

S2S - SCHOOL TO SCHOOL

EduaRD

*Education and
Renewable Energy
and Development*



Projekt 2003
**Einsatz der Photovoltaik
zur Feldbewässerung in
Nicaragua**

Bericht des
Physik-Ergänzungskurses 2002/03
der
Gesamtschule Blankenese

Hamburg, Juni 2003

**Projekt „Einsatz der Photovoltaik
zur Feldbewässerung in Nicaragua“**

Physik-Ergänzungskurs Jg. 11 Schuljahr 2002/03
GS Blankenese, 22587 Hamburg
Frahmstr. 15 a/b

Max Deja, Falco Feindt, Nils Frick, Lena Griebner,
Stefanie Klose, Mara Kronenberg, Clemens Krühler,
Vincent Pinckernelle, Georg Plechinger, Fabian Roßmeier,
Jochen Störmer, Peter Struckmeier, Frederik Welk

Verantwortlich im Sinne des Presserechts:

Clemens Krühler,

Tel.: 428828-0, Fax: 428828-45

Email: ClemensKruehler@aol.com

Hamburg, Juni 2003

Einsatz der Photovoltaik zur Feldbewässerung in Nicaragua

- Projektbericht 2003 -

Vom 17. Mai bis zum 30. Mai 2003 hielt sich eine Projektgruppe der Gesamtschule Blankenese in Leon/Nicaragua auf. Den Kern der Projektgruppe bildete der Physikkurs des 11. Jahrgangs. Das Ziel des Kurses bestand in dem Aufbau solargestützter Pumpen zur Feldbewässerung, die unmittelbar auf zwei Bauernhöfen zum Einsatz kommen sollten. Darüber hinaus musste das Pumpsystem, das sich auf dem Gelände des agrarwissenschaftlichen Instituts der Universität von Leon (UNAN) befindet, untersucht und überprüft werden. Dieses System war ein Jahr zuvor von dem damaligen Physikkurs des 11. Jahrgangs gemeinsam mit Studentinnen, Studenten und Wissenschaftlern der UNAN als Demonstrations- und Versuchsanlage aufgebaut worden. Die Universität von Leon erforscht, inwieweit diese Technologie Entwicklungschancen für das mittelamerikanische Land bietet. Auf Grund der exzellenten solaren Einstrahlung sind an dem Standort León 80% mehr Energie mit einer photovoltaischen Stromversorgung zu generieren als in Hamburg. Weiterhin verfügt das Agrarinstitut der UNAN über landwirtschaftliche Versuchsfelder. Dort analysieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Methoden der

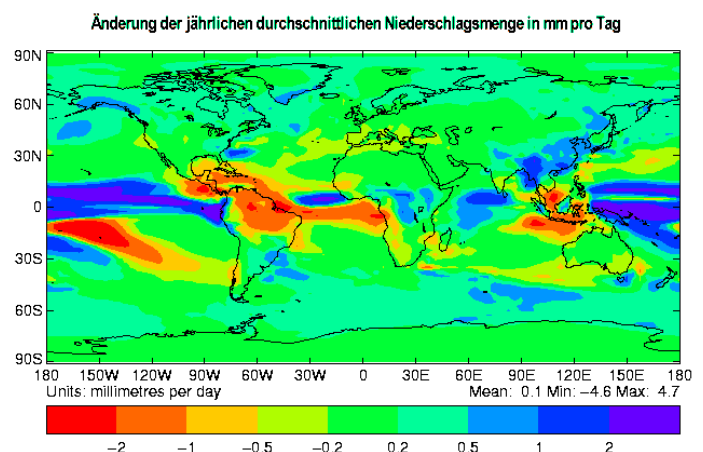


Im Mai 2002 installierten Schüler der GS Blankenese erstmals ein solargestütztes Pumpsystem auf dem Universitätsgelände von Leon

Bewässerungstechnik.

