



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

ULTRALIGHT SOLARKOCHER II

CUISEUR SOLAIRE ULTRA-LEGER II

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Dr. Michael Götz, Centre Neuchâtelois de cuisine solaire
Rue Matile 71,
CH-2000 Neuchâtel

info@cuisinesolaire.com www.cuisinesolaire.com

Daniel Philippen, Centre Neuchâtelois de cuisine solaire
Rue Matile 71,
CH-2000 Neuchâtel

Impressum

Datum: 30. Oktober 2006

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Solarwärme und Wärmespeicherung

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Bereichsleiter, urs.wolfer@bfe.admin.ch

BFE-Projektnummer: 100866

Bezugsort der Publikation: www.energieforschung.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

ULTRALIGHT SOLARKOCHER II

CUISEUR SOLAIRE ULTRA-LEGER II

Projekt finanziert durch das Bundesamt für Energie im Vertrag:

'Cuiseur solaire ultra-léger II – Pré-série de 30 cuiseurs optimisés'

N° d'UP: 6907

N° du compte: 55300900

N° du projet: 100866

N° de contrat: 151889

Dauer: 1. März 2006 bis 30. Oktober 2006

Michael Götz
Daniel Philippen
Neuchâtel, 30.10.2006

Inhaltsverzeichnis

0 Zusammenfassung.....	1
1 Ziel des Projekts.....	3
1.1 Vorgeschichte.....	3
1.2 Dieses Projekt	3
2 Physikalische Verbesserung des Prototyps.....	3
2.1 Kochtopf.....	3
2.1.1 Auswahl Kochtopf.....	3
2.1.2 Beschichtung.....	4
2.1.3 Deckel.....	4
2.2 Windschutzhaube.....	5
3 Technische Verbesserungen des Prototyps.....	7
3.1 Spiegel.....	7
3.1.1 Einstellhaken.....	7
3.1.2 Teleskopstangen.....	8
3.1.3 Klemmung für Glasfaserstangen.....	8
3.1.4 Lamellenaufhängung.....	9
3.2 Sekundärreflektor.....	9
3.3 Windschutzhaube.....	10
4 Prototyp der Kleinserie.....	11
4.1 Bau der Kleinserie in Bern.....	11
5 Auswertung der Rückmeldungen der Testkunden.....	13
5.1 Verkauf der Kocher	13
5.2 Fragebogen	13
5.3 Auswertung	13
5.4 Fragen und Antworten.....	13
5.5 Analyse.....	16
6 Technische Vorschläge für die Zukunft.....	19
7 Schlussfolgerungen.....	19
9. Bedienungsanleitung Deutsch	
10. Mode d'emploi en français	
11. Werbeblatt Deutsch	
12. Feuille publicitaire en français	
13. Publicity sheet english	
14. Fragebogen Deutsch	
15. Questionnaire en français	
16. Questionary english	
17. Fotosammlung	

0 Zusammenfassung

Das in diesem Bericht beschriebene Projekt basiert auf einem Prototypen eines Leichtgewichts-Solarkochers, der 2005 mit Hilfe des BFE entwickelt wurde. Einerseits wurde nun die Kochleistung erhöht durch Verbesserung des Kochtopfes und des Windschutzes, andererseits wurden viele mechanisch-technische Details optimiert. Der Kocher wurde in einer Kleinserie durch arbeitslose Jugendliche hergestellt, dazu mussten viele produktionstechnische Probleme gelöst werden.

Nach Präsentation des Kochers an zwei Messen und im Internet wurden knapp 20 Stück zu einem reduzierten Preis an Testpersonen verkauft. Am Ende des Sommers wurden diese Personen befragt und ihre Erfahrungen ausgewertet. Diese Auswertung zeigt, dass der Kocher von Personen mit Solarkocherfahrung und einem gewissen technischen Grundverständnis gut aufgenommen wird, dass es sich jedoch noch nicht um einen 'grand publique' Artikel handelt. Das 'technische' Design wird durchaus geschätzt.

Le projet présenté dans ce rapport se base sur un cuiseur solaire très léger qui a été développé en 2005 avec l'aide de l'OFEN. En cette phase, la puissance du cuiseur a été augmenté par des améliorations au niveau de la casserole et du paravent. En plus, beaucoup de détails mécaniques et techniques ont été améliorés. Un atelier de jeunes chômeurs a ensuite produit une petite série du cuiseur; beaucoup de problèmes de l'ordre de la technique de production étaient à résoudre.

Après la présentation du cuiseur sur deux foires et dans l'internet, une petite vingtaine ont été vendus à prix réduit à des personnes de test. Ces personnes ont été questionnées à la fin de l'été et leurs expériences analysées. L'analyse montre que le cuiseur plait aux personnes qui connaissent déjà la cuisine solaire et qui ont un certain 'flair technique', mais qu'il ne s'agit pas d'un produit pour un 'grand publique'. Le design 'technique' est bien reçu.

The presented project is based on an ultralight solar cooker which has been developed in 2005 with the help of the Swiss federal office of energy. On one hand, the power of the cooker has been raised by working on the cooking pot and the windshield. On the other hand, many mechanical and technical details have been optimised. A small series has been produced by a workshop of jobless young people; many problems related to the technique of production had to be resolved.

After presenting the cooker on two fairs and in the internet, some 20 of them have been sold at a reduced price to testing clients. These people have been asked about their experience at the end of summer. The analyses has shown that the cooker is liked by persons with solar cooking experience and with a certain 'technical flair'. It is not yet a product for a large public. Nevertheless, the technical design is liked by the clients.

1 Ziel des Projekts

1.1 Vorgeschichte

Im Jahr 2005 wurde mit Hilfe des BFE ein transportabler Solarkocher entwickelt. (Projekt 'Ultraleicht-Solarkocher'). Dieser Kocher wiegt nur 2kg inklusive Kochtopf. Der Kocher kann auf ein transportables Mass zusammengeklappt werden, um z.B. auf dem Rucksack oder auch im Flugzeug transportiert zu werden. Die ersten Prototypen wurden in der Schweiz, in Spanien, Frankreich und in Brasilien getestet.

1.2 Dieses Projekt

Ziel dieses Projektes war es, den Leichtgewichts-Solarkocher in Zusammenarbeit mit 30 KundInnen zu verbessern.

