



**Solarenergie für Imbissstände in Mexiko,  
Phase 2, 2010/2011  
Schlussbericht**



**Michael Götz, Juni 2011**

## 1. Zusammenfassung

Im Projekt 'Solarenergie für Imbissstände in Mexiko' wird erforscht, wie Stände im Süden solar betrieben werden können. Zwei Systeme wurden 2009/2010 in Betrieb genommen: Ein Tacosstand mit einem neu entwickelten Dampferzeuger und ein mobiler Schefferspiegel mit einer heissen Platte (für Crêpes oder Speisen auf Tortillabasis).

In den hier beschriebenen Projektphasen 2a und 2b (2010/2011) wurde der solare Tacosstand weiterentwickelt, viele 'Improvisierlösungen' wurden durch solide Konstruktionen ersetzt und es wurde eine komplett neue Steuerelektronik entwickelt. Es wurde eine Gruppe von Technikern in Unterhalt und Reparatur der Systeme ausgebildet.

Leider konnten wir keine längerfristige Lösung für den Einsatz des Schefferspiegels auf dem Markt finden, er wurde deshalb auf einem anderen Gebiet eingesetzt: der solaren Produktion von Schokolade.

Das Interesse für Solarenergie war gross und wir konnten die Promotionsarbeit durch Kurse, Anlässe, Besucherbetreuung und Medienarbeit erfolgreich weiterführen. Insbesondere der Tacosstand wurde dank professionellen Videos im Internet weltweit beachtet.

Aus Budgetgründen mussten einige Punkte eingeschränkt werden, so konnte z.B. das Vorkochen des Fleisches der Tacos nicht auf Solarbetrieb umgestellt werden.

## 2. Arbeit am Tacostand von Don Alfredo

### 2a Zustand des Standes bei meiner Ankunft

- Der ganze Aufbau war in gutem Zustand.
- Einzig der Aluminiumspiegel wird schon etwas 'blind' an gewissen Stellen -> es handelt sich nicht um die beste Qualität von Aluminium für Aussenanwendungen.
- Die Anlage lief im Spätsommer/Herbst recht wenig, weil eine lange Regenwelle das Land besucht hatte (vier mal mehr Regen als gewohnt in Oaxaca, viele Überschwemmungen, etc.). Alfredo hatte den Spiegel in dieser Zeit nicht demontiert, sondern eine zweite Plane darübergelegt. Mit meiner Ankunft kam auch das sonnige Wetter zurück...
- In meiner Abwesenheit waren ein 20W Solarpanel für die Elektronik/Motoren installiert und die defekte Wasserpumpe ersetzt worden.
- Die Nachführung lief nicht mehr, Alfredo hatte den Spiegel zuletzt von Hand nachgeführt. Die Analyse ergab, dass die Lichtdetektoren etwas gealtert waren und deshalb eine Einstellung in der Elektronik (minimale Lichtintensität, damit der Motor laufen darf) nachgestellt werden musste.
- Das Aluminiumrohr, das im Kochtopf selbst den Dampf einleitet, war von Don Alfredo (und dem Schweisser Victor Rendon) ersetzt worden.
- Die Orientierung des Standes war etwas verschoben worden im Vergleich zum Januar 2010.
- Das Sicherheitsventil tropfte Wasser. (Eigentlich kein grosses Problem, sieht aber unprofessionell aus.)
- Am Tag meiner Anreise war das Rohr sehr heiss (180°C) und es wurde nur wenig Dampf produziert. Das hatte zwei Gründe (die später behoben wurden):
  - Der Wassertank war etwas zu tief für die inzwischen installierte Pumpe, es wurde zu wenig Wasser eingespritzt.
  - Das Rohr war ganz leicht *in Richtung Wassereinlass* geneigt (zu wenig Druck im Reifen des Fahrzeugs), das Wasser lief nicht von selbst zur heissesten Stelle des Rohrs beim *Dampfausgang*.

## 2b Erfahrungsbericht/Kommentare von Don Alfredo nach 3/4 Jahre, bzw. nach über einem Jahr Benutzung

- Der Dampf kommt Schubweise, er möchte einen konstanten Dampfstrom.
- Die Energie vom Dampf ist knapp, er möchte mehr Leistung. Sein Vorschlag: Spiegel vergrößern.
- Das Gewicht der Konstruktion ist nicht wirklich ein Problem für ihn, für das Dreirad jedoch schon! Er muss die Räder sehr oft pumpen und merkt, dass das Rad unter dem Gewicht leidet.
- Der Reflektor wird sehr schnell schmutzig. Er wäscht ihn einmal pro Woche (mit einer Leiter), aber schon nach einem Tag ist er staubig.
- Das neue Solarpanel funktioniert gut.
- Er träumt von einem komplett neuen Stand aus Aluminium oder Edelstahl, bei dem der Spiegel integriert ist. Ein Stand mit kleinen Rädchen würde genügen, er braucht keinen Fahrradtrieb.
- Es ist ein grosses Problem, einen Standplatz für das so hohe Fahrzeug zu finden. Die meisten Häuser im Quartier haben einen Balken über dem Tor, das zum Hof führt. (Die Stände werden über Nacht im Hof eines Nachbarn eingeschlossen.)

## 2c1 Revision im November 2010

Der Spiegel wurde für einige Tage vom Fahrzeug entfernt und revidiert.

- Die Autoscheiben-Reinigungsmittelpumpe wurde durch eine lebensmittelechte effiziente Kleinpumpe ersetzt. Der Stromverbrauch der neuen Pumpe ist 300mA im Vergleich zu den 3,6A der ersten! Die Pumpleistung war etwas knapp (der Wassertank muss sehr hoch am Fahrzeug eingebaut werden), deshalb wurde sie schon drei Monate später durch eine etwas stärkere ersetzt.
- Die alte Plane auf dem Stand wurde durch eine neue, schönere ersetzt (durch Don Alfredo bezahlt).
- Beim Wiedereinbau des Reflektors wurden auf der Seite des Einlasses kleine Distanzringe eingesetzt, damit das Rohr im Vergleich zum Stand leicht geneigt ist ('Abwärts in Richtung Dampfausgang').

