



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 704 007 A1**

(51) Int. Cl.: **F24J 2/14 (2006.01)**
F24J 2/24 (2006.01)
F24J 2/38 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

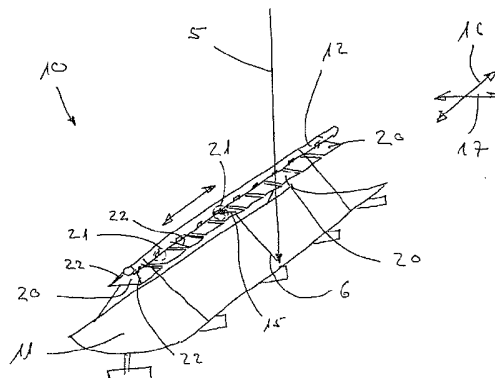
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

<p>(21) Anmeldenummer: 01745/10</p>	<p>(71) Anmelder: Airlight Energy IP SA, Via Croce 1 6710 Biasca (CH)</p>
<p>(22) Anmeldedatum: 24.10.2010</p>	<p>(72) Erfinder: Andrea Pedretti, 6500 Bellizona (CH)</p>
<p>(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.04.2012</p>	<p>(74) Vertreter: Stump und Partner Patentanwälte AG, Dufourstrasse 116 8008 Zürich (CH)</p>

(54) **Sonnenkollektor mit einer ersten Konzentratoranordnung und gegenüber dieser verschwenkbaren zweiten Konzentratoranordnung.**

(57) Durch die weiteren Konzentratoren (20) einer zweiten Konzentratoranordnung in einem als Rinnenkonzentrator ausgebildeten Sonnenkollektor (10) mit einer ersten Konzentratoranordnung (11) wird die konzentrierte Strahlung in Brennpunktbereiche (21) konzentriert, mit der Folge, dass höhere Konzentration der Strahlung und damit höhere Temperaturen im Absorberrohr (12) erreichbar sind. Um die durch die höheren Temperaturen exponentiell steigenden Wärmeverluste im Absorberrohr (12) zu senken, wird in Synergie ein Absorberrohr (12) mit einzelnen thermischen Öffnungen bereitgestellt, wobei die weiteren Konzentratoren (20) verschwenkbar angeordnet sind, um die konzentrierte Strahlung über die Tageszeit auf die einzelne Öffnung konzentriert zu halten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sonnenkollektor nach Anspruch 1.

[0002] Strahlungskollektoren bzw. Konzentratoren der genannten Art finden u.a. in Sonnenkraftwerken Anwendung.

[0003] Bis heute ist es wegen der noch nicht überwundenen Nachteile der Fotovoltaik nicht gelungen, Solarstrom in Anwendung dieser Technologie in annähernd kostendeckender Art zu erzeugen. Solarthermische Kraftwerke hingegen produzieren schon seit einiger Zeit Strom im industriellen Massstab zu Preisen, die - gegenüber der Fotovoltaik - nahe an den heute üblichen kommerziellen Preisen für in herkömmlicher Art erzeugten Strom liegen.

[0004] In Solarthermischen Kraftwerken wird die Strahlung der Sonne durch Kollektoren mit Hilfe des Konzentrators gespiegelt und gezielt auf einen Ort fokussiert, in welchem dadurch hohe Temperaturen entstehen. Die konzentrierte Wärme kann abgeführt und zum Betrieb von thermischen Kraftmaschinen wie Turbinen verwendet werden, die wiederum die Strom erzeugenden Generatoren antreiben.

[0005] Heute sind drei Grundformen von solarthermischen Kraftwerken im Einsatz: Dish-Sterling-Systeme, Solarturm-kraftwerkssysteme und Parabolrinnensysteme.

[0006] Die Dish-Sterling-Systeme als kleine Einheiten im Bereich von bis zu 50 kW pro Modul haben sich nicht generell durchgesetzt.

[0007] Solarturm-kraftwerkssysteme besitzen einen zentralen, erhöht (auf dem «Turm») montierten Absorber für das durch hunderte bis tausende von einzelnen Spiegeln mit zu ihm gespiegelte Sonnenlicht, womit die Strahlungsenergie der Sonne über die vielen Spiegel bzw. Konzentratoren im Absorber konzentriert und so Temperaturen bis zu 1300°C erreicht werden sollen, was für den Wirkungsgrad der nachgeschalteten thermischen Maschinen (in der Regel ein Dampf- oder Fluidturbinenkraftwerk zur Stromerzeugung) günstig ist. Die Anlage «Solar two» in Kalifornien besitzt eine Leistung von mehreren MW. Die Anlage PS20 in Spanien besitzt eine Leistung von 20 MW. Solarturm-kraftwerke haben (trotz der vorteilhaft erreichbaren hohen Temperaturen) bis heute ebenfalls keine grössere Verbreitung gefunden.

[0008] Parabolrinnen-kraftwerke jedoch sind verbreitet und besitzen Kollektoren in hoher Anzahl, die lange Konzentratoren mit geringer Querabmessung aufweisen, und damit nicht einen Brennpunkt, sondern eine Brennlinie besitzen. Diese Linienkonzentratoren besitzen heute eine Länge von 20 m bis zu 150 m. In der Brennlinie verläuft ein Absorberrohr für die konzentrierte Wärme (bis gegen 500°C), das die Wärme zum Kraftwerk transportiert. Als Transportmedium kommt z.B. Thermoöl, geschmolzene Salze oder überhitzter Wasserdampf in Frage.

[0009] Die 9 SEGS-Parabolrinnen-Kraftwerke in Südkalifornien produzieren zusammen eine Leistung von ca. 350 MW. Das 2007 ans Netz gegangene Kraftwerk «Nevada Solar One» besitzt Rinnenkollektoren mit 182'400 gekrümmten Spiegeln, die auf einer Fläche von 140 Hektar angeordnet sind und produziert 65 MW. Andasol 3 in Spanien ist seit September 2009 im Bau, soll in 2011 den Betrieb aufnehmen, so dass die Anlagen Andasol 1 bis 3 eine Höchstleistung von 50 MW aufweisen werden.

[0010] Für die Gesamtanlage (Andasol 1 bis 3) wird ein Spitzenwirkungsgrad von ca. 20% sowie ein Wirkungsgrad im Jahresmittel von rund 15% erwartet.

[0011] Wie erwähnt ist ein wesentlicher Parameter für den Wirkungsgrad eines Solarkraftwerks die Temperatur des durch die Kollektoren erhitzten Transportmediums, über welches die gewonnene Wärme vom Kollektor wegtransportiert und für die Umwandlung in beispielsweise Strom genutzt wird: mit höherer Temperatur lässt sich ein höherer Wirkungsgrad bei der Umwandlung erzielen. Die im des Transportmedium realisierbare Temperatur hängt wiederum von der Konzentration der reflektierten Sonnenstrahlung durch den Konzentrador ab. Eine Konzentration von 50 bedeutet, dass im Brennbereich des Konzentrators eine Energiedichte pro m² erzielt wird, die der 50 fachen der von der Sonne auf einen m² der Erdoberfläche eingestrahlten Energie entspricht.

[0012] Die theoretisch maximal mögliche Konzentration hängt von der Geometrie Erde-Sonne, d.h. vom Öffnungswinkel der von der Erde aus beobachteten Sonnenscheibe ab. Aus diesem Öffnungswinkel von 0,27° folgt, dass der theoretisch maximal mögliche Konzentrationsfaktor für Rinnenkollektoren bei 213 liegt.