Seit Jahren beobachten sie und die Bauern an der Pazifikküste eine dramatische Verkürzung der Regenzeit, in manchen Jahren von sechs auf drei Monate. Diese Beobachtung deckt sich mit den Untersuchungen des englischen Hadley Centre for Climate Prediction and Research, das für die Region Mittelamerika eine drastische Verringerung der jährlichen Niederschlagsmengen prognostiziert. In manchen Gegenden Mittelamerikas wird im Verlauf dieses Jahrhunderts eine Reduzierung des Niederschlags von 2 mm Niederschlag pro Tag erwartet (s. Grafik unten rechts), pro Jahr also mehr als 750 mm. Das entspricht fast der absoluten Menge an Niederschlag in einigen Gegenden Mitteleuropas (Hamburg: 768 mm/Jahr). Für den landwirtschaftlichen Anbau in Nicaragua sind das düstere Aussichten und die künstliche Bewässerung wird zur Überlebensfrage.

Bei den Feldbewässerungspumpen des Projektkurses 2003 handelt es sich zum einen um eine moderne Tauchpumpe der dänischen Firma Grundfos, zum anderen um eine motorgetriebene Handpumpe SBF-INKAR der Firma BÖSE, die bei Ausfall des Motors oder der solaren Stromversorgung auch per Hand betrieben werden kann. Während die



Quelle: Hadley Centre for Climate Prediction and Research

Tauchpumpe über einen 0,5 kW-Solargenerator verfügt, wird die Handpumpe von einem 200 Watt-Modul mit Strom versorgt.

Beide Pumpsysteme konnten nicht wie vorgesehen komplett installiert werden. Erhebliche Verzögerungen und Komplikationen bei den Zollbehörden sowohl in Costa Rica als auch in Nicaragua haben eine rechtzeitige Entzollung verhindert. An praktischer Arbeit blieb dem Kurs somit lediglich, jene Geräte zu installieren, die sich bereits in Leon befanden und mit einer früheren Lieferung nach Leon gebracht worden waren: Die Handpumpe wurde – allerdings zunächst ohne Motor und solare Stromversorgung – auf einer Finca installiert. Die ortsansässige deutsch-nicaraguanische Solarfirma ENICALSA wird – sobald das Equipment von den Zollbehörden freigegeben ist – die Anlage fertig stellen und auch die Tauchpumpe samt des Tropfbewässerungssystems auf der zweiten Finca installieren¹. Die Enttäuschung – nicht wie vorgesehen die Montage beider Pumpsysteme durchführen zu können – tat der Zusammenarbeit mit den Studenten und Wissenschaftlern keinen Abbruch. Praktische Untersuchungsarbeit an dem Pump- und Bewässerungssystem der UNAN konnten ebenso mit den Studenten und Wissenschaftlern der UNAN durchgeführt werden wie Seminare und Vorträge. Die Einweisung der nicaraguanischen Nutzer in die Gerätetechnik lief hervorragend, das Wissen, das sich der Physikkurs im Verlauf seiner 9-monatigen Vorbereitungszeit angeeignet hatte, wurde erfolgreich weitervermittelt.

Die Vorbereitungsphase

Mit Beginn des Schuljahres 2002/2003 begann die Ausbildungs- und Vorbereitungsphase des Physikkurses. Sie umfasste

- Grundbegriffe der Physik: Energie, Arbeit, Leistung,
- Grundlagen der Photovoltaik, der Elektro- und Pumpentechnik,
- Recherchen über die Strahlungsverhältnisse in Nicaragua und über die Situation der Landwirtschaft,
- Interdisziplinäre Fragestellungen: Ist es aus ökologischen Gründen notwendig, regenerative Energiequellen einzusetzen? Dies wirft die Frage des Klimaschutzes auf. In dem Physikkurs wurde die Agenda 21 zum Unterrichtsgegenstand.
- Entwicklungspolitische Fragestellungen: Wie kann ein Land der Dritten Welt seinen wachsenden Energiebedarf befriedigen? Kann in diesem Zusammenhang die Photovoltaik in Nicaragua eine sinnvoll zu nutzende Energiequelle werden?



