

## Mikroprozessor-kontrollierter Vergleichstest

### Abkühlung im Isolierkorb mit 3 Liter vs. Isoliertasche mit 1 Liter Wasser

Seit Anfang der 2000er Jahre, als ich die Körbe zuerst bei den alljährlichen Konferenzen von EG-Solar in Burghausen staunend zur Kenntnis nahm, treibt mich die Aufgabe um, diese einfache und dennoch höchst effektive Methode in Ostafrika einzuführen. Aber erst im Jahre 2012 lernte ich die Kenianerinnen Faustine Odaba (Nairobi) und Dinah Chienjo (Kisumu) kennen, die selbst seit vielen Jahren diese Körbe mittels Workshops in ganz Kenia verbreiteten, wobei sie finanziell von deren früherem Arbeitgeber Solar Cookers International East Africa (SCI-EA) unterstützt wurden.



Das Foto wurde im Jahre 2013 bei Dinah Chienjo in Kisumu aufgenommen und zeigt, wie die Frauen eifrig an der Herstellung der Isolierkörbe arbeiten.

Im Jahre 2014 erfuhr die Zentrale von Solar Cookers International in Sacramento, USA, einen Umbruch. Julie Greene wurde Direktorin und formte diese weltweit führende Organisation in eine "akademische" um, was immer das bedeuten mag. Jedenfalls wurden die Hilfen für afrikanische NGOs eingestellt. Der SCI-Mitgründer Prof. Metcalf war darüber nicht besonders glücklich. Ich auch nicht. Es galt, sich schnell Gedanken zu machen, diese wunderbare Technologie zu verbreiten und nicht versiegen zu lassen.

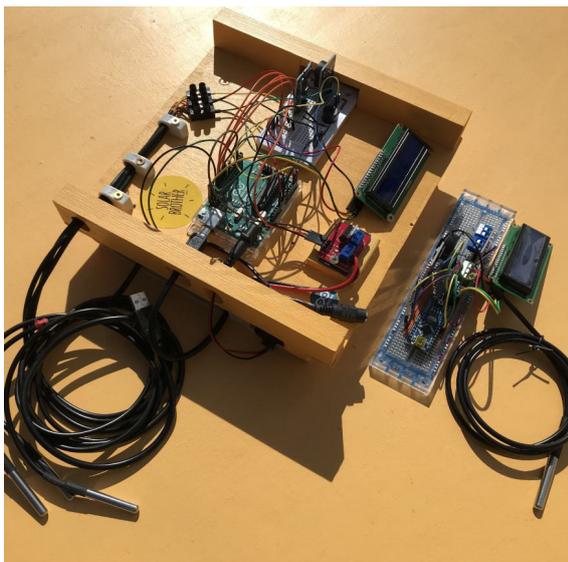
Ich trat der Organisation Lernen-Helfen-Leben e.V. bei, um mit mehreren Mitstreitern die Isolierkörbe ins Zentrum des Bewusstseins für energiesparenden Maßnahmen zu rücken. Insbesondere stand mir Ingelore Kahrens stets unterstützend zur Seite. Es wurden Aktionen zur Akquise von Spenden durchgeführt und mit einer Präsentation auf Betterplace (<https://www.betterplace.org/p23185>) flankierend begleitet. Nach anfänglichem Zögern beschleunigte sich die Spenden-Aktivität und gestattete, Workshops in ganz Ostafrika von Mal zu Mal durchzuführen: Kenia, Uganda, D.R. Kongo und Äthiopien. Die wohlwollenden Worte von Dr. ing. Dieter Seifert beflügelten mich bei meiner Arbeit.

Das Fehlen von genauen und glaubhaften Tests erwies sich als Mangel beim Versuch, Spenden aufzutreiben. Für die sogenannten Clean Cookstoves gab es seit Jahrzehnten den halb-offiziellen Water Boiling Test, der schließlich in eine ISO-Norm einfluss. Für die Beurteilung von Solarkochern gab es die ebenfalls seit 2003 veröffentlichte halb-offizielle Norm ASAE S580, die ebenfalls Bestandteil der vorgenannten ISO-Norm wurde. Bei der Überführung der Norm ASAE S580 zur ISO-Norm wurde sogar von SCI eine Steuereinheit „PEP“ samt Software entwickelt, die man für \$1000 selbst zusammenbasteln konnte. Nur die wirklich energiesparende Maßnahme, nämlich die der Isolierkörbe (engl. Fireless Cookers), wurde nicht ausreichend beachtet und gefördert.

