

Energiequelle Straße

Felix Divo

Weird Science Club

Lichtenbergschule Darmstadt



Kurzfassung

Heutzutage werden schon viele Gebäudeflächen zur Energiegewinnung genutzt. Doch Straßen gehören heute noch nicht zu den Bauwerken mit denen Energie gewonnen wird. Damit stellt sich die Frage, wie man Straßen zur Energieerzeugung nutzen könnte. Wenn dies gelingen würde, hätte man große Flächen zur Energiegewinnung zur Verfügung. Im Sommer, wenn die Sonne tagsüber auf schwarze Teerstraßen scheint, erhitzen sich diese stark. Diese Wärmeenergie könnte man sich zu Nutzen machen, um zum Beispiel Strom zu gewinnen. Um dies zu testen, habe ich zwei Modelle gebaut. Der erste Versuchsaufbau ist aus Beton gebaut und soll einen Teil einer Betonstraße simulieren. Das eingelegte Kupferrohr soll mit dem darin fließenden Wasser die Energie dem Straßenbelag entziehen.

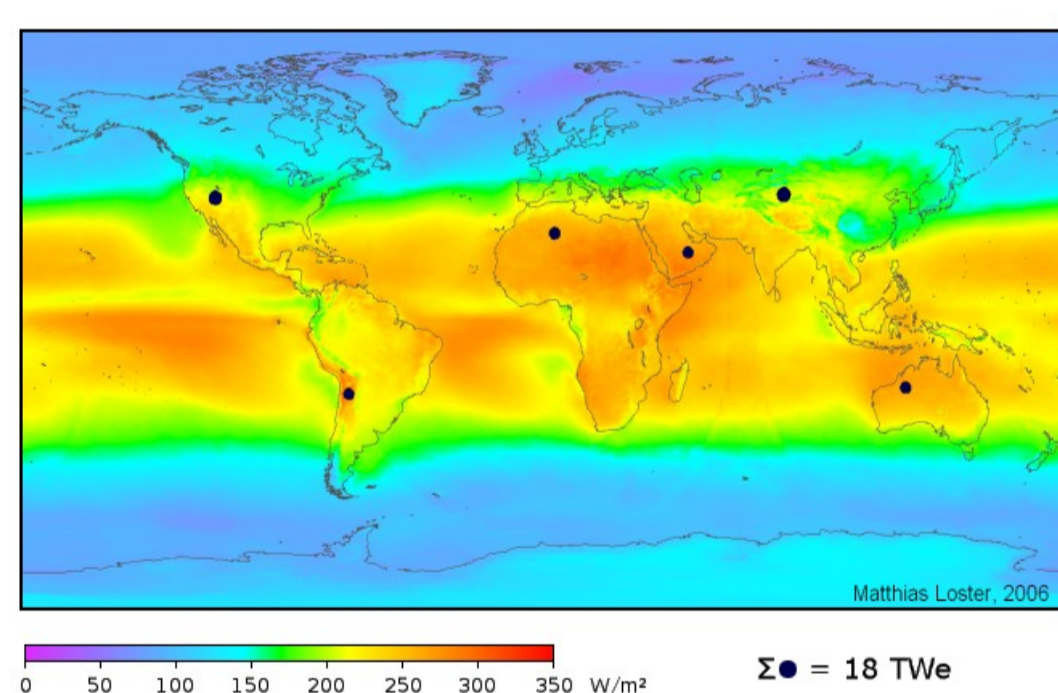
Ich habe zuerst versucht, mit Heißluftföhen die Straße aufzuwärmen, doch leider hatte ich Fehler im Versuch, die eine großflächige Erwärmung der Fläche nicht möglich machten. Weiterhin war der Versuchsaufbau unrealistisch, da die Simulation der Sonneneinstrahlung nicht gut umsetzbar war. Deshalb habe ich einen zweiten Versuchsaufbau mit Asphalt gebaut. Diesmal soll der Versuchsaufbau die obere Schicht einer Teerstraße simulieren. Jetzt habe ich versucht, mit einer Infrarotlampe das Straßen-Modell zu erwärmen. Dies hat gut messbare Ergebnisse zustande gebracht. Die Teertemperatur in der Mitte in 2 cm Tiefe, also im Infrarotschein, erreichte 48°C! In einem zweiten Versuch mit Infrarotstrahlen betrug die Teertemperatur in der Mitte in 0,5 cm Tiefe, stolze 78,3°C! Grundsätzlich funktioniert also das Prinzip, Wärme mit Kupferleitungen aus durch Sonne erwärmten Straßen zu gewinnen!

