Installation der Anlagen ausgeteilt wurden, enthielten diese Informationen in schriftlicher und bildlicher

Form. Ein spezielles Training bekamen drei "Dorftechniker", die bei einfachen technischen Problemen um Hilfe gebeten werden können, Wartungsmaßnahmen durchführen und die monatlichen Zahlungen einziehen.

Nach dem Aufbau der Solarsysteme enden viele Projekte. Aus unserer Sicht beginnt danach eine weitere wichtige Phase, in der die Auswirkungen der Solarenergienutzung beobachtet werden können. Nun findet die "Bewährungsprobe" statt, ob diese qualitativ hochwertige, sorgfältig aufgebaute und mit hohem Aufwand vermittelte Technik tatsächlich eine dauerhafte Energieversorgung liefern kann. Die Auswertung der Nutzung und des dauerhaften Betriebs fängt an.

Trainingseinheiten zur Wissensvermittlung wurden getrennt mit verschiedenen Gruppen im Dorf durchgeführt.

⁵ Anfänglich bestand ein sehr großes Mißtrauen bei der Dorfbevölkerung gegenüber den Fremden. Schon zu oft hatten die DorfbewohnerInnen die Erfahrung gemacht, daß Versprechungen, vor allem von Seiten der Regierung, nicht erfüllt wurden. Auch die Verbesserung der Wasserversorgung war schon lange versprochen, und als sich das Projektteam dafür einsetzte, erfolgte der Ausbau der Wasserversorgung durch eine Regierungsstelle. Dies bewirkte eine sehr gute Beziehung und ein starkes Vertrauen zum Projektteam, das vorher nicht bestanden hatte.

3.2.5 Bewertungsphase und erste Ergebnisse

Bereits in den vorherigen Phasen wurde auf die Aufnahme der Veränderungen im Dorf geachtet und eine interne, partiell teilnehmende und qualitativ ausgerichtete Erhebungsmethode angewandt. In dieser Phase der Be- und Auswertung wurden die Daten von verschiedenen Personen erhoben und bearbeitet. Für die erste Nach-

In dieser Phase der Be- und Auswertung wurden die Daten von verschiedenen Personen erhoben und bearbeitet.

untersuchung im Dezember 1995 besuchte ein Mitarbeiter der Fraunhofer ISE-Arbeitsgruppe für drei Tage das Dorf und erhob Daten zum Zusammenwirken von DorfbewohnerInnen mit Solartechnik. Die wichtigsten Aspekte der Erhebung waren:

- subjektive Bewertung der technischen Systeme (nach Funktionstüchtigkeit, ausreichender Energiemenge, Wunsch der Ausweitung z. B. durch den Anschluß weiterer Elektrogeräte)
- Verhaltensausführung (Nutzung der Elektrogeräte, Planung des Energieverbrauchs, Nutzung des Energieanzeigeknopfes, Wartung der Systeme, etc.)
- Bewertung des Einflusses der technischen Systeme auf die Familie oder das Dorf (Veränderungen im Privatleben, z. B. bezüglich der Schlafzeiten, Arbeitszeiten oder Gewohnheiten, Veränderungen im Gemeinschaftsleben, z. B. gemeinsame Aktivitäten)
- Veränderungen im Dorf (z. B. zusätzliche Fahrräder, Autos, Fernseher, Häuser, Gärten) oder in der Familie (z. B. Reduktion des Verbrauchs anderer Energieträger)
- subjektive Bewertung der Unterstützung durch die Dorftechniker und der Trainingseinheiten im Dorf
- subjektive Bewertung anderer Veränderungen wie z. B. durch das Wasserversorgungssystem

Insgesamt konnten sieben halbstandardisierte Fragebögen und sechs halbstandardisierte Interviews mit DorfbewohnerInnen durchgeführt werden. Ein Fragebogen mit offenen Fragen wurde vom Dorflehrer beantwortet. Die Interviews wurden auf Tonband aufgezeichnet und später transkribiert (Wendl, 1996). Eine weitere Untersuchung, die sich vor allem auf die Veränderungen im Dorf konzentrierte, fand im Sommer 1996 durch argentinische Soziologiestudentinnen statt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen:

- Die DorfbewohnerInnen sind sehr zufrieden mit den Solarsystemen. Sie nennen das elektrische Licht eine wesentliche positive Veränderung in ihrem Leben, auch wenn sie nicht direkt darauf angesprochen werden. In ihren Äußerungen zu den Systemen kommt Stolz zum Ausdruck.
- Die BewohnerInnen gehen sehr sorgsam mit ihren Systemen um, wissen, welche Wartungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen und kümmern sich aktiv um diese. Häufig wird ein Dorftechniker gerufen. Kleinere technische Probleme können im Dorf selbst bearbeitet werden. Die Dorftechniker sind sehr motivierte Ansprechpartner.
- Technische Verbesserungen sind im Bereich der "elektromagnetischen Verträglichkeit" nötig, d. h. Störungen zwischen den Vorschaltgeräten der Lampen und dem Radioempfang müssen lokalisiert und möglichst abgestellt werden. Hier fand eine Anpassung der Nutzungsgewohnheiten statt, so daß nun einige BewohnerInnen im Dunklen Radio hören.
- Die verfügbare Energie reicht bisher in allen Haushalten aus. Der Wunsch, größere Systeme zu besitzen, ist jedoch vorhanden. Daran würden die DorfbewohnerInnen dann gerne einen Kühlschrank anschließen.
- Es wurden neue Gärten und Felder angelegt, die Häuser renoviert, Autos, Fernseher

und neue Radios gekauft, und die BewohnerInnen besitzen nun wieder mehr Tiere⁶.

