



Kontakt:

Christoph Müller
Klemens Schwarzer

chris@hc-solar.de
schwarzer@sj.fh-aachen.de

Nutzung von Sonnenenergie zur Verbesserung der Lebensbedingungen im Altiplano/Argentinien

Beteiligte Organisationen:

Solar Global e.V.	(Jülich, Deutschland)
Ecoandina e.V.	(Jujuy, Argentinien)
Pirca e.V.	(Tilcara, Argentinien)
Mensch und Tier e.V.	(Freiburg, Deutschland)



Juli 2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	1
2. Projektregion/Projektziel	2
3. Darstellung der letzten Projektarbeiten 2002 bis 2004	3
4. Verbesserungen der Lebensbedingungen der Menschen im Projektgebiet	6
5. Nachhaltigkeit der eingeführten Techniken	8
6. Solare Backöfen	9
7. Zusammenfassung	9
8. Danksagung	9

1. Allgemeines

Solar-Global e.V. arbeitet seit etwa 7 Jahren eng mit der **NRO ECOANDINA** aus Salta und der indigenen Kooperative **PIRCA** aus Tilcara in Argentinien zusammen. Finanziell werden die Projekte seit Langem durch den Verein **Mensch und Tier e.V.** aus Freiburg unterstützt. Solar Global selbst ist vor etwa 12 Jahren als NRO aus dem Solar-Institut Jülich entstanden, um die entwickelten „angepassten Solartechniken“ für Entwicklungsländer einfacher, schneller und unbürokratischer verbreiten zu können. Die Verbreitung erfolgte durch finanzielles Engagement und die Durchführung von Qualifikationskursen für Handwerker und Techniker in den Partnerländern sowie durch den Aufbau von Prototypen. Die Entwicklung der Prototypen erfolgt in enger Kooperation mit unseren ortsansässigen Projektpartnern. Somit wurden Fehlentwicklungen vermieden und nicht am Nutzerbedarf vorbei geplant. Ziel war es immer einfache nachbaubare Solartechniken zur Anwendung zu bringen, die nur einen Know-How-Transfer aber keinen Produkttransfer benötigen. Durch diese Techniken sollen kurzfristig sowohl die ökonomischen, ökologischen und gesundheitlichen Lebensbedingungen der Menschen in der Projektregion verbessert werden.

2. Projektregion/ Projektziel

Die Projektregion liegt in der argentinischen Provinz Jujuy auf dem Altiplano in Nähe der bolivianischen Grenze (Abb. 1). Das Altiplano ist ein Hochplateau auf einer durchschnittlichen Höhe von 3500m bis 4000m. Es erstreckt sich über große Teile der chilenischen, argentinischen, peruanischen und bolivianischen Anden. In dieser Höhe herrschen extreme Klimabedingungen. Bis auf eine kurze Regenzeit herrscht ganzjährig eine außerordentliche Trockenheit. Im Winter schwanken die Temperaturen von 10 °C bis 15 °C tagsüber bis zu -20 °C nachts. Andererseits gehört die mittlere Sonneneinstrahlung mit 6-7 kWh/m² pro Tag weltweit zu den Höchsten. Zielgruppe sind die Bewohner von ca. 20 Dörfern auf dem argentinischen Hochland. Die Bevölkerung ist ausschließlich indianischer Herkunft. Lebensgrundlage bietet extensive Viehzucht und Ackerbau sowie der Abbau von Mineralien. Die Region gehört zu den Ärmsten in Argentinien. Das Jahresdurchschnittseinkommen liegt unter 700 US\$.



Abbildung 1: Lage des Altiplano und typisches Dorf mit 150 Einwohnern (Misa Rumi)

Einzige Energiequelle bietet in dieser Region die spärliche Vegetation mit ihren Tola Sträuchern. Zunehmende Bevölkerungszahlen und Überweidung führen zu einem stetigen Rückgang dieser Pflanzen. Damit steigt der Arbeits- und Zeitaufwand zum Sammeln des

Brennmaterials. Zielsetzung ist es, die Solartechnologie zum Kochen, Heizen und Warmwasserbereiten als Alternative zu traditionellen Brennstoffen der Bevölkerung zugänglich zu machen. Der Einsatz von Solarpumpen in Zusammenhang mit Tröpfchenbewässerungsanlagen sichert die Versorgung mit vitaminreichem Gemüse und Grundnahrungsmitteln, wie Kartoffeln. Überwiegend kommen die Projekte den Frauen und Kindern zugute, deren Lebensumstände sich dadurch direkt verbessern. Folgende Techniken wurden in Rahmen unserer Zusammenarbeit mit den lokalen NRO's durch Pilotprojekte vor Ort eingeführt und in die Verbreitung gebracht:

- Solare Luftheizungen mit Warmwasserspeicher
- Solare Familien- und Großkocher
- Solare Backöfen
- Solare Warmwasserversorgung
- Solarpumpen und Tröpfchenbewässerung