## 2c2 Revision im April 2011

In dieser Zeit kam uns ein französischer Solartechniker (Cyril Goujon von Sebasol Frankreich) für zwei Wochen zu Hilfe, um viele der 'Improvisationslösungen' der ersten Stunde durch solide Konstruktionen zu ersetzen. Alle Metallarbeiten wurden zusammen mit unserem Schlosser Carlos Cruz durchgeführt. Gleichzeitig wurde die neue Elektronik (siehe 2d) eingebaut und 'debugged'. Insgesamt war der Spiegel fast einen Monat in der Werkstatt. Es war auch der Moment, essentielles Werkzeug in vernünftiger Qualität für das Projekt zu kaufen (Bohrmaschine, Stichsäge, PräzisionslötKolben, etc.).

- Ein Metallgitter wurde an das Fahrzeug geschweisst, an das die Elektronik, der Tank, die Pumpe etc. befestigt werden konnten.
- Der Standort des Dreirads ist nicht eben. Bisher wurde dies durch einen Holzklötzchen ausgeglichen. Nun wurde ein klappbarer Ständer mit der richtigen Höhe angeschweisst.
- Endlich haben wir die 'perfekte' Pumpe gefunden. Sie wurde in Oesterreich eingekauft, ist lebensmittelecht, stabiler als die Scheibenwischerpumpen, braucht knapp 1 Ampère und hat

genügend Kraft, sodass der Tank wieder auf einer bequemen Höhe montiert werden konnte (ein neuer Tank mit 5 Litern Inhalt).

- Der Temperaturfühler ist neu im Innern des Rohres plaziert und nicht mehr aussen angeklemt.
- Die Dampfleitung wurde neu erstellt (z.T. mit Kupferrohr) und in Sebasol-Qualität isoliert.
- Das Sicherheitsventil war bis anhin auf der Seite des Wassereinlasses montiert und hat immer etwas Wasser verloren. Nun wurde es auf der Seite des Dampfteilauslasses plaziert. Interessanterweise dient es an dieser Stelle auch als Kondensatabscheider, so fließt weniger Wasser in die Suppe!



*Das Dreirad mit neuem Tank und Pumpe, dem soliden Klappfuss, etc.*

*Cyril Goujon an der Arbeit.*

## 2d Bau der neuen elektronische Steuerung 'TacoSol-1'

Die elektronische Steuerung des Standes, die im Januar 2010 eingebaut wurde, war eine Übergangslösung. Sie beruhte auf einem teuren und komplizierten Industrieregler, der zudem mit 110V Wechselstrom läuft (wozu wir einen Wechselrichter einbauen mussten). Es gab insgesamt drei getrennte elektronische Systeme: Der Industrieregler für Temperatur/Pumpe, die Nachführung des Spiegels und der Laderegler der 12V Bleibatterie/Solarpanel.

Für die zukünftige Multiplikation der Systeme sollte eine günstigere Lösung gefunden werden. Sie beruht auf einer neuen Elektronik, die wir zusammen mit Jacques Falquet (Sciadnet, Genf) entwickelten. Das 'Herz' ist ein 'Arduino'-Mikrokontroller, der alle drei oben genannten Funktionen steuert. Er ist mit einer Platine verbunden, die alle zusätzlichen Komponenten enthält. Der Materialwert dieser neuen Elektronik ist ca. 90CHF (die vorherigen drei Steuerungen kosteten 130 + 40 + 50 CHF, plus Kabel etc.); alle Preise ohne Motor und Pumpe.

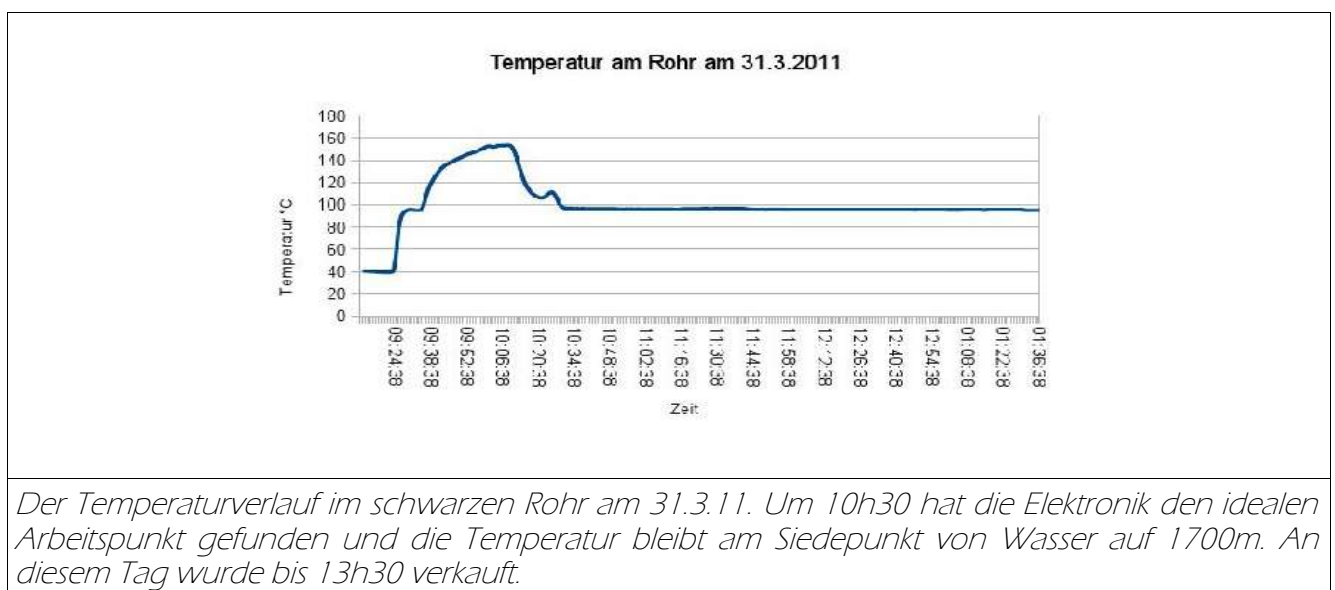
Der Bau der Steuerung war weit zeitraubender als gedacht. Das Konzept und erste Testversionen wurden 2010 erstellt, die endgültige Platine im Januar 2011 in der Schweiz gezeichnet und geätzt und schlussendlich in Oaxaca gelötet, 'debugged' und getestet.