Ich hatte vor, diese mikroprozessor-gesteuerte Einheit für die Abkühl-Messungen von Isolierkörben einzusetzen, um Zweiflern endlich entgegen zu treten. Mit Entsetzen musste ich aber die Nachricht des Projektleiters von SCI, Herrn Allan Bigelow PhD, zur Kenntnis nehmen, dass die Software nicht kostenlos sei.

Was tun?

Nach einigem Überlegen kam ich zu dem Schluss, dass ich ein paar Ingenieure suchen müsste, um selbst eine computerisierte Sensor-Einheit samt Software zu „erfinden“. Mir standen nach einer gewissen Zeit die Spezialisten für Arduino-Mikroprozessoren Saliya Ruchiranga (Sri Lanka) sowie Ferdinand Bukunda und Roland Karhahaya (beide D.R. Kongo) zur Seite. Die Entwicklung der Software nebst unzähligen Tests nahm etwa ein halbes Jahr in Anspruch. Nach Beendigung erhielten die Steuereinheit und die Software den Namen Baba Moto STRU (Superior Temperature Recording Unit). Sämtliche elektronischen Elemente kosten nur ein Zehntel der Einheit von SCI. Die Software kann jeder haben, der sie für nicht-kommerzielle Zwecke in der Entwicklungshilfe benötigt. Sie wird am Ende dieser Ausarbeitung eingefügt.



Das Foto zeigt links die große, mit 3 Temperatursensoren ausgestattete Einheit *Baba Moto STRU Uno* und rechts die kleine Einheit *Baba Moto STRU Nano*, die über nur einen Temperatursensor verfügt.

Beide Einheiten sind ansonsten baugleich; die Stromversorgung erfolgt wahlweise über USB, Batterie oder Solarmodul. Die gemessenen Temperaturen werden in einem LCD-Display angezeigt und auf einer SD-Karte zur weiteren Bearbeitung mit Excel o.ä. gespeichert. Bei Anschluss per USB werden die Messwerte außerdem auf dem Bildschirm eines Computers angezeigt.

# Die getesteten Isolierbehälter

**1. Der Isolierkorb** ist das gängige Modell in ganz Afrika. Aus transporttechnischen Gründen konnte ich nur einen Korb mitbringen, der über einen henkellosen 4-Liter-Aluminiumtopf vom Typ **Sufuria** mit Deckel verfügt, wie er in ganz Ostafrika Standard ist. Die Isolierung hat rundum eine Stärke von etwa 6 cm und besteht aus Baumwolle oder Polyesterwolle, die in Ostafrika „Blanket Waste“ genannt wird. Obenauf kommt ein Kissen, das ebenfalls mit Isoliermaterial befüllt ist. Der Topf wird zum Einfügen und zur Entnahme mit einer Art Wickeltuch versehen, denn er wäre zu heiß, um ihn mit den bloßen Händen anzufassen.

Ein Fireless Cooker in Korb-Bauweise (Foto) ist das gängige Modell in Afrika. Die damit befassten Frauen verzieren ihn zudem mit hübschen Stoffen, denn es handelt sich um einen Einrichtungsgegenstand, auf den die Inhaberinnen stolz sein wollen.

Zum Testen wurde der 4-Liter-Topf mit 3 Litern (75%) heißem Wasser befüllt. Je voller, umso länger hält sich die Wärme.

Es empfiehlt sich, den Korb auf einer ebenerdigen und sauberen Unterlage zu platzieren. Afrikanische Frauen umhüllen ihn zudem meistens mit einer Plastiktüte. Nach Gebrauch sollte der Isolierkorb durchlüftet werden. In einer Familie ist es ratsam, den Betrieb anzuzeigen, zum Beispiel mit einem Zettel „Essen kocht“.