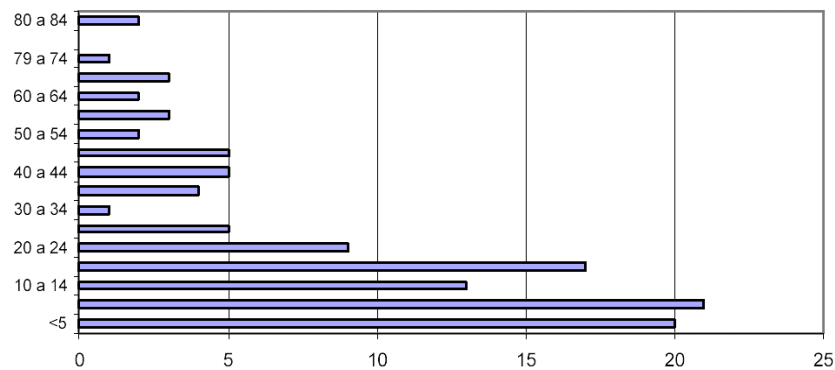


Abbildung 2: Bevölkerungspyramide eines typischen Dorfes auf dem Altiplano (Misa Rumi)

3. Darstellung der letzten Projektarbeiten 2002 bis 2004

Im Rahmen eines vom BMZ (Projektnr. 2002.1683.8) geförderten Projektes konnten die Techniken zur Solarenergienutzung von uns weiterentwickelt und verbreitet werden. Am Beispiel der beiden Hochlanddörfer Cusi Cusi und Ciénaga konnte gezeigt werden, wie angepasste solare Technologien dazu beitragen können, die Lebensbedingungen in der argentinischen Puna zu verbessern. Folgende Maßnahmen waren im Rahmen des BMZ-Antrag vorgesehen:

- Bau von zwei Gebäudeheizungen
- Bau von zwei Warmwasserbereitungsanlagen
- Bau von zwei solaren Großküchen f. Gemeindezentrum
- 2 Solarkocher f. Schulen (Parabol+Wärmebox)
- 4 Solarpumpen komplett mit Anschlüssen und Solarmodul
- Materialien für Tröpfchenbewässerung (Anschlüsse, Schläuche etc.)
- Schulungen

Es wurden zwei **Gebäudeheizungen** in den Kindergärten von Cusi Cusi und Cienaga zur Beheizung von 60 m² bzw. 120 m² Grundfläche gebaut. Dabei handelt es sich um die Nachrüstung eines bestehenden Gebäudes in Cusi Cusi und um einen Neubau in Cienaga. Ursprünglich sollten Schulen mit Gebäudeheizungen versehen werden. Da jedoch die Schulbehörde die baulichen Veränderungen erst prüfen und genehmigen muss, wurden aus Zeitgründen statt Schulen Kindergärten ausgerüstet. Die Kindergärten werden von den Gemeinden in Eigenverantwortung betrieben. Durch Beheizung der Räume in Kindergärten können die Lern- und Entwicklungsbedingungen von Vorschulkindern deutlich verbessert und Krankheiten vorgebeugt werden. Da Brennstoffe Mangelware auf dem Altiplano sind, stellen Holzöfen keine vertretbare Alternative zur Beheizung von Gebäuden dar. Eine Verwendung von Gas oder Öl mit Anlieferung über die 200 km lange Piste würde die finanziellen Möglichkeiten der Gemeinde überfordern. Mit Hilfe der Verwendung von regenerativen Energien ist es möglich die Beheizung mit kleinst möglichem Aufwand aufrecht zu erhalten. Die zum Heizen benötigte Wärme wird durch einen solaren Lufterwärmer auf dem Dach der Gebäude gewonnen. Die Warmluft gelangt über einen Ventilator in den Wärmespeicher, der im Fußboden integriert ist. Dieser erfüllt neben der Speicherung die Funktion einer Fußbodenheizung, da er die Wärme direkt an den Raum abgibt. Ein großer Teil des Arbeitsaufwandes zum Bau der Gebäudeheizungen wurde in Cienaga und Cusi Cusi von den Dorfbewohnern übernommen. Die Kosten für den Kindergarten-Neubau in Cienaga wurden komplett durch die Gemeinde getragen. Dies bezieht sich sowohl auf die Materialkosten, wie auf die Arbeitslöhne der Dorfbewohner.