Das Programm durchläuft eine 'Endlosschleife' von 6 Unterprogrammen:

- 'Motor': Vergleicht die Werte der beiden Lichtsensoren am Reflektor und setzt den Motor falls nötig vorwärts oder rückwärts in Bewegung
- 'Battery control': Misst die Spannung der Batterie. Liegt diese über 14V, wird das Panel durch ein Relais von der Batterie getrennt (und bei unter 13,2V wieder verbunden), liegt diese unter 11V, werden keine Bewegungen des Motors oder der Pumpe mehr durchgeführt.
- 'Pump': Misst alle 15 Sekunden die Temperatur im Rohr mit einem KTC-Detektor und berechnet die Pumpzeit (ca. 400ms). Setzt die Pumpe in Betrieb.
- 'User': Schaut, in welcher Position die Schalter stehen.
- 'Display': Zeigt auf einem 16-LED Display entweder die Temperatur oder die Batteriespannung an.
- 'Showsystemworks': Zeigt jeden Durchlauf des Programms mit einer blinkenden LED an.

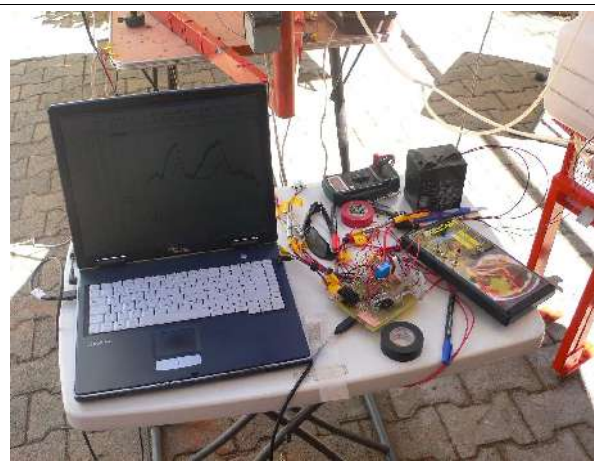
Das Programm wird vom Computer aus auf den Chip geladen. Solange die Platine am Computer angeschlossen bleibt, wird auf diesem angezeigt, was das Programm tut und welche Werte es misst oder einstellt. Danach wird die Elektronik nur noch an die 12V Batterie angeschlossen und läuft selbstständig weiter. In diesem Fall sind nur noch die Informationen verfügbar, die über die LEDs angezeigt werden.

Sehr tückisch ist das Errechnen der Pumpzeit. Es soll immer gerade so viel Wasser eingespritzt werden, dass die Dampfproduktion nicht länger abbricht (sie soll konstant sein). Bei zu viel Wasser kühlt das Rohr ab und der Dampf stoppt. Bei zu wenig Wasser heizt das Rohr sich stark auf und wir produzieren weniger Dampf als möglich (und die Abstrahlverluste am Rohr sind viel grösser). Wenn alles perfekt läuft, bleibt die Temperatur im Rohr bei 96°C, dem Siedepunkt in Oaxaca (1700m über Meer). Verschiedene Algorithmen wurden getestet und die Parameter angepasst, zuerst in der Werkstatt, danach während der Benützung durch Don Alfredo. Wahrscheinlich haben wir immer noch nicht das Optimum erreicht, aber die Anlage läuft mit zuverlässigen Parametern.



Als kleines Detail haben wir einen Druckschalter vorgesehen, mit dem die Pumpe manuell in Betrieb gesetzt werden kann. So kann Alfredo mit einem längeren Schlauch den Spiegel und die Plane des Dreirads mit einem Wasserstrahl reinigen!

Der Stromverbrauch der Elektronik beträgt 150 mA, des Motors 80mA, des Relais 30mA und der Pumpe 1A. Dies gibt eine nötige Leistung von unter 3W (ca. 205mA). Das 20W Panel (typische gemessene Leistung: 1,2A) ist nun zu gross und wir können Alfredo Solarstrom zur Verfügung stellen für ein Radio oder sogar einen ganz kleinen Fernseher!



Die Elektronik ist noch am Computer angeschlossen und übermittelt Messwerte.



Nun läuft sie selbständig in einer 'Endlosschleife'.



Der Strom reicht sogar für ein Radio!



Das gesamte Team im Dezember 10: Don Alfredo, Michael, Lorena, Doña Cecilia



Und mit Kunden im April 11.

## 2e Experimente zur Verbesserung des Gasbrenners

Der Tacostand verfügt weiterhin über einen Gasbrenner, einerseits für die erste halbe Stunde am Morgen (wenn die Suppe noch nicht ganz heiss ist), andererseits für Schlechtwettertage. Es hat sich auch gezeigt, dass der Spiegel etwas zu klein dimensioniert wurde, nur bei perfekten

Bedingungen (gute Sonne, sauberer Spiegel) reicht die Leistung, um die Suppe am sprudeln zu erhalten<sup>1</sup>. So ist manchmal der Brenner auch bei Sonne auf kleiner Flamme in Betrieb.