Testaufbau der Grundfos-Pumpe auf dem Firmengelände der SET GmbH

¹ Die deutsch-nicaraguanische Firma ENICALSA (Empresa Nicaragüense Alemana SA) ist im Jahre 2002 gegründet worden. Diese Firmengründung ist ein mittelbares Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen der GS Blankenese und der UNAN. Geschäftsführer von ENICALSA ist Benito Rodriguez, der 14 Jahre in Deutschland gelebt und als Elektroingenieur gearbeitet hat. Benito Rodriguez ist im April 2003 endgültig in sein Herkunftsland zurückgekehrt.

Da die gesamte unterrichtliche Arbeit aus der praktischen Zielsetzung „Einsatz der Photovoltaik zur Feldbewässerung in Nicaragua“ entwickelt und begründet worden ist, konnte sie nicht mehr die klassische Form des physikalischen Lehrgangs mit dem Experiment im Zentrum annehmen, wenngleich auf das Experiment nicht verzichtet wurde. Der gesamte Unterricht musste in der Form eines Projekts geleistet werden.

Die Orientierung des Kurses auf eine funktionsfähige, professionelle Anwendung erforderte weiterhin erhebliche Anteile des unterrichtlichen Zeitbudgets, um beide Pumpsysteme und die solarelektrischen Anlagen aufzubauen und zu testen, sowie eine enge Kooperation mit der Partnerfirma SET GmbH (Selected Electronic Technologies). Neben umfangreichen solarelektrischen Experimenten mit Hilfe des Lehrsystems „Photovoltaik und Ersatzstromversorgung“ von ELWE² hat der Kurs auf dem schuleigenen Gelände einen Teststand errichtet, mit dessen Hilfe die Leistungs- und Funktionsfähigkeit der Handpumpe unter verschiedenen Bedingungen untersucht werden konnte. Die Testung der Tauchpumpe und des entsprechenden Solargenerators erfolgte unter Anleitung von SET-Ingenieuren auf dem SET-Firmengelände.

Die Schülerinnen und Schüler haben ihre Lernergebnisse und Erkenntnisse in Schulungsunterlagen zusammengestellt, die ins Spanische übersetzt und den nicaraguanischen Partnern zur Verfügung gestellt wurden.

Zusammenarbeit mit der UNAN

Während des Aufenthalts in Leon bestand für die deutsche Schülergruppe fast täglicher Kontakt zu einer Studentengruppe des Agriculturnstituts der UNAN. Die Mitglieder dieser Gruppe haben ihrerseits die solargestützte Feldbewässerung zum Schwerpunkt ihrer Ausbildung gemacht. Einige von ihnen wollen über dieses Thema ihre Abschlussarbeit schreiben. Zum Teil sind es Töchter bzw. Söhne von Bauern, sie kennen daher die Probleme der nicaraguanischen Landwirtschaft sehr genau und gewinnen ihre Motivation aus einer unmittelbaren, persönlichen Interessenslage. Die gemeinsame Arbeit der nicaraguanischen Studenten- und der deutschen Schülergruppe bestand in

- der Untersuchung des seit einem Jahr auf dem Gelände des Agriculturnstituts arbeitenden Pumpe,
- der Untersuchung des Bewässerungssystems der UNAN,
- dem Auf- und Abbau der Handpumpe,



Auf- und Abbau der Handpumpe auf dem Gelände der UNAN

² ELWE-Lehrsysteme GmbH, Elwestr. 6, 38162 Cremlingen

- der Installation der Pumpe auf dem Gelände der Finca,
- dem Besuch von Vorträgen und Seminaren, die von deutschen Lehrern bzw. Ingenieuren oder einem nicaraguanischen Ingenieur organisiert worden sind.

Der Kontakt zwischen deutschen Schülern und nicaraguanischen Studenten war äußerst anregend, als ein Ergebnis wurde die Mitarbeit der Nicaraguaner an den Schulungsunterlagen des Kurses vereinbart.

