



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
**BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM**

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>: F 24 J

3/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

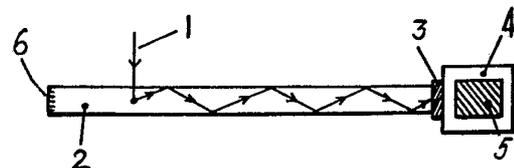
⑪

**618 000**

<p>⑲ Gesuchsnummer: 5143/77</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 26.04.1977</p> <p>㉓ Priorität(en): 01.07.1976 DE 2629641</p> <p>㉔ Patent erteilt: 30.06.1980</p>	<p>㉗ Inhaber: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München 19 (DE)</p> <p>㉘ Erfinder: Prof. Dr. Phys. Adolf Goetzberger, Merzhausen (DE) Walter Greubel, Denzlingen (DE)</p>
<p>㉕ Patentschrift veröffentlicht: 30.06.1980</p>	<p>㉙ Vertreter: Patentanwälte Georg Römpler und Aldo Römpler, Heiden</p>

⑤④ **Vorrichtung zur Umwandlung von Lichtenergie in Wärmeenergie.**

⑤⑦ Es ist mindestens ein Lichtkonzentrator (2) vorhanden der aus einer transparenten festen oder flüssigen Schicht besteht welche Fluoreszenzzentren enthält. Der Brechungsindex der Schicht ist grösser als der Brechungsindex des umgebenden Mediums. Dabei fängt der Lichtkonzentrator (2) das Licht auf, wandelt es in Fluoreszenzlicht um und führt dieses über eine optische Kontaksubstanz (3), z.B. Silikonöl, einem Absorber (4) zu. Der Absorber (4) ist von einem Wärmetransportmittel (5) durch- oder umflossen. Eine Stirnfläche (6) des Lichtkonzentrators (2) ist verspiegelt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Umwandlung von Lichtenergie in Wärmeenergie, gekennzeichnet durch mindestens einen Lichtkonzentrator (2), der aus einer transparenten festen oder flüssigen Fluoreszenzzentren enthaltenden Schicht besteht, deren Brechungsindex grösser ist als der Brechungsindex des umgebenden Mediums, wobei der Lichtkonzentrator (2) das Licht auffängt, in Fluoreszenzlicht umwandelt und als solches einem Absorber (4) zuführt, welcher von einem Wärmetransportmittel (5) durchflossen oder umflossen wird.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lichtkonzentratoren (2a, 2b) übereinander angeordnet sind, wobei jeder Lichtkonzentrator nur einen Teil des einfallenden Lichtspektrums in Fluoreszenzlicht umwandelt.

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Fluoreszenzzentren enthaltende Schicht (8) von Glasschichten (9) umgeben ist, die etwa den gleichen Brechungsindex aufweisen wie die erstgenannte Schicht (8), wobei die Dicke der an den Absorber (4) angrenzenden Glasschicht so bemessen ist, dass die Temperatur der fluoreszierenden Schicht (8) während des Betriebes unter 40° C bleibt.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtkonzentrator (2) an seinen Stirnflächen (6) verspiegelt ist.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fließgeschwindigkeit des Wärmetransportmittels (5) in Abhängigkeit von der einfallenden Strahlungsintensität mittels einer Photozelle, insbesondere einer Solarzelle, gesteuert wird.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur besseren Lichtauskopplung aus dem Lichtkonzentrator (2) zwischen diesem und dem Absorber (4) eine optische Kontaksubstanz (3), z. B. ein Silikonöl, vorgesehen ist.

Die Gewinnung von Wärmeenergie aus der Sonnenstrahlung wird bereits in verschiedener Weise praktisch durchgeführt. Es wurden bisher zwei verschiedene Prinzipien angewandt, und zwar:

1. Flächenhafte Kollektoren ohne Lichtkonzentration, die auch für diffuses Licht geeignet sind.

2. Lichtkonzentratoren, die mit Hilfe von Spiegeln oder Linsen das Sonnenlicht auf eine kleinere Fläche konzentrieren.

Vorrichtungen der ersten Art haben den Nachteil, dass sie wegen der geringen Energiedichte der einfallenden Strahlung nur relativ niedrige Temperaturen erzeugen. Auch bei sehr starker Sonneneinstrahlung ist die so erreichte Temperatur meist unter 100° C.