Wir wollten versuchen, den Brenner so umzubauen, dass er von Alfredo ganz einfach geregelt und ein- und ausgeschaltet werden kann, um den Gasverbrauch zu reduzieren. Das Ziel war: ein Brenner mit zwei Brennzonen (eine grosse für den Anfang und eine sehr kleine für später), ein Regelventil direkt bei Alfredo (vorher war es unten direkt am Brenner) und ein automatischer Zünder.

Zusammen mit dem Sanitär der Gruppe, Don Polo, wurde der Gasbrenner ersetzt und das neue Regelventil eingebaut. Auf die automatische Zündung wurde schlussendlich aus Sicherheitsgründen verzichtet: falls jemand das Gasventil öffnet und erst später die Zündung betätigt, könnte der ganze Unterteil des Fahrzeugs explodieren (die 'Kiste' würde sich mit Gas/Luftgemisch füllen).

Der Erfolg dieser Experimente war klein: die Sicht auf die Flamme (zum Anzünden) ist so schlecht, dass Alfredo und Cecilia nur eine der beiden Brennzonen verwenden. Abgesehen vom bequemeren Regeln der Flamme ist die Situation also wie vorher..

		
<p><i>Der alte Gasbrenner besteht aus einem Stern.</i></p>	<p><i>Der neue hat einen Ring und einen kleineren Stern.</i></p>	<p><i>Das neue Regelventil direkt bei Don Alfredos Arbeitsplatz.</i></p>

## 2e Messungen des Gasverbrauchs

Das wissenschaftliche genaue Ermitteln der eingesparten Gasmenge war nicht das Ziel des Projekts. Trotzdem wurde an verschiedenen Tagen die Gasflasche vor und nach Gebrauch gewogen (der Messfehler liegt dabei bei ca. +/- 20%). An den Tagen, als die Solaranlage demontiert war, wurden ca. 350-400g Gas verbraucht, das ist weniger als am Anfang des Projektes (dank der Isolation des Kochtopfs).

An Tagen mit guter Sonneneinstrahlung und funktionierender Solaranlage reduzierte sich der Verbrauch auf ca. 200g. Man muss bedenken, dass der Stand nur von 9 Uhr bis etwa um 13 Uhr betrieben wird. Würde eine solche Anlage ganztägig betrieben, wäre die Gaseinsparung grösser.

## 2f Wettbewerb für ein Logo der 'Taquería solar'

Wir haben länger nach einer Person gesucht, die uns ein Logo und eine Banderole zeichnen würde. Danach haben wir uns zu einem Wettbewerb entschieden, den wir über das Internet (vor allem das in Mexiko äusserst beliebte Facebook) ausgeschrieben haben. Es wurden insgesamt 6 Vorschläge eingereicht. Dem Gewinner wurde eine Prämie von 750 Pesos überreicht.

<sup>1</sup> Wir hatten die nötige Leistung so ausgelegt, dass die 12 Liter Suppe auf Kochtemperatur gehalten werden können. Alfredo legt jedoch auch immer wieder kalte Tortillas (in einer Aluminiumschale) auf das Fleisch und möchte zudem das Wasser richtig sprudeln sehen. Deshalb hätten wir den Spiegel grösser dimensionieren sollen.



*Oben: Die preisgekrönte Version des Banderole für den Tacosstand.*

*Links: Die Preisübergabe und das neue Logo der Taquería Solar.*

### 3. Der Crêpesstand

#### 2a) Zustand bei meiner Ankunft

- Der Stand war insgesamt in einem guten, wenn auch schmutzigen Zustand, parkiert im Garten von Lorena.
- Einige Zahnräder waren am rosten mangels Fett.
- Die Nachführung (von Gregor Schepers) funktionierte nicht. Der Motor selbst jedoch schon (wenn er direkt an eine 12V Batterie angeschlossen wurde).
- Der Stand wurde relativ selten benützt (an ökologischen Anlässen).

#### 2b) Revision im Dezember 2010

Der Stand wurde gereinigt, die Zahnräder gefettet und alles überprüft. Es dauerte sehr lange, bis die Fehler an der Nachführelektronik gefunden waren, sie läuft inzwischen wieder gut. Es wurde ein zusätzliches Stromkabel verlegt, damit der Digitalthermometer von der 12V Bleibatterie gespiesen werden kann und keine Batterien mehr braucht.

#### 2c) Suche nach einem Betreiberteam und die Konzentration auf das 'Chocosolar' Projekt

Ursprünglich hatten wir gehofft, dass eine Gruppe von Frauen des Stammes der Triqui den Stand am Ökomarkt in Oaxaca einsetzen würde. Die Frauen leben in einem sehr gespannten und gewalttätigen politischen Umfeld (während meinem Aufenthalt wurde z.B. einer der Triqui-Führer ermordet) und es ist ihnen im Moment nicht möglich, regelmässig nach Oaxaca zu reisen und einen solchen Stand zu betreuen. Lorena denkt auch, der Schefflerspiegel sei für die Frauen 'aus dem Dorf' zu kompliziert und 'technisch' (wobei die Frauen in San Andres die Benutzung der grossen Schefflerspiegel gelernt haben).

Zum Glück hat eine Gruppe junger Menschen Interesse für den Stand bekundet. Es handelt sich um die 'Chocosolar' Gruppe. Diese Gruppe soll die Produktion solarer Schokolade wieder neu aufleben lassen. Ihr Haupt-Interessengebiet sind 'Bicimachinas', d.h. Geräte mit Fahrrad Antrieb. Sie haben geplant, mit ihren Fahrradmaschinen und dem Schefflerspiegel immer öfters am Ökomarkt Schokolade (als Pralinen und vor allem als Getränk) und später auch Crêpes zu verkaufen. Im Moment steht ihnen der Schefflerspiegel zur Verfügung und unsere Hilfe auf dem Weg zum regelmässigen Standbetrieb und zur Produktion von Schokolade.