[0013] Selbst mit sehr aufwändig hergestellten, und damit für den industriellen Einsatz (zu) teuren Spiegeln die im Querschnitt einer Parabel gut angenähert sind und damit einen Brennlinienbereich mit kleinstem Durchmesser erzeugen, ist es heute nicht möglich, diese maximale Konzentration von 213 auch nur annähernd zu erreichen. Eine zuverlässig erzielbare Konzentration von ca. 50 bis 60 ist jedoch realistisch und erlaubt bereits die oben genannten Temperaturen von gegen 500°C im Absorberrohr eines Parabolrinnen-kraftwerks.

[0014] Um die Parabelform eines Rinnenkonektors bei vertretbaren Kosten möglichst gut anzunähern, hat die Anmelderin in WO 2010/037 243 einen Rinnenkollektor vorgeschlagen, der eine Druckzelle mit einem flexiblen, in der Druckzelle aufgespannten Konzentrador aufweist. Dabei ist der Konzentrador in verschiedenen Bereichen unterschiedlich gekrümmt und kommt so der gewünschten Parabelform recht nahe. Dies ermöglicht zwar, bei vertretbaren Kosten für den Konzentrador eine Temperatur von gegen 500°C im Absorberrohr zu erreichen, nicht aber eine noch einmal gesteigerte Prozesstemperatur im Absorberrohr.

[0015] Entsprechend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Rinnenkollektor für die Produktion von Wärme im auch industriellen Massstab bereitzustellen, der erlaubt, noch höhere Temperaturen im Transportmedium zu erzeugen.

[0016] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Sonnenkollektor mit den Merkmalen von Anspruch 1.

[0017] Dadurch, dass durch die zweite Konzentratoranordnung die reflektierte Sonnenstrahlung nicht mehr in einen Brennlinienbereich, sondern in mindestens einen Brennpunktbereich reflektiert wird, ergibt sich eine Konzentration im eindimensionalen Rinnenkonzentrator, die zweidimensional ist, nämlich eine Konzentration über die Länge des Kollektors in eine Brennlinie und dann über dessen Breite in mindestens einen Brennpunktbereich. Dadurch erhöht sich die theoretisch mögliche maximale Konzentration auf über 40 000. Natürlich kann auch hier diese maximal mögliche Konzentration nicht annähernd erreicht werden. Eine geringe Realisierung dieses enormen Potentials erlaubt aber, die Temperaturen im Transportmedium der gestellten Aufgabe gemäss zu steigern und so den Wirkungsgrad des Kraftwerks (oder auch einer kleinsten Wärme erzeugenden Einheit) zu verbessern.

[0018] Dadurch, dass der mindestens eine Konzentrator der zweiten Konzentratoranordnung laufend gegenüber dem aktuellen, ersten Strahlungspfad ausgerichtet wird, können Verluste in der zweiten Konzentratoranordnung auf Grund von beispielsweise der Tageszeit entsprechend schräg einfallende Sonnenstrahlung vermieden und ein jederzeit hoher Wirkungsgrad der Anordnung sicher gestellt werden.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform bleibt der Brennpunktbereich des mindestens einen Konzentrators der zweiten Konzentratoranordnung stationär und damit an einem konstanten Ort auf dem Absorberrohr. Dies wiederum erlaubt, trotz wechselnd einfallender Sonnenstrahlung die thermische Öffnung des Absorberrohrs auf den Querschnitt des eintretenden Strahlungspfads zu reduzieren, mit der Folge, dass die relevanten Wärmeverluste des Absorberrohrs sinken und sich der Wirkungsgrad des Solarkraftwerks erhöht.

[0020] Entsprechend betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls ein Absorberrohr mit den Merkmalen nach Anspruch 10.

[0021] Dadurch, dass eine Anzahl von einander beabstandeter thermischen Öffnungen vorgesehen sind, lässt sich eine grössere Fläche des Absorberrohrs isolieren, mit der Folge, dass im Betrieb dessen Wärmeabstrahlung sinkt. Da die Wärmeabstrahlung mit der vierten Potenz der Temperatur wächst, ist dies im Fall des erfindungsgemässen Sonnenkollektors zur Erzeugung höherer Temperaturen besonders vorteilhaft.

[0022] Besondere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind anhand der Figuren näher beschrieben.

[0023] Es zeigt:

- Fig. 1 schematisch einen konventionellen Rinnenkollektor, wie er in Solarkraftwerken Verwendung findet,
- Fig. 2a schematisch den Aufbau eines Rinnenkollektor gemäss der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 2b einen Querschnitt durch den Rinnenkollektor von Fig. 2a,
- Fig. 2c einen Längsschnitt durch den Rinnenkollektor von Fig. 2a,
- Fig. 3 schematisch die Richtung der über die Tageszeit einfallenden Sonnenstrahlung,
- Fig. 4 eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 5a eine besonders bevorzugte Modifikation der Ausführung von Fig. 4 in einer Längsansicht,
- Fig. 5b die Ausführungsform von Fig. 5a in einer Ansicht im Querschnitt,
- Fig. 6a eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 6b eine Ansicht im Querschnitt der Ausführungsform von Fig. 6a,
- Fig. 7a einen Querschnitt durch eine zusätzliche Ausführungsform der Erfindung, und
- Fig. 7b eine Detailansicht der Ausführungsform von Fig. 7a

[0024] Fig. 1 zeigt einen Rinnenkollektor 1 konventioneller Art mit einer Druckzelle 2, welche die Gestalt eines Kissens aufweist und durch eine obere, flexible Membran 3 und eine in der Fig. verdeckte, untere flexible Membran 4 gebildet wird.

[0025] Die Membran 3 ist für Sonnenstrahlen 5 durchlässig, die im Inneren der Druckzelle 2 auf eine Konzentrator-Membran (Konzentrator 10, Fig. 2a) fallen und durch diese als Strahlen 6 reflektiert werden, hin zu einem Absorberrohr 7, in dem ein Wärme transportierendes Medium zirkuliert, das die durch den Kollektor konzentrierte Wärme abführt. Das Absorberrohr 7 wird durch Stützen 8 im Brennlinienbereich der Konzentrator-Membran (Konzentrator 10, Fig. 2a) gehalten.

[0026] Die Druckzelle 2 ist in einem Rahmen 9 aufgespannt, der wiederum in bekannter Art dem täglichen Sonnenstand entsprechend verschwenkbar auf einem Gestell gelagert ist.

[0027] Solche Sonnenkollektoren sind beispielsweise in der WO 2010/037243 und der WO 2008/037 108 beschrieben. Diese Dokumente werden durch Verweis ausdrücklich in die vorliegende Beschreibung einbezogen.

[0028] Obschon die vorliegende Erfindung bevorzugt in einem als Rinnenkollektor ausgebildeten Sonnenkollektor dieser Art, d.h. mit einer Druckzelle und einer in der Druckzelle aufgespannten Konzentratormembran Anwendung findet, ist sie in keiner Weise darauf beschränkt, sondern beispielsweise ebenso in Rinnenkollektoren anwendbar, deren Konzentratoren als nicht flexible Spiegel ausgebildet sind. Kollektoren mit nicht flexiblen Spiegeln werden beispielsweise in den oben erwähnten Kraftwerken eingesetzt.

[0029] In den nachstehend beschriebenen Figuren sind jeweils die für das Verständnis der Erfindung nicht relevanten Teile des Rinnenkollektors weggelassen, wobei hier noch einmal erwähnt sei, dass solche weggelassenen Teile entsprechend des oben beschriebenen Stands der Technik (Kollektoren mit Druckzelle oder solche mit nicht flexiblen Spiegeln) ausgebildet sind und vom Fachmann für den konkreten Anwendungsfall leicht bestimmt werden können.

[0030] Fig. 2a zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Ein grundsätzlich wie der Kollektor 1 von Fig. 1 ausgebildeter Kollektor 10 weist einen Konzentrator 11 und ein an Stützen 8 gelagertes Absorberrohr 12 auf. Sonnenstrahlen 5 fallen auf den Konzentrator 11 und werden von diesem als Strahlen 6 reflektiert. Durch die konkrete Ausbildung des Konzentrators 11 ergibt sich ein erster Strahlungspfad für reflektierte Strahlung, der durch die Strahlen 6 repräsentiert ist.

