

Schriftliche Arbeit zum Wettbewerb

„Jugend forscht“

Thema:

„Energie aus Schrott“

Team:

Sebastian Weyrowski, Martin Kriebel

Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	Seite 1
Inhaltsverzeichnis	Seite 2
Information	Seite 3
Einleitung	Seite 4
Idee/Problem	Seiten 5 - 7
Weiterführung	Seite 8
Bisheriger Aufbau/1. Versuch	Seiten 9/10
Weiteres Vorgehen.....	Seite 11
Quellenangabe.....	Seite 12
Anhang.....	Seiten 13-18

Informationen

Jugend forscht

Bundesland: Brandenburg

Fachgebiet: Technik

Titel der Arbeit: Energie aus Schrott

	Gruppensprecher	2. Teilnehmer
Geschlecht	Männlich	Männlich
Name	Weyrowski	Kriebel
Vorname	Sebastian	Martin
Straße	Naundorfer Str. 17	Schillerstraße 2b
PLZ/Ort	01979 Lauchhammer	01979 Lauchhammer
Telefon	(0 15 20) 2 04 04 75	(01 73) 4 35 87 79
Geburtsdatum	22.09.1987	28.06.1989
Institut	JuFo-Zentrum Lauchhammer	JuFo-Zentrum Lauchhammer
Straße	Berliner Str.28	Berliner Str.28
PLZ/Ort	01979 Lauchhammer	01979 Lauchhammer
Frühere Teilnahme	Ja (2001, 2003)	Nein
Klassenstufe	12	11

Betreuung: Fred Hocker, Mario Kriebel

Alle hier gemachten Angaben sind verbindlich und dürfen für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Stiftung „Jugend forscht“ verwendet werden. Außerdem versichere ich, alle benutzten Quellen angegeben zu haben.

Datum

Ort

Unterschrift

Kurzfassung

Da Solartechnik für den Privatkunden nach wie vor weitestgehend unrentabel ist, haben wir uns zum Ziel gemacht, eine kostengünstige thermische Solaranlage zu entwickeln. Um dieses Ziel bestmöglich zu erlangen, verwenden wir hauptsächlich Gebrauchtteile bzw. Schrott. Dabei steht nicht ein hoher Wirkungsgrad im Vordergrund sondern ein geringer Preis und eine möglichst einfache Konstruktion. Wir wollen, dass jeder in der Lage ist, mit einem Bauplan eine solche Anlage zu bauen: „Der Volkskollektor. Solarenergie für jedermann!“

Einleitung

Sicher haben Sie sich heute schon die Hände gewaschen. Eine Selbstverständlichkeit. Duschen oder ein Bad nehmen sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Dass wir nur einen Hahn zu öffnen brauchen, um warmes Wasser zu haben, ist uns kaum noch einen Gedanken wert. Woher kommt die Wärmeenergie, um das Wasser zu erhitzen? Wieviel Energie beansprucht Händewaschen oder Duschen? Wieviel kostet die benötigte Energie? Und, können wir uns das Geld für die Warmwassererzeugung eigentlich sparen?

Solarkollektorhersteller suggerieren, dass man mit dem Umstieg auf Sonnenwärme bares Geld sparen kann. Ihre Kollektoren würden bis zu 60% des Energiebedarfs decken. Doch ist das wirklich richtig? Lohnt sich eine solche Anlage?

Wir wollen uns in diesem Projekt zunächst mit den Vor- und Nachteilen von Solarenergie auseinandersetzen. Hierbei wollen wir auch auf die Photovoltaik eingehen. Die daraus entstandenen Kenntnisse haben uns schließlich zu unserem Vorhaben geführt: Energie aus Schrott. Auf diesem Weg wollen wir unser Endprodukt erfinden: „Den Volkskollektor. Solarenergie für jedermann!“.

Ziel ist eine Solaranlage, die nicht durch einen hohen Wirkungsgrad überzeugt, sondern durch Wirtschaftlichkeit. Darum benutzen wir Gebrauchtteile, um einen Warmwasserbereiter zu bauen. Der Aufbau der Anlage soll so einfach sein, dass jeder eine solche Anlage mit einem Bauplan selbst „basteln“ kann.