Während meiner Anwesenheit hatte die Gruppe mehrmals mit dem Spiegel Kakao geröstet (vor Lorenas Haus) und die daraus produzierte Schokolade danach auf dem Markt verkauft. Die Gruppe nimmt gerne ihre 'Bicimachinas' und z.T. sogar den Solarspiegel mit auf den Markt, um dort die Herstellung der Schokolade vorzuführen. Die Leute können selbst mit dem Fahrradmixer ihre heisse oder kalte (Trink-)Schokolade zubereiten.

### Zwei Beispiele:

An einem Anlass im Stadtzentrum haben wir mit dem Schefflerspiegel 'Crêpes' gebacken und verkauft, während die 'Chocosolar'-Gruppe daneben die Schokoladeherstellung vorgezeigt hat und Pralinen sowie Trinkschokolade verkauft hat.

Am 'Tag des Fahrrads' wurde die offizielle Fahrradtour so geleitet, dass sie beim 'Taquero solar' sowie vor Lorenas Haus einen Halt einlegen konnte. Beim letzteren hatten wir die 'Crêperie' und die 'Bicimachinas' aufgebaut und während einer Vorführung Fragen beantwortet.



*Die 'Bicimachinas' zum Mahlen des Kakaos und zur Zubereitung der Getränke.*



*Der Crêpesstand an einem Anlass im Zentrum.*

### 2d) Produktion solarer Schokolade

So wird im Moment solare Schokolade hergestellt:

- Der getrocknetet Kakao wird auf dem Markt gekauft (später soll er bei bestimmten Bauern direkt eingekauft werden.)
- Der Kakao wird auf der heissen Platte geröstet. Das Aufheizen der Platte dauert ca. 1 Stunde, wenn diese richtig heiss ist, können ca. alle 10 Minuten 150-200g Kakao geröstet werden. Danach können auch noch Nüsse wie Mandeln oder Erdnüsse für die verschiedenen Massen geröstet werden.
- Die Schalen werden im Moment von Hand von den Bohnen getrennt.
- Zucker wird mit der Fahrradmühle oder mit einem Fahrradmixer zu Puderzucker gemahlen.
- Der Kakao wird zwei mal mit der Mühle gemahlen.

- Die Mischung aus Kakao, Zucker, ev. Nüssen un ev. Gewürzen wird erstellt und danach ein bis zweimal gemahlen.
- Die warme und dickflüssige Mischung wird in Eiswürfelformen aus Silikon gegossen, mit Nüssen und gepopptem Amarant garniert und im Kühlschrank erstarrt.

Die so hergestellten 'Pralinen' werden auf dem Markt oder an Anlässen unverpackt verkauft. Einige Ladungen wurden auch von Touristen bestellt und in ihre Heimat mitgenommen.



*Die Kakaobohnen auf der Platte.*

*Kakao rösten mit dem Schefflerspiegel.*

*Fertig geröstet.*



*Zucker wird gemahlen.*

*Die Kakaomasse wird gemahlen.*

*Die fertigen Pralinen!*

## 2e) Technische Änderungen am Solarspiegel und an der Koch-/Röststelle

- In der Werkstatt von Gregor Schepers wurde ein Sekundärreflektor für den Spiegel der 'Crêperie' hergestellt (damit diese auch für direktes Kochen verwendet werden kann).
- Der Deckel des 'Comals' wurde so befestigt, dass er aufgeklappt werden kann und so gleichzeitig als Blendschutz gegen den Spiegel dient.

## 2f) Ausblick: Bau einer Rösttrommel für den 2,7m<sup>2</sup> Schefflerspiegel

Das Rösten der Kakaobohnen auf der heissen Platte ist nicht sehr effizient, da nicht so viele Bohnen aufs mal Platz haben. Deshalb soll eine spezielle Rösttrommel gebaut werden. Es gab früher in der 'Universidad de la Tierra' in Oaxaca einen sehr grossen Spiegel mit einer riesigen Rösttrommel. Der Spiegel wurde inzwischen entfernt, aber die Trommel stand für Experimente zur Verfügung. An einem Experimentiertag konnten wir das Prinzip verifizieren, indem wir die (zu grosse) Trommel am Fokuspunkt unseres Spiegels aufgebaut hatten. In diesem Sommer wird der Schlosser (Carlos Cruz) eine Trommel bauen, die die gleiche Ausmasse wie die Kiste des Comals hat und direkt auf den Spiegel der 'Crêperie' passt.



*Die grosse Trommel am Fokuspunkt des Spiegels.*



*Während des Röstens wird die Trommel gedreht.*



*Die Tür der isolierten Kiste öffnet sich nach vorn und die Trommel kann auch geöffnet werden.*

## 4. Ausbildung der Techniker

Wie im Antrag ausführlich dargelegt, sehen wir es als sehr wichtig an, dass in Oaxaca mehr Know-how zu unserer Technologie vorhanden ist. Nicht jede Reparatur soll auf Michael oder Gregor (600km entfernt) fallen.

Zuerst mussten einige gute und interessierte Personen gefunden werden, die am besten aus verschiedenen Berufen stammen. Mit Hilfe von Lorenas Netzwerk konnten wir im Herbst die folgenden Personen finden:

- Don Polo, Sanitär und Elektriker (in Mexiko sind diese Berufe meist vereint)
- Carlos Herrero, Schlosser und Mitglied der 'Chocosolar' Gruppe, zusammen mit Pablo, seinem Mitarbeiter in der Schlosserei
- Don Porfirio, Unternehmer und Tüftler
- Don Alfredo, Betreiber des Tacosstandes

Die Personen wurden einzeln im direkten Gespräch ausgebildet und es fand ein Ausbildungstag am Sonntag 14.11.10 statt. Dort wurde zuerst die Theorie besprochen, danach wurden die beiden Systeme (Tacos und Crêpes) ausgiebig am Objekt diskutiert und zuletzt der Crêpesstand aufgebaut und einige Crêpes damit gebacken. Dazu haben wir für jeden eine kleine Informationsmappe zusammengestellt.