Installation der Handpumpe

Trotz der Widrigkeiten, die der Zoll dem planmäßigen Projektablauf entgegensetzte, ist die Handpumpe fast komplett aufgebaut worden. Das Pumpsystem ist um einen Hochtank (5m Höhe, 4 m³ Volumen) ergänzt worden, um die Bewässerung jederzeit unabhängig von der solaren Einstrahlung durchführen zu können. Nach unseren Schätzungen werden von der Solarpumpe zukünftig durchschnittlich 4 bis 5 m³ Wasser von dem Brunnen in den Hochtank gefördert. Eine Bananenplantage wird – sobald das System komplettiert ist – von der Solarpumpe mit Wasser versorgt werden.

Notwendigkeit der Tropfbewässerung

Um die Effizienz der Feldbewässerung zu erhöhen, ist es sinnvoll, solargestützte Pumpen mit Tropfbewässerungssystemen zu kombinieren, gerade weil das Energieangebot solargetriebener Pumpen nicht uneingeschränkt hoch ist. Die Tropfbewässerungssysteme bieten erhebliche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Überkopfbewässerung:

- Zielgenaue Ausbringung exakter Wassermengen
- Wasserersparnis
- Geringer Energiebedarf des Pumpsystems
- Hohe Dosierfähigkeit
- Geringer Unkraut- und Krankheitsdruck
- Einsparmöglichkeit von



Aufbau des Hochtanks auf der Finca



Installation der Schwengelpumpe

Flüssigdünger

- Einfache Montage und Handhabung
- In allen Klimazonen einsetzbar

An dem Agriculture-Institut der UNAN bestehen bereits Tropfbewässerungsanlagen verschiedenen Typs, die zum Teil von der im Jahr 2002 installierten Solarpumpe versorgt werden. Diese haben wir während unseres Aufenthalts gemeinsam mit den nicaraguanischen Partnerinnen und Partnern untersucht. Während der Solargenerator und die Pumpe zuverlässig arbeiteten, stellte sich heraus, dass die untersuchten Schläuche innen hochgradig verschmutzt waren, ein Wasseraustritt durch die feinen Schlitze war unmöglich. Die Tropfbewässerung scheint die sensibelste Komponente in dem System Solargenerator – Pumpe – Bewässerungstechnik zu sein. Offensichtlich bedarf die Tropfbewässerung ständiger Beobachtung, Pflege und Wartung. Das Schlauchsystem ist sowohl anfällig gegen Verschmutzung - eine effiziente Filterung des Wassers scheint unabdingbar – als auch gegen Verkalkung und Versalzung. Wir haben daraus den Schluss gezogen, im nächsten Jahr das Hauptaugenmerk des neu einzurichtenden Physikkurses auf das Tropfbewässerungssystem zu legen. Neben der Frage der effektiven Wasserfiltrierung werden wir vorrangig die Druckverhältnisse in dem Schlauchsystem zu untersuchen.

Finanzierung

Das Finanzvolumen des Projekts „Einsatz der Photovoltaik zur Feldbewässerung in Nicaragua “ umfasst 15000,00 Euro. Diese Kosten beziehen sich ausschließlich auf Materialien, Geräte und Transportkosten.

Flug- und Unterbringungskosten der einzelnen Mitglieder der Reisegruppe waren nicht mit einbegriffen und mussten privat getragen werden. Einige Schülerinnen und Schüler arbeiteten neben der Schule und finanzierten sich so ihre Projektreise zum Teil selbst.

Um die 15000,00 € aufzubringen, hat der Physik-Ergänzungskurs, der das Projekt vorbereitet, über das Jahr eine aufwendige Finanzierungskampagne geführt. Diese Kampagne ist auf unterschiedlichen Ebenen verlaufen:

1. Förderung durch Institutionen

- Körber-Stiftung
- Hamburger Klimaschutz-Fonds
- Rotary-Club Hamburg-Deichtor
- Solarwerkstatt der GS Blankenese

2.. Sponsoring durch

- SET GmbH
- Pumpen-Böse
- Beiersdorf

3. Spendeneinwerbung in der Schulgemeinde und im Stadtteil

- Informations- und Pressearbeit
- Veranstaltungen, z.B. „Internationale Solarfete der GS Blankenese“ am 15.11.2002
- Werkzeugsammeln bei Firmen und innerhalb der Schulgemeinde