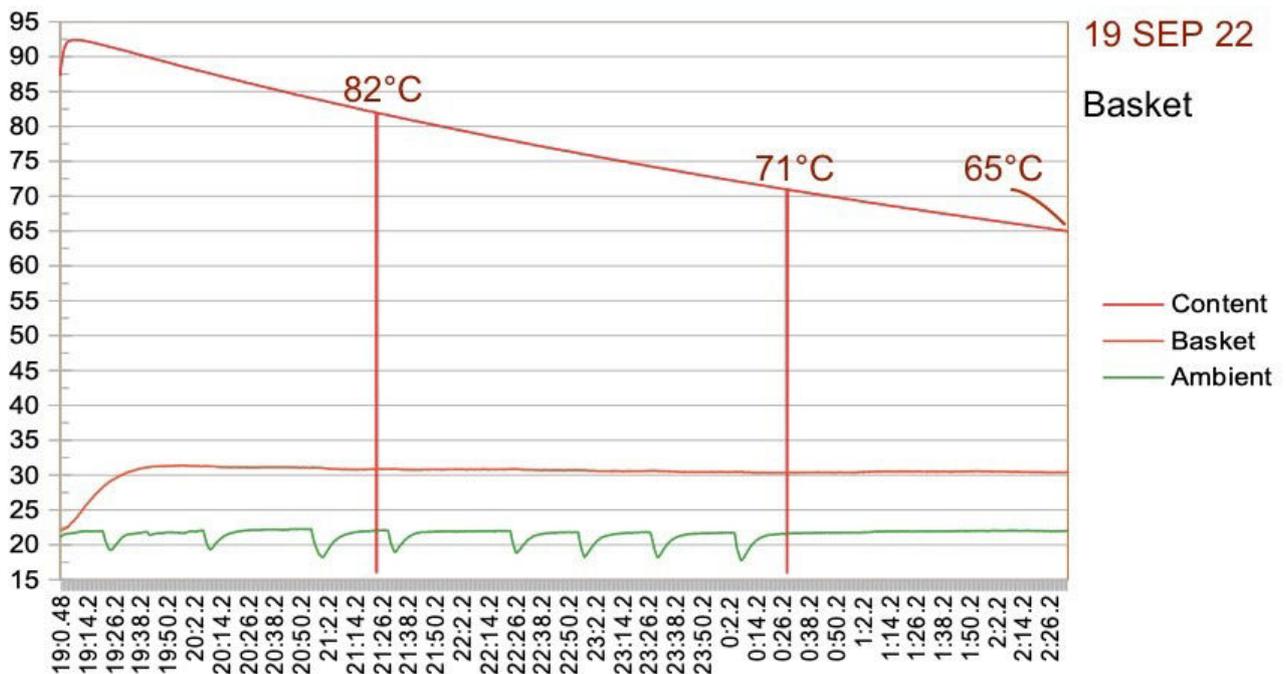
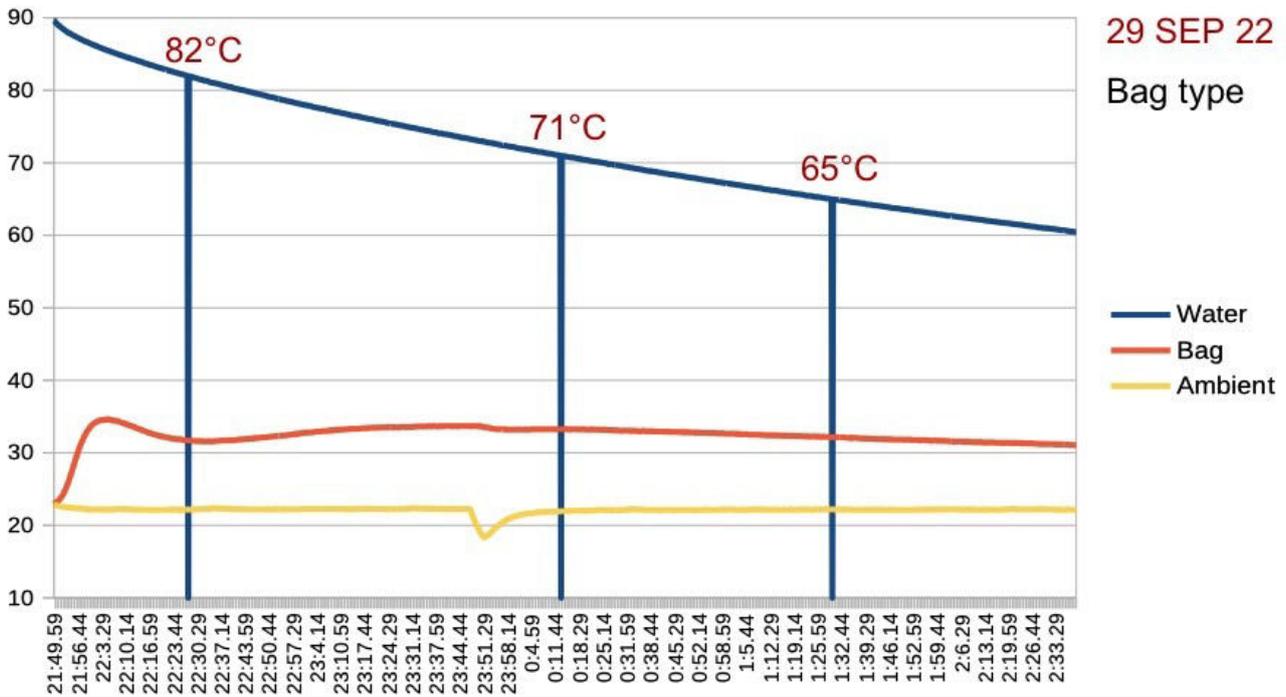
**2. Die Isoliertasche** ist weniger geläufig und ist eher für kleinere Mengen Kochgut gedacht. Die deutsche Firma Sun-and-Ice hat (hatte) eine solche Isoliertasche in ihrem Programm. Die Funktionsweise der Isoliertasche entspricht in etwa dem sehr beliebten südafrikanischen Wonderbag. Wichtig ist in jedem Fall, dass der Topf mitsamt dem „Wickeltuch“ von allen Seiten ausreichend mit Isoliermaterial umhüllt ist. Bei kleinen Mengen Kochgut – wie im vorliegenden Test – dürfte die Gartemperatur bereits nach einer Stunde unterschritten werden. Trotzdem verlangsamt sich die Temperaturabnahme: selbst nach einer Nacht ist das Wasser noch warm genug, um der Körperpflege oder zum Waschen des Kleinkinds zu dienen, nämlich deutlich über 40°C. Falls Speisen im Isolierkorb oder der Isoliertasche garen, sind sie nach vielen Stunden noch mit 65°C heiß genug, um verzehrt zu werden.