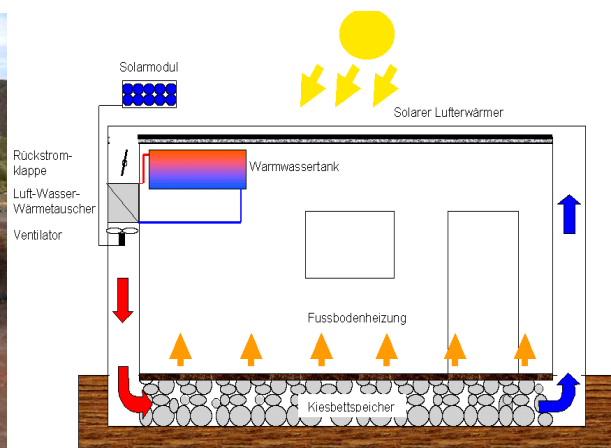


Abbildung 3: Kindergarten Neubau mit Warmluftkollektor in Cienaga und Schema der Heizungsanlage



Abbildung 4: Aufenthaltsraum und Solarkollektor Fußbodenheizung in Cusi Cusi

In beiden Gemeinden wurde eine öffentlich zugängliche **Warmwasserversorgung** eingerichtet. Die Warmwasserbereitung wurde in Cusi Cusi, nicht wie ursprünglich im Projekt vorgesehen durch ein separates Warmwassersystem gedeckt, sondern in die solare Gebäudeheizung integriert. In einem von H.C. Müller entwickelten Verfahren wird die zur Bereitstellung von 300 Litern Warmwasser benötigte Energie aus dem Warmluftstrom des Luftkollektors ausgekoppelt. Die Wassertemperatur erreicht 60 bis 70°C. Vorteil dieser Systemkonfiguration ist, dass kein Frostschutzmittel benötigt wird und dass die Kosten gesenkt werden können. Durch die Vereinfachung werden fehlerhafter Betrieb (Wassermangel, Frostschutzmangel, Undichtigkeiten) und Zerstörung durch Eisbildung, wie es bei Betrieb eines Warmwasserkollektors auftreten kann, verhindert. In Cienaga haben die Dorfbewohner in eigener Initiative ein öffentliches Gemeinschaftsbadehaus gebaut, das dem von der EcoAndina entwickelten Konzept des Baño Solar Andino (solares Andenbadehaus) folgt. Ein Teil der Materialkosten wurde aus Projektgeldern bezahlt. Das Bad wurde in



Abbildung 5: Warmwasserbehälter in Cusi Cusi und solares Gemeinschaftsbad in Cienaga



Abbildung 6: Warmwasserkollektoren gebaut von der Kooperative PIRCA/Tilcara

traditioneller Lehmbauweise errichtet. Die traditionelle Bauweise des Daches bietet den Vorteil einer besseren Wärmedämmung gegenüber den moderneren Wellblechdächern. Im Dach sind zudem Polykarbonat Doppelstegplatten integriert durch die Sonnenlicht in den Innenraum fällt und zur Erwärmung und Beleuchtung beiträgt. Das warme Wasser für die vier Duschkabinen wird von Solarkollektoren bereitgestellt und in einem 400 Liter Edelstahltank gespeichert. Die Abwässer sollen in einer Pflanzenkläranlage gereinigt werden. Solarkollektoren und Speichertank wurden in Zusammenarbeit mit der lokalen Kooperative

PIRCA und der Firma LIBAL entwickelt und produziert. Die Herstellung solarer Warmwassersysteme für Hochgebirgsregionen ist nicht einfach. Die starken Temperaturschwankungen stellen hohe Anforderungen an Material und Verarbeitung. Das notwendige Know-how konnte im Laufe des Projektes weitgehend an die lokalen Partner vermittelt werden, jedoch sollte insbesondere die Verarbeitung der Edelstahltanks in Zukunft noch weiter verbessert werden.

Wie im Projekt vorgesehen, wurden zwei solare **Gemeinschaftsküchen** in Cienaga und in Cusi Cusi eingerichtet. Im Verlaufe der ersten Projektphase äußerten umliegende Gemeinden ebenfalls ein großes Interesse an den solaren Großküchen. Wegen des guten Wechselkurses des argentinischen Pesos waren die Projektausgaben niedriger wie vorgesehen. Deshalb konnten, nach entsprechender Bewilligung des BMZ, zwei weitere Großküchen gebaut werden wovon eine im Dezember 2003 in Misa Rumi installiert wurde, die zweite ist für die Bezirkshauptstadt Rinconada vorgesehen. Die solaren Gemeinschaftsküchen wurden in unmittelbarer Nähe der Kindergärten aufgestellt, wo je nach Standort, für 30 bis 40 Kinder und Mütter gekocht wird. Als Hauptmahlzeit wird das Mittagessen zubereitet, das meist aus einem Eintopfgericht und einer Suppe besteht. In Cienaga und Misa Rumi gibt es zusätzlich gegen 17 Uhr Tee. Die Kochzeiten kommen der Nutzung von Sonnenenergie entgegen. Die Zubereitung des Mittagessens beginnt bereits zwischen 8 und 9 Uhr. Da es sich bei den solaren Großküchen um konzentrierende Systeme handelt, sind sie schon mit den ersten Sonnenstrahlen betriebsbereit. Von den Dorfbewohnern in Misa Rumi, Cienaga und Cusi Cusi wurden Küchenhäuser mit jeweils ca. 15 m² Grundfläche errichtet und mit einem durch das Projekt bezahlten Fix-Fokus-Spiegel ausgerüstet. Jeder Spiegel liefert an der Kochstelle eine maximale Leistung von 3 kW. Das erlaubt den Nutzern die Verwendung von Töpfen mit bis zu 80 Litern Inhalt. Bei Verwendung von kleineren Töpfen können jeweils zwei Töpfe gleichzeitig auf der Kochstelle verwendet werden.