4. Eigenfinanzierung

- Teilweise Verwendung der Einspeisevergütung durch die schuleigene PV-Anlage

Resümee und Ausblick

Das Projekt ist erfolgreich verlaufen, obwohl die Installationen nicht vollständig abgeschlossen werden konnten. Wichtige Teilziele, etwa die eigenen schulischen Ausbildungszwecke, sind erreicht:

- ◆ Physik ist den Schülern innerhalb eines großen Projekts auf neuen Wegen interessant und anschaulich vermittelt worden. Die GS Blankenese wird im kommenden Schuljahr einen weiteren Physikergänzungskurs unter denselben Voraussetzungen mit etwas modifizierter Thematik anbieten. Der Schwerpunkt wird im kommenden Jahr auf die Untersuchung diverser Tropfbewässerungssysteme gelegt werden.
- ◆ Fragen der zukünftigen Energieversorgung und des Klimaschutzes sind im Unterricht als globale Fragen erkannt und behandelt worden. Das Kooperationsprojekt der GS Blankenese und der UNAN stellt diesen Zusammenhang in einem praktischen Projekt her.
- ◆ Der Versuch, einen praktischen Beitrag zur Lösung dieser Fragen zu leisten, ist für die schulische Ausbildung von erheblichem Wert. Der Umstand, daß Schüler sich an ein derartiges Projekt wagen und es schließlich mit Hilfe von Firmen und Institutionen realisieren können, ist Grund ihres gewachsenen Selbstbewußtseins.
- ◆ Über ein Jahr haben wir mit interessanten außerschulischen Partnern (insbesondere SET, ENICALSA, Pumpen-Böse, Grundfos) zusammengearbeitet und deren Wissen für die schulische Ausbildung genutzt. Die hohe Bereitschaft von Firmen, sich auf Schulen einzulassen und mit ihnen über einen langen Zeitraum zusammenzuarbeiten, ist eine der vielen positiven Erfahrungen, mit denen wir nicht unbedingt gerechnet haben.
- ◆ Für alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Projektreise war die Zusammenarbeit mit den ausländischen Partnerinnen und Partnern auf der Grundlage einer einheitlichen Thematik eine wertvolle Erfahrung. Neben Physik und einer zukunftsfähigen Technik vermittelte das Projekt Wissenswertes über Geschichte, Kultur, Sprache, Politik und Wirtschaft des Partnerlandes Nicaragua.
- ◆ Alle Arbeiten, die für den Bau der Solarpumpen in Hamburg zu leisten waren, sind im Zeitplan verrichtet worden.
- ◆ Das „schuleigene Netzwerk“, d.h. die Verbindungen und Kontakte der Schule wurden beträchtlich ausgedehnt.
- ◆ Das Projekt war dynamisch und hat mobilisierend auf andere gewirkt. Für andere Schulen haben die Aktivitäten der GS Blankenese auf dem Feld „Nord-Süd-Schulpartnerschaft“ Modellcharakter. Sie haben mittlerweile Partnerschaften nach gleichen Prinzipien gegründet.³
- ◆ Die Finanzierung war frühzeitig gesichert. Wir bedanken uns insbesondere bei Herrn *Thomas Faust* und der *Körper-Stiftung*, dem *Hamburger Klimaschutz-Fonds e.V.* und dem *Rotary Club Hamburg-Deichtor*, die durch ihre Förderung entscheidend zum Gelingen des Projekts beigetragen haben.
- ◆ Ebenso sind wir Frau *Anke Butscher*, Geschäftsführerin des *Eine Welt Netzwerkes Hamburg e.V.*, zu Dank verpflichtet. Sie hat unsere Arbeit über Monate konzeptionell beraten und unterstützt.

Wir sind überzeugt, dass wir auch das dritte Teilprojekt unserer Reihe „Einsatz der Photovoltaik zur Feldbewässerung in Nicaragua“ mit dem Schwerpunkt „Erprobung verschiedener Tropfbewässerungssysteme“ im nächsten Schuljahr erfolgreich durchführen werden.