Wie bereits zu erkennen, ist dieses Projekt noch nicht fertig. Wir müssen uns eingestehen, dass wir recht spät begonnen haben, daran zu arbeiten und durch schulische und anderwärtige Verpflichtungen nur begrenzte Zeit zur Verfügung stand. Zudem sind immer wieder neue Probleme aufgetreten, sodass sich die einzelnen Arbeitsschritte sehr verlängert haben. In der schriftlichen Arbeit gehen wir an späterer Stelle darauf noch mal ein.

Idee/Problem

Solarstromanlagen und thermische Solaranlagen sind derzeit sehr umstritten. Im Jahr 2000 verabschiedete die Bundesregierung das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), welches die Förderung von regenerativen Energien regelt. Die Verantwortlichen wollten damit den Ausstieg aus der Atomkraft bis 2020 entscheidend vorantreiben. 2003 betrug der Anteil der Atomkraft in Deutschland 31% oder insgesamt 161 Milliarden kW/h. Des Weiteren wollte man mit dem EEG die CO₂-Emissionen der Kohlekraftwerke reduzieren. Doch gab es von Anfang an großen Widerstand durch unterschiedlichste Gruppierungen. Auf der einen Seite Kraftwerksbetreiber, die die Schließung ihrer Betriebe und auch Einkommensquellen befürchteten. Auf der anderen Seite viele „normale“ Bürger, die die Förderung für maßlos übertrieben hielten. Diese bemängelten zudem, dass die Technologien zur Nutzung regenerativer Energien bei weitem noch nicht rentabel seien. Wir haben uns hierbei speziell mit den Vorwürfen gegenüber der Solartechnik auseinander gesetzt.

Zunächst muss zwischen der Photovoltaik und der thermischen Solarenergiegewinnung unterschieden werden. Daher möchten wir zunächst die Prinzipien der Photovoltaik erläutern. Photovoltaische Solarzellen basieren auf dem Grundstoff Silizium. Dies ist ein Metall mit den Eigenschaften eines Halbleiters, d.h. unter Zufuhr von Licht oder Wärme (Energiezufuhr von außen) wird es elektrisch leitfähig. Als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Solarzellen dienen überwiegend monokristalline Silizium-Stäbe, die in etwa $300\ \mu\text{m} = 0,3\ \text{mm}$ dünne Scheiben (Wafer) zerschnitten werden. Im nächsten Produktionsschritt werden die Wafer dotiert. Zusätzlich werden elektrische Kontakte (Elektroden) auf den Wafer aufgedampft oder aufgedruckt.

Lichteinfall oder äußere Wärmezufuhr setzt im Material negative und positive Ladungsträger frei, und es baut sich ein inneres elektrisches Feld auf, das Elektronen (negative Ladungsträger) gerichtet fließen lässt. Auf diese Weise entsteht eine elektrische Spannung, die mit den Elektroden an der Oberfläche der Solarzelle abgegriffen wird. Schließt man einen elektrischen Verbraucher an, fließt ein elektrischer Gleichstrom. Damit möglichst viel Licht in die Solarzelle eindringen kann, wird auf die Zelle eine Antireflexbeschichtung aus SiN_x () oder TiO_2 () aufgebracht. Diese verhindert weitestgehend die Reflexion des Lichts an der Oberfläche der Solarzelle. Die ursprünglich metallischgrauen Siliziumzellen erhalten somit eine blaue bis schwarze Färbung.

Die Leistung der Solarzelle ist temperaturabhängig. Höhere Zelltemperaturen führen zu niedrigeren Leistungen der Solarzelle und damit zu einem schlechteren Wirkungsgrad. Allerdings: je mehr Sonnenschein, umso mehr Strom wird produziert. Gegenwärtig gibt es vor allem zwei verschiedene Zelltypen: monokristalline Siliziumzellen, die im Labor einen Wirkungsgrad von etwa 24% erreichen, als Serienprodukt 14-17%. Jedoch sind diese Zellen in ihrer Herstellung sehr teuer. Zum zweiten gibt es amorphe Siliziumzellen, die geringere Herstellungskosten verursachen, aber auch einen geringeren Wirkungsgrad haben: Labor 13%; Produktion 5-7%. So kann man sagen, dass alle Zelltypen in etwa die gleiche Energierücklaufzeit haben, da billigere Zelltypen einen bedeutend niedrigeren Wirkungsgrad besitzen.