[0031] Der Konzentrator 11 ist, da nur in einer Richtung gekrümmt, ein Linearkonzentrator, mit dem Vorteil, dass er gegenüber den in zwei Richtungen gekrümmten Parabol-Konzentratoren einfacher und zudem mit grosser Fläche hergestellt werden kann, ohne dass sich für die Rahmenstruktur und die laufend über Tag notwendige Ausrichtung dem Sonnenstand entsprechend prohibitive konstruktive Randbedingungen ergeben.

[0032] Für die Orientierung in der Fig. zeigt der Pfeil 16 die Längsrichtung, der Pfeil 17 die Querrichtung an. Entsprechend ist der Konzentrator 11 in Querrichtung 17 gekrümmt, und in Längsrichtung 16 nicht.

[0033] Der Strahlungspfad des Konzentrators 11 weist einen Brennlinienbereich auf, notwendigerweise, da einerseits auf Grund des Öffnungswinkels der Sonne deren Strahlung 5 nicht parallel einfällt, die Konzentration in eine geometrisch genaue Brennlinie damit gar nicht möglich ist und zudem, weil eine genaue parabelförmige Krümmung des Konzentrators für eine theoretisch soweit wie möglich angenäherte Brennlinie mit vernünftigen Kostenaufwand nicht machbar ist.

[0034] Der Konzentrator 11 ist Bestandteil einer ersten Konzentratoranordnung des Kollektors 10, die hier gebildet ist aus der (wie oben erwähnt zur Entlastung der Fig. weggelassenen) Druckzelle, den Organen für Aufrechterhaltung und Steuerung des Drucks und dem Rahmen, in dem der Konzentrator 11 aufgespannt ist. Wie ebenfalls erwähnt, sind die weggelassenen Elemente dem Fachmann bekannt.

[0035] In der Fig. plattenförmig ausgebildete, für konzentrierte Strahlung transparente optische Elemente 20 sind im ersten Strahlungspfad des Konzentrators 11 (und damit im Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung) angeordnet, so dass der Strahlungspfad durch diese hindurch verläuft. Diese optischen Elemente 20 brechen die auf sie einfallende (durch den Konzentrator 11 reflektierte) Strahlung 6 derart, dass die Strahlung 6 nach den optischen Elementen 20 als Strahlung 15 in einen Brennpunktbereich konzentriert wird. Mit anderen Worten weist der durch die Strahlung 15 repräsentierte zweite Strahlungspfad jedes der optischen Elemente 20 einen Brennpunktbereich 21 auf. In der Fig. sind eine der Länge des Sonnenkollektors entsprechende Anzahl optischer Elemente 20 dargestellt und deren Brennpunktbereiche beispielhaft bei zwei optischen Elementen 20 eingezeichnet.

[0036] Die optischen Elemente 20 sind Bestandteil einer zweiten Konzentratoranordnung, die im ersten Strahlungspfad vor dem Brennlinienbereich angeordnet ist. Zur zweiten Konzentratoranordnung gehören hier beispielsweise noch Träger 22, die am Absorberrohr 12 festgelegt sind und an denen die optischen Elemente 20 in Position gehalten werden.

[0037] Das hier als Absorberrohr 12 ausgebildete Absorberelement befindet sich am Ort der Brennpunktbereiche 21 und besitzt eine Anzahl, mindestens eine, thermische Öffnungen 23 für den Durchtritt der konzentrierten Strahlung 15 in das Innere des Absorberrohrs 12.

[0038] Fig. 2b zeigt einen Schnitt in Querrichtung (Pfeil 17) durch den Kollektor 10 von Fig. 2a mit einer Ansicht des in diese Querschnittsebene projizierten Strahlungsgangs bzw. ersten und zweiten Strahlungspfads der beiden Konzentratoranordnungen. Wie oben erwähnt, sind alle für das Verständnis der Erfindung nicht wesentlichen Elemente des Rinnenkollektors 10 dem Fachmann bekannt und zur Entlastung der Fig. weggelassen.

[0039] Insbesondere ist ersichtlich, dass der erste Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung (Konzentrator 11), hier dargestellt durch die beiden reflektierten Strahlen 6,6', gegen einen Brennlinienbereich 21 am Ort des Absorberrohrs 12 konvergiert. Die Strahlung 6 tritt durch das optische Element 20 hindurch, wobei dessen zweiter Strahlungspfad, hier dargestellt durch die beiden Strahlen 15,15', gegen den Brennpunktbereich 21 konvergiert.

[0040] Die Konzentration der ersten Konzentrationsanordnung erfolgt in Querrichtung (Pfeil 17).

[0041] Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform liegen die Brennpunktbereiche 21 der optischen Elemente 20 im Brennlinienbereich des Konzentrators 11, d.h. im Brennlinienbereich der ersten Konzentratoranordnung. Daraus ergibt sich für die in der Fig. 2b dargestellte Sicht auf die Querschnittsebene (nicht aber in Längsrichtung, siehe nachstehend zu Fig. 2c), dass die reflektierte Strahlung 6 durch das optische Element 20 nicht gebrochen wird, d.h. im Wesentlichen

in einer Geraden liegen. Im Wesentlichen deshalb, weil beim Durchtritt eines Strahls 6,6' durch das optische Element 20 hindurch ein leichter Versatz des Strahlungspfads 15,15' gegenüber dem Pfad 6,6' auftreten kann, der aber hier nicht relevant ist.

[0042] Zur Entlastung der Figur sind wiederum die nicht wesentlichen Elemente, hier auch die Träger 22 (Fig. 2a) für die optischen Elemente 20 weggelassen.

[0043] Fig. 2c zeigt einen Schnitt durch den Kollektors 10 von Fig. 2a in Längsrichtung (Pfeil 16), mit einer Ansicht des in diese Längsebene projizierten Strahlungsgangs bzw. ersten und zweiten Strahlungspfads der ersten und der zweiten Konzentratoranordnung. Dargestellt ist jedoch nur ein Teil des Längsschnitts über die Länge eines der optischen Elemente 20.

[0044] Mit einer angenommenen Blickrichtung von rechts nach links (Fig. 2b) zeigt Fig. 2c den Blick auf die linke Hälfte des Konzentrators 11 (Fig. 2b).

[0045] Insbesondere ist ersichtlich, dass der erste Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung (Konzentrator 11), hier dargestellt durch die reflektierten Strahlen 6, 6', gegen einen Brennlinsenbereich am Ort des Absorberrohrs 23 läuft. Die Strahlung 6 bis 6' tritt durch die optischen Element 20 hindurch, wird durch diese in Längsrichtung 16 gebrochen, wobei der zweite Strahlungspfad der optischen Elemente 20 (dargestellt durch die Strahlen 15,15') gegen jeweils einen Brennpunktbereich 21 konvergiert.

[0046] Die Konzentration der zweiten Konzentrationsanordnung erfolgt in Längsrichtung (Pfeil 16).

[0047] Es ergibt sich, dass die zweite Konzentratoranordnung mindestens ein optisches Element 20 mit einem zweiten Strahlungspfad aufweist, wobei durch das mindestens eine optische Element 20 mindestens ein Brennpunktbereich 21 erzeugt wird. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die erfindungsgemässe Anordnung für kleine oder kleinste Anwendungen mit nur einem optischen Element 20 oder für industrielle Anwendung in Kollektoren mit grössten Abmessungen mit Dutzenden oder Hunderten von optischen Elementen 20 ausgeführt werden kann.