³ Das Schulprogramm *EduaRD* (Education and Renewable Energy and Development) ist eine Initiative der GS Blankenese Hamburg und des Ingenieurunternehmens Selected Electronic Technologies Wedel GmbH. Es verknüpft deutsche Schulen mit Schulen im Sonnengürtel der Erde. Ihr gemeinsames Projekt: Einsatz der Solartechnik. *EduaRD* führt deutsche und ausländische Schüler und Schülerinnen zusammen. Entsprechend den Bedürfnissen der Partnerschule errichten sie nach einjähriger Vorbereitung eine Solarstromanlage in der Schule des Partnerlandes. *EduaRD* zielt auf eine anwendungsorientierte Ausbildung in moderner, zukunftsfähiger Energietechnik. Das Programm bündelt die Themen Solarenergie und Entwicklung innerhalb der schulischen Ausbildung. Es kooperiert mit Firmen, um modernes Ingenieurwissen für den Unterricht bereit zu stellen. *EduaRD* verfügt mit dem COMETen über ein mobiles und variables solares Energiewandlersystem und wird von der Senatskanzlei und der Umweltbehörde Hamburgs, der Behörde für Bildung und Sport Hamburgs, dem Hamburger Klimaschutz-Fonds (HKF), der Norddeutschen Stiftung für Umwelt und Entwicklung (NUE), der Energienstiftung Schleswig-Holstein, der BINGO-Umweltlotterie, den Hamburger Electricitätswerken, der SET GmbH und der Körper-Stiftung unterstützt.

Physik-Ergänzungskurs Jhg. 11 - Schuljahr 2002/2003
Einsatz der Photovoltaik zur Feldbewässerung in Nicaragua
- Nachtrag zum Projektbericht -

„Beide Pumpsysteme konnten nicht wie vorgesehen komplett installiert werden. Erhebliche Verzögerungen und Komplikationen bei den Zollbehörden sowohl in Costa Rica als auch in Nicaragua haben eine rechtzeitige Entzollung verhindert“, schrieben wir in unserem Projektbericht, der kurz nach unserer Rückkehr im Juni 2003 fertiggestellt wurde. Im folgenden Monat ist das gesamte Equipment von den nicaraguanischen Zollbehörden freigegeben worden. Ich bin daraufhin in den Sommerferien erneut nach Nicaragua geflogen – ich musste diesmal jedoch ohne meine Schülerinnen und Schüler der GS Blankenese auskommen: Die hohen Flugkosten ließen eine erneute Reise nicht zu. Gemeinsam mit Studentinnen und Studenten der UNAN und Mitarbeitern der ortsansässigen Firma Enicalsa habe ich die Installation der Systeme erfolgreich abgeschlossen:

- Die Handpumpe arbeitet auf den Hochtank, das Wasser wird als Trink- und Brauchwasser (Feldbewässerung) genutzt. 4 bis 5 m³ Wasser werden täglich gefördert.
- Die Tauchpumpe drückt ihr Wasser direkt in ein Tropfbewässerungssystem, das über 4600 Tropfstellen verfügt. Bei optimaler Einstrahlung pumpt sie 3 m³/h in das System. Zu Beginn der Anlage befindet sich ein Filter und eine Messstrecke, Druck und Durchfluss können somit ständig kontrolliert und gemessen werden. Sämtliche Tropfstellen weisen eine fast annähernd gleiche Tropfrate (34 bis 36 Tropfen/min) auf. Dies lässt darauf schließen, dass der Druckabfall innerhalb des Systems gering ist.
- Die Solarpumpe an der UNAN ist mit der gleichen Messstrecke und einem neuen Tropfbewässerungssystem ausgerüstet worden. Mit den Studenten der UNAN ist eine Untersuchungsarbeit konzipiert worden, die kontinuierliche Messungen am System voraussetzt.
- Fazit: Alle Systeme arbeiten ohne Fehler und werden nun von den Wissenschaftlern und Studenten der UNAN einem Langzeittest unterzogen.



Die Handpumpe incl. Solargenerator



Der Solargenerator der Tauchpumpe



Installation des Tropfbewässerungssystems



Das neue Tropfbewässerungssystem der UNAN

Clemens Krühler