An allen drei Standorten haben Mitarbeiter der Projektträger die Nutzer vor Ort ausführlich im praktischen Gebrauch der Solarkocher geschult. Diese Einweisung erwies sich als grundlegend, da die neue Technik zunächst sehr ungewohnt erscheint. Ursprünglich wurde im Antrag ein Schulungsmanual vorgesehen. Aufgrund der Tatsache, dass die Altiplanobewohner jedoch häufig keine ausreichende Schulbildung genießen können, wurde statt des Manuals die persönliche Schulung durch die Mitarbeiter intensiviert. Dadurch entstanden höhere Lohnkosten. Die Bedienung durch den Benutzer umfasst das morgendliche „in die Sonne“ drehen der Spiegel. Einmal ausgerichtet laufen die Spiegel dann automatisch mit Hilfe einer elektrischen Regelung mit der Sonne. Alle 2 bis 5 Tage ist eine saisonale Anpassung der Reflektoren an den Sonnenstand durch den Benutzer nötig. Dies erfolgt durch visuelle Kontrolle des Fokus während Teleskopstangen verstellt werden. Diese Einstellungen setzen etwas Erfahrung voraus und stellen die größte Anforderung an den Benutzer dar. In einigen Orten, wie z.B. Misa Rumi wurde deshalb von der Dorfgemeinde eine Verantwortliche bestimmt, die diese Aufgabe übernimmt.



Abbildung 7: Solare Großküche in Misa Rumi kurz vor der Fertigstellung und Essenssaal in Misa Rumi



Abbildung 8: In Bau befindliche solare Großküche der Kinderspeisung in Cienaga und in Benutzung zur Zubereitung des Mittagessens für 40 Kinder



Abbildung 9: Solare Großküche im Bau in Cusi Cusi und kleiner Parabolkocher am Kindergarten.

Zur zusätzlichen Unterstützung der Kindergartenküchen wurden diese mit zwei **kleinen Parabolkochern** ausgerüstet. Mit einem Durchmesser von 1,2 m erreichen sie eine Leistung von ca. 700 Watt. Dies reicht aus um Mengen von ca. 10 Litern innerhalb von 1,5 – 2 Stunden zum Kochen zu bringen. Die kleinen Kocher sind also gut geeignet, um Beilagen, Soßen oder Teewasser für die Mahlzeiten in den Kindergärten zu bereiten. Sowohl die Großküchen, wie die kleinen Parabolkocher werden lokal von der in der neuen Technik geschulten Kooperative PIRCA in Tilcara hergestellt.



Solar-Restaurant in Tilcara



Familie in Tilcara



Familie C.Martinez (Misa Rumi)



Familie J. Martinez (Misa Rumi)



Familie in Misa Rumi



Familie in Misa Rumi

Abbildung 10: Beispiele von privaten Solarkochern hergestellt von der Kooperative PIRCA

In sechs Gebieten wurden Anbauflächen mit **Tröpfchenbewässerung** ausgerüstet. Mitglieder einer oder mehrerer Familien haben sich zu Arbeitsgruppen zusammengeschlossen und haben sich verpflichtet, die Parzellen mehrere Jahre hindurch zu bewirtschaften. Es werden hauptsächlich Kulturpflanzen angebaut, die an das Hochlandklima angepasst sind, wie zum Beispiel Andenkartoffeln (verschiedene Sorten), Mais, dicke Bohnen, Erbsen, Karotten, Zwiebel, Knoblauch, Quinoa. In geringerem Umfang auch Salat, Radieschen, verschiedene Gewürzkräuter, Hafer.

Techniker der Fundación EcoAndina haben die Produzenten auf ihren Feldern im Umgang mit den neuen Techniken vertraut gemacht und haben sie bei der Auswahl geeigneter Kulturen beraten. Bis zum Projektende konnte in fast allen Gebieten mit der Aussaat für die Vegetationsperiode 2003/2004 begonnen werden.