In unserem technischen Team fehlte somit nur noch ein Elektroniker. Die meisten der bisherigen Techniker sehen keine Probleme im Bereich Mechanik, Schweißen, Pumpen, etc. , aber alle fürchten die Elektronik. Die Suche nach einem Elektroniker gestaltete sich schwierig. Zuerst fanden wir eine Frau aus Chile, die Kurse in Bau und Betrieb von kleinen Radiostationen gibt. Leider hat sie nicht weiter mitgemacht. Zu guter letzt fanden wir einen energieinteressierten Elektroniker und Bastler, Gustavo Gonzales. Er wohnt leider in einer anderen Stadt, war jedoch bereit für eine zweitägige Einführung nach Oaxaca zu reisen. Falls nun ein elektronisches Problem auftaucht, das niemand

aus dem Team in Oaxaca lösen kann, wird die gesamte Elektronikeinheit per Paketdienst zu Gustavo geschickt und er schickt die reparierte Einheit zurück.



*Theorie am Weiterbildungstag...*



*... und gemeinsamer Aufbau des Crêpesstandes.*

## **5. Zubereitung der Stierenköpfe bei Don Alfredo zu Hause**

Im 'grossen' Projektantrag hatten wir geplant, das Kochen der Stierenköpfe für die Tacos (am Vortag) mit Hilfe eines grossen Schefflerspiegels auf Solarbetrieb umzustellen. Dieser Teil erscheint uns zwar spektakulär, aber weniger sinnvoll als die Ausbildung der Leute und die Perfektionierung der Dampfanlage. Dazu kommt, dass Don Alfredo sein Haus nur mietet und keine grösseren Anpassungen vornehmen will oder kann. Deshalb wurde dieser Projektteil 'storniert'.

Trotzdem haben wir die technische Abklärung der Anlage durchgeführt. Die Stierenköpfe wurden jeweils im Hof gekocht, auf der Nordseite eines zweistöckigen Hauses. Direkt vor Ort ist keine Solaranlage möglich! Es müsste an einer anderen Stelle des Hauses Dampf produziert werden und dieser Dampf in den Hof geleitet werden. Die einzige Stelle, wo ein Spiegel stehen könnte, wäre das Dach des Parkplatzes an der Südseite des Hauses. Der Ort ist etwas windexponiert (da erhöht) und würde ev. die Aussicht aus dem Haus behindern. Der Dampf müsste durch eine ca. 15 m lange Leitung in den Hof transportiert werden. Alles im Prinzip machbar, aber relativ aufwendig!

Der Gasverbrauch liegt bei 5kg/Tag, es wird von 10h bis 16h gekocht, der Nutzinhalt des Topfs ist 55 Liter. Das macht eine durchschnittliche Kochleistung von ca. 8kW. Die Kochstelle ist jedoch rudimentär, die Abstrahlverluste enorm. In einem Dampfsystem könnte sehr viel Energie durch Isolation eingespart werden. Die Kosten für das Gas liegen bei 60 Pesos pro Tag oder 17'000 Pesos pro Jahr.

Zusammen mit Gregor Schepers haben wir das (im Moment imaginäre) Solarsystem so dimensioniert: Ein 10m<sup>2</sup> Schefflerspiegel mit 4,4kW Leistung erzeugt direkt Dampf (ohne Wärmespeicher), der Dampf wird durch eine isolierte Leitung von 15m Länge in einen (doppelwandigen ?) Kochtopf geleitet. Bei guter Isolierung des Topfes sollte die Heizleistung ausser ganz zu Beginn ausreichen. So könnten über das ganze Jahr sicher >60% des Gases eingespart werden.

Der Preis der Anlage dürfte (ohne weitere Entwicklungsarbeit, ohne Verstärkung des Garagendachs, ohne Erstellen einer Treppe, etc.) bei 60'000 Pesos liegen (derzeit ca. 5'000 CHF). Die Anlage wäre in ca. 6 Jahren amortisiert.

Im Februar 2011 hat sich die Situation noch einmal geändert und Alfredo ist in ein anderes Haus umgezogen. Dort ist der Hof sehr schattig und über allem ragt ein grosser Baum. Gekocht wird nicht mehr gemeinsam mit der Familie, sondern nur für den einen Stand und erst ab Mitte

Nachmittag bis in die Nacht hinein, wenn das Ehepaar vom Verkauf zurück kommt. Die Chance für einen Umbau auf Solarbetrieb wurde somit noch kleiner...



*In diesem Hof wurden bis im Januar 2011 die Stierenköpfe gekocht.*

*Südseite des Hauses.*

## 6. Bau eines solaren Tunnelrockners

Der Bau eines Trockners war im Programm nicht vorgesehen. Da wir viele Anfragen bezüglich solarem Trocknen hatten und es in Mexiko nur ganz wenige Exemplare davon gibt, haben wir uns entschlossen, als Vorführobjekt einen 2,2m<sup>2</sup> Tunnelrockner zu bauen. Die Zeit dafür wurde nicht abgerechnet, das Material jedoch vom Projekt bezahlt. Der Bau selbst wurde zusammen mit dem Schlosser Carlos Herrero und seinen (Teilzeit-)Mitarbeitern durchgeführt.