Vorrichtungen der zweiten Art erreichen durch Konzentration des Sonnenlichts wesentlich höhere Temperaturen, arbeiten aber nur bei klarem Himmel und erfordern eine aufwendige Nachprüfung der Spiegel oder Linsen, um immer auf die Sonne ausgerichtet zu sein.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung zur Umwandlung von Lichtenergie in Wärmeenergie ist gekennzeichnet durch mindestens einen Lichtkonzentrator, der aus einer transparenten festen oder flüssigen, Fluoreszenzzentren enthaltenden Schicht besteht, deren Brechungsindex grösser ist als der Brechungsindex des umgebenden Mediums, wobei der Lichtkonzentrator das Licht auffängt, in Fluoreszenzlicht umwandelt und als solches einem Absorber zuführt, welcher von einem Wärmetransportmittel durchflossen oder umflossen wird.

Die hier vorgeschlagene Lösung erlaubt eine Kombination der Vorteile der beiden bekannten Prinzipien bei Vermeidung von deren Nachteilen.

Nachfolgend werden anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Vorrichtung beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel; und

Fig. 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel.

Das erste Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 besteht aus einem Lichtkonzentrator 2, einem Absorber 4 und einer optischen Kontaksubstanz 3 zwischen dem Lichtkonzentrator 2 und dem Absorber 4. Mit 5 ist ein flüssiges Wärmetransportmittel und mit 6 eine Stirnseite des Lichtkonzentrators bezeichnet.

Der Lichtkonzentrator 2 besteht aus einer transparenten festen oder flüssigen Schicht, deren Brechungsindex grösser als derjenige des umgebenden Mediums ist und welche Fluoreszenzzentren enthält. Diese Fluoreszenzzentren absorbieren die Sonnenstrahlung in einem bestimmten Wellenbereich, wandeln sie in längerwellige Strahlung um und reemittieren sie. Da die Strahlung nach allen Richtungen reemittiert wird, bleibt ein Teil dieser Strahlung aufgrund der Totalreflexion in der Schicht und wird in der Schichtebene fortgeleitet. Wenn der Fluoreszenzfarbstoff so ausgewählt ist, dass Absorptions- und Emissionsbande möglichst geringe Überlappung haben, dann ist die Absorptionslänge des reemittierten Lichts sehr gross, d. h. grosse Konzentratorenflächen sind möglich. Der Lichtkonzentrator 2 kann aus Kunststoff oder Glas bestehen, in dem die Fluoreszenzmoleküle gelöst sind. Er kann aber auch aus einer flüssigen Lösung bestehen, die zwischen zwei transparenten Platten enthalten ist. Der Lichtstrahl 1 trifft auf ein Fluoreszenzmolekül des Lichtkonzentrators 2. Nach der Absorption wird der Lichtstrahl wellenlängenverschoben emittiert und gelangt durch Totalreflexion an den Rand des Lichtkonzentrators 2. Dort trifft er vorzugsweise unter Zwischenschaltung der optischen Kontaksubstanz 3, z. B. ein hochviskoses Silikonöl, auf den Absorber 4, der von dem flüssigen Wärmetransportmittel 5 durchflossen wird.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 sind die Lichtkonzentratoren 2 dreieckförmig gestaltet. An ihren Stirnseiten-Flächen 6 sind die Lichtkonzentratoren 2 verspiegelt, so dass das Licht auf die Absorber 4 konzentriert wird, in denen das nicht dargestellte Wärmetransportmittel fliesst. Mit 3 ist wieder die optische Kontaksubstanz bezeichnet. Beim dritten Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 ist mehr als ein Lichtkonzentrator vorgesehen. Die beiden Lichtkonzentratoren 2a und 2b selektieren je einen spektralen Bereich des einfallenden Lichts und führen es zum Absorber 4. Mit zwei übereinander angeordneten, plattenförmigen Lichtkonzentratoren können vier Spektralbereiche des einfallenden Lichts zum Absorber geführt werden. Einen Unterschied zur photovoltaischen Anwendung bildet die Spektralverteilung der Emissionswellenlängen. Da die Wellenlänge nach oben nicht durch die Absorptionskante eines Halbleitermaterials begrenzt ist, kann man auch den langwelligen Teil des Sonnenspektrums mitverwerten. Ein weiterer Unterschied besteht in der Temperatur des Absorbers. Da auf den mit steigender Temperatur sinkenden Wirkungsgrad von Solarzellen hier keine Rücksicht genommen werden muss, kann der Absorber bei Temperaturen von über 100° C und daher effizienter betrieben werden.