Zu Beginn des Projektes sollten Verbesserungen zur Leistungssteigerung getestet werden (in vergleichenden Tests mit echter Sonneneinstrahlung), danach sollte die Herstellung einer Kleinserie in einer Werkstatt in Bern optimiert und begleitet werden.

Die Kocher sollten danach zu vergünstigtem Preis an Reisende abgegeben werden, deren Erfahrungen zum Schluss des Projekts ausgewertet werden und Vorschläge zur weiteren Verfeinerung des Produktes unterbreitet werden.

2 Physikalische Verbesserung des Prototyps

Der im vorangehenden Projekt entwickelte Spiegel wird in seiner Dimensionierung übernommen (das 'normalhohe Modell' von 60cm Höhe). Das bedeutet, dass an der Spiegelfläche und an der Apertur keine Veränderungen vorgenommen werden. Die Apertur ist im Wesentlichen durch das Konstruktionsprinzip des Spiegels vorgegeben (aufrechte Positionierung hinter dem Topf) und liesse sich nur unbedeutend verbessern. Eine Erhöhung der Leistung des Spiegels würde eine Vergrößerung der Spiegelfläche bedingen; eine Verlängerung der Lamellen macht den Kocher jedoch schwerer transportierbar, an den Seiten angefügte zusätzliche Spiegel sind schwierig zu fokussieren.

Eine Verbesserungen der Leistung soll durch die Optimierung der Kochstelle erreicht werden. Hier besteht in erster Linie beim Kochtopf und bei der Windschutzhaube Verbesserungsbedarf.

2.1 Kochtopf

2.1.1 Auswahl Kochtopf

Da im Rahmen dieses Projekts keine finanziellen Mittel für die Entwicklung eines passenden Kochtopfs zur Verfügung stehen, muss ein den Anforderungen genügender kommerziell erhältlicher Topf verwendet werden. Der Topf soll für 2 Personen geeignet sein, möglichst leicht sein und gute Wärmeeigenschaften haben.

Als Kochtopf wird ein leichter Edelstahltopf mit 1,3 L Fassungsvermögen gewählt. Der Henkel des Topfs und der Plastikgriff des Deckels werden entfernt, um die Integration in die Windschutzhaube zu erleichtern und um alle hitzeempfindlichen Teile zu beseitigen.

Der Griff des Deckels wird mit einer kleinen Edelstahlhalterung ersetzt, auf den Henkel des Topfs wird verzichtet. Wir gehen davon aus, dass der Topf auch mit einem Tuch gehalten werden kann, was einen Verzicht auf den Henkel ermöglicht¹.

Trotz der besseren Wärmeleitung von Aluminium wurde ein Edelstahltopf gewählt, da Aluminiumtöpfe von Kunden in Europa nicht geschätzt werden. Die schlechtere Wärmeleitung von Edelstahl fällt dort ins Gewicht, wo das Kochgut die Wände oder den Deckel nicht berühren (z.B. bei halbvollem Topf).

2.1.2 Beschichtung

Die Lichtabsorption von Edelstahl ist im kurzwelligen Bereich mit 50% relativ gering². Um die Absorption des Edelstahltopfs zu erhöhen, wird der Topf in einem Ofen auf 650°C erhitzt. Dadurch entsteht eine dünne Oxidschicht auf der Topfoberfläche, die die Absorption auf 80 - 85% erhöht. Gleichzeitig bleibt die geringe Emission von Edelstahl im IR-Bereich von 12% erhalten. Die Oxidschicht wirkt folglich wie eine selektive Beschichtung, wodurch die Absorption stark erhöht und die Emission von IR-Strahlung gering gehalten wird.



Abbildung 1. Von links nach rechts: Der original Edelstahltopf, der Topf ohne Griff und Plastikteile, der hitzebehandelte Topf.

Auf die Beschichtung des Topfs mit Solarlack³ wird nun verzichtet. Zwar ist die Absorption von Solarlack mit 96% sehr hoch, allerdings ist die Emission im IR-Bereich mit ca. 100% ebenfalls sehr hoch. Da der Kochvorgang im solaren Rucksackkocher relativ viel Zeit beansprucht, ist davon auszugehen, dass die erhöhte Abstrahlung des Solarlacks einen relevanten Einfluss auf die Kochleistung hat.

Ein weiterer Nachteil des Solarlacks ist seine mechanische Unbeständigkeit. Im Lack entstehen leicht Kratzer. Dies sehen wir wegen des Einsatzes des Kochers im Outdoor-Bereich als problematisch an. Die gewählte Oxidbeschichtung scheint stabiler, was für die Erhaltung der Leistung des Kochers und auch aus ästhetischen Gründen von Vorteil ist.

¹ Die fehlenden Griffe wurden später von den Testkunden bemängelt.

² Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg im Breisgau

³ Schwarzer Lack, der für nichtselektive Solarkollektoren entwickelt wurde

2.1.3 Deckel

Die Entfernung vom Zentrum des Deckels bis zum Kochgut im Topf beträgt etwa 9 cm. Über diese Strecke muss die Wärme, die auf dem Deckel entsteht, maximal geleitet werden, bis sie für das Garen des Essen genutzt werden kann. Da die Wärmeleitung über eine so lange Strecke im dünnen Edelstahlblech des Topfs/Deckels gering ist, wird in einem Experiment versucht, mit einem Glasdeckel das Licht direkt auf das Kochgut fallen zu lassen.

Für die Herstellung des Deckels werden zwei Uhrgläser verwendet, die mit Silikon verklebt werden. Der Griff wird ebenfalls aus Silikon geformt und auf das obere Uhrglas angeklebt.

Das vom Spiegel einfallende Licht kann durch die Gläser hindurch das Kochgut direkt erwärmen, was die oben erwähnten Verluste durch den Edelstahldeckel vermeidet. Durch die Verwendung der zwei Gläser wirkt der Deckel isolierend. Kondenswasser, dass sich auf dem inneren Glas bildet, sammelt sich in der Mitte des Glases und tropft auf das Kochgut, das dadurch zusätzlich erwärmt wird.



Abbildung 2. Der Doppelglas-Deckel.