*Die Pläne stammen aus unserem Trocknerbuch.*

*Was in Mexiko meist Frauen tun: Arbeit mit einem Kind auf dem Rücken.*

*Der fertige Trockner.*

Im letzten Monat konnten wir als Experiment und Demonstration einige 'Batches' an Früchten trocknen. Erfolgreich waren wir mit Mangos, Erdbeeren, Äpfeln (beliebt, aber keine einheimische Frucht), Peperoni und sogar mit Chips aus Kaktusblättern! Letztere wurden mit vor dem Trocknen mit frischem Limettensaft, Salz und Chilepulver gewürzt.

Die Luftfeuchtigkeit ist in Oaxaca meist sehr tief. So waren die Früchte in allen Versuchen am Nachmittag des dritten Tages bereit, obwohl im Hof nur 3 Stunden direkte Sonne auf den Trockner

scheinen und am frühen Abend manchmal Regen fiel. Wir rechnen mit zwei Tagen Trockenzeit wenn das Gerät ganztags in der Sonne steht.



*Vier Kilogramm Erdbeeren zu Beginn..*



*.. und nach Abschluss des Trocknens.*

## **7. Promotions- und Informationsarbeit in Oaxaca, weitere Aktivitäten**

Wir haben zwischen November und Anfang Mai eine Vielzahl von Aktivitäten durchgeführt, die nicht *direkt* den Imbissständen dienen, die jedoch für eine weitere Verbreitung der Solartechnologie sinnvoll sind. Einige davon wurden fremdfinanziert. Die Liste der Anlässe:

- Betreuung der interessierten Journalisten (El Despertador, Reuters, John Dickie, GLOBO TV, ...).
- Vorführung des Crêpesstand für eine Gruppe von Studenten aus den USA, die ein Semester an der alternativen Universität 'Unitierra' studieren.
- Vorführung des Schefflerspiegels des Parks H2A (Park der Stiftung Harp Helú) für Mittelschüler (der 'Physik-Club' der Schule).
- Wochenendkurs in Photovoltaik und solarem Kochen am Institut ITT/GRUPEDSAC (finanziert durch GRUPEDSAC)
- Einwöchige Ausbildung der Freiwilligen von Greenpeace in Mexico City (finanziert durch Greenpeace).
- Grosses Solarkochfest (13 Hot Pots, 1 Schefflerspiegel, > 50 BesucherInnen) an einem Sonntag im Ökodorf 'Tierra del Sol'.
- Wochenendkurs in Photovoltaik und solarem Kochen am Institut CEDER/GRUPEDSAC (finanziert durch GRUPEDSAC)



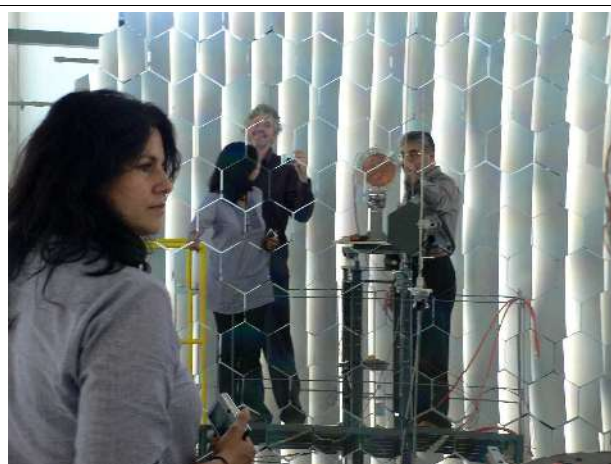
*Kurs für den 'Physikclub' einer Mittelschule.*



*Am Solarkochfest in 'Tierra del Sol'.*

- Weitere Aktivitäten:

- Zwei Besuche der Werkstatt von Gregor Schepers (Trinysol) zum Ideenaustausch, beim zweiten Besuch war auch Oscar Galicia aus Queretaro anwesend.
- Besuch des RENAC (renewable energy academy) Ausbildungszentrums in Queretaro, das sich im Aufbau befindet. Auf Einladung von Oscar Galicia, der bei Adrian Konrad im Frühling 2010 einen Kurs in Schefflerkochern besucht hat.
- Besuch der Farm unseres Tüftlers und Unternehmers Porfirio Cruz (Biogas, PV, Wurmkompost, etc.).
- Begleitung der Organisationen und Personen in Oaxaca, die schon einen Schefflerspiegel besitzen: H2A Park, GRUPEDSAC, Porfirio Cruz
- Projektbesuch in Guatemala für WISIONS (bezahlt von WISIONS)
- Besuch des Solarenergie-Forschungsinstituts der Universität von Mexiko (UNAM). Wir wurden vom Direktor selbst durch das Gelände geführt und konnten den neuen Parabolspiegel für Solarchemie ( $18\text{m}^2$ ,  $3'000^\circ\text{C}$ ) besichtigen.
- Ausbildung von 15 Frauen des 'Frauensolarprojekts' in Nicaragua (bezahlt vom Verein Nicasolar in der Schweiz)



*Der Direktor des Solarforschungsinstituts der UNAM erklärt uns den neuen Spiegel.*



*Besuch von Gregors neuer Demonstrationsküche.*

## 7. Medienecho

Das Interesse der Medien war riesig. Dies lag nicht nur an unserem genialen Projekt, sondern an der Weltklimakonferenz, die im Dezember in Cancun stattfand. So waren viele Journalisten interessiert, über innovative Projekte im Energiebereich zu berichten. Eine Auswahl an Videoberichten sind im Internet sichtbar:

Ein Video von John Dickie für GlobalPost:

<http://www.globalpost.com/dispatch/mexico/101123/solar-tacos>

Ein Video von Reuters für alle Welt:

<http://www.reuters.com/news/video/story?videoid=170287388&videoChannel=6>

Die deutsche Version des Videos von Reuters (anders geschnitten):