Wichtiger als die energetische Amortisation ist für den potenziellen Kunden, ab wann sich eine Solaranlage rentiert. Hier liegt der große Nachteil der Solarenergie. Eine Faustregel sagt, dass man etwa 6000 € pro installierte kW/h bezahlen muss. Je nachdem, wie die Verzinsung für das aufgewendete Kapital angesetzt wird, kann die Investition ab dem 15. bis 19. Jahr (!!!) eine Rendite abwerfen. Für gewerbliche Anlagen sind dank der Abschreibungsmöglichkeiten

die Renditeaussichten günstiger. Allerdings ist hier wahrscheinlich nicht die Degeneration (Wirkungsgradminderung) beachtet worden, da bisher kaum Langzeitstudien dazu vorliegen.

So schlussfolgern wir, dass sich Solarzellen für den Privatbenutzer kaum oder gar nicht rentieren. Großprojekte sind wesentlich wirtschaftlicher aber dennoch sehr kostenintensiv. Bei dem derzeitigen Stand der Entwicklungen sollte man Solarzellen nur in Regionen aufbauen, die bedeutend mehr Sonnentage haben als es in Europa der Fall ist. In Europa ist die Photovoltaik für Energiekonsumenten an abgelegenen Orten (Mautstationen, Wetterstationen, ...) zu empfehlen. Da Photovoltaikanlagen autark sind, entfallen die Kosten für Versorgungsleitungen. Jedoch ist auch hier zu berücksichtigen, dass meist hohe Investitionen für Akkus - in Zukunft evtl. ersetzbar durch Wasserstoffanlagen - anfallen.

Doch wie sieht es nun mit thermischen Solaranlagen aus? Können diese einen höheren Nutzen erzielen? Am verbreitetsten sind in Europa Kollektoranlagen. Derzeit werden vor allem zwei verschiedene Kollektortypen produziert:

Beim Flachkollektor ist der Absorber in einem flachen, wärmegeprägten Gehäuse untergebracht, das mit einer Glasplatte verschlossen ist. Flachkollektoren sind meist nicht evakuiert (luftleer), so dass Wärmeverluste die Luftzirkulation entstehen. Ihre Produktionskosten und somit die Preise sind deutlich niedriger als die der leistungsfähigeren Vakuum-Röhrenkollektoren.

Beim Vakuumröhrenkollektor befindet sich der Absorber in einem luftleeren Glasrohr, wodurch die Energieverluste im Vergleich zum Flachkollektor weiter reduziert und Temperaturen bis 150 Grad Celsius erreicht werden können. Wegen des hohen Wirkungsgrades arbeiten Vakuumkollektoren auch bei leicht bedecktem Himmel.

Nachdem das Wasser im Kollektor erwärmt worden ist, fließt es in einen Wärmetauscher. Dieser überträgt die Wärmeenergie auf Trinkwasser und Wasser von Heizungssystemen. Damit dies kontinuierlich möglich ist, benötigt man einen recht großen Wärmespeicher. Die Wärme muss auch gespeichert werden, weil der Kollektor um die Mittagszeit die meiste Wärme aufnimmt, Warmwasser im Haushalt aber vor allem früh und abend gebraucht wird. Die gängigsten Speicher Trinkwasseranlagen besitzen ein Volumen von 300-500l.

Das Problem bei diesen Anlagen ist wiederum die recht schlechte Energiebilanz. Sie wird für eine thermische Solaranlage nach folgendem Schema erstellt: Die Sonneneinstrahlung wird mit 100 % angesetzt. Davon gehen 20 % durch Reflexion verloren. Weitere 30 % verbraucht der Kollektor selbst durch Aufheizung und Abstrahlung. 15 % entfallen durch Wärmeverluste im Solarkreislauf, im Speicher und in der Brauchwasserverteilung. Die nutzbare Energie, auch als Systemwirkungsgrad bezeichnet, liegt dann bei 35 %. Diese Berechnung ist aber umstritten, da die reale Sonneneinstrahlung nicht 100% beträgt. Jedoch wurde und wird von vielen Herstellern diese Berechnung verwendet, um mit den „schönen“ Zahlen Werbung zu machen. Eine weitere Irreführung ist, dass viele Hersteller damit werben, eine Solaranlage könne den Energieverbrauch für ein Durchschnittshaushalt um 60% senken. Hier ist jedoch nur die Energie zur Aufbereitung des Trinkwassers gemeint. Für den gesamten Energieverbrauch eines Haus bedeutet dies lediglich eine Einsparung von 6-15%. Stiftung Warentest (Heft 04/02) errechnete so in einem Test einen jährlichen Kostenvorteil von 60-80 Euro gegenüber einer durchschnittlichen Ölheizung. Bei einem durchschnittlichen Preis für eine Solaranlage für einen 3-4 Personenhaushalt von 4000-5000 Euro bedeutet dies, dass sich solche Anlagen nach 50 Jahren rentieren würden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass mit den Ölpreisen von 2002 gerechnet wurde. Berücksichtigt man die Preisentwicklung der letzten