Selbst bei Spiegelkollektoren sind mit vertretbarem Aufwand nur Konzentrationsgrade bis zu 10 möglich, während mit Fluoreszenzschichten Konzentrationsgrade zwischen 50 und 100 keine Schwierigkeiten machen. Damit dürfte ein effizienter Betrieb von Wärmekraftmaschinen und Klimaanlage möglich sein. Bei hohen Absorberrtemperaturen muss verhindert werden, dass die Fluoreszenzmoleküle und ihr Lösungsmedium zu nahe an den Absorber kommen. Das kann durch

das vierte Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4 verhindert werden. Hier ist der Absorber 4 mit einer Wärmeisolation 7 umgeben. Die Fluoreszenzzentren sind in eine flüssige oder feste transparente Schicht 8 eingelagert, die von Glasschichten 9 umgeben ist. Wenn Lösungsmedium und Glas von etwa gleichem Brechungsindex sind, dann wird das Licht auch im Glas geführt. Damit wird eine Glaswischenschicht zwischen dem Fluoreszenzmedium und dem Absorber 4 möglich, wobei die Dicke dieser Glasschicht so bemessen sein soll, dass die Temperatur der fluoreszierenden Schicht 8 während des Betriebes unter 40° C bleibt.

In herkömmlichen Kollektoren ist der Kollektor entweder zugleich Absorber, wie beim Flachkollektor, oder er muss zumindest die Strahlung über seine ganze Oberfläche absorbieren, wie beim Spiegelkollektor. Dadurch ergeben sich Wärmeisulationsprobleme. Die Lösung dieser Probleme ist zwar möglich, aber aufwendig, z. B. durch Vakuumeinbau der Absorber sowie durch selektiv absorbierende Schichten auf Abdeckgläsern. Bei Verwendung von Lichtkonzentratoren mit Fluoreszenzzentren gelangt das Licht in kleinflächige Absorber an den Stirnflächen der Lichtkonzentratoren, wobei die Absorber selbst nicht zum direkten Strahlungsempfang be-

nutzt werden müssen. Daher können die Absorber gut wärmeisoliert und damit Wärmeverluste reduziert werden.

Bei rasch wechselnden Bewölkungsverhältnissen, wie sie in Mitteleuropa häufig auftreten, spielt die Wärmeträgheit des Systems Absorber-Kollektor eine grosse Rolle. Bei Flachkollektoren ist ein Röhrensystem, das Wasser enthält, der Sonne ausgesetzt. Die im Kollektor enthaltene Wassermenge sollte möglichst klein sein, da dadurch die Aufheizzeiten sinken und so der zeitlich gemittelte Wirkungsgrad ansteigt. Der Lichtkonzentrator mit Fluoreszenzzentren hingegen erwärmt sich selbst nur unwesentlich, während der Absorber eine relativ zur Gesamtfläche geringe Wärmekapazität enthält.

Wegen der geringen Wärmeträgheit des Systems muss ein sehr rasch reagierendes Pumpensystem den Kühlmittelfluss durch den Absorber den Einstrahlungsverhältnissen anpassen. Die Steuerung geschieht am besten über eine Solarzelle oder Photozelle, die die einfallende Strahlung abtastet.

Als Wärmetransportmittel kann z. B. Wasser unter Hochdruck oder andere höher siedende Flüssigkeiten, z. B. Öl, dienen. Als Absorber kann jede schwarze Oberfläche mit guter Wärmeübertragung verwendet werden, z. B. schwarz gestrichene Metallrohre.