In vier Gebieten ist es nötig, das Wasser von niedrig gelegenen Brunnen oder Kanälen auf die höher gelegenen Anbauflächen zu pumpen. Dazu wurden vier Solarpumpen mit einer Pumpleistung von ca. 1,5 bis 2 m³ pro Tag beschafft, die je nach Pumphöhe mit 1 bis 2 Solarpanelen à 65 Watt zur Stromversorgung bestückt sind. Generell wurde für alle Zuleitungen und Verzweiger des Bewässerungssystems Polyethylen Rohre verschiedener Durchmesser benutzt, die sich durch hohe UV-Resistenz und Robustheit auszeichnen. Für die Tröpfchenbewässerung wurden PE-Schläuche von ½“ Durchmesser mit Laserlochung im Mikronbereich alle 30 cm verwendet und auf den Anbauflächen im Abstand von 1,2 m reihenförmig direkt in die Erde verlegt. Dies gewährleistet eine minimale Verdunstung und erlaubt es, mit sehr geringen Wassermengen auszukommen. Folgende Flächen wurden bestückt:

1. **Cusi Cusi:** 2 Hektar gemeindeeigene Fläche am Ortseingang. Die Gemeinde vergibt Parzellen an interessierte Familien zur Bearbeitung. Die Wasserversorgung erfolgt gemischt: normalerweise über einen Kanal, kann aber bei Bedarf auch von einem tiefergelegenen Brunnen aus mittels einer Solarpumpe gewährleistet werden.
2. **Ciénaga Chico:** 1 Hektar der von einer Großfamilie bewirtschaftet wird. Eine mit Solarpumpe hebt Wasser aus einem Brunnen zu einer 25 Meter höher gelegenen Vorratszisterne, von wo aus das System der Tröpfchenbewässerung gespeist wird.
3. **Sevencaña** bei Ciénaga: komplexes Bewässerungssystem auf mehreren kleinen und untereinander verbundenen Terrassen, zusammen ein Hektar Fläche, die von drei Arbeitsgruppen bewirtschaftet werden. Wasserversorgung durch ein gemischtes System, teilweise mit Schwerkraft und teilweise mit Solarpumpe.
4. **Pueblo Viejo** bei Ciénaga: 1,5 Hektar, bewirtschaftet von zwei Familiengruppen. Wasserversorgung durch eine 1,5 Kilometer lange Wasserleitung (Schlauch PE) von der Fassung bis zum Feld. Anschlüsse für eine zukünftige Erweiterung wurden bereits verlegt.
5. **Canchamayo** bei Ciénaga: Reparatur des Bewässerungskanals durch Überbrückung eines Hangrutsches. Ausweitung der vorhandenen Anbaufläche um einen weiteren Hektar. Wegen der insgesamt großen Fläche und des hohen Wasserbedarfes wurde ein gemischtes Versorgungssystem installiert: eine Solarpumpe und eine mechanische Pumpe vom Typ „Widder“. Die Flächen wurden für die Aussaat im August 2005 vorbereitet.
6. **Chuspinayo** bei Misa Rumi: Ein Hektar Anbaufläche auf der Hochterasse des Chuspinayo. Installation einer Solarpumpe zur Wasserversorgung aus dem tiefergelegenen Wasserlauf.



Abbildung 11: Solarpumpe zur Bewässerung und 1000 Liter Tank in Cienaga



Abbildung 12: Möhrenanbau ohne und Kartoffelpflanzen mit Bewässerung in Cienaga



Abbildung 13: Tröpfchenbewässerung bei Misa Rumi

4. Verbesserungen der Lebensbedingungen der Menschen im Projektgebiet

In den Dörfern des Altiplano herrscht momentan ein Bevölkerungszuwachs von 10 bis 20%. Dies wird zum größten Teil durch hohe Geburtenraten (siehe Abbildung 2), verbesserte medizinische Versorgung aber auch durch eine Rückwanderung aus den derzeit ökonomisch unsicheren Städten verursacht. Die dadurch zunehmende Belastung der natürlichen Ressourcen auf dem extrem trockenen Altiplano führt dazu, dass immer längere Fußwege zum Holzsammeln bewältigt werden müssen, Wasserquellen übernutzt werden und es an vitaminreicher Nahrung mangelt.

In den folgenden Bereichen konnte eine Verbesserung der Lebensbedingungen in den Dörfern des Projektgebietes erreicht werden:

Verbesserung der Lern- und Entwicklungsbedingungen von Vorschulkindern durch Beheizung der Räume in Kindergärten. Aus finanziellen Gründen sind öffentliche Gebäude in der Puna bisher gänzlich unbeheizt. Mit Hilfe der Verwendung von regenerativen Energien ist es möglich die Beheizung mit kleinst möglichem Aufwand aufrecht zu erhalten. Die Raumtemperatur wird durch die Solarheizung im Mittel um 12°C angehoben. Im Winter liegt die mittlere Raumtemperatur statt bei 5°C im unbeheizten Gebäude nun bei etwa 15°C. Es lässt sich zwar keine quantitative Aussage machen, der gesundheitliche Einfluss des Aufenthalts in den unbeheizten Räumen ist jedoch offensichtlich. Gemäß einer Studie des bolivianischen Gesundheitsministeriums sterben in Bolivien jährlich 11.000 Kinder unter fünf Jahren an den Folgen einer Atemwegserkrankung. Nach Auskunft argentinischer Sanitäter leiden auch die Kinder im Projektgebiet vor allem im Winter an Erkältungskrankheiten. An die hundert Kinder im Alter zwischen zwei und fünf Jahren können sich nun in angenehm klimatisierten Räumen aufhalten, sie können dort spielen, lernen und essen.