Die Verwendung des Glasdeckels wird verworfen, da seine Herstellung zu aufwändig ist und die Verwendung eines Glasdeckels für einen Freizeitkocher problematisch ist (Bruchgefahr). Die Verklebung der beiden Uhrgläser mit einer Silikonlamelle, die sauber auf der Oberkante des Topfs aufliegt, ist nicht einfach zu realisieren. Für die Serie wird der originale Edelstahldeckel mit modifiziertem Griff verwendet.

2.2 Windschutzhaube

Wegen der Verwendung des selektiv beschichteten Kochtopfs mit verringerter IR-Abstrahlung kann als Material für die Windschutzhaube ein Kunststoff verwendet werden, der 'mässig' thermostabil ist. Glas ist hitzestabiler, weswegen es beim Solarlack als Material für die Windschutzhaube verwendet werden sollte. Der Verzicht auf Glas ist aus Gründen des höheren Gewichts und der Zerbrechlichkeit vorteilhaft.

Da die Haube wegen des verwendeten Topfs nicht die Abstrahlung verringern muss, sondern lediglich die Konvektion erwärmter Luft unterbinden muss, könnte sie aus einer Kunststofffolie bestehen. Dies könnte durch die Konstruktion eines einklappbaren Drahtgestells, auf dem die Folie aufgespannt ist, realisiert werden. Im Sinne einer einfachen Herstellung des Kochers haben wir uns gegen die Konstruktion der faltbaren Haube aus Draht und Kunststofffolie entschieden. Statt dessen soll eine fest stehende Haube aus Kunststoff realisiert werden.

Von der Haube werden verschiedene Versionen entwickelt. Als Material wurde Polycarbonat gewählt, da es im Vergleich zu anderen transparenten Kunststoffen wärmebeständiger ist (bis 120°C).

In Kombination mit dem Glasdeckel wird zuerst eine Haube entworfen, in die sich der Kochtopf von oben einschieben lässt. Damit ist es möglich, wie auf einem gewöhnlichen Campingkocher während des Kochens das Kochgut umzurühren und abzuschmecken.



Abbildung 3. Der im Windschutz hängende Topf (äusserer Ring = Polycarbonat).

Durch die enge Einpassung des Topfs in die Haube wird die Konvektion erwärmter Luft verhindert. Da bei der Haube eine grössere Höhe als beim Topf gewählt wird und der Topf somit einen Abstand vom Boden hat, kann auf isolierendes Material unter dem Topf (Kork usw.) verzichtet werden. Da wegen der engen Einpassung des Topfs in die Haube kein Camping-Topfheber verwendet werden kann, ergibt sich jedoch für diesen Aufbau als Nachteil, dass der Topf nicht aus der Haube gehoben werden kann. Dies kann während des Kochens und danach sehr unpraktisch sein.

Für die Kleinserie wird deshalb eine geschlossene Haube gewählt, die über den Topf gestellt wird. Für den Zylinder wird 1,5 mm starkes Material gewählt, für den Deckel 3 mm starkes, da der Deckel während des Kochens stark erwärmt werden kann und dickeres Material eine Verformung verhindern kann.



Abbildung 4. Die Windschutzhaube aus Polycarbonat über dem Kochtopf.

3 Technische Verbesserungen des Prototyps

Neben den Verbesserungen der Kochleistung, die im vorangehenden Kapitel beschrieben wurden, werden auch technische/mechanische Verbesserungen am vorliegenden Prototyp vorgenommen. Damit soll neben der Handhabbarkeit und Sicherheit während des Kochens auch die einfache Produktion der Kleinserie gewährleistet sein.

3.1 Spiegel

Das Bauprinzip und die Abmasse des Prototyp-Spiegels werden für die Kleinserie beibehalten. Im Laufe des Projekts werden aber diverse Änderungen an Details vorgenommen, um die oben genannten Ziele zu erreichen.

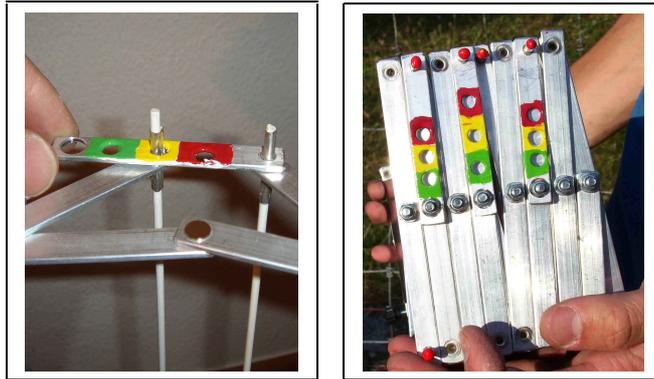
3.1.1 Einstellhaken

Die Einstellhaken des Prototyps von 2005 behindern leicht das Zusammenfallen des Spiegels, da sie nicht fixiert werden können und die Schere des Spiegels blockieren. Aus diesem Grund wird ihr Design neu gewählt. Neu können sie auf einfache Weise auf einer Lamellenaufhängung eingerastet werden (zum einfacheren Zusammenfallen).



Abbildungen 5-7. Einstellhaken mit Langlöchern (v.l.n.r.): Die Version von 2005, die Version 2006 bei geöffnetem Kocher, die Version 2006 bei (fast) zusammengefaltetem Kocher.

Später wird auf die seitlichen Kerben (Langlöcher) verzichtet, statt dessen werden mittige Bohrungen im Haken angebracht. Zusätzlich wird auf den oberen Einstellhaken, die verschiedene Einstellungen haben (für die Anpassung der Spiegelform an den Einstrahlungswinkel der Sonne), eine Farbkodierung angebracht. So kann der Anwender auf einfache Weise sehen, welches Einstelloch gewählt werden muss.



Abbildungen 8 und 9. Die endgültige Version der Einstellhaken: mit Bohrungen und Farbkodierung (rechts: zusammengefalteter Kocher mit eingerasteten Einstellhaken)

3.1.2 Teleskopstangen

Falls bei sehr hoch stehender Sonne gekocht werden soll (insbesondere in Ländern nahe des Äquators) muss der Spiegel nach hinten geneigt werden. Teleskopstangen sollen dies auf einfache Art möglich machen. Die Teleskopstangen werden in den äusseren Glasfaserstangen integriert. Je nach Neigung des Spiegels können nun Glasfaserstangen ausgefahren werden und so der Spiegel stabilisiert werden.