10 Jahre sowie die aktuellen Ölpreise, fällt die Bilanz für Solarenergie günstiger aus. Somit könnte sich eine Solaranlage wesentlich eher rentieren. Grob gerechnet: bei einer Verdoppelung der Ölpreise aller 10 Jahre würde sich eine solche Anlage nach 25 Jahren rentieren.

Doch was ist die große Stärke von Solaranlagen aller Art? Ihr großes Potenzial zur Einsparung von CO₂! Gegenüber einer Ölheizung kann pro Jahr der CO₂-Ausstoß um rund 12 Tonnen gesenkt werden! Somit ist die Investition in eine Solaranlage immer ein richtiger Schritt, um die Umwelt zu entlasten. Wir haben unsere Umwelt lange genug verseucht – es wird Zeit, dass wir sie endlich schonen.

Hier setzt unser Projekt an. Wir wollen Solarenergie billiger machen. Da uns das technologische Wissen für eine Photovoltaikanlage fehlt, haben wir uns entschieden, eine günstige thermische Solaranlage zu entwickeln. Hierbei stand für uns nicht eine möglichst gute Energiebilanz im Vordergrund, sondern ein günstiger Anschaffungspreis. Wir versuchen sozusagen das Pferd von der anderen Seite aufzuzäumen, da die Industrie bestrebt ist, möglichst viel Sonnenenergie in nutzbare Wärme umzuwandeln, jedoch die Kollektoren hierbei immer filigraner werden und somit auch teurer.

Weiterführung

Wie baut man eine thermische Solaranlage, die möglichst günstig ist? Ein Gang durch den Baumarkt zeigte bald, dass Neuteilen unsere finanziellen Möglichkeiten schnell überschreiten.

So kamen wir auf die Idee, Gebrauchtteile bzw. Schrott zu verwenden. Besonders bei einem Sonnenkollektor ist das eine einfache und effiziente Möglichkeit Sonnenwärme aufzunehmen. Das Beste: So ein Kollektor kostet keinen einzigen Cent! Allein diese Tatsache spornt uns an, möglichst alle Teile aus Schrott zu fertigen. Der enorme Kostenvorteil soll auch eine durchaus geringe Energiebilanz ausgleichen. Es kann niemand sagen, dass sich unsere Anlage nicht rentieren würde. In gewissem Sinne wäre sie eine wahre „Geldfabrik“.

Wir möchten an dieser Stelle allerdings ausdrücklich sagen, dass wir mit unseren Forschungen noch nicht fertig sind. Auf Grund der Tatsache, dass wir recht spät mit unserem Projekt begonnen haben und nur begrenzt Zeit pro Woche investieren können, handelt es sich in erster Linie um ein Gedankenmodell. Wir haben bisher lediglich den Kollektor gebaut und erste Messungen durchgeführt.

Bereits hier mussten wir erkennen, dass das Projekt ungeahnte Schwierigkeiten birgt, die meist erst bei versuchter Ausführung auftraten. Daher wurde unser Zeitplan noch weiter zurückgeworfen. Doch das ist Forschung und wir begrüßen jedes neue Problem, das auftaucht, da es eine Herausforderung darstellt und das Endprodukt verbessert. Aus diesem Grunde muss unser bisheriges Gedankenmodell weder ausgereift sein noch das gesteckte Ziel erreichen.