Verbesserung der sanitären Verhältnisse durch Einrichtung solarer Warmwasserversorgung und durch den Bau von öffentlichen Bädern. Warmes Wasser war bisher entweder nicht verfügbar oder seine Herstellung war mit hohen ökonomischen (Gas) oder ökologischen (Brennholz) Kosten verbunden. Zudem ist der Arbeitsaufwand zur Holzbeschaffung erheblich. Durch die Installation konnte die Dusche des Kindergartens in Cusi Cusi wieder in Betrieb genommen werden, da der Gemeinde vorher die Mittel zur Beschaffung von Gas zum Betrieb des Durchlauferhitzers fehlten. Das Warmwasser wird einmal wöchentlich zum Duschen der Jungen und an einem anderen Tag zum Duschen der Mädchen verwendet. Zusätzlich wird das Warmwasser täglich in der Küche des Kindergartens benötigt. Die Verfügbarkeit von solar erwärmtem Wasser verbessert die Möglichkeiten zur persönlichen Hygiene und sie beugt insbesondere den weitverbreiteten Hautkrankheiten bei Kleinkindern vor.

Arbeitserleichterung und Zeitersparnis: Die zunehmende Belastung der Holzreserven führt dazu, dass immer längere Fußwege zum Holzsammeln nötig werden. Die zeitaufwendige Holzsuche wird meist unter allen Familienmitgliedern aufgeteilt. Täglich verbringen Männer, Frauen und Kinder in der Puna 2-3 Arbeitsstunden mit dem Sammeln und dem Transport von Brennholz. Lasten von bis 30 Kilo müssen über mehrere Kilometer auf dem Rücken getragen werden. Durch die, im Projekt bereitgestellten Solarkocher wurde die Belastung erheblich verringert. Die freiwerdende Zeit können die Kinder zum Beispiel zum Spielen oder Lernen nutzen. Die Kocher werden regional von der Kooperative PIRCA in Tilcara hergestellt. Eine im Jahr 1998 durchgeführte Studie zur Akzeptanz der Solarkocher im Dorf Misa Rumi zeigte, dass bis zu 70 Prozent des gesamten Holzbedarfs eingespart werden können (siehe Anhang). Diese Kocher erfreuen sich deshalb auch in privaten Haushalten immer mehr Beliebtheit.

Trotz eines Preises von 700 Pesos, was 2 Monatslöhnen auf dem Altiplano entspricht, wurden bereits über 70 solcher Kocher von der Kooperative PIRCA an private Nutzer verkauft. Die gute Akzeptanz ist sicherlich auch durch die sehr guten Einstrahlungswerte auf dem Altiplano bedingt und dadurch, dass alle üblichen Gerichte schnell und problemlos zubereitet werden können.



Abbildung 14: Dorfbewohner bei der täglichen Holzsuche



Abbildung 15: Ehemalige Kindergartenküche mit Drei-Steine-Feuer

Verbesserung des Nahrungsmittelangebotes in qualitativer Hinsicht durch den Anbau geeigneter Kulturpflanzen. Fehlernährung, die auf Vitaminmangel und teilweise auch auf Eiweißmangel zurückzuführen ist, ist in der Bevölkerung des Altiplano häufig. Besondere Risikogruppen sind werdende Mütter und kleine Kinder. Dutzende von Familien haben nun die Möglichkeit erhalten, hochwertige Produkte wie Andenkartoffeln, Mais, Hülsenfrüchte, Quinoa und verschiedene Gemüse selbst anzubauen und somit ihre Ernährung zu verbessern.

Verbesserung des Nahrungsmittelangebotes in quantitativer Hinsicht durch die Ausweitung der verfügbaren bewässerten Anbauflächen um mindestens 6,5 Hektar. Mit Hilfe ressourcenschonender Bewässerungstechniken kann der Wasserversorgungsengpaß am Ende der Trockenzeit überwunden werden und es können in Zukunft zwei Ernten pro Jahr eingefahren werden. Solarpumpen ermöglichen die Ausweitung von Anbauflächen auf, mit traditionellen Kanalsystemen nicht erreichbaren, hochgelegenen Flächen.

Die neuen Möglichkeiten zur Eigenproduktion von Nahrungsmitteln haben eine **Verminderung der Abhängigkeit** der Familien vom staatlichen Wohlfahrtsprogramm zur Folge. Produktionsüberschüsse können auf lokalen Märkten verkauft oder gegen andere notwendige Artikel des täglichen Bedarfs getauscht werden. Langfristig werden **Eigenverantwortung und Initiative** gestärkt und **Arbeitsplätze** geschaffen.