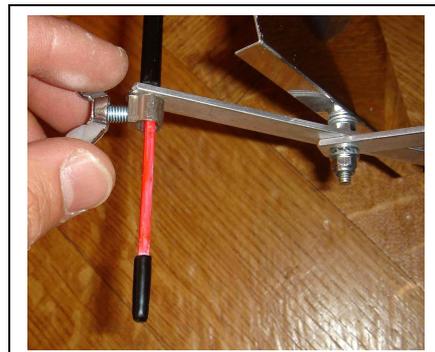


Abbildung 10. Teleskopstange für die Einstellung der Spiegelneigung

3.1.3 Klemmung für Glasfaserstangen

Für die Glasfaserstangen, die den Abstand der Scheren festlegen und die Form der Spiegellamellen vorgeben, sollen geeignete Klemmungen gesucht werden. Die bisher verwendeten Aderendhülsen haben den Nachteil, dass sie "zweckentfremdet" um die Glasfaserstangen gequetscht werden und sich so scharfe Kanten bilden, an denen man sich leicht verletzen kann. Ausserdem sitzen die Aderendhülsen oft zu locker auf den Glasfaserstangen auf und verschieben sich. Dies ändert die Form der Spiegellamellen und muss deswegen verhindert werden.

Trotz umfassender Recherche bei diversen Industrielieferanten konnten keine passenden Teile gefunden werden, die für die Klemmung von nur 3 mm dicken Stangen hergestellt werden und mit denen die Aderendhülsen ersetzt werden können. Als eine vielversprechende Lösung wurden 1-Ohr-Schlauchschellen verwendet, die einfach zu verarbeiten sind und mit denen eine kräftige Klemmung auf den Glasfaserstangen erreicht werden konnte. Mit einem Stückpreis von 85 Rappen sind die Schlauchschellen jedoch

deutlich zu teuer. Aus diesem Grund wurde beschlossen, für die Kleinserie weiterhin Aderendhülsen zu verwenden.



Abbildung 11. Aderendhülse ohne und mit Lackabdeckung.

Um eine Verletzungsgefahr zu verhindern, wurden die Spitzen der Stangen in der Kleinserie mit zwei verschiedenen roten Kunststofflacken geschützt. Solche Lacke werden für Werkzeuggriffe verwendet. Eine im Prinzip gute Qualität aus PVC muss jedoch bei 190°C ausgehärtet werden, was technisch aufwändig ist. Die mit einem Heissluftgebläse ausgehärteten Spitzen waren dann auch zu wenig 'verankert' und sind oft abgefallen.

3.1.4 Lamellenaufhängung

Nach diversen Änderungsversuchen bei der Lamellenaufhängung, die Funktionalität kombiniert mit einfacher Montage ermöglichen sollten, wurde eine neue Klemmvorrichtung realisiert. Neu werden nun Fächerscheiben statt Federn verwendet, um die freie Drehung der Lamellen um ihre Längsachse zu verhindern.

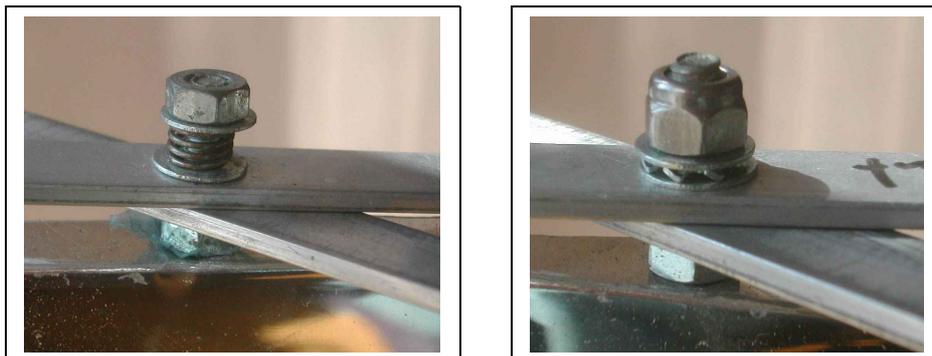


Abbildung 12. Klemmvorrichtungen an den Lamellenaufhängungen. Links alte Version mit Feder, rechts neue Version mit Fächerscheibe und Stopmutter

3.2 Sekundärreflektor

Bei schlechter Einstellung des Fokus besteht eine gewisse Brandgefahr, da das gebündelte Sonnenlicht auf den Boden fallen kann. Obwohl der Kocher NIE auf brennbarem Grund benützt werden sollte, wird der Sekundärreflektor vergrößert. Somit werden schlecht fokussierte Sonnenstrahlen meist 'wegreflektiert'.

Der vergrößerte Sekundärreflektor ist schwieriger verstaubar. Für einen Teil der ausgelieferten Kocher wurde er deshalb geteilt und mit Klebeband faltbar zusammengesetzt.

3.3 Windschutzhaube

Die Windschutzhaube besteht aus einem Polycarbonatmantel und eine Deckel, der entweder aus Polycarbonat oder aus einem Uhrmacherglas besteht. Der Deckel wird auf den Mantel aufgeklebt (Zweikomponentenkleber).

Die BenutzerInnen sollen auf eine einfache Art bestimmen können, wie sie die Einstellhaken mit Farbcode einstellen müssen. Die Einstellungen sind abhängig vom Sonnenstand. Um ein separates 'Messgerät' zu vermeiden, wird auf der Windschutzhaube ebenfalls ein Farbcode angebracht. So kann durch Schattenwurf die richtige Farbeinstellung abgelesen werden (vor dem Aufbau des Kochers).



Abbildung 13. Windschutzhaube mit Farbskala zum Ablesen der Einstrahlhöhe der Sonne (Der Schattenwurf des Fingers bestimmt, welche Farbeinstellung gilt.)

4 Prototyp der Kleinserie

Die folgenden Bilder zeigen den fertigen Prototypen, der in der Kleinserie in 30 Stück hergestellt wird:



Abbildungen 14 und 15. Der fertige Prototyp. Links = Einzelteile, rechts = aufgestellt.