Isoliertaschen sollten nach Gebrauch sehr gut durchlüftet werden, mehr noch als Isolierkörbe.

Für alle Isolierbehälter gilt, dass die Maximaltemperatur nur 100° betragen darf, sonst läuft man Gefahr, dass die Stoffe und das Isoliermaterial Schaden nehmen. Von einem Einfügen von heißen Steinen wird aus diesem Grund dringend abgeraten.

Video, wie die Isolierkörbe hergestellt werden: <https://youtu.be/hQdwmbRjlg>

In den Grafiken auf der folgenden Seite sind die Temperaturen 82° (Gartemperatur für alles, auch Bohnen oder Fleisch), 71° (Pasteurisierung für Speisen) und 65° (Pasteurisierung für Wasser) gesondert eingezeichnet. Bag type: Isoliertasche mit 1 Liter Wasser, Basket: Isolierkorb mit 3 Liter.



Drei Liter Kochgut sind im Isolierkorb nach 2 ½ Stunden noch am Garen. In der Isoliertasche trifft dies nach 40 Minuten zu, allerdings war in diesem Fall die Anfangs-Temperatur „nur“ 92°C.

**Fazit:** Gegner und Ignoranten von Solarkochern können nicht mehr behaupten, dass solares Kochen in Afrika nicht anwendbar sei, weil abends bzw. nachts warm gegessen würde. Selbst mit einer einfachen Isoliertasche ist 1 kg noch nach fast vier Stunden heiß genug, um sich die Lippen zu verbrühen. 3 kg, also etwa 6 bis 7 Mahlzeiten, sind mit einem Isolierkorb noch nach 7 ½ Stunden heiß genug zum Verzehr.

## Anhang: Programm Baba Moto STRU in C++ für Arduino Uno

\*STRU version 1.6.6 as per 13 SEP 2022  
(Baba Moto Superior Temperature Recording Unit)

This system and code is designed  
for development aid purposes in  
the poor countries of the world to  
combat post harvest losses, hunger  
and poverty.

developed by :

Bernhard S. Müller ..... bs\_mueller@gmx.net  
Ferdinand Bukunda Matabishi &  
Roland Karhahaya Amani ..... fbukunda@gmail.com  
Saliya Ruchiranga ..... stark9000@gmail.com

heavily inspired by tutorials in <https://lastminuteengineers.com/>.  
\*/

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h> //https://github.com/jarzebski/Arduino-DS3231
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

//LCD-----
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//DS3231-----
DS3231 clock;
RTCDateTime dt;
const int SQW_PIN = 2;
boolean FILE_UPDATED = false;
boolean LCD_UPDATED = false;
int FILE_UPDATE_SECONDS = 0;
int LCD_UPDATE_SECONDS = 0;
String TIME_STAMP = "";

//SD card-----
File TEXT_FILE;
int CS_PIN = 10;

