



Thermische Solarenergie

Was ist thermische Solarenergie?

Thermische Solarenergie ist die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in Wärme. Nichts leichter als das, oder? Ein dunkler Pullover oder ein schwarzes Auto in der Sonne reichen schon, um Wärme zu erzeugen! Wenn wir es jedoch *richtig* heiss möchten oder die Hitze der Sonne erst nutzen möchten, wenn diese schon untergegangen ist, dann brauchen wir etwas technischere Lösungen.

Welche Faktoren beeinflussen die Erzeugung von Wärme aus Sonnenlicht?

Farbe

Die direkte Umwandlung der Strahlung (Sonnenlicht) in Wärme findet an der *Oberfläche* eines undurchsichtigen Gegenstands¹ statt. Dabei wird ein Teil des Lichts reflektiert und trägt nichts zur Wärme bei. Der Rest des Lichts wird absorbiert und in Wärme umgewandelt. Je mehr Licht absorbiert wird, desto *dunkler* sehen wir den Gegenstand und desto heisser wird er in der Sonne; deshalb schwitzen wir im schwarzen Pulli viel stärker als im weissen. Die **Farbe** steht in direktem Zusammenhang mit der Absorption von Licht. Mehr Details dazu gibt es im [Input Farben](#) und im [Experiment Farben der Sonne](#).

In den unten beschriebenen Anwendungen ist der Absorber, d.h. der Teil des Geräts, in dem die Umwandlung stattfindet, fast immer **schwarz**. Beispiele: Das Blech oder die Röhre eines Solarkollektors, der Kochtopf eines Solarkochers etc.

Höhere Temperaturen erreichen

In vielen Fällen reicht die Temperatur nicht aus, die eine dunkle Oberfläche im direkten Sonnenlicht erreicht. Dann kann man mit den im Folgenden beschriebenen physikalischen Tricks die Temperatur erhöhen. Grundsätzlich gilt: Ein Objekts wird umso heisser, je mehr es *erwärmt* wird und je weniger *Wärme* es *verliert*. Es lohnt sich deshalb, beide Einflüsse zu optimieren:

Mehr Hitze erzeugen

Das Licht kann vor der Umwandlung mit Spiegeln oder Lupen konzentriert werden. Ein typisches Beispiel sind die Parabolspiegel-Solarkocher. Siehe auch [Experiment Lichtkonzentration mit Spiegeln](#) und [Input Konzentration von Sonnenlicht](#).

Verluste reduzieren

Ein Teil des Wärmeverlusts geschieht durch die Luft, die das Objekt umgibt – vor allem, wenn diese Luft durch Wind bewegt wird. Diese Verluste können durch *Isolation* des Objekts reduziert werden.

¹ Im Falle eines (teilweise) durchsichtigen Gegenstands oder einer Flüssigkeit kann die Umwandlung auch *innerhalb* des Gegenstands oder der Flüssigkeit stattfinden.

Auf der Rück- oder Unterseite des Gegenstands kann dies mit einem beliebigen Isolationsmaterial (Wolle, Schaumstoff etc.) erreicht werden.

Auf derjenigen Seite, die von der Sonne beschienen wird, ist die Situation etwas komplizierter. Denn wir möchten, dass die Wärme erst *hinter* der Isolationsschicht erzeugt wird, d.h. die Isolation muss durchsichtig (transparent) sein! In einem Solarkollektor reicht eine Glasplatte, die knapp über einem schwarzen Blech installiert ist. Die zwischen Glas und Blech eingesperrte Luft wirkt dann als Isolationsschicht. Noch effizienter als Luft ist ein Vakuum zwischen Glas und schwarzem Absorber. Nach diesem Prinzip arbeiten die Vakuumröhrenkollektoren.

Ein weiterer Anteil der Wärmeverluste kann auf die sogenannte **Wärmestrahlung** zurückgeführt werden. Diese Strahlung ist unsichtbares (infrarotes) Licht, das normalerweise von jedem heissen Objekt abgestrahlt wird (siehe «**Experiment Wärme und Kälte auf Distanz fühlen**»). Genauso wie die Absorption geschieht auch die Emission (Abstrahlung) an der *Oberfläche* des Gegenstands. Diese Wärmestrahlung kann mit komplizierten technischen Verfahren und ganz bestimmten Materialien reduziert werden. Deshalb kommt es aber nur bei Solarkollektoren zur Anwendung, denn für Solarkocher wäre es zu heikel und zu aufwändig

Direkt / indirekt, aktiv / passiv

Wir können uns damit begnügen, ein Objekt in der Sonne **direkt** zu erhitzen. Z.B. unseren Körper, wenn wir uns an einem kalten Tag in die Sonne setzen. Oder ein Zimmer zu erwärmen, indem wir Sonnenlicht durch das Fenster scheinen lassen. Dies nennen wir **passive** Nutzung der Sonnenenergie.