Zum Set gehören:

- Der Reflektor /Spiegel
- Der Sekundärreflektor
- Die Windschutzhaube
- Zwei Schnüre mit Laschen
- Eine Korkscheibe
- 4 Heringe
- Der Kochtopf
- Ein Beutel für den Reflektor (Nylon)
- Ein Beutel für die restlichen Teile (Baumwolle)
- Ev. eine Notfallkocher mit Brennstofftabletten

4.1 Bau der Kleinserie in Bern

Die Kleinserie wurde in Bern im Kompetenzzentrum Arbeit von arbeitslosen Jugendlichen hergestellt. Bei einem hohen Grad an Handarbeit beobachteten wir Qualitätsprobleme, da die Jugendlichen trotz grossem Interesse z.T. mit Motivations- und Konzentrationsmangel kämpfen. Der 'offene' Produktionsprozess und die gute Zusammenarbeit mit dem Werkstattleiter erlaubten uns, Schritt für Schritt die Details der Bauteile zu definieren und zu optimieren. Dazu besuchten wir die Werkstatt ca. einmal wöchentlich. In der Schlussphase mussten wir selbst Hand anlegen und bei einem Teil der Kocher die Mängel beheben.



Abbildung 16. Das Team von Urs Philipp und die PraktikantInnen des CNCS.

5 Auswertung der Rückmeldungen der Testkunden

5.1 Verkauf der Kocher

Die Kocher wurden im Internet angeboten. Auf verschiedenen Reiseforen wurden Annoncen deponiert, um auf das Angebot aufmerksam zu machen. Dazu wurde der Kocher an der Intersolar Messe in Freiburg und an der Solarkocher-Weltkonferenz in Granada im Juli ausgestellt und angeboten. Der subventionierte Verkaufspreis betrug 100 Franken oder 65 Euro.

Insgesamt wurden knapp 20 Kocher verkauft (oder verschenkt); in der Schweiz, in Deutschland und in Spanien. Die angegebenen Reiseziele waren: Schweiz, Deutschland, Spanien, Frankreich, Kroatien, Afghanistan, Kanada.

5.2 Fragebogen

Da die Kocher erst im Juli verkauft wurden und zudem der Monat August in Zentraleuropa stark verregnet war, wurden die Fragebogen erst Ende September verschickt (siehe Anhang). Erst gegen Ende Oktober hatten wir genügend Antworten erhalten, um die Auswertung zu beginnen.

5.3 Auswertung

Die Rückmeldungen zeigten, dass ein Teil der Kocher nie benützt wurde und dass einige Leute den Kocher nicht wie geplant auf ihre Reise mitgenommen hatten. Insgesamt konnten 8 seriös ausgefüllte Fragebogen analysiert werden, diese Resultate konnten wir mit unseren eigenen Koch- und Reiseerfahrungen in Spanien, Brasilien, Schweiz und Deutschland vergleichen.

5.4 Fragen und Antworten

Im folgenden werden die Antworten zusammengefasst. Die Fragebogen wurden auf Deutsch, Französisch und Englisch ausgefüllt. Die Antworten sind deshalb z.T. übersetzt und sie sind z.T. gekürzt.

Allgemeines:

Hatten Sie schon vor dem Ultra Light mit Solarkochern gekocht?

5 x ja, 3 x nein

Wie oft konnten Sie den Ultra Light einsetzen?

Im Schnitt ca. 4 mal (Alle Antworten: 1x / 10x / 4x / 6-7x / 3-4x / 4-5x / 2x / 1x)

Bei welchen Gelegenheiten (Wanderung, Reise, im Garten, Experimente, ..)

Zu Hause, bzw. im Garten (6x), Camping (2x), Alp, Solarfestival

Waren Sie zufrieden mit dem Kocher?

4 x ja, 1 x "ja, als Hilfskocher", 2 x einigermaßen, 1 x keine Meinung
Haben Sie die Bedienungsanleitung gelesen ? War sie verständlich?
5 x ja, 1 x nein (Fotos gut / Ausrichtung Lamellen besser erklären)

Haben Sie irgendwelche 'Tricks' entdeckt?

- Abspannen nur bei Wind nötig
- Flacher Topf ohne Windschutzhaube geht auch
- Korkzapfen als Kochtopfgriff
- Gepolsterte Tasche für Reflektor
- Den Sekundärreflektor an eine Glasfaserstange ankleben vor dem Rollen

Haben Sie Teile des Kochers verloren oder sind sie zerbrochen ? Wenn ja, welche ?
Füßchen, rote Farbe

Auf- und Abbau

Mit etwas Übung: Wie lange brauchen Sie für den Aufbau des Kochers ? Für den Abbau ?

Aufbau: Im Schnitt ca. 8 Minuten (mind. 2, max 20), Abbau: im Schnitt ca. 5 ½ Minuten (mind. 2, max 12)

Was war schwierig ?

Fokussieren der Lamellen / Schrauben zu fest angezogen / Schneidegefahr / Ausrichten bei Morgensonne / Zusammenklappen (2x)

Orientierung zur Sonne

Hatten Sie Schwierigkeiten, den Kocher und die Lamellen zur Sonne auszurichten ?

4 x ja (Reflektoren ganz aussen / wie kontrollieren ? / Farbcode, bzw. Schatten schwierig abzulesen / Lamellen klappen in die falsche Richtung um)

Kochen / Rezepte

Welche Rezepte haben Sie ausprobiert ?

Polenta, Reis (2x), Risotto, Linsen, Linsensuppe, Kartoffeln, Tee, Kaffee, Nudeln, Tomatensauce, Muschelsauce, Wasser (2x), Eier, Jogurt (?)

Was war Ihr Lieblingsgericht ?

Steinpilz-Risotto, Lasagnes, Tomatensauce, Muschelsauce

Welches war die längste und die kürzeste Kochdauer ?

Kürzeste: 1h45 / 20' / 40' / 20' / 45'

Längste: 3h30 / 1h30 / 1h30 / 40' / 45'

Dauert das Kochen zu lange für Sie ?

3 x nein / Zu hause: nein, unterwegs: ja (2x) / Für meinen Begleiter, ja / kocht schneller als meine Boxkocher

Haben Sie andere Kochgefässe verwendet als den beiliegenden Kochtopf ?