[0048] Aus den Fig. 2b und 2c ergibt sich weiter, dass das optische Element 20 bei der dargestellten Ausführungsform als Linearkonzentrator ausgebildet ist, dessen Konzentrationsrichtung quer oder senkrecht zur Konzentrationsrichtung des Linearkonzentrators der ersten Konzentratoranordnung verläuft.

[0049] Damit ergibt sich weiter, dass die optisch wirksamen Oberflächen (an denen die Brechung der Lichtstrahlen erzeugt wird) der optischen Elemente 20 gegenüber dem ersten Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung (hier des Konzentrators 11) derart ausgerichtet sind, dass der Pfad jedes einzelnen Strahls, projiziert auf eine zum Brennlinsenbereich senkrecht stehende Ebene (dargestellt in Fig. 2b) eine Gerade ist, aber in einer im Brennlinsenbereich liegenden Ebene (dargestellt in Fig. 2c) zum Brennpunktbereich 21 hin gebrochen wird.

[0050] Bevorzugt weisen die optischen Elemente eine Fresnelstruktur auf, was erlaubt, diese mit einem wie in den Figuren 2a bis 2c dargestellten plattenförmigen Körper auszubilden. Beispielsweise kann die Unterseite des plattenförmigen Körpers eben und die Oberseite strukturiert, mit parallelen Fresnel-Stufen ausgebildet werden, wobei die Stufen in Querrichtung 17 parallel zu einander verlaufen, so dass der Brennpunktbereich oberhalb der Mitte des plattenförmigen Körpers liegt.

[0051] Die Auslegung solch einer Fresnellinse 30 kann durch den Fachmann im konkreten Fall leicht vorgenommen werden. Alternativ kann jedes optische Element 20 auch als Sammellinse ausgebildet sein, die sich quer unter dem Absorberrohr 12 hindurch erstreckt und die Brechung gemäss den Fig. 2b und 2c erzeugt. Auf solche Weise ausgebildete optische Elemente 20 können beispielsweise durch Giessen hergestellt werden, in dem eine Metallform hergestellt und ein geeignetes transparentes Kunststoffmaterial (oder auch Glas) vergossen wird.

[0052] Fig. 3 zeigt den Kollektor 10 und die Bahn 30 der Sonne vom Morgen bis zum Abend. Dargestellt sind Sonnenstrahlen 31, 32 und 33, am selben Ort auf den Konzentrator 11 einfallen und durch diesen im ersten Strahlungspfad je nach Tageszeit als Strahlen 31', 32' und 33' reflektiert werden. Mit anderen Worten fällt die Sonnenstrahlung über die Tageszeit wechselnd auf den Konzentrator 11, d.h. die erste Konzentratoranordnung, so dass dessen erster Strahlungspfad mit der Tageszeit laufend ändert, wobei der aktuelle erste Strahlungspfad am Morgen durch den Strahl 31', am Mittag durch den Strahl 32' und am Abend durch den Strahl 33' repräsentiert wird. Entsprechend wird der Brennlinsenbereich des Konzentrators 11 nur in seiner Längsachse (Richtung 16) verschoben, nicht aber quer dazu. Dennoch ist dies nachteilig, da die Strahlen 31' und 33' schräg auf das optische Element 20 fallen (Fig. 2a und 2c) und deshalb teilweise in dieses eintreten und erfindungsgemäss gebrochen werden, teilweise aber auch von der Oberfläche des optischen Elements reflektiert werden, was den Wirkungsgrad des Sonnenkollektors 10 negativ beeinflusst, da die reflektierten Strahlen nicht in den Brennpunktbereich gelangen. Dieser Effekt ist nahe Null im Fall des Strahls 32', und wird grösser, je schräger die Strahlen 31' oder 33' auf die untere Oberfläche des optischen Elements 20 fallen.

[0053] Fig. 4 zeigt nun eine erfindungsgemässe Anordnung, die den durchschnittlichen Wirkungsgrad der zweiten Konzentratoranordnung steigert. Die Fig. zeigt analog zu Fig. 2c einen Schnitt durch den Kollektor 10 in Längsrichtung (Pfeil 16), wobei nur ein Teil des Längsschnitts dargestellt ist, um die Verhältnisse anhand eines beliebigen optischen Elements 20 des Kollektors 10 (Fig. 2a) näher zu erläutern.

[0054] Das optische Element 20 ist über ein Trägerpaar 40,40' (von dem nur der in der Bildebene vordere Träger 40' sichtbar ist) verschwenkbar an ihrerseits fest am Absorberrohr 12 angeordneten Trägern (von denen nur der in der Bildebene vordere Träger 41' sichtbar ist) angelenkt. Dadurch kann es in Richtung des Doppelpfeils 42 verschwenkt werden, jeweils so, dass es gegenüber dem aktuellen Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung ausgerichtet ist, d.h. senkrecht zum aktuellen ersten Strahlungspfad steht. In der Fig. ist der aktuelle Strahlungspfad durch die Strahlen 31' und 31** repräsentiert. Der zweite Strahlungspfad wird durch die Strahlen 15' und 15** repräsentiert.

[0055] Die Verschwenkbewegung wird durch einen in Richtung des Doppelpfeils 47 bewegbaren Hebel 48 ausgelöst, der mit dem optischen Element 20 (und allen anderen optischen Elementen des Kollektors 10) verbunden ist. Eine zur Entlastung der Figuren nicht dargestellte Steuerung des Kollektors 10 kann einen ebenfalls nicht dargestellten Antrieb für den Hebel 48 ansteuern, so dass die Ausrichtung des optischen Elements 20 über Tag jederzeit richtig erfolgt. Der Vorschubbereich des Hebels 48 definiert einen Ausrichtbereich für die optischen Elemente 20, der dem am Standort des Kollektors 10 herrschenden tageszeitlichen Strahlungsverhältnissen entspricht (Fig. 3).

[0056] Die Trägerpaare mit den Trägern 40,40' und 41,41' sowie der Hebel 47 mit dem zugehörigen Antrieb und seiner Steuerung stellen Mittel dar, um den mindestens einen Konzentrador (bei der dargestellten Ausführungsform: die optischen Elemente 20) der zweiten Konzentratoranordnung gegenüber einem aktuellen ersten Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung laufend, der Tageszeit entsprechend, auszurichten.

[0057] Vorteilhaft an der in der Fig. dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist, dass durch das Trägerpaar mit dem Träger 41 die Verschwenkachse 43 in den Bereich der thermischen Öffnung 45 gelegt wird, mit der Folge, dass der gestrichelt angedeutete Brennpunktbereich 46 über den gesamten Ausrichtbereich des optischen Elements 20 (bzw. Ausrichtbereich des mindestens einen Konzentradors der zweiten Konzentratoranordnung) in einer festgelegten Position fixiert gehalten ist.

[0058] Da das Absorberrohr 12 gegenüber dem Konzentrador 11 fest angeordnet ist, ist dies auch für den Brennpunktbereich 45 der Fall. Mit anderen Worten ist durch die gezeigte Anordnung der Brennpunktbereich 45 des Konzentradors der zweiten Konzentratoranordnung (das optische Element 20) über den gesamten Ausrichtbereich gegenüber einer relativ zu einem Konzentradorabschnitt der ersten Konzentratoranordnung (hier der in der Fig. dargestellte Abschnitt des Konzentradors 11) festgelegten Position fixiert gehalten.

[0059] Diese Anordnung erlaubt, die thermischen Öffnungen 45 auf die Ausdehnung des festen Brennpunktbereichs 46 zu reduzieren, d.h. auf diejenigen Abmessungen, die sich durch die wechselnde Ausrichtung der Strahlung (Fig. 3) insgesamt ergeben. Würde das optische Element 20 nicht erfindungsgemäss ausgerichtet, müsste die thermische Öffnung eine Länge aufweisen, die der Verschiebung des Brennpunktbereichs über die Tageszeit entspricht. Bei einer langen Besonnungszeit über Tag könnte dies sogar dazu führen, dass sich die einzelnen thermischen Öffnungen berühren, d.h. dass das Absorberrohr eine über seine Länge durchgehende thermische Öffnung aufweisen würde. Ein entsprechender und erfindungsgemäss vermeidbarer Wärmeverlust wäre die Folge.