Schutz der natürlichen Ressourcen, insbesondere der Tola- Sträucher (*Parastrephia*) und der einheimischen Queñua Bäume (*Polylepis*) in der unmittelbaren Umgebung der Dörfer durch die Nutzung von Solarkochern an Stelle von Brennholz. (siehe Studie im Anhang). Langfristig wird durch das Projekt ein Beitrag zur **Erhaltung der Biodiversität** in der Puna und zur **Eindämmung der fortschreitenden Desertifikation** im Andenraum geleistet. Dadurch werden die natürlichen **Lebensgrundlagen** der einheimischen Bevölkerung langfristig geschützt.

5. Nachhaltigkeit der eingeführten Techniken

Hervorzuheben ist die gute Akzeptanz, die das Projekt insgesamt bei der einheimischen Bevölkerung gefunden hat. Die einzelnen Maßnahmen des Projektes haben sich gut in das dörfliche Leben integrieren lassen und man kann davon ausgehen, dass dieser Effekt nachhaltig ist. Deshalb ist zu erwarten, dass die Nutznießer des Projektes auch in Zukunft Verantwortung für den Fortbestand übernehmen werden.

Da es sich bei den Anlagen um regenerative Energiesysteme handelt sind die Folgekosten minimal. Bei der eingeführten Technik wurde besonders auf Robustheit und Einfachheit geachtet und soweit wie möglich auf importierte Materialien verzichtet.

Es existieren auf dem Altiplano von uns entwickelte Prototypen der Solarheizung, die schon seit 5 Jahren ihren Dienst tun. Technische Verbesserungen, wie der Einsatz neuer Ventilatorentypen, haben die zu erwartende Lebensdauer noch einmal heraufgesetzt. Mit einer vom Hersteller garantierten Laufzeit von 100000 h lässt sich eine Betriebszeit von 40 Jahren erreichen. Die verwendeten Solarmodule besitzen eine Gewährleistungszeitraum von 20 Jahren. Andere Komponenten, wie Glas und Kollektorwannen sind, falls nötig, lokal erhältlich und einfach auszutauschen. Da es sich jedoch um ein luftbasiertes System handelt, ist mit einem Ausfall dieser Komponenten höchstens bei mutwilliger Zerstörung zu rechnen. Reparaturen führt der lokale Hersteller, die Firma LIBAL aus.

Gleiches gilt für das solare Warmwassersystem. Alle wasserführenden Rohre sind aus Kupfer, der Wassertank ist aus Edelstahl. So wird Korrosion weitestgehend vermieden. Beim Betrieb des Warmwassersystems ist lediglich auf eine ausreichende Konzentration von Frostschutzmittel im Primärkreislauf zu achten, so dass der Kollektor nicht durch Eisbildung zerstört werden kann. Reparaturen führt der lokale Hersteller der Kollektoren, die Kooperative PIRCA, oder der Hersteller des Wassertanks, Firma LIBAL aus.

Die solaren Großküchen und Familienkocher werden, abgesehen von den Spiegelblechen und der Nachführregelung komplett aus vor Ort erhältlichen Materialien von der Kooperative PIRCA gefertigt. Die Spiegelbleche erreichen je nach Behandlung durch den Benutzer eine Lebensdauer von vielen Jahren. Dabei muss der Benutzer vor Allem beim Reinigen der Oberfläche darauf achten, dass diese nicht verkratzt. Familienkocher, die vor 6 Jahren gekauft wurden sind immer noch in Betrieb. Sind die Bleche erblindet, so kann das Spiegelset des Familienkochers gegen 20 Euro und das einer Großküche gegen 100 Euro ausgetauscht werden. Die im Projekt bezogenen Spiegelbleche reichen für einen einmaligen Ersatz der installierten Spiegel aus.

Über Lebensdauer der Systeme zur Tröpfchenbewässerung unter den extremen Klimabedingungen des Altiplano liegen noch keine Langzeiterfahrungswerte vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bei sachgemäßem Gebrauch eine Lebensdauer von fünf Jahren zu erreichen ist. Es ist vor allem darauf zu achten, dass die Plastikschläuche im Boden verlegt werden und vor der direkten Sonneneinstrahlung geschützt werden. Unter günstigen Voraussetzungen werden die Produzenten ein kleines zusätzliches Einkommen erwirtschaften können, welches ihnen die langfristig notwendigen Erhaltungsinvestitionen erlauben wird. Ersatzmaterialien sind im Fachgroßhandel der Provinzhauptstadt San Salvador de Jujuy zu erhalten.

Argentinische Gemeinden sind zwar generell finanzschwach, haben aber vielfach Mittel für Arbeitskräfte. Deren Einsatz ermöglichte bereits die Konstruktion der Gebäude und sollte es ihnen erlauben, die Wartung der Solaren Gebäudeheizungen und der Solarküchen zu gewährleisten. Im Falle des Baño Solar Andino in Ciénaga hat die Gemeinde beschlossen, eine geringe Nutzungsgebühr zu erheben. Der Besuch des Bades kostet 50 Centavos (=14 Euro-Cent (1/2004)). Mit dem Erlös sollen der Betrieb des Bades, die Reinigung und der Erhalt der Installationen finanziert werden.