An der Oberfläche der Teerstraße in der Mitte ist nach 45 min die maximale Temperatur erreicht worden: ca. 74°. Danach ist die Temperatur kaum mehr angestiegen. Die erreichten Temperaturen in 2 cm Tiefe von ca. 48°C, wo die Kupferschleifen liegen, würden wahrscheinlich noch nicht ausreichen um Wärmekraftmaschinen effektiv zu betreiben. Bei Wärmekraftmaschinen wäre aber auch eine Isolation im Straßenbelag notwendig, und man bräuhete Kühlschleifen unterhalb der Isolation. Allerdings wäre es denkbar, es bei wärmebenötigenden Produktionen zu verwenden. Je größer der der Temperaturunterschied, desto höher der Wirkungsgrad. In meinem Beispiel wäre der Wirkungsgrad 10%. In meinen Versuchen habe ich außerdem herausgefunden dass die Messergebnisse besser werden, wenn die absorbierende Straßenschicht möglichst dünn ist, wenig Masse hat und nach unten isoliert ist. Die Erwärmung der dicken und schweren Betonstraße funktionierte mit Infrarotstrahlern kaum. Die dünne und leichte Teerstraße ließ sich aber sehr gut erwärmen.

Einleitung

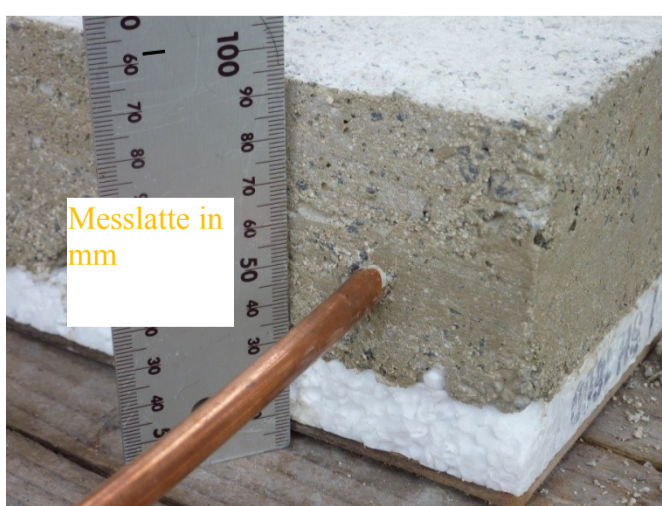
Heutzutage werden schon viele Gebäude zur Energiegewinnung genutzt. In Süddeutschland erreicht die Energieeinstrahlung der Sonne ca. 150 w/m² im Jahresdurchschnitt auf 24 Stunden gerechnet (Matthias Loster, 15.12.2009). Die Energieeinstrahlung erreicht in Äquatornähe noch deutlich höhere Werte (Matthias Loster, 15.12.2009).

Doch Straßen gehören heute noch nicht zu den Bauwerken mit denen Energie gewonnen wird. Damit stellt sich die Frage, wie man Straßen zur Energieerzeugung nutzen könnte. Wenn dies gelingen würde, hätte man große Flächen zur Energiegewinnung zur Verfügung. Im Sommer, wenn die Sonne tagsüber auf schwarze Teerstraßen scheint, erhitzen sich diese Straßen stark. Diese Wärmeenergie könnte man sich zu Nutzen machen um zum Beispiel Strom zu gewinnen. Dazu muss in einem ersten Schritt die Wärmeenergie aus dem Straßenbelag entnommen werden. Diese Entnahme soll im diesem Experiment simuliert werden. Ziel war es, festzustellen ob man wasserdurchflossene Wärmeüberträger aus Kupferrohrschleifen verwenden kann, um dem Straßenbelag Wärme zu entziehen, um Wärmeenergie zu gewinnen.