//DS18B20-----
#define ONE_WIRE_BUS 7
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature DS18B20(&oneWire);

float TEMP_1 = 0;
float TEMP_2 = 0;
float TEMP_3 = 0;

//INDICATORS-----
int LED65 = 3;
int MOTOR = 9;
int BUZZER = 5;

//SETUP-----
void setup()
{
```

```

Serial.begin(115200);

//-DS18B20-----
DS18B20.begin();

//-LCD-----
lcd.begin();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);

//-DS3231-----
pinMode(SQW_PIN, INPUT_PULLUP);
clock.begin();
Wire.beginTransmission(0x68);
Wire.write(0x0e);
Wire.write(0b01111011);
Wire.endTransmission();
clock.armAlarm1(false);
clock.armAlarm2(false);
clock.clearAlarm1();
clock.clearAlarm2();
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SQW_PIN), ALARM, FALLING);

//-SD card-----
SD.begin(CS_PIN);
if (!SD.begin(CS_PIN))
//writing failure status to serial monitor---
{
  Serial.println("SD failed");
  return;
}

//INDICATORS-----
pinMode(LED65, HIGH);
pinMode(MOTOR, OUTPUT);
pinMode(BUZZER, OUTPUT);
}

void loop()
{
  getTemperatureA();
  updateIndicators();

  if (LCD_UPDATE_SECONDS == 5 && !LCD_UPDATED)
  {
    LCD_UPDATED = true;
    printToLCD();
  }

  clock.setAlarm1(0, 0, 0, 1, DS3231_MATCH_M_S);

  if (FILE_UPDATE_SECONDS == 14 && !FILE_UPDATED)
  {
    //writing status to serial monitor and data to SD card---
    FILE_UPDATED = true;
    Serial.println("saving data...");
    writeToSDcard();
  }
}

void writeToSDcard()
{
  TEXT_FILE = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);

```

```

dt = clock.getDateTime();

if (TEXT_FILE)
{
    TIME_STAMP = String(dt.year) + "." + String(dt.month) + "." + String(dt.day)
+ "," + String(dt.hour) + ":" + String(dt.minute) + "." + String(dt.second);
    TEXT_FILE.println(String(TIME_STAMP) + ";" + String(TEMP_1) + ";" +
String(TEMP_2) + ";" + String(TEMP_3));
    TEXT_FILE.close();
    Serial.println(TIME_STAMP);
}
else
{
    Serial.println(F("No SD Card"));
}
}

void ALARM()
{
    if (FILE_UPDATE_SECONDS > 14)
    {
        FILE_UPDATE_SECONDS = 0;
        FILE_UPDATED = false;
    }
    if (LCD_UPDATE_SECONDS > 5)
    {
        LCD_UPDATE_SECONDS = 0;
        LCD_UPDATED = false;
    }

    FILE_UPDATE_SECONDS++;
    LCD_UPDATE_SECONDS++;
}

//Getting Temperatures -----
void getTemperatureA()
{
    DS18B20.requestTemperatures();
    TEMP_1 = DS18B20.getTempCByIndex(0);
    TEMP_2 = DS18B20.getTempCByIndex(1);
    TEMP_3 = DS18B20.getTempCByIndex(2);
}

//Printing to LCD -----
void printToLCD()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(TEMP_1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(TEMP_2);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(TEMP_3);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(8,1);
    if (!SD.begin(CS_PIN))

```

```

    {
        lcd.print("SD error");
    }
    lcd.print("SD write");

//Printing to Serial Monitor -----
Serial.print(F("Temperature 1: "));
Serial.println(TEMP_1, 2);

Serial.print(F("Temperature 2: "));
Serial.println(TEMP_2, 2);

Serial.print(F("Temperature 3: "));
Serial.println(TEMP_3, 2);
}

//Activate indicating LED, MOSFET, BUZZER -----
void updateIndicators()
{
    if (TEMP_1 > 65 || TEMP_2 > 65 || TEMP_3 > 65)
    {
        digitalWrite(LED65, HIGH);
        analogWrite(3,50);
    }
    else
    {
        digitalWrite(LED65, LOW);
    }

    if (TEMP_1 > 45 || TEMP_2 > 45 || TEMP_3 > 45)
    {
        analogWrite(9, 150);
    }
    else
    {
        analogWrite(9, LOW);
    }

    if (TEMP_1 > 60 & TEMP_1 < 60.5)
    {
        analogWrite(5, 80);
    }
    else
    {
        analogWrite(5, LOW);
    }
}
}

```