Manchmal möchten wir die Wärme aber an einem anderen Ort verwenden, als sie erzeugt wird. Z.B. die Wärme auf dem Hausdach erzeugen und damit den Keller erwärmen. Oder die produzierte Wärme in einen Hitzespeicher transportieren, um sie später zu verwenden. Dies nennen wir **aktive** Nutzung der Sonnenenergie, z.B. wenn wir heisses Wasser auf dem Dach erzeugen und dieses in einem Speicher (Boiler) aufbewahren, um in der Nacht heiss zu duschen. Die aktive Nutzung benötigt technische Geräte wie Pumpen.

Technische Anwendungen der thermischen Solarenergie

Warmwasser

Bei den sogenannten technischen Anwendungen – also solchen, die spezielle Geräte benötigen – dominiert weltweit die Erzeugung von heissem Wasser für Dusche, Haushalt, Reinigung etc. In Gebieten mit hoher Sonneneinstrahlung zahlt sich ein einfacher Warmwasserkollektor schnell aus im Vergleich zu Gas oder Strom. Die Anforderungen bezüglich Temperatur sind tiefer als z.B. in der Industrie, da für die Anwendung im Haushalt 60°C für heisses Wasser ausreichen².

Die Bilder weiter unten zeigen die drei gebräuchlichen Typen von Solarkollektoren für heisses Wasser:

- In **Flachkollektoren** wird ein schwarzes Blech aufgeheizt, an dessen Rückseite Metallröhren befestigt sind. Das Wasser strömt durch diese Röhren und erhitzt sich dabei.

² Auch wenn viele Solarkollektoren bis 100°C heisses Wasser erzeugen können, wird dieses aus Sicherheitsgründen meist automatisch mit kaltem Wasser auf 60°C abgekühlt, bevor es aus einem Wasserhahn fliesst.

- **Vakuümrohrenkollektoren** bestehen aus doppelwandigen Glasröhren. Die innere Röhre ist mit einer schwarzen Oberfläche versehen. Zwischen den beiden Röhren befindet sich ein Vakuum, was die Hitzeverluste stark reduziert. Die innere Röhre ist mit Wasser gefüllt, das sich aufheizt. Solche Röhren sind in der Herstellung sehr viel technischer und aufwändiger, als es auf den ersten Blick aussieht.
- Einfache **Schwimmbadkollektoren** ohne Isolation bestehen aus flachen, schwarzen Plastikbehältern, durch welche das Wasser eines Schwimmbads zirkuliert. Sie sind nicht sehr effizient, aber dafür sehr günstig in der Herstellung. Für ein Schwimmbad genügen tiefere Temperaturen von ca. 27°C.



Schnitt durch einen Flachkollektor.



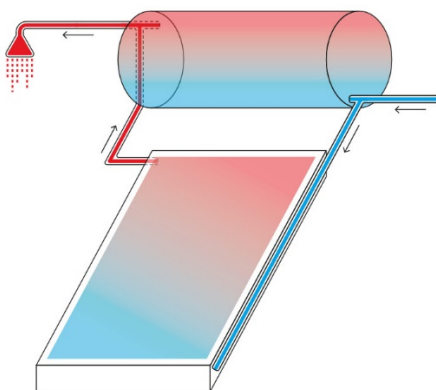
Detailansicht eines Vakuümrohrenkollektors.



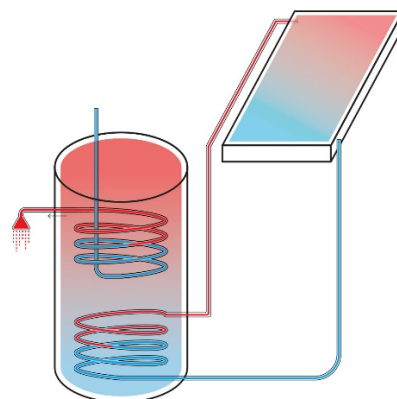
Ein einfacher Plastikkollektor für Schwimmbäder.

Durch alle dieser genannten Modelle fließt entweder Wasser (in Gebieten ohne Frostgefahr) oder ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel. Letzteres wird in allen Gebieten benötigt, bei denen ein Kollektor in der Nacht gefrieren könnte.

Das Wasser oder Frostschutzgemisch kann durch eine elektrische Pumpe angetrieben werden. Einige Modelle kommen allerdings ohne Pumpe aus, indem sie den sogenannten **Thermosyphon-Effekt** nutzen. Dieser nutzt das Phänomen, dass heisses Wasser (genauso wie heisse Luft) die Tendenz hat, nach oben zu steigen. Liegt der Wassertank höher als der Kollektor, so kann das frisch erwärmte Wasser von selbst vom Kollektor zum Tank ansteigen, währenddem kaltes Wasser aus dem Tank nach unten in den Kollektor fließt.



Eine einfache solare Warmwasseranlage für frostfreie Gebiete. Das Wasser fließt direkt durch den Kollektor und wird durch den Thermosyphon-Effekt bewegt, da sich der Tank *über* dem Kollektor befindet.