4 x nein, 3 x ja (kleinerer Topf / Espressomaschine / grösserer Alutopf ohne Windschutz)

Hatten Sie Misserfolge ? Wenn ja, was war vermutlich der Grund ?

- *Ungeeignete Speisen, zu wenig Hitze, falsche Ausrichtung der Lamellen?*
- *Wir haben 1 Stunde zu spät angefangen (Sonne weg)*
- *Durchziehende Wolken, unebener Boden, schlecht eingestellte Reflektoren*
- *Nudeln: Wasser nicht genügend heiß (nicht sprudelnd)*
- *Zu wenig Hefe für Kuchen*

Transport

Haben Sie Ihren Kocher transportiert (ausser im Auto) ?

Wenn ja, mit welchen Transportmitteln (Flugzeug, Bus, Zug, zu Fuss, ...) ?

Flugzeug, zu Fuss (3x), Rucksack

Hatten Sie Schwierigkeiten dabei ?

3 x nein / gepolsterte Tasche besser

Reise

Haben Sie Ihren Kocher auf eine Reise mitgenommen ? Wenn ja, in welches Land ?

Italien, Spanien, Kroatien

Wie oft haben Sie auf der Reise mit dem Kocher gekocht ?

1 x / 2 x / 3-4 x

Hatten Sie dabei spezielle Erlebnisse mit dem Kocher ?

- *Wurde von den Zuschauern eher kritisch gewürdigt*
- *Ja, erregte grosse Aufmerksamkeit auf dem Campingplatz*
- *Das Staunen anderer Leute!*

Freie Kommentare (gekürzt)

- *Lamellen sind anfällig gegen 'Rückenwind' und werden manchmal konvex eingedrückt*
- *Mitnahme auch für Familie lohnenswert, da gut verstaubar im Auto*
- *Man muss etwas planen und z.B. Gemüse mittags vorgaren und abends grillen.*
- *Der Kocher ist eine gute Idee, aber zu kompliziert im Aufbau.*
- *Griff des Topfes zu heiß, besser Korkzapfen.*
- *Farben der Codes zu wenig solide, besser Schrumpfschlauch*
- *Rostflecken im Kochtopf (?)*
- *Kocher grösser als erwartet. Könnte man ihn nicht kleiner, parabolischer machen? Mit einem Folienreflektor?*

- Habe meinen Arm beim ersten Gebrauch am heissen Kochtopf verbrannt. Besser warnen! Besser mit Holzgriffen für einfacheres Handling.
- Macht Spass zu experimentieren, nicht absolut praktisch, aber formschön.
- Könnte auch zum Sterilisieren von Trinkwasser verwendet werden.
- Die Reflektoren sind zu scharf.
- Der Kocher scheint mir recht sperrig und sensibel.
- Ich würde gerne ein paar pfiffige Rezepte erfinden.
- Die Marktchancen schätze ich eher gering ein (für Trekking in Gruppen zu klein, für Einzelpersonen zu voluminös).
- Warmes Essen braucht man unterwegs am Mittag kaum, man möchte am Abend kochen und warm essen, wenn die Sonne weg ist.



Abbildungen 17 und 18. Bilder, die wir von Testkundinnen mit dem Fragebogen erhielten.

5.5 Analyse

Allgemeines

- Die Zusammensetzung der Gruppe der Testpersonen ist gut gelungen: einige mit Solarkocherfahrung, einige 'Neulinge'. Die Kocher wurden in verschiedensten Situationen und Ländern eingesetzt.
- Alle sind zufrieden oder einigermaßen zufrieden mit ihrem Kocher.
- Leider wurde hat an dieser Studie keine Person teilgenommen, die eine richtige 'Wüstenreise' oder eine Reise in die Tropen unternommen hat.

Auf- und Abbau

- Der Auf- und Abbau dauert im Durchschnitt zu lange (allerdings wurde der Kocher z.T. nur ein oder zweimal aufgebaut). Erstaunlich sind die grossen Unterschiede. Der Kocher scheint geeignet zu sein für Personen mit einem gewissen technischen Grundverständnis (Mechanik, Weg des Sonnenlichts). Er ist jedoch nicht 'plug&play'.

- Die Orientierung der Lamellen bereitet Schwierigkeiten. Hier sollten einfachere Hilfsmittel gefunden werden, die ein präzises Orientieren ermöglichen.

Kochen

- Der Kocher eignet sich für eine grosse Vielfalt von Gerichten! Viele Rezepte wurden ausprobiert.
- Die Möglichkeit, Kaffee (Espresso) zu kochen, fasziniert viele Personen.
- Die angegebene Kochdauer war in einigen Fällen sehr hoch. Entweder war die Fokussierung schlecht (da nicht einfach sichtbar) oder die Kocher wurden auch in Momenten mit ungenügender Sonneneinstrahlung eingesetzt.
- Die 'Normkochzeit' von einer Stunde scheint für Leute auf Reisen z.T. problematisch. Dies gilt weniger für stationäres Camping. Im 'Heimgebrauch' ist die Dauer kein Problem.

Transport

- Der Kocher wird als sperrig, gross und etwas sensibel angesehen.
- Es sind keine *wirklichen* Probleme mit dem Transport aufgetreten.

Qualität des Produktes

- Die drei wichtigsten Schwachstellen: Topfgriffe, rote Farbe, Füsschen. Diese technischen Probleme sind relativ einfach zu lösen.

Generell wird der Kocher von Personen mit Solarkocherfahrung wohlwollender beurteilt. Wer die Grösse und das Ausmass anderer Solarkocher kennt und generell mit den Einschränkungen des solaren Kochens vertraut ist, bringt mehr 'Verständnis' auf für die Schwachstellen des Reisekochers. Wer hingegen nur die Bequemlichkeit des Herdes zu Hause und die Grösse eines Gaskochers als Vergleich kennt, wird sich mit Mühe an das neue Gerät gewöhnen.