- Die Systeme wurden bisher nicht umgebaut, und zusätzliche elektrische Geräte wurden nur im Rahmen der Vereinbarungen angeschlossen.
- Einige BewohnerInnen bezahlten nach ein paar Monaten nicht mehr. Auf Nachfrage der Universität und Verdeutlichung der Vereinbarungen über den Abbau der Systeme äußerten sie Betroffenheit und bezahlten. Die Erinnerung an die Zahlungsverpflichtung mußte nach drei Jahren erneut erfolgen.
- Die DorfbewohnerInnen beschreiben eine deutliche Verbesserung der Lebensbedingungen, die sie mit dem elektrischen Licht in Verbindung bringen; nun können sie abends länger aufbleiben, zu Hause arbeiten oder Fernsehen. Im Gesundheitsbereich beschreiben die Befragten deutliche Verbesserungen bezüglich einer Krankheit, die nachts durch kleine Insekten übertragen wird. Das Streichen der Wände, die elektrische Beleuchtung bei Nacht und das Organisieren von "Kammerjägern"⁷ reduzierte die Gefahr, sich zu infizieren, deutlich.

Insgesamt beschreiben die DorfbewohnerInnen ihre Situation nach der Einführung der Solarsysteme viel positiver als vorher. Sie haben wieder eine Zukunftsperspektive im

Dorf und fühlen sich dort wohl. Dies darf nicht nur in direktem Zusammenhang mit den Solarsystemen gesehen werden, sondern hängt auch mit der Aufmerksamkeit zusammen, die das Dorf als erstes Solardorf Argentiniens nach der Installation erfahren hat.

3.3 Kritische Betrachtung

An dieser Stelle sollen drei Kritikpunkte am durchgeführten Vorhaben aufgeführt werden, die sich auf die sozialwissenschaftliche Begleitung konzentrieren und in Zusammenhang mit "dem Forschen in realen Situationen" stehen:

- 1) Die Voruntersuchung im Dorf hätte stärker strukturiert werden können; hier wurden mehr qualitative Zustandsbeschreibungen als quantitative Erhebungen durchgeführt.
- 2) Um eine bessere Kontrolle über die Intervention zu erhalten, müssen möglichst alle Eingriffe im Dorf aufgenommen und bewertet werden.
- 3) Da viele ein Interesse an dem Dorf haben, finden dort zahlreiche parallele Befragungen und Untersuchungen statt, die zusätzliche Effekte erzeugen. Nachuntersuchungen sollten gezielter und in abgestimmter Form erfolgen.

Vor allem der erstgenannte Kritikpunkt wird in zukünftigen Untersuchungen stärker

⁶ Diese Veränderungen können nur zum Teil der neuen Wasserversorgung zugeschrieben werden. Z. B. erfolgte der Aufbau von Hausgärten bereits zu Beginn der Projektzeit mit der alten Wasserversorgung. Die Einrichtung von Waschbecken vor dem Haus, Hausgärten und größeren Herden beruht auf den höher eingeschätzten Zukunftsaussichten im Dorf infolge der Elektrifizierung.

⁷ Auch das Erscheinen der Kammerjäger im Dorf hängt indirekt mit der Neuerung zusammen. Zuvor waren sie jahrelang nicht in das Dorf gekommen, aber nun – da das Dorf in das allgemeine Interesse gerückt wurde – kamen sie nach der ersten Aufforderung.

berücksichtigt: Hierbei müssen bestimmte Größen wie Energieverbrauch, Wissen über Solartechnik, Einschätzung des Wartungsbedarfs, zukünftige Lebensplanungen etc. genauer und soweit möglich auch quantitativ erfaßt werden.

4 Fazit

Das dargestellte Projekt verfolgte – und verfolgt noch immer – eine überall geforderte, aber selten realisierte interdisziplinäre Zusammenarbeit. Diese enge Bezogenheit der technischen und sozialwissenschaftlichen Disziplinen aufeinander charakterisierte das Projekt von Anfang an und trug stark zum Kennenlernen der jeweils anderen Sicht- und Vorgehensweise bei. Das Ergebnis war eine gezielte Beteiligung sowie besondere Beachtung der Dorfbevölkerung ohne die Vernachlässigung der technischen Qualität der aufgebauten Anlagen. Die Auslegung der Systeme wurde unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und psychologischer Variablen mit den späteren NutzerInnen abgestimmt, deren Begrenzung abgeklärt und die notwendige Behandlung vermittelt. Die erstmalige Realisierung eines interdisziplinären Projektes im Bereich der Solarenergienutzung, erforderte jedoch neben der Durchführung des konkreten Projektes und der Planung der wissenschaftlichen Erhebungen, die Koordinierung verschiedener Disziplinen und Herangehensweisen.