[0060] Fig. 5a zeigt eine weitere Ausführungsform gemäss der vorliegenden Erfindung, wobei die Ausführungsform gemäss Fig. 4 durch zwei Begrenzungsspiegel 50,51 ergänzt ist. Eine bevorzugte Anordnung solcher Spiegel ist dem Fachmann als Compound Parabolic Concentrator bekannt. Nach dem Wissen der Anmelderin sind Compound Parabolic Concentrators bisher nicht in Sonnenkollektoren mit Linearkonzentratoren verwendet worden. In einem Compound Parabolic Concentrator besitzen die Spiegel 50,51 ein Profil, das einem Ast einer Parabel entspricht, wobei der Brennpunkt dieser Parabel am unteren Rand des gegenüber liegenden Spiegels liegt. Die Begrenzungsspiegel 50,51 sind hier einerseits am optischen Element 20 und andererseits an einer oberen Halterung 58 befestigt, gegenüber dem optischen Element 20 fixiert und mit diesem verschwenkbar angeordnet.

[0061] Durch diese Begrenzungsspiegel 50,51 wird eine Streuung der im ersten Strahlungspfad reflektierten Strahlung korrigiert. Die Streuung ergibt sich einerseits aus dem Öffnungswinkel der Sonne, mit der Folge, dass die Sonnenstrahlung nicht als Parallelstrahlung einfällt, und andererseits aus dem Konzentrador 11 selbst, dessen Oberfläche mit vernünftigem Kostenaufwand nicht geometrisch ideal herzustellen ist, was eine weitere Störung des Strahlengangs zur Folge hat. Ebenso können Fehler im optischen Element 20 eine Störung im zweiten Strahlungspfad bewirken, die durch die Begrenzungsspiegel 50, 51 korrigiert wird.

[0062] In der Figur ist ein Strahl 31** im ersten Strahlungspfad und ein Strahl 15** im zweiten Strahlungspfad eingezeichnet. Es sei angenommen, dass der Strahl 31** der reflektierte Strahl eines aus dem Zentrum der Sonne stammenden Strahls ist, und dass der Konzentrador 11 am Ort der Reflektion geometrisch ideal ausgebildet ist. Dem entsprechend läuft der Strahl 15** ideal durch das Zentrum des Brennpunktbereichs 46.

[0063] Weiter eingezeichnet in der Figur ist ein Strahl 53' im ersten Strahlungspfad und ein Strahl 54' im zweiten Strahlungspfad. Hier sei angenommen, dass der Strahl 53' der reflektierte Strahl eines vom Rand der Sonne stammenden Strahls ist, und/oder dass der Konzentrador 11 am Ort der Reflektion eine geometrische Abweichung aufweist. Dem entsprechend sind die Strahlen 31** und 53' nicht parallel, und weiter ist der Strahl 54' trotz Brechung im optischen Element 20 (oder auch wegen eines Fehlers im optischen Element 20) nicht auf den Brennpunktbereich 46 gerichtet, sondern würde diesen verfehlen, wie dies durch die gestrichelte Linie 47 angedeutet ist.

[0064] Der Strahl 54' trifft entsprechend auf den Begrenzungsspiegel 50 und wird von diesem als Strahl 55' in den Brennpunktbereich 46 reflektiert.

[0065] Diese Reflektion am Begrenzungsspiegel 50 führt dazu, dass alle auf ihn im Rahmen seines Akzeptanzwinkels auftreffende Strahlung auf den Brennpunktbereich 46 konzentriert wird. Die Begrenzungsspiegel 50, 51 stellen mit anderen Worten eine dritte Konzentratoranordnung dar, mit einem dritten Strahlungspfad, dessen Brennpunktbereich am Ort des Brennpunktbereichs 46 des zweiten Strahlungspfads liegt.

[0066] Fig. 5b zeigt eine Ansicht auf die Anordnung von Fig. 5a in einem Schnitt entlang der Ebene AA von Fig. 5a. Ersichtlich sind die Unterseite des optischen Elements 20, die Rückseite des Begrenzungsspiegels 50, wobei durch das dort eingezeichnete Kreuz der Auftreffpunkt des Strahls 54' markiert ist.

[0067] An dieser Stelle sei angefügt, dass die Fig. die Anwendung der Begrenzungsspiegel 50,51 im Längsschnitt durch den Kollektor 10 zeigt, d.h., dass deren Fläche quer, in Richtung 17 verläuft. Die Begrenzungsspiegel können jedoch auch mit ihrer Fläche längs, in Richtung 16 ausgerichtet sein, so dass der Strahlengang beispielsweise durch nicht parallel einfallende Strahlung der Sonne, aufgrund von Fehlern in der Krümmung des Konzentrators 11 in Querrichtung (Richtung 17) oder in Querrichtung wirksamen Fehlern im optischen Element 20 durch weitere Konzentration in einem dritten Strahlungspfad korrigiert werden.

[0068] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind Begrenzungsspiegel für die Korrektur des Strahlungsgangs in Längs- und in Querrichtung vorgesehen.

[0069] Fig. 6 zeigt einen Kollektor 60, dessen erste Konzentratoranordnung mehrere, neben einander und längs verlaufende Konzentratorabschnitte 61, 62 aufweist. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die erste Konzentratoranordnung nicht nur zwei, sondern beispielsweise vier, sechs, acht oder mehr solcher Konzentratorabschnitte besitzen kann. In der WO 2010/037243 ist eine Konzentratoranordnung mit sechs Abschnitten beschrieben.

[0070] Jedem Konzentratorabschnitt 61,62 ist eine Reihe 63,64 von optischen Elementen 65,66 zugeordnet, wobei wiederum jedem optischen Element 65,66 eine eigene thermische Öffnung 67,68 im Absorberrohr 69 zugeordnet ist. Wiederum sind zur Entlastung der Figur die Träger für die optischen Elemente 65,66 und andere, zum Verständnis der Erfindung nicht wesentliche Elemente weggelassen.

[0071] Ein Sonnenstrahl 70 wird im Konzentratorabschnitt 61 als Strahl 71 (erster Strahlungspfad des Konzentratorabschnitts 61) reflektiert, durch das optische Element 65 gebrochen und als Strahl 72 (zweiter Strahlungspfad des optischen Elements 65) in einen in der Fig. nicht ersichtlichen Brennpunktbereich am Ort der verdeckten thermischen Öffnung 67 gelenkt.

[0072] Ebenso wird ein Sonnenstrahl 74 wird im Konzentratorabschnitt 62 als Strahl 75 (erster Strahlungspfad des Konzentratorabschnitts 62) reflektiert, durch das optische Element 66 gebrochen und als Strahl 76 (zweiter Strahlungspfad des optischen Elements 66) in einen Brennpunktbereich 78 am Ort der thermischen Öffnung 68 gelenkt.

[0073] Diese Anordnung besitzt den Vorteil, dass die Querausdehnung (Richtung 17) der einzelnen Konzentratorabschnitte 61,62 kleiner ist, als dies bei einem einzigen Konzentrator der Fall wäre, so dass gegenüber einem breiteren Konzentrator kleinere Brennpunktbereiche erzielbar sind (Öffnungswinkel der Sonne). Dies wiederum führt zu kleineren thermischen Öffnungen 67,68, deren gesamte Fläche kleiner ist als die Fläche der thermischen Öffnungen bei nur einem, aber deutlich breiteren Konzentrator.