6. Solare Backöfen

Zusätzlich zu den beschriebenen Techniken wurden von H.C. Müller während seines letzten Aufenthalts ein solarer Backofen mit einem Fassungsvermögen von 200 Litern und einer Wärmeleistung von 3-4 kW entwickelt und getestet. Diese Technik (Pläne usw.) wurde der in Tilcara ansässigen, indigenen Kooperative PRICA als Produkt zur Vermarktung übergeben. Abbildung 16 und 17 zeigen die entwickelte Anlage und H.C.Mueller mit den ersten Backprodukten. Die Backöfen helfen, den Brennstoffbedarf massiv zu reduzieren, da die Dorfbewohner traditionell einmal wöchentlich ihr eigenes Brot backen und pro Kilogramm Brot 2 kg Brennholz benötigt werden.



Abbildung 16: Solarer Backofen



Abbildung 17: Erste Backprodukte

7. Zusammenfassung

Durch die Bereitstellung von Techniken zur Nutzung der Solarenergie zur Warmwasserbereitung, zum Heizen von Schul- und Gemeinschaftsräumen, zum Ersatz von Brennstoff zum Kochen und zum Betrieb von solaren Pumpen für Kleinbewässerungsanlagen konnte die Lebensqualität der Einheimischen in der Projektregion spürbar verbessert werden. Die Bereitstellung von kleinen solaren Bewässerungssystemen zur Versorgung von Gemüsegärten dient der Aufwertung der einseitigen Ernährung der Familien und schafft neue Arbeitsmöglichkeiten. Durch die Reduzierung des Verbrauchs von lokalen Brennstoffen wie „Tola“- Sträuchern wird zudem ein Beitrag der Desertifikation und der Bodenerosion in den semiariden Region geleistet. Langfristig hilft dies die Lebensgrundlage der einheimischen Bevölkerung zu bewahren. Neben den Solarheizungen wurden solare Warmwasseranlagen einschließlich eines Badehauses errichtet, dies erhöhte die Lebensqualität und die verbesserte die hygienische Grundversorgung an den Projektstandorten.

Durch Ausbildungskurse zur Fertigung von Solarkochern, Warmwasseranlagen und Solarheizungen, sowie Installationskurse für Solarpumpen und Bewässerungssysteme konnten den lokalen Handwerkern das nötige Know- How vermittelt werden um künftig Wartung und Reparatur der Anlagen durchzuführen bzw. neue Anlagen selbst zu errichten.

Zahlreiche Anfragen aus Regionen mit ähnlichen Problemen, wie Bolivien, Chile, Peru, Paraguay aber auch aus Ländern wie Afghanistan lassen auf eine weitere Verbreitung dieser erprobten Techniken hoffen.

8. Danksagung

Besondere Dank gilt den privaten Spendern, den Mitgliedern von Solar Global, dem BMZ, den beteiligten Organisationen Mensch und Tier e.V., Agenda 21/Gelsenkirchen, BSW und örtlichen Partnern ohne deren finanzielle und fachliche Hilfe diese äußerst positiven Arbeiten nicht zustande gekommen wären.

Weitere Literatur

- H.C. Müller, „Entwicklung und Bau einer solaren Gebäudeheizung im Altiplano/Argentinien“, Diplomarbeit, Universität Karlsruhe, Fakultät Maschinenbau, 1999
- H.C. Müller, „Uso de combustible vegetal y su disminución mediante aprovechamiento de energia solar“, Auftragsstudie für die FUNDACION ECOANDINA (Salta/Argentinien), 1998
- H.C. Müller, K. Schwarzer, „Entwicklung und Optimierung einer Gebäudeheizung für den Einsatz in Hochgebirgsregionen mit hoher solarer Einstrahlung“, BMBF Abschlussbericht, FKZ: 1710401, Solar-Institut-Jülich, 2003
- O. Bergmann, „Entwicklung und Bau eines Luft-Wasser-Wärmetauschers für solare Luftkollektoren im Altiplano/Argentinien“, Diplomarbeit, Solar-Institut-Jülich, 2004

Kontaktadressen:

Solar Global e.V.

Prof. Dr. K. Schwarzer
Tuchbleiche 12, 52428 Jülich
Tel. 02461/54049
Email: schwarzer@sj.fh-aachen.de

Solar-Institut-Jülich

Dipl.Ing. H.C. Müller
Heinrich-Mussmann-Str. 5
52428 Jülich
Tel. 02461/9935-42
Email: c.mueller@sj.fh-aachen.de

Fundación EcoAndina

Los Arces 295
Bo. Tres Cerritos
4400 Salta, Argentina
Tel. (+54) 388/4261229
Email: ecoan@imagine.com.ar

Pirca

Armando Alvarez
Alberro S/N
Código Postal: 4624
4624 Tilcara, Argentina
Tel. (+54) 388/4955072
Email: pirca@cootepal.com.ar