Experiment 1: Betonstraße

Der Versuchsaufbau soll einen Teil einer Betonstraße simulieren. Es ist eine Betonstraße, weil Autobahnen oft aus diesem Material hergestellt werden. Das eingelegte Kupferrohr, durch das das Wasser fließt, soll die Energie dem Straßenbelag entziehen. Die Styroporplatten an der Seite und am Boden sollen die Wärme in dem Versuchsaufbau halten.



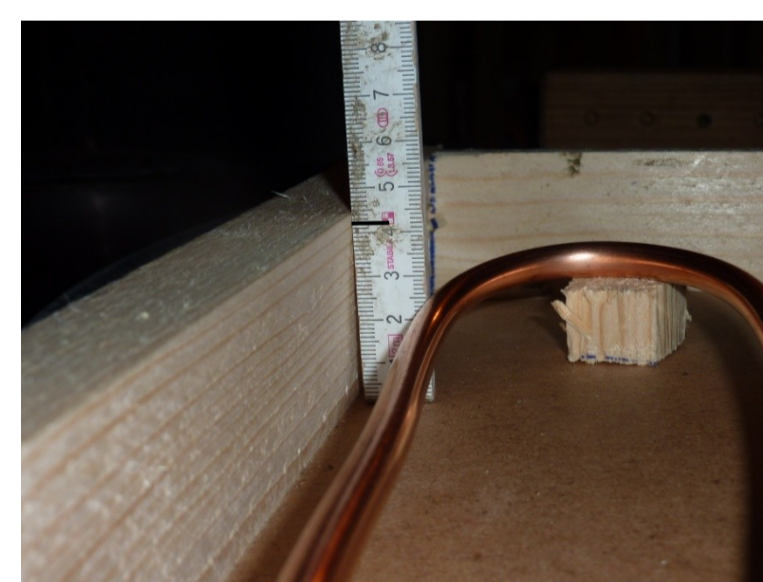
Methode

Ich habe zuerst versucht, mit fest installierten Heißluftföhen die Straße aufzuwärmen, doch leider war beim ersten Versuch aus einem unerklärlichen Grund kein Wasser mehr in dem Kupferrohr und beim zweiten Versuch schmolz das Styropor zum Teil und auch die Farbe hat sich abgelöst. Außerdem war der Versuchsaufbau unrealistisch, da die Sonneneinstrahlung nicht realistisch simuliert werden konnte (unregelmäßige Wärmeverteilung). Hier habe ich ein Digitaltemperaturmessgerät mit zwei Nachkommastellen benutzt.