[0074] Natürlich sind alle optischen Elemente 65, 66 erfindungsgemäss verschwenkbar am Absorberrohr 69 angeordnet, wie dies in den Fig. 4 bis 5b beispielhaft dargestellt ist. Ebenso sind die optischen Elemente 65,66 wie oben beschrieben beispielsweise als Fresnellinsen ausgebildet.

[0075] Fig. 6b zeigt einen gegenüber Fig. 6a leicht modifizierten Kollektor 70, ebenfalls mit zwei Konzentratorabschnitten 71,72 und zwei Reihen 73,74 von optischen Elementen 20. Die optischen Elemente 20 jeder Reihe 73,74 sind auf den ihnen jeweils zugeordneten Konzentratorabschnitt 71,72 ausgerichtet und damit schräg angeordnet, und damit in einer durch die strichpunktierten Linien 75,76 angedeuteten, schrägen Ebene erfindungsgemäss verschwenkbar. Durch diese Ausrichtung der optischen Elemente 20 verbessert sich der Wirkungsgrad der Anordnung. Die Figur zeigt weiter einen Sonnenstrahl 80, einen den ersten Strahlungspfad des Konzentratorabschnitts 71 repräsentierenden reflektierten Strahl 81 und einen korrekt laufenden, den zweiten Strahlungspfad repräsentierenden Strahl 82 (der somit am Begrenzungsspiegel 50 vorbeiläuft). Weiter zeigt die Figur einen vorzugsweise begehbaren Streifen 83 sowie seitliche Rahmenteile 84 und 85, zwischen denen die Konzentratorabschnitte 71,72 aufgespannt sind. Bevorzugt sind ist die Breite des Streifens 83 so gewählt, dass nur er durch die beiden Reihen 73,74 der optischen Elemente 20 beschattet wird.

[0076] Fig. 7a und 7b zeigen eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher die zweite Konzentratoranordnung nicht ein transparentes optisches Element, sondern einen Spiegel aufweist. In Fig. 7a ist ein Sonnenkollektor 100 dargestellt, mit einer Druckzelle 101 bekannter Art, aufgespannt in einem Rahmen 102, der seinerseits für die Nachverfolgung der Sonne verschwenkbar an einem Sockel 103 gelagert ist.

[0077] In der Druckzelle 101 ist eine erste Konzentratoranordnung mit einem mehrteiligen Konzentrator, bestehend aus den Abschnitten 104 und 105 angeordnet, wobei erfindungsgemäss eine hier ebenfalls zweiteilige zweite Konzentratoranordnung vorgesehen ist, mit Spiegeln 106 und 107. Jeder Spiegel 106, 107 liegt im Strahlungspfad des ihm zugeordne-

ten Konzentradorabschnitts 104, 105. Die Einfallende Sonnenstrahlung wird durch die Strahlen 110, 111 dargestellt, der Strahlungspfad der Konzentradorabschnitte 104 und 105 durch die reflektierten Strahlen 112,113. Die Spiegel 106,107 befinden sich im Strahlungspfad vor dem Brennlinienbereich des jeweiligen Konzentradorabschnitts 104, 105. Der Strahlungspfad der Spiegel 106,107 für die reflektierte Sonnenstrahlung 112,113 wird durch die an den Spiegeln reflektierte Strahlung 114,115 dargestellt. Diese reflektierte Strahlung 114,115 wird erfindungsgemäss durch die Spiegel 106,107 in einen Brennpunktbereich 116 konzentriert, der bei einer zugeordneten Öffnung des Absorberrohrs liegt.

[0078] Die dazu notwendige Krümmung der Spiegel 106,107 ist in Fig. 7b schematisch dargestellt. Die Spiegel 106,107 können alternativ mit einer Fresnel-Struktur, besonders bevorzugt mit einer Fresnel-Gitterstruktur versehen sein. Fig. 7b stellt eine Ansicht auf einen Teil des Sonnenkollektors 100 dar, wobei die Blickrichtung etwa der Pfeilrichtung für das Referenzzeichen 100 in Fig. 7a entspricht. Zur Entlastung der Fig. ist nur das Absorberrohr 120, eine der thermischen Öffnungen 121 und ein dieser Öffnung 121 zugeordneter Spiegel 107 dargestellt. Benachbarte und gleich ausgebildete Spiegel 107', die sich unter dem Absorberrohr 120 über seine ganze Länge (Pfeil 16) aneinanderreihen, sind gestrichelt angedeutet, wobei jedem Spiegel 107' seinerseits eine Öffnung 121 zugeordnet ist.

[0079] Der Spiegel 107 ist in Längsrichtung 16 derart (konkav) gekrümmt, dass, in Längsrichtung gesehen, alle einfallenden Strahlen 113 auf den Brennpunktbereich 116 konzentriert werden, während der Spiegel-107 zudem in Querrichtung 17 ebenfalls (konkav) gekrümmt ist, so dass die Konzentration auf den Brennlinienbereich 116 in Querrichtung ebenfalls stattfindet.

[0080] Fig. 7c zeigt die Anordnung der Fig. 7a und 7b, wobei erfindungsgemäss Mittel vorgesehen sind, um den Spiegel 107 in einem Ausrichtbereich gegenüber einem aktuellen Strahlungspfad der ersten Konzentradoranordnung auszurichten. Diese Mittel weisen ein Auflager 122 auf, auf welchem der Spiegelle 107 um eine Verschwenkachse 123 verschwenkbar gelagert ist, wobei die Verschwenkbewegung durch einen Hebel 124 ausgelöst wird, der durch einen zur Entlastung der Fig. nicht dargestellten Antrieb aktiviert wird.

[0081] Die Spiegel können bevorzugt eine Fresnel-Gitterstruktur aufweisen, die der Fachmann im konkreten Fall so bestimmen kann, dass der erfindungsgemässe Erfolg eintritt. Solche Spiegel können ebenfalls als Guss hergestellt werden, wobei beispielsweise die wirksame optische Oberfläche des Gussteils durch eine geeignete Beschichtung verspiegelt werden kann.

[0082] Vorteilhaft ist an den in den Figuren dargestellten Anordnungen ist, dass die zweite Konzentradoranordnung in einer Druckzelle angeordnet werden kann, so dass sie vor Verschmutzung geschützt ist. Grundsätzlich erspart dies den beträchtlichen Aufwand für die Reinigung, wobei nicht durch die Druckzelle geschützte, fein abgestufte Fresnel-Gitterstrukturen in den Spiegeln auch mit sehr grossem Reinigungsaufwand nicht vollständig gereinigt werden können, was zu Verlusten in der Leistung des Kollektors führen muss.

[0083] Konventionelle Absorberrohre werden mit aufwendiger und teurerer Konstruktion hergestellt, um die Wärmeverluste soweit wie möglich zu minimieren. Da das die Wärme transportierende Medium im Rohrinernen zirkuliert, erwärmt die durch den Konzentrador konzentrierte Sonnenstrahlung zuerst das Rohr, und dieses dann das Medium, mit der Folge, dass das notwendigerweise gegen 500°C heisse Absorberrohr seiner Temperatur entsprechend Wärme abstrahlt. Die Abstrahlung von Wärme über das Leitungsnetz für das Wärme transportierende Medium kann 100 W/m erreichen, die Leitungslänge in einer Grossanlage bis 100 km, so dass die Wärmeverluste über das Leitungsnetz für den Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerks von erheblicher Bedeutung sind, ebenso der auf die Absorberrohre entfallende Anteil an Wärmeverlusten. In WO 2010/078 668 ist ein aussenisoliertes Absorberrohr offenbart, dessen durch den Einsatz in einem Rinnenkollektor gegebene Schlitzöffnung im Hinblick auf die Wärmeverluste optimiert ist.