Es stellt sich natürlich die Frage, ob der Kocher den Bedürfnissen der Zielgruppe, der Reisenden, entspricht. Für Personen, die *lange* zu Fuss unterwegs sind (Trekker, Trampler, Traveller) scheint die Packgrösse immer noch zu gross. Er wird eher 'reisende Solarfans' ansprechen, die bisher schweren Herzens ihren Solarkocher zu Hause gelassen hatten. Ebenso darf man sich fragen, ob der Kocher der Tagesplanung eines Reisenden entsprechen kann. Wer täglich unterwegs ist bis Sonnenuntergang, wird vielleicht nicht die Geduld aufbringen, die Mittagspause um eine halbe Stunde zu verlängern, um solar zu kochen.

Viel besser passt sich der Kocher den Campingurlaubern an, bzw. allen Reisenden, die mehrere Tage an einem Ort verweilen, bevor sie weiterziehen. Selbst im Auto findet ein leichter *Boxkocher* vielleicht nicht mehr seinen Platz, während der *Rucksackkocher* bequem verstaut werden kann.

Für reisende Familien ist der Kocher zu klein, er wurde für 2 Personen entwickelt. In weiterer Zukunft sollte auch ein grösseres Modell für Familien angeboten werden.

Das technische und etwas futuristische Design scheint zu gefallen.

Zusammenfassend können wir sagen, dass der Kocher am besten geeignet ist für Personen...

- mit einem gewissen technischen Grundverständnis
- die die 'sonnenbedingten' Einschränkungen des solaren Kochens schon kennen
- die auf Reisen mehrere Tage an einem Ort verweilen
- die aus Liebe zur Solarenergie und zur Umwelt auch einen etwas grösseren Kocher als einen Gaskocher auf den Rucksack schnallen
- die im Auto (Chalet, Gartenhaus, ...) keinen Platz mehr finden für einen Boxkocher
- die im Flugzeug kein Gas oder Benzin transportieren können

6 Technische Vorschläge für die Zukunft

Mit relativ wenigen Änderungen kann der Kocher an den Kreis der 'speziell umweltinteressierten' oder 'schon solarkochenden' Reisenden verkauft werden. Diese sind:

- Handliche Topfgriffe anbringen
- Rote Farbe besser einbrennen oder andere Farbe verwenden
- Stabilere Füßchen mit einer Arretierung, damit sie nicht herausrutschen können
- Neue Möglichkeiten finden, die Lamellen auszurichten ('Tricks', Hilfsmittel)

Es ist erstrebenswert, diese Änderungen im Winter vorzunehmen und den Kocher im Frühling 2007 in das normale Verkaufsprogramm aufzunehmen.

Bevor der Kocher auch für das 'Durchschnittspublikum' vermarktet werden kann - z.B. via einen Sportartikelkatalog - sollte er überarbeitet werden:

- noch besser (kleiner) verstaubar
- einfacher in der Handhabung (Aufbau und vor allem Ausrichtung der Spiegel).
- Idealerweise ganz aus Spiegelfolie, die aufgerollt werden kann

Diese Weiterentwicklungen bedingen einen grossen Zeiteinsatz, der vermutlich nur mit finanzieller Fremdhilfe möglich ist.

7 Schlussfolgerungen

Das Projekt 'Ultraleicht-Solarkocher II' konnte wie geplant durchgeführt werden. Sowohl die physikalischen, als auch die technischen Verbesserungen konnten zum grössten Teil in die Fabrikation einfließen. Sehr viel gelernt haben wir bei der Produktion der Kleinserie durch arbeitslose Jugendliche in Bern. Jedes technische Detail musste auf kostengünstige und serientaugliche Art und Weise gelöst werden, oft wurden Massenprodukte wie Aderendhülsen und Lüsterklemmen 'zweckentfremdet', da solche Teile im Gegensatz z.B. zu Teilen aus dem Modellbau günstig erhältlich sind.

Schwieriger als erwartet gestaltete sich die Suche nach TestkundInnen, zudem waren diese weniger experimentierfreudig als erwartet – einige haben den Kocher gar nie ausprobiert. Trotzdem konnten die Erfahrungen einer *vielfältigen* Gruppe von Personen ausgewertet werden. Darunter waren sowohl erfahrene SolarköchInnen als auch Neulinge, die Kocher wurden sowohl zu Hause (Schweiz, Deutschland, Spanien) als auch im Urlaub (Italien, Spanien, Kroatien) und auf der Alp getestet, sie wurden im Flugzeug, im Auto und zu Fuss transportiert und es wurden eine Vielzahl von Gerichten ausprobiert.

Diese Auswertung der Resultate hat gezeigt, dass der Kocher vor allem von Personen mit Solarkocherfahrung, ökologischem Interesse und einem gewissen technischen Grundverständnis gut aufgenommen wird. Es handelt sich jedoch (in der aktuellen Form des Kochers) noch nicht um einen 'grand publique' Artikel; die Kochzeit und die Grösse des Kochers werden von Personen bemängelt, die nur den Herd zu Hause oder den Gaskocher als Referenz kennen. Ebenso scheint die Einstellung der einzelnen Reflektoren für einige Testpersonen zu kompliziert. Das 'technische' und etwas futuristische Design hingegen wird durchaus geschätzt.

Anhang

Centre Neuchâtelois de cuisine solaire

U200 Suisse

Vente de fours solaires, kits et accessoires
information · formation · développement

Dr. Michael Götz
Rue Matile 71, CH-2000 Neuchâtel

☎ 0041 32 725 38 16 (Français)

☎ 0041 32 724 06 76 (Deutsch)

☎ 0041 32 554 78 16 (fax)

info@cuisinesolaire.com

www.cuisinesolaire.com

Liebe Benützerin, lieber Benützer des Ultra Light Solarkochers

Der Sommer ist vorbei - wir hoffen, Sie hatten die Gelegenheit und die Freude Ihren Ultra Light Solarkocher ausprobieren zu können! Mit diesem Fragebogen bitten wir Sie um ein 'feedback' Ihrer Erfahrungen. Bitte antworten Sie so ehrlich wie möglich, damit wir unseren Kocher verbessern können. Sie müssen nicht alle Frage beantworten, wählen Sie die Fragen aus, die Ihren Erfahrungen entsprechen.