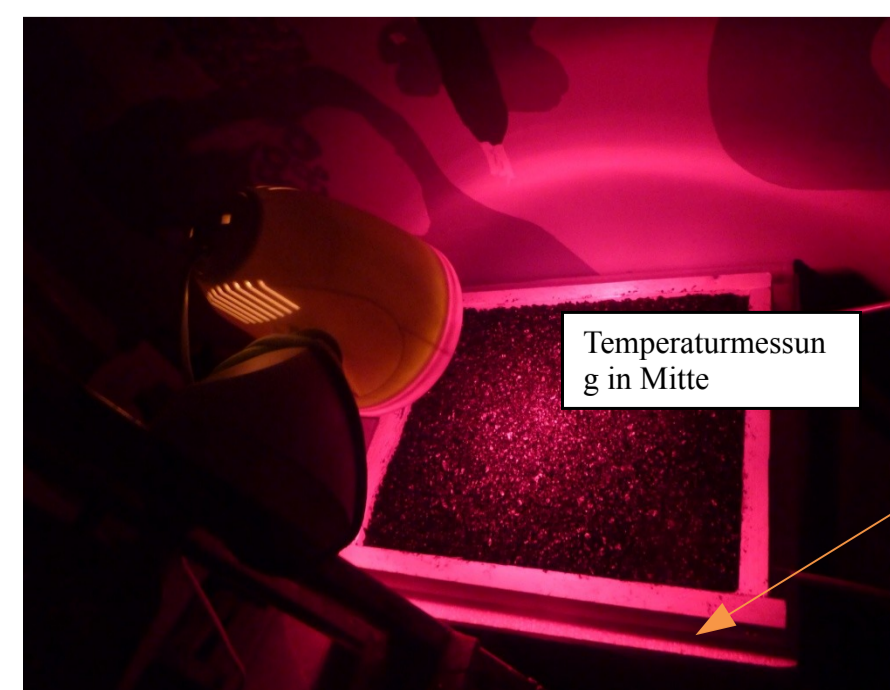
Experiment 2: Teerstraße

Der Versuchsaufbau soll die obere Schicht einer Teerstraße simulieren. Es wurde jetzt ein Teerbelag genommen, weil das Experiment vorher mit Beton nicht erfolgreich war (Siehe hierzu auch Punkt 5, Diskussion). Außerdem werden heutzutage hauptsächlich Teerstraßen und nur wenige Betonstraßen gebaut. Das mit eingegossene Kupferrohr, durch das Wasser fließt, soll die Energie dem Straßenbelag entziehen. Der Holzrahmen an allen Seiten soll die Teermasse in Form halten, wenn sie zu warm wird. Die untergelegte Styroporplatte soll dafür sorgen, dass die Wärme nicht nach unten entweichen kann.



Methode

Da das erste Experiment (Betonstraße) fehlschlug, habe ich das zweite Modell gebaut. Danach habe ich versucht, mit einer fest installierten 150 Watt Infrarotlampe (in einem Abstand von 27 cm) das Straßen-Modell zu erwärmen. Bei allen Versuchen habe ich mit stehendem Wasser in den Kupferrohren gearbeitet. Dies hat gut messbare Ergebnisse zustande gebracht. Hier habe ich ein Digitaltemperaturmessgerät mit einer Nachkommastellen benutzt.