[0084] Mit dem Begriff «thermische Öffnung» kann je nach Bauform des Absorberrohrs eine physische Öffnung in der Aussenisolation eines Absorberrohrs gemäss der oben genannten Publikation bezeichnet werden. Der Begriff «thermische Öffnung» umfasst aber auch bei anderen Bauformen einen physisch geschlossenen Bereich, der für den Wärmedurchgang der konzentrierten Sonnenstrahlung konstruiert ist, wobei beispielsweise durch geeignete Beschichtungen am Ort der Wärmeeinstrahlung eine Rückstrahlung der Wärme vermindert werden kann. Dem Fachmann sind solche Konstruktionen bekannt. Dennoch ist es notwendigerweise so, dass am Ort der thermischen Öffnung letztlich keine gute Isolation erzielbar ist, also die entsprechenden relevanten Wärmeverluste hingenommen werden müssen.

[0085] Die vorliegende Erfindung erlaubt nun über die gestellte Aufgabe hinaus ein Absorberrohr zu verwenden, bei dem die Fläche der thermischen Öffnung in einzelne, kleine Öffnungen unterteilt und so auf eine wesentlich verkleinerte Gesamtfläche reduziert ist. Damit sind auch die Wärmeverluste des entsprechenden Absorberrohrs signifikant reduziert.

[0086] Dadurch ergibt sich eine Synergie zu der gemäss der vorliegenden Erfindung in Brennpunktbereiche konzentrieren Strahlung: einerseits wird die mögliche Temperatur im Absorberrohr erhöht, und andererseits werden die Wärmeverluste aus dem Absorberrohr verringert, was hier besonders ins Gewicht fällt, da die Wärmeverluste hauptsächlich durch Wärmeabstrahlung erfolgen, welche mit der vierten Potenz der Temperatur zunimmt.

[0087] Üblicherweise ist ein Rinnenkollektor seiner Länge nach in der Ost-West-Richtung positioniert und kann dem täglichen Sonnenstand entsprechend in der Höhe ausgerichtet werden. Dadurch fallen die Sonnenstrahlen, abgesehen von der Mittagszeit, schräg in die Rinne ein und werden schräg reflektiert. Der in der Fig. 4 dargestellte Strahlengang entspricht also einem bestimmten Zeitpunkt über Mittag.

[0088] Einerseits können deshalb die thermischen Öffnungen 29 im Absorberrohr 28 als längs verlaufende, von einander beabstandete Schlitze vorgesehen werden, entlang denen der jeweilige Brennpunktbereich der Tageszeit entsprechend wandern kann. Zwar ist dann die Wärmeabstrahlung zwar immer noch reduziert ist, aber nicht in dem Mass, wie das der Fall ist, wenn jede thermische Öffnung 29 im Wesentlichen auf die Ausdehnung des dort eintretenden Strahlungspfads reduziert ist.

[0089] Entsprechend sieht eine weitere, in den Figuren nicht dargestellte Ausführungsform der Erfindung vor, dass ein Absorberrohr mit im Wesentlichen auf die Ausdehnung des eintretenden Strahlungspfads reduzierten thermischen Öffnungen versehen und in seiner Längsachse längsverschieblich (Richtung 16 in Fig. 4) im Rinnenkollektor gelagert ist, derart, dass die thermischen Öffnungen dem der täglichen Ost-West Bewegung der Sonne folgenden Strahlungspfad ihrerseits folgen können, so dass sich die oben erwähnte Ausbildung der thermischen Öffnungen 29 als Schlitze erübrigt.

[0090] Eine konkrete Ausführungsform eines Sonnenkollektors beispielsweise gemäss den Fig. 2 bis 4, mit einem Absorberrohr nach Fig. 10, besitzt einen Rinnenkollektor mit einem Konzentrador von 50 m Länge, wobei der Konzentrador zwei parallele Bereiche (Fig. 3) von 4 m Breite aufweist, die so gekrümmt sind, dass ihr Brennlinsenbereich sich in einem Abstand von 3 m befindet. Die gekrümmt ausgebildeten optischen Elemente (Fig. 7a) besitzen einen Krümmungsradius von 200 mm und eine Länge von 200 mm. Entsprechend sind über die Länge des Absorberrohrs ca. 250 optische Elemente vorgesehen, wobei das Absorberrohr (Fig. 10) 250 thermische Öffnungen aufweist.

Patentansprüche

1. Sonnenkollektor mit einer ersten Konzentradoranordnung, die einen ersten Strahlungspfad mit einem Brennlinsenbereich für in einem Betriebsbereich wechselnd in sie einfallende Sonnenstrahlung aufweist, und mit einer Absorberanordnung für konzentrierte Strahlung, gekennzeichnet durch eine zweite Konzentradoranordnung mit mindestens einem, im ersten Strahlungspfad vor dessen Brennlinsenbereich angeordneten, seinerseits einen zweiten Strahlungspfad mit einem Brennpunktbereich aufweisenden weiteren Konzentrador, wobei die zweite Konzentradoranordnung Mittel zum laufenden Ausrichten in einem Ausrichtbereich des mindestens einen Konzentrators gegenüber einem aktuellen Strahlungspfad der ersten Konzentradoranordnung aufweist.
2. Sonnenkollektor nach Anspruch 1, wobei die Mittel zum Ausrichten des mindestens einen weiteren Konzentrators ausgebildet sind, dessen Brennpunktbereich über den gesamten Ausrichtbereich gegenüber einer relativ zu einem Konzentradorabschnitt der ersten Konzentradoranordnung festgelegten Position, vorzugsweise am Ort einer dem weiteren Konzentrador zugeordneten thermischen Öffnung der Absorberanordnung fixiert zu halten.
3. Sonnenkollektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Strahlungspfad zwischen dem mindestens einen weiteren Konzentrador und seinem Brennpunktbereich durch seitlich im Strahlungspfad angeordnete Begrenzungsspiegel begrenzt ist, die einen dritten Strahlungspfad für vom mindestens einen weiteren Konzentrador konzentrierte Strahlung aufweisen, mit einem Brennpunktbereich, der am Ort des Brennpunktbereich des zweiten Strahlungspfads liegt.
4. Sonnenkollektor nach Anspruch 3, wobei die Begrenzungsspiegel einen Compound Parabolic Concentrator aufweisen.
5. Sonnenkollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der mindestens eine weitere Konzentrador der zweiten Konzentradoranordnung als für Sonnenstrahlung transparentes optisches Element ausgebildet ist, das vorzugsweise eine Fresnel-Struktur, besonders bevorzugt eine Fresnel-Gitterstruktur aufweist.
6. Sonnenkollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der mindestens eine weitere Konzentrador der zweiten Konzentradoranordnung als Spiegel ausgebildet ist der vorzugsweise eine Fresnel-Struktur, besonders bevorzugt eine Fresnel-Gitterstruktur aufweist.
7. Sonnenkollektor nach Anspruch 1, wobei die zweite Konzentradoranordnung am Absorberelement gelagert ist.
8. Sonnenkollektor nach Anspruch 2 und 6, wobei der mindestens eine weitere Konzentrador der zweiten Konzentradoranordnung mit einer am Absorberelement verschwenkbar angeordneten Trägeranordnung verbunden ist, und wobei die Verschwenkachse im Brennpunktbereich des weiteren Konzentrators liegt.
9. Sonnenkollektor nach Anspruch 1, wobei das Absorberelement als Absorberrohr mit einer Anzahl von thermischen Öffnungen ausgebildet ist und wobei jedem des mindestens einen weiteren Konzentrators eine thermische Öffnung zugeordnet ist.
10. Sonnenkollektor nach Anspruch 7 und 8, wobei der Brennpunktbereich des mindestens einen weiteren Konzentrators in der thermischen Öffnung, am Ort ihrer geringsten Ausdehnung liegt.
11. Absorberrohr für einen Sonnenkollektor gekennzeichnet durch eine Anzahl von einander beabstandeter, über die Länge des Rohrs angeordneter thermischer Öffnungen für die Aufnahme konzentrierter Sonnenstrahlung.
12. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei die thermischen Öffnungen in mehreren, zu einander parallel über die Länge des Absorberrohrs verlaufender Reihen angeordnet sind, und wobei bevorzugt auf gleicher Höhe des Absorberrohrs die thermischen Öffnungen jeder Reihe nebeneinander in einer Gruppe liegen, und Gruppe für Gruppe hintereinander über die Länge des Absorberrohrs einander folgen.