Dennoch kommen wir mit unserem Projekt zu „Jugend forscht“, weil wir den Erfahrungsaustausch suchen. Des Weiteren wollen wir die Meinung der Besucher, der Presse und der Jury aufnehmen und verwerten. Wir denken, dass uns dieser Dialog entscheidend voranbringen wird. Aus vergangenen „Jugend forscht“-Teilnahmen, wissen wir um das Potenzial dieses Wettbewerbs. Für uns wird dies besonders von Nutzen sein, da noch viele Probleme bei der Umsetzung offen stehen, die danach verlangen, gelöst zu werden. Müssen wir bei der Konstruktion eines Wärmetauschers eventuell doch auf Neuteile zurückgreifen oder finden wir eine halbwegs effiziente Lösung mit Schrott?!

Dies alles soll dahin führen, dass wir versuchen wollen, den Trinkwasserbedarf in den warmen Monaten weitgehend zu decken. Für den Sommer streben wir eine 100%ige Deckung an. Dahinter steht die Beobachtung, dass konventionelle Heizungsanlagen im Sommer nicht zur Raumerwärmung gebraucht werden, da es warm genug ist. Bei gut isolierten Häusern braucht die Heizung sogar in warmen Frühlings- und Herbstmonaten nur morgens anfahren. Ist die gewünschte Raumtemperatur erreicht, läuft die Heizung nur im Stand-by-Betrieb, um bei Bedarf Trinkwasser zu erwärmen. Wir wollen die Stand-by-Kosten reduzieren bzw. eliminieren. Des weiteren vermindern wir unnötige Brennerstarts. So werden die Geräte enorm geschont, was zu einer Verlängerung der Lebensdauer beiträgt. Außerdem spart man eine Menge Brennstoff, da speziell während des Tages immer nur geringe Mengen Warmwasser benötigt werden, die Heizung dennoch bei jeder Erwärmung voll anläuft und bedeutend mehr Wasser aufwärmt und viel Energie für den Start des Brenners benötigt. Wir hoffen, dass es uns gelingt, einen sehr guten Wärmespeicher zu konstruieren, damit wir zumindest im Sommer auch morgens Warmwasser mit unserer Anlage liefern können. So könnte man im Sommer die normale Heizung komplett abschalten!

Bisheriger Aufbau/1. Versuch

Das Kernelement unserer Solaranlage ist der Kollektor. Im Vergleich zu industriellen Kollektoren ist dieser sehr simpel und ähnelt einem Flachkollektor. Zur Wärmeaufnahme verwenden wir den Kondensator eines Kühlschranks. Dieser überzeugt durch einen feingliedrigen Aufbau und viele Leute haben zu Hause noch einen alten Kühlschrank, den sie nicht mehr benutzen. Da wir verschiedene Kondensatoren testen wollen, finden diese in einem Wechselrahmen ihren Platz. Diesen kann man sich recht einfach vorstellen. Auf einer durch Schaumstoff gedämmten Rückwand findet der Kondensator Platz, darüber ist eine Art Fensterflügel montiert, den man natürlich öffnen und schließen kann. Der ganze Rahmen ist schwarz lackiert, um möglichst viel Wärme aufzunehmen. Die Kondensatoren sind bereits schwarz lackiert.

Um die Leistungsfähigkeit dieser Technik ansatzweise zu testen, haben wir einen Probelauf mit einer Baulampe (500 Watt) durchgeführt. Hierbei ist schon ein kleiner provisorischer Wärmespeicher zum Einsatz gekommen. Wir haben zwei alte Bierfässer zusammengesteckt, verdichtet und anschließend mit Dämmwolle isoliert. Für die Grund- und Deckseite haben wir einfaches Styropor verwendet. Um das Wasser zirkulieren zu lassen, befindet sich im Wärmespeicher eine Tauchpumpe, wie sie in Aquarien zum Einsatz kommt. Wärmespeicher und Kollektor sind mit Schläuchen verbunden. Ursprünglich dienten sie als Luftschläuchen zur Aquarienbelüftung.