Temperaturmessung in Mitte

Temperaturmessung am Rand

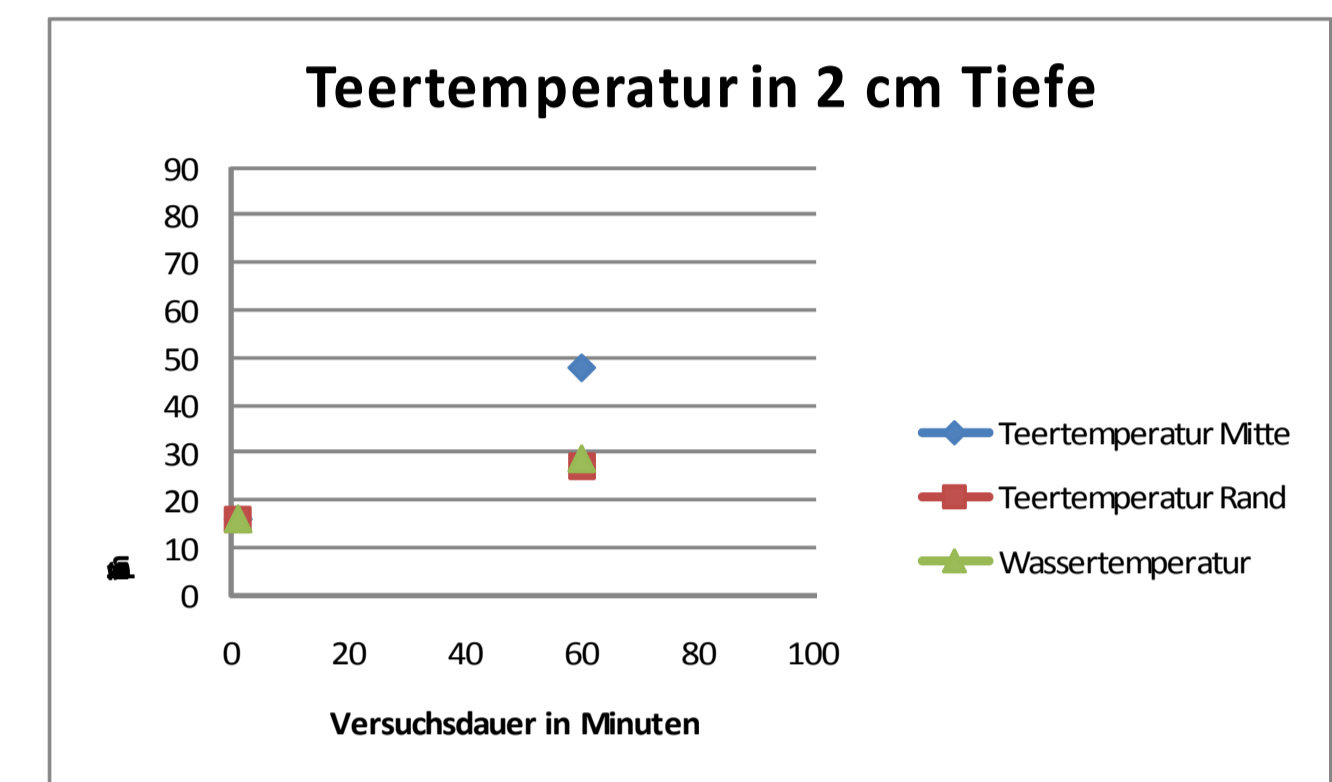
Ergebnisse

Betonstraße

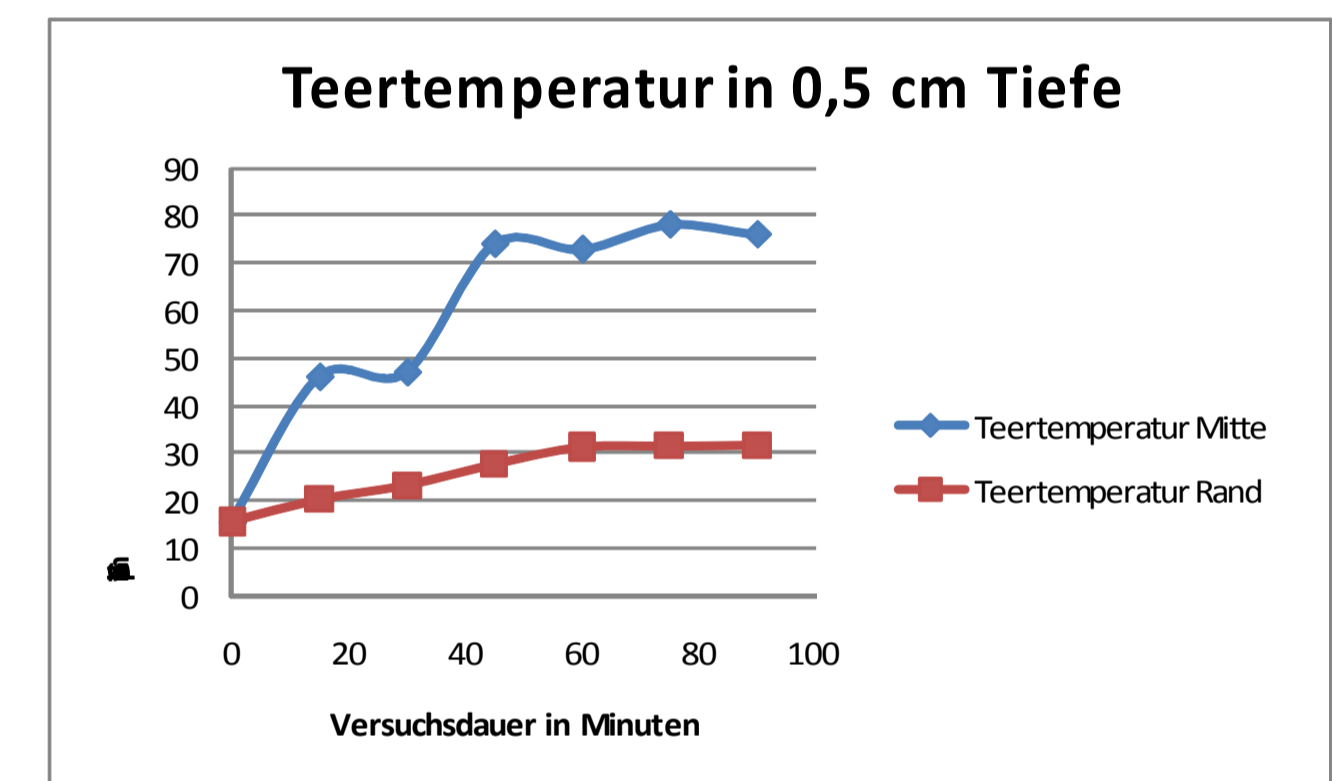
Vorversuche, die Straße mit Infrarotstrahlen zu erwärmen, waren erfolglos. Der Versuch mit Heißluft hat den Aufbau teilweise zerstört. Das Wasser hat sich aber trotzdem im Stehen bei einer Dauer von einer Stunde von 19°C auf 30°C erwärmt, also um 11°C.