CH 704 007 A1

13. Absorberrohr nach Anspruch 10 oder 11, wobei die thermischen Öffnungen in sechs Reihen angeordnet sind.
14. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei das Absorberrohr rundum aussenisoliert ist, einschliesslich der zwischen den thermischen Öffnungen gelegenen Bereiche.
15. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei die thermischen Öffnungen einen Verbindungskanal für konzentrierte Strahlung zwischen der Aussenwelt und einem im Inneren des Absorberrohrs verlaufenden Transportkanal für das Wärme transportierende Medium bilden, und wobei der Verbindungskanal sich zu einer Engstelle mit minimalem Querschnitt hin verengt.
16. Absorberrohr nach Anspruch 14, wobei die Engstelle an der Aussenseite des Verbindungskanals liegt und sich dieser nach innen stetig verbreitert.
17. Absorberrohr nach Anspruch 15, wobei sich der Kanal im Querschnitt des Absorberrohrs gesehen mit einem Öffnungswinkel zwischen 100° und 15° , bevorzugt 90° , besonders bevorzugt 40° verbreitert, und wobei er sich im Längsschnitt bevorzugt zwischen 100° und 60° , besonders bevorzugt 90° verbreitert.
18. Absorberrohr nach Anspruch 14, wobei die Engstelle im Inneren des Kanals liegt und sich dieser gegen Aussen und gegen Innen mit einem Öffnungswinkel im Querschnitt öffnet.
19. Absorberrohr nach Anspruch 15, wobei die Innenseite des Verbindungskanals verspiegelt ist, derart, dass auf sie auftreffende konzentrierte Strahlung in den Transportkanal reflektiert wird.

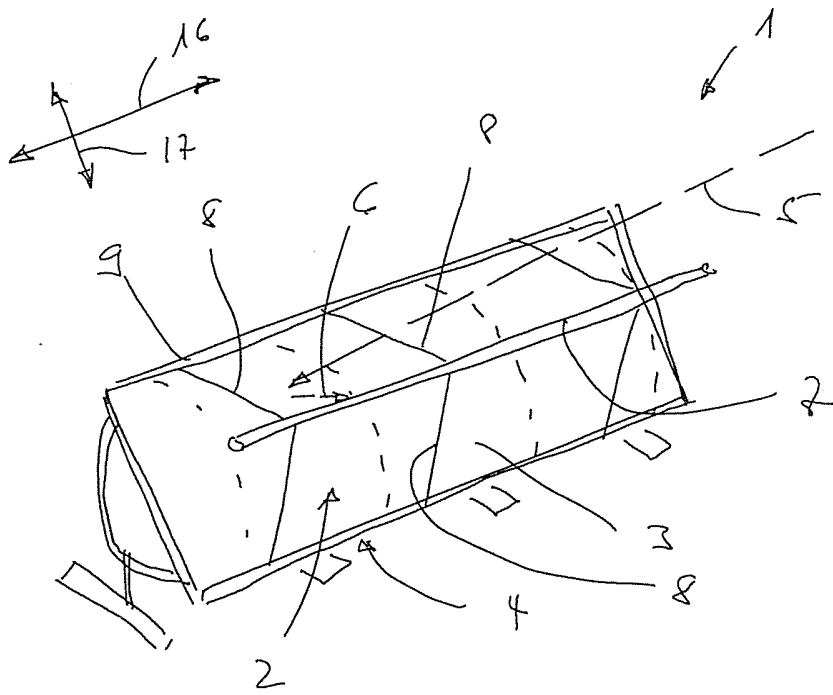


Fig 1

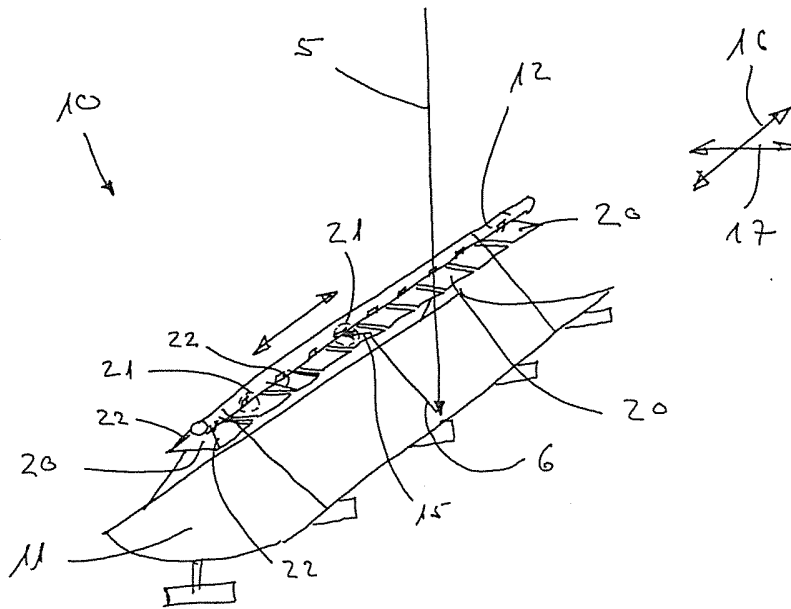


Fig 2a

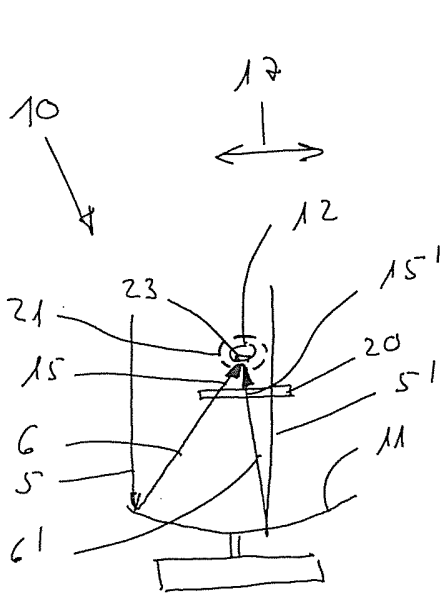


Fig 2b

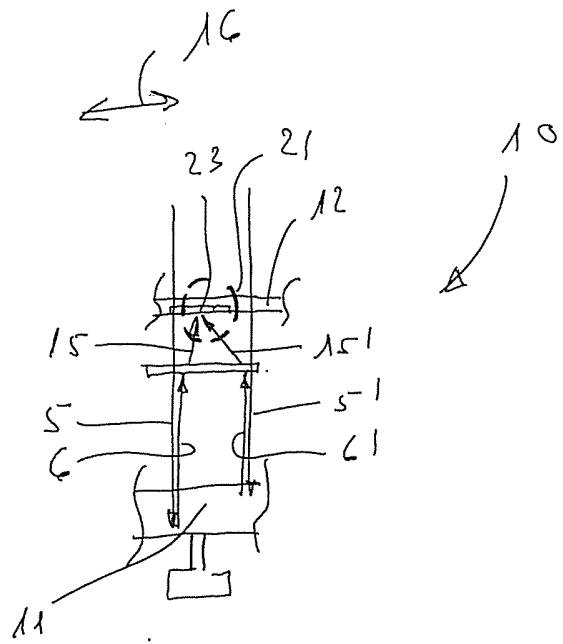


Fig 2c