<http://www.tagesanzeiger.ch/digital/wild-wide-web/Mexikanische-Strassenhaendler-kochen-mit-Schweizer-Solarkueche/story/23312448>

## 8. Evaluation

Was gut lief:

- Die Motivation von Don Alfredo
- Die Medienarbeit
- Die Ausbildung der Techniker
- Die Ausbildungen in Solarenergie
- Das generell grosse Interesse der Bevölkerung für Solarenergie (wenn auch mehr für PV)
- Die 'Vernetzung' (Fundación Harp Helú, Mundo Ceiba, Tierra del Sol, Grupedsac, Hub Oaxaca, Casa de la ciudad, die Gruppe der Techniker, Chocosol, Unitierra, UNAM)
- Das Wetter bei meiner Anwesenheit
- Die Arbeit mit der 'Chocosol' Gruppe

Was weniger gut lief:

- Die Wassereinspritzung des Tacostandes (Dampfproduktion) ist immer noch nicht perfekt.
- Unser Programm von 2a) war überladen
- Werkstatt und gutes Werkzeug waren erst in 2b) vorhanden
- Die Zusagen für die finanzielle Unterstützung kamen spät und 'tropfenweise' -> schwierig zu planen, häufige Anpassungen nötig
- Zu wenig Interesse von Seiten der Stiftung Harp Helú
- [www.cocinasolarmexico.com.mx](http://www.cocinasolarmexico.com.mx) -> im Prinzip bereit, aber nicht eingerichtet
- Längerfristige Planung unklar (Nicht leicht in Mexiko!)

Vergleich der geplanten und durchgeführten Aktivitäten:

Geplant (Budget 'Maximalvariante')	Durchgeführt
<b>Tacosstand:</b>	
Revision	ok
Elektronik	ok
Genauere Messungen Gasverbrauch	Zusätzliche Messungen Gasverbrauch
Dachstruktur aus Aluminium	-
(nicht geplant)	Grafikerwettebewerb für das Logo
<b>Fleischzubereitung zu Hause:</b>	
Studie, Messungen	ok
Schefflerspiegel, Kochstelle, Einführung Familie	-
<b>Crêpesstand:</b>	
Revision	ok
Betrieb durch Triquis oder andere Personen	Erfolglos gesucht
(nicht geplant)	Einsatz für Schokoladeproduktion ChocoSolar
<b>Ausbildung Techniker:</b>	
Kontakte	ok
Ausbildung	ok
<b>Bau Solartrockner:</b>	
(nicht geplant)	Gebaut und vorgeführt
<b>Zukünftige Arbeit mit Restaurants:</b>	
Kontakte	ok
<b>Allgemeine Promotion, Kurse, Information:</b>	
Kurse, Information, Anlässe, Medienarbeit	ok

## **9. Ausblick auf die Phase 3 im Winter 2011/12**

### 9a Kontakte mit Restaurants

Im Hinblick auf eine Ausweitung des Projekts auf Restaurants wurden gezielt Kontakte geknüpft:

- Die neu eröffnete Universität 'La Salle' hat eine Cafeteria, die von Julio Cesar als Gerant geleitet wird. Im Moment hat es 400 Studierende auf dem Campus, später werden es 1200 sein. Es ist geplant, die Küche mit einem Backofen mit 16m<sup>2</sup> Schefflerspiegel auszurüsten.
- Porfirio Cruz besitzt neben zwei Fischgeschäften und einem -restaurant in der Stadt auch eine Farm mit Schweinezucht. Er plant nahe dieser Farm ein 'Erlebnisrestaurant' für Familien zu eröffnen, dort sollen Tiere und Beispielen 'vernünftiger' Technologie gezeigt werden. Das Restaurant soll natürlich mit Solarenergie betrieben werden!
- Das Permakulturzentrum 'Tierra del Sol' besitzt eine Gemeinschaftsküche, die mehr und mehr als Gaststätte für die Besucher des Zentrums dient. Dort wäre es möglich und gewünscht, einen grossen Schefflerspiegel einzubauen. (Dazu muss ein Teil des Dachs neu gebaut werden, das Küchenhaus besitzt ein feuergefährdetes Strohdach...).

- Längerfristig besteht der Plan, ein Themenhotel (zu Nomaden und Wüste) mit Solarrestaurant zu eröffnen.



*Die Nordseite der Cafeteria der Universität 'La Salle', wo ein stehender Schefflerspiegel geplant ist.*



*Das Gebäude des Zentrums 'Tierra del Sol', in dem sich die Gemeinschaftsküche befindet.*

### 9b Zukunftsaussichten des Projekts

Die Phase 3 des Projekts wird im August 2011 während dem 'Partnertreffen' von GloboSol in der Schweiz und in Deutschland ausgearbeitet; Lorena Harp wird sich dann in der Schweiz aufhalten. Das Programm wird Teile aus der folgenden Liste enthalten:

- Weitere Zusammenarbeit mit dem Taquero solar (Langzeitstudie)
- Ausbau Zusammenarbeit mit ChocoSolar
- Bau weiterer Dampfsysteme in Oaxaca
- Umbau von 1 – 3 kleinen Restaurants zum Solarbetrieb mit Schefflerspiegeln (von TrinySol), Dampfsystemen und 'ollas solares'.
- Ausbau der Informationsarbeit, Aufbau eines Informationszentrums in Oaxaca
- Bessere Präsenz im Internet ([www.cocinasolarmexico.com.mx](http://www.cocinasolarmexico.com.mx))
- Zusammenarbeit mit dem zukünftigen Parallelprojekt 'Themenhotel Nomaden und Wüste', mit Solarrestaurant, kleinen Photovoltaiksystemen, solarthermischer passiver Heizung und natürlicher Kühlung.

Michael Götz, Genf und Neuchâtel, Ende Juni 2011