Die sorgfältige Einführung der Solaranlagen kann bisher als ein Erfolg gewertet werden. In den oben beschriebenen Problembereichen traten keine Schwierigkeiten auf: der Energiebedarf steigt nicht massiv über das geplante Maß hinaus, Wartungsarbeiten werden durchgeführt bzw. veranlaßt, und Umbautätigkeiten finden nicht statt. Die regelmäßigen Zahlungen erfolgen, auch

wenn ihnen von außen Nachdruck verliehen werden muß. Insgesamt wurde die neue Energieversorgung in das Dorfleben integriert und als ein wichtiger Bestandteil der positiven Dorfentwicklung gewertet.

Kontaktadresse

Dr. Petra Schweizer-Ries
Fraunhofer ISE
Oltmannstr. 5
79100 Freiburg
Tel.: 0761-4588 228

Literatur

- Bopp, G., Gabler, H., Kiefer, K., Preiser, K. & Wiemken, E. (in press). *Hybrid Photovoltaic-Diesel-Battery Systems for Remote Energy Supply*. Conference proceedings of the North Sun, 1997.
- Fietkau, H.-J. (1985). Psychologische Aspekte umweltpolitischen Handelns. In P. Day, U. Fuhrer, & U. Laucken (Hrsg.), *Umwelt und Handeln im Alltag. Festschrift zum 60. Geburtstag von Gerhard Kaminski*, 29-42. Tübingen: Attempo.
- Parodi, O. (1994). *Solare Stromversorgung eines Dorfes in einem abgelegenen, ländlichen Gebiet Argentiniens*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität, Karlsruhe.
- Parodi, O. (1995). Balde de Leyes – ein typisch argentinisches Dorf erwacht. *Sonnenenergie, Heft 2/95*, S. 16-19.
- Preiser, K. & Schweizer, P. (1995). Sozio-technische Faktoren zur Inselstromversorgung: Ein Dorf in Argentinien. *10. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, 10, 287 - 292. Staffelstein: OTTI.
- Preiser, K., Schweizer, P. & Parodi, O. (1995). Balde de Leyes – The Integrated Way to Electric Light. *13th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, 13, 1787- 1790. Nice: E.C.
- Schahn, J. (1993). Psychologische Beiträge zum Umweltschutz: Forschung und Anwendung. In J. Schahn & T. Giesinger (Hrsg.), *Psychologie für den Umweltschutz* (S. 63-75). Weinheim: Beltz.

Schmidt-Künzel, B. & Schäfer, G. (1993). Village Power Plants versus Solar Home Systems. *Sun World*, 17 (3), 17-20.

Schweizer, P. (1996). Psychologische Forschung am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. *Informationen zur Umweltpsychologie*, 2(2), S. 19 - 21.

Schweizer, P. (1997). Psychologische Faktoren bei der Nutzung regenerativer Energien: Eine Studie zum Einsatz von Solartechnik im Zentralen Himalaya. In: A. Buchner & J. Funke. (Hrsg.), *Aktuelle Psychologische Forschung*, Bd. 9. Lengerich: Pabst Science Publisher.

Schweizer, P. & Preiser, K. (1994). Wechselwirkung zwischen PV-Anlagen und ihren Nutzern. In W. Roth & H. Schmidt (Hrsg.), *Begleitbuch zum Seminar "Photovoltaik Anlagen"* (S. 317 - 328). Regensburg : OTTI-Technologie-Kolleg.

Wendl, M. (1996). *Einführung von Solar Home Systemen in einem abgelegenen ländlichen Gebiet Argentiniens (Balde de Leyes)*. Ergebnisse einer sozialwissenschaftlichen Evaluationsstudie ein Jahr nach der Installation der Systeme. [Internes Arbeitspapier]. Freiburg: Fraunhofer ISE.

Abfall ist zu vermeiden. Wir sagen, wie.



Bestellungen:
In jeder Buchhandlung
oder direkt beim
RHOMBOS-VERLAG,
Kurfürstenstr. 17
10785 Berlin,
Tel. 030/ 261 94 61
Fax 261 68 54

„Wenn Sie Ihre Kenntnisse über Theorie und Praxis der ökologischen Abfallwirtschaft vertiefen möchten, an fundierten Informationen über Abfallvermeidung interessiert sind und über neue Entwicklungen in der Umweltvorsorge auf dem laufenden sein wollen, dann ist das MüllMagazin für Sie eine unentbehrliche Quelle für Information.“



Vier Hefte pro Jahr.
Einzelverkaufspreis:
25,- DM inkl. Versand.
Jahresabonnement:
80,- DM inkl. Versand.
ISSN 0934-3482

10. Jahrgang 1997

MüllMagazin.
Fachzeitschrift für ökologische Abfallwirtschaft,
Abfallvermeidung und Umweltvorsorge