Teerstraße

In einem ersten Versuch mit Infrarotstrahlen habe ich die Teertemperatur an zwei Orten in 2 cm Tiefe gemessen. Die Anfangstemperatur bei allen drei Punkten betrug 16°C. Die Messungen wurden nach 60 min. durchgeführt. Die Wassertemperatur (28,5°C) und die Teertemperatur am Rand (27,1°C) erreichten ähnliche Werte. Die Teertemperatur in der Mitte, also im Infrarotschein, hingegen erreichte relativ hohe 48°C! Siehe Abbildung 1.



In einem zweiten Versuch mit Infrarotstrahlen habe ich die Teertemperatur wieder an zwei Orten, aber jetzt in 0,5 cm Tiefe gemessen. Die Anfangstemperatur bei beiden Punkten betrug 15,6°C. Die Messungen wurden alle 15 min. durchgeführt. Die Teertemperatur in der Mitte, also im Infrarotschein, hingegen erreichte dieses Mal hohe 78,3°C! Die blaue Kurve (Teertemperatur Mitte) sieht wegen Messungenauigkeiten unregelmäßig aus. Siehe Abbildung 2.



Diskussion

Bewertung der Ergebnisse

Grundsätzlich funktioniert also das Prinzip, Wärme mit Kupferleitungen aus der durch Sonne erwärmten Straße zu gewinnen! An der Oberfläche der Teerstraße in der Mitte ist nach 45 min. die maximale Temperatur erreicht worden: ca. 74°. Danach ist die Temperatur kaum mehr angestiegen.

Schlussfolgerung

Der Versuchsaufbau hat gezeigt dass es grundsätzlich möglich ist, aus einem Straßenkörper erwärmtes Wasser zu erhalten. Die erreichten Temperaturen von 48°C würden wahrscheinlich noch nicht ausreichen um Wärmekraftmaschinen effektiv zu betreiben. Allerdings wäre es denkbar, dieses Verfahren bei wärmebenötigenden Produktionen Was zum Beispiel? zu verwenden. Bei Wärmekraftmaschinen wäre aber auch eine aufwendige und teure Isolation im Straßenbelag notwendig und man bräuhete Kühlschleifen unterhalb der Isolation. Je größer der der Temperaturunterschied, desto höher der Wirkungsgrad. Man könnte zum Beispiel folgende Systeme zur Stromgewinnung nutzen:

Wenn man den Stirling-Motor verwenden würde oder einen OTEC (*engl.: Ocean Thermal Energy Conversion*) ähnlichen Prozess nutzen würde um Strom zu gewinnen, sollte der Temperaturunterschied so groß wie möglich sein. Ein großer Temperaturunterschied erhöht dabei den Wirkungsgrad.

$$\eta = \frac{T_W - T_K}{T_W} = 1 - \frac{T_K}{T_W}$$

in die Formel sind die Temperaturen in Kelvin einzusetzen!

Hier verwende ich meine gemessenen Werte:

In diesem Beispiel wäre der Wirkungsgrad:
Wirkungsgrad $\eta = ((273+48)-(273+16)) : (273+48) \cdot 100 = 10\%$

In meinen Versuchen habe ich auch herausgefunden dass die Messergebnisse besser werden, wenn die absorbierende Straßenschicht möglichst dünn ist, wenig Masse hat und nach unten isoliert ist. Die Erwärmung der dicken und schweren Betonstraße funktionierte mit Infrarotstrahlern kaum. Die dünne und leichte Teerstraße ließ sich aber sehr gut erwärmen.