Zur Ermittlung der einzelnen Temperaturen haben wir drei Temperaturfühler eingesetzt. Es handelt sich hierbei um Dallas Semiconductor DS1820 Temperatursensoren. Diese sind über eine einfache Schaltung (im Anhang) mit einem PC verbunden, der die Ergebnisse mit dem Programm „Linux NetMag Temperaturmessung“ ausliest. Das zweite Open-Source-Programm „Digitemp“ zeichnet die Daten automatisch auf und stellt sie in Diagrammform dar. Der erste Sensor wurde an den Bierfässern befestigt, um die Wassertemperatur im Speicher zu messen. Die anderen beiden Sensoren sind jeweils an Vor- und Rücklauf befestigt. Es ist zu berücksichtigen, dass wir die Fühler nur mit Klebeband außen an den Schläuchen anbringen konnten, was später bei der Fehleranalyse berücksichtigt werden muss.

Im Versuch wurde die Baulampe ca. 40cm über dem Kollektor angebracht und für 5 Stunden angestellt. Im Diagramm (siehe Anhang) ist deutlich zu erkennen, wie die Temperatur ansteigt. Der Start ist um 17.15 Uhr und das Ende der Beleuchtungszeit ist um 22.15 Uhr. Wir konnten eine Erwärmung des Wassers (rund 8 Liter) beim Vor- und Rücklauf um rund 4 Kelvin verzeichnen. Dies ist zwar auf dem ersten Blick nicht viel, doch wenn man bedenkt, dass wir mit einer einzigen Baulampe getestet haben und sich der Kollektor auch erst aufheizen muss, sind dies schon brauchbare Zahlen. Das Wasser hatte nach dem Versuch eine um 168 Joule ($Q = c_{\text{Wasser}} \times m \times (T_2 - T_1)$) höhere Wärmemenge als davor. Allerdings ist zu sagen, dass die Lampe in der Zeit eine Wärme von 8550000 Joule abgegeben hat. Dies haben nach folgender Formel errechnet: $Q_{\text{ab}} = P_{\text{th}} \times t$; Wirkungsgrad einer Glühlampe für Licht 5%. Stellt man diese Wärmemenge der vom Speicher aufgenommenen Wärmemenge gegenüber, ist das Ergebnis ernüchternd. Dies bedeutet, dass das Wasser nur 0,002% der von der Lampe erzeugten Wärme aufgenommen hat. Da die Werte so schlecht sind, ist eine gründliche Fehleranalyse notwendig. Hierbei fällt auf, dass die meisten Fehler im System liegen. So gibt die Lampe das Gros ihrer Wärme an die Umgebung ab. Des Weiteren nimmt der Kollektor viel Wärme auf, gibt sie aber nur begrenzt an das Wasser ab. Darüber hinaus hat der hier verwendete Kollektor nur dünne Stäbe, die nur eine geringe Angriffsfläche für die Wärmestrahlen bieten. Zumal unser Kollektorrahmen nur mit einer einfachen Scheibe

versehen ist, deren Isolationseigenschaften recht schlecht sind. Auch wird wohl trotz der schwarzen Lackierung viel Wärme reflektiert. Bedeutend sind auch die Wärmeverluste durch die unisolierten Schläuche und den eingesetzten Wärmespeicher, dessen Material ja auch erst einmal Wärme aufnimmt. Dagegen sind die Messungenauigkeiten, die durch außen am Schlauch angebrachten Fühler auftreten und die recht simplen Temperaturfühler, wohl eher zu vernachlässigen. Zufällige Fehler wie zum Beispiel durch Temperaturschwankungen im Raum sind eher zu vernachlässigen.

Als wir die Temperaturkurven auswerteten, fiel uns eine deutliche Differenz zwischen der Kurve des Wasserspeichers und den Kurven von Vor- und Rücklauf auf. Wir denken, der Fühler im Speicher hat nicht fehlerfrei funktioniert. Eventuell ist Feuchtigkeit eingedrungen oder er hatte einen Kurzschluss. Darum bitten wir, diese Kurve nur bedingt zu berücksichtigen. Allerdings ist bei diesem Fühler trotzdem gut zu beobachten, wie die Temperatur im Speicher nach Abschalten der Wärmequelle absinkt. So ist im Speicher nach 17 Stunden die Temperatur gerade mal um 5 Kelvin gesunken. Ein durchaus nicht schlechter Wert.

Aufgrund der vielen Messfehler wird es notwendig sein, noch mehrere „Trockenmessungen“ durchzuführen, um diese zu minimieren und ein breiteres Auswertungsspektrum zu haben.