Eine typische Anlage in der Schweiz. Der Tank liegt *tiefer* als der Kollektor, deshalb braucht es eine elektrische Pumpe. Wegen Frostgefahr fließt ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel durch den Kollektor.

Hausheizung

Moderne Häuser (Minergie®, Passivhaus etc.) werden sehr gut isoliert und brauchen deshalb nur noch sehr wenig zusätzliche Wärme im Winter. Ein grosser Teil dieser Wärme kann durch *passive* Solarheizung erzeugt werden. Gegen Süden ausgerichtete grosse Fensterflächen mit modernen, dreifach verglasten Fenstern, fangen an sonnigen Tagen viel Wärme ein. Ein Steinboden hinter dem Fenster kann diese Wärme dann während einigen Stunden speichern.

Für die Tage ohne Sonne kann solare Wärme im Voraus mit den oben beschriebenen Kollektoren erzeugt werden und in einem riesigen, gut isolierten Wasserspeicher (einige Kubikmeter für ein Einfamilienhaus) aufbewahrt werden. An den Tagen ohne Sonne wird dieses Wasser dann *aktiv* durch eine Fussbodenheizung gepumpt.

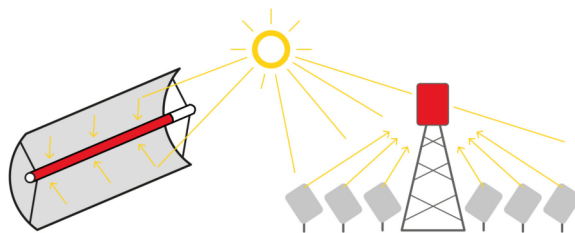
Hitze für Gewerbe und Industrie

In einigen Fällen benötigen professionelle Anwendungen (z.B. Spitäler, Grosswäschereien etc.) sehr viel heisses Wasser von 60°C, das durch eine genügend grosse Fläche an Solarkollektoren bereitgestellt werden kann. In anderen Fällen werden für industrielle Prozesse entweder kochendes Wasser oder Dampf von über 100°C benötigt. Dieser kann durch Kollektoren erzeugt werden, bei denen das Licht mit Spiegeln konzentriert wird, z.B. grosse Rinnenkollektoren (siehe **Input Konzentration von Sonnenlicht**).

Thermische Solarkraftwerke zur Stromerzeugung

Aus Sonnenlicht Strom erzeugen kann man mit Solarpanels (→ **Input Photovoltaik**). Diese haben den Vorteil, dass sie auch bei bewölktem Wetter noch Strom erzeugen.

In Regionen mit viel direktem Sonnenlicht (d.h. weniger Bewölkung; meist Wüstengebiete) kann es kostengünstiger sein, das Sonnenlicht zu konzentrieren und damit Dampf zu erzeugen. Mit diesem Dampf kann man wiederum eine Turbine anzutreiben, die Strom produziert. Eine solche Anlage nennt man ein **thermisches** Solarkraftwerk.



Links in der Skizze ist ein Rinnenkollektor zu sehen, während rechts ein solares Turmkraftwerk abgebildet ist. Beide dienen dazu, sehr heisses Wasser oder Wasserdampf zu erzeugen. Mit diesem Wasserdampf kann in einer Turbine Strom erzeugt werden.

Andere Anwendungen:

Zum Kapitel der thermischen Sonnenenergie gehören auch das solare Kochen und Dörren.

Beim **solaren Kochen** wird ein schwarzer Kochtopf von der Sonne aufgeheizt. Mehrere Methoden werden (oft kombiniert) angewandt, um Temperaturen über 120°C zu erreichen. Einige Kochertypen setzen auf die Konzentration des Lichts (Parabolspiegelkocher), andere stärker auf Isolation (Sonnenofen, Boxkocher) und wieder andere verwenden Vakuumröhren, ganz ähnlich wie die

Solarkollektoren, die vorher beschrieben wurden. Mehr Details dazu im [Input Solares Kochen und Dörren](#).

Solares Dörren von Früchten und Gemüse funktioniert mit von der Sonne aufgeheizter Luft. Dabei sollte möglichst *viel* heisse Luft durch das Gerät fliessen. Diese heisse Luft darf nicht heisser als 45°C sein, denn sonst werden die Nahrungsmittel gekocht und nicht getrocknet. Meist wird die Luft in einem Heissluftkollektor erwärmt und dann durch eine Kiste mit den Früchten, Kräutern etc. geblasen. Ähnlich wie bei den Warmwasserkollektoren kann der Transport der Luft entweder mechanisch (elektrischer Ventilator) oder durch den physikalischen Effekt angetrieben werden, dass warme Luft steigt.

Nicht nur Früchte oder Gemüse werden solar getrocknet, sondern auch Wäsche! Eine **Wäscheleine** in der Sonne ist ebenso ein Gerät zur thermischen Nutzung der Sonnenenergie!