Bitte drucken Sie diese Seite aus und schicken Sie sie ausgefüllt zurück (Brief oder Fax) oder schreiben Sie direkt in das Dokument und schicken Sie es per Mail zurück. Wir rechnen mit Ihrer Antwort bis am **15. Oktober 2006** und bedanken uns herzlich.

Allgemeines

Ihr Name:

Hatten Sie schon vor dem Ultra Light mit Solarkochern gekocht ?

Wie oft konnten Sie den Ultra Light einsetzen ?

Bei welchen Gelegenheiten (Wanderung, Reise, im Garten, Experimente, ..)

Waren Sie zufrieden mit dem Kocher ?

Haben Sie die Bedienungsanleitung gelesen ? War sie verständlich ?

Haben Sie irgendwelche 'Tricks' entdeckt, um folgende Punkte zu erleichtern..

- Aufbau
- Abbau
- Verstauung der Teile in den Säcken
- Kochen
- Transport ?

Haben Sie Teile des Kochers verloren oder sind sie zerbrochen ? Wenn ja, welche ? (Sie können die Teile direkt im Bild einzeichnen).



Auf- und Abbau

Mit etwas Übung: Wie lange brauchen Sie für den Aufbau des Kochers ?
Für den Abbau ?

Was war schwierig ?

Orientierung zur Sonne

Hatten Sie Schwierigkeiten, den Kocher und die Lamellen zur Sonne auszurichten ?

Kochen / Rezepte

Welche Rezepte haben Sie ausprobiert ?

Was war Ihr Lieblingsgericht ?

Welches war die längste und die kürzeste Kochdauer ?

Dauert das Kochen *zu* lange für Sie ?

Haben Sie andere Kochgefäße verwendet als den beiliegenden Kochtopf ?

Hatten Sie Misserfolge ? Wenn ja, was war vermutlich der Grund ?

Transport

Haben Sie Ihren Kocher transportiert (ausser im Auto) ?

Wenn ja, mit welchen Transportmitteln (Flugzeug, Bus, Zug, zu Fuss, ...) ?

Hatten Sie Schwierigkeiten dabei ?

Reise

Haben Sie Ihren Kocher auf eine Reise mitgenommen ?

Wenn ja, in welches Land ?

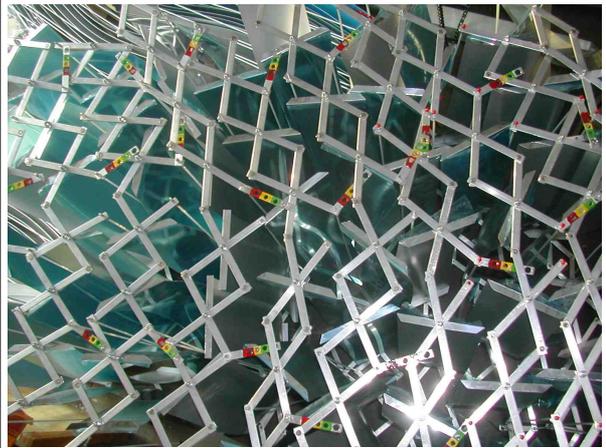
Wie lange ?

Wie oft haben Sie auf der Reise mit dem Kocher gekocht ?

Hatten Sie dabei spezielle Erlebnisse mit dem Kocher ?

Freie Kommentare

17. Fotosammlung





Solarer Campingkocher



Kochen unterwegs ohne Gas oder Benzin ? Der erste rucksacktaugliche Solarkocher macht's möglich !

Solarkocher sind die perfekte Alternative zum Gas- oder Benzinkocher für Reisen in sonnige Länder. Bis anhin war allerdings ein Auto nötig, um die Kocher bequem zu transportieren, denn die leichtesten Kocher wogen ca. 5 Kilogramm. Das Centre Neuchâtelois de cuisine solaire hat nun - mit Hilfe des schweizerischen Bundesamtes für Energie - einen leichten und effizienten Solarkocher entwickelt, der für zwei Personen kocht und nicht mehr als 2kg wiegt, inklusive Kochtopf! Die typische Kochzeit ist eine Stunde bei gutem Sonnenschein. Durch seinen faltbaren Aufbau lässt sich der Reflektor auf ein Packmass von 60cm x 14cm x 12cm zusammenklappen; der Windschutz, der Kochtopf und die Kleinteile sind in einem zweiten kleinen Sack verstaut.

Als ExperimentatorIn den Kocher zu reduziertem Preis erwerben ?

Wir suchen InteressentInnen, die den neuentwickelten solaren Campingkocher zum vergünstigten Preis von 99 Franken erwerben möchten, um ihn im Sommer 2006 zu testen. Die einzige Vorgabe: Sie müssen uns im Herbst eine Rückmeldung über Ihre Erfahrungen und die Handhabbarkeit des Kochers geben. Der Kocher wurde bereits auf mehreren Reisen getestet, die Prototypenreihe des Sommers 2006 soll ihm den letzten Schliff geben. Der reguläre Verkauf (der Preis wird zwischen 200 und 250 Franken liegen) beginnt voraussichtlich zu Weihnachten 2006.

Im (vom Bundesamt für Energie) vergünstigten Kaufpreis von 99 CHF (plus Versandkosten) ist neben dem faltbaren Sonnenreflektor und dem Spezial-Kochtopf

ein kleiner "Backup-Kocher" (Festbrennstoff) für Schlechtwetter und die passende Transporthülle enthalten.

Das Gesamtgewicht beträgt 2 kg, der Topf fasst einen Liter, das Packmass liegt bei ca. 60cm x 14cm x 12cm für den Reflektor und Ø15cm x 15cm für den Windschutz und den Topf.

Die Kocher werden ab Anfang Juli ausgeliefert. Wir bitten Sie, uns Ihr Interesse mit Reiseziel, Abreisedatum, ihrer Post- und Internetadresse mitzuteilen. Es stehen 30 Solarkocher zur Verfügung, wir werden versuchen, Personen mit möglichst unterschiedlichen Reisezielen zu berücksichtigen. Wir werden Sie im Herbst (ab Ende August) per Fragebogen oder Telefoninterview über Ihre Erfahrungen befragen.

Unsere Mailadresse: info@cuisinesolaire.com (bitte 'Rucksackkocher' als Titel verwenden)

Weitere Informationen: www.cuisinesolaire.com