Abschließend ist zu sagen, dass wir uns durch die nicht zufriedenstellenden Messergebnisse nicht einschüchtern lassen werden, allein schon weil die Sonne ungleich mehr Wärmeenergie liefert, als dies bei unserer Lampe der Fall ist. Somit könnte der experimentell ermittelte schlechte Wirkungsgrad unserer Anlage bedeutend verbessert werden.

Weiteres Vorgehen

Im Versuch ist zu erkennen, dass die aufgenommene Wärme durch den Kollektor sehr gering ist. Daher wollen wir versuchen, seine Effizienz weiter zu steigern. Wir überlegen, ob wir eine halbverspiegelte Folie auf die Scheibe des Kastens kleben, um die Reflektion des Sonnenlichts zu minimieren. Auch wollen wir mit einreihigen Heizkörpern als Kollektor experimentieren. Diese bieten eine große Metallfläche, die Wärme aufnehmen kann. Wir erwarten außerdem eine etwas trägere Reaktion auf Sonneneinfall, was man positiv aber auch negativ bewerten kann. Einerseits fehlt uns dann zwar ein wenig die Dynamik und es wird wohl bedeutend länger dauern, bis der Kollektor Wärme liefert. Andererseits wäre die Temperaturkurve ausgeglichener, man hätte weniger Spitzen oder Gefälle, wenn sich der Himmel kurzzeitig bewölkt.

Weiterhin müssen wir uns Gedanken zu einem Wärmetauscher machen. Die einfachste Methode wären einfach zwei Schläuche, die ineinander verdreht sind. Jedoch erscheint uns diese Möglichkeit nicht sehr wirkungsvoll. Auch unser Wärmespeicher erfüllt noch nicht unsere Erwartungen, so dass wir an einer Verbesserung arbeiten wollen. Hier haben wir bereits einige Ideen, jedoch müssen sie ausprobiert werden, um herauszufinden, welche die beste ist.

Als Pumpe verwenden wir zurzeit eine Wischwasserpumpe, wie sie in Autos üblich ist. Diese muss noch bezüglich ihrer Temperaturfestigkeit als auch ihrer Haltbarkeit getestet werden. Da wir einen kontinuierlichen Wasserfluss erreichen wollen, rechnen wir damit, dass diese mindestens 10 Stunden pro Tag laufen muss. Die Pumpe soll über eine Solarzelle angetrieben werden, somit würden wir den Effekt erreichen, dass sich der Kollektor praktisch selbst steuert und auch der hier verwendete Strom ökologisch ist.

Unser Ziel ist es, die meisten Probleme bis zum Sommer zu lösen, um die Anlage in der Realität ausgiebig zu testen. Schließlich können wir erst dann sehen, ob die Anlage fähig ist, die von uns gesetzten Ansprüche zu erfüllen oder ob wir noch weiter forschen müssen. Schließlich planen wir, die wesentlich verbesserte Anlage im nächsten Jahr wieder bei Jugend forscht vorzustellen. Hier soll sie dann der Öffentlichkeit mit einer dazugehörigen Publikation (Broschüre, Internetseite) vorgestellt werden. Die Publikation soll Informationen über das System liefern, aber in erster Linie eine Selbstaufbauanleitung enthalten. Wir wollen, dass sich jeder eine derartige Anlage bauen kann, da wir sonst in unseren Arbeiten keinen Sinn sehen. Wie bereits zu erkennen, ist unser Ziel eine Solaranlage für jedermann. Eine Solaranlage, die sich jeder leisten kann und die auch durch jede handwerklich geschickte Person aufzubauen ist.

Quellenangabe

Neben der Hilfe unserer Betreuer Herrn Hocker und Herrn Kriebel die uns bei Nachfragen immer mit Rat und Tat zur Seite standen, haben wir folgende Quellen benutzt:

<http://www.solarserver.de>

<http://www.destatis.de>

<http://www.greenpeace-energy.de>

<http://www.linuxnetmag.com>

<http://www.thema-energie.de>

<http://www.bp.com>

<http://emsolar.ee.tu-berlin.de/allgemein/enamort.html>

<http://www.solar-berechnung.de>

<http://www.euroquarz.de>

<http://www.libertaria.de>

<http://www.solarkritik.de> (Rainer Hoffmann)

<http://www.solarkonstante.de>

<http://www.bmu.de/presse/aktuell/doc/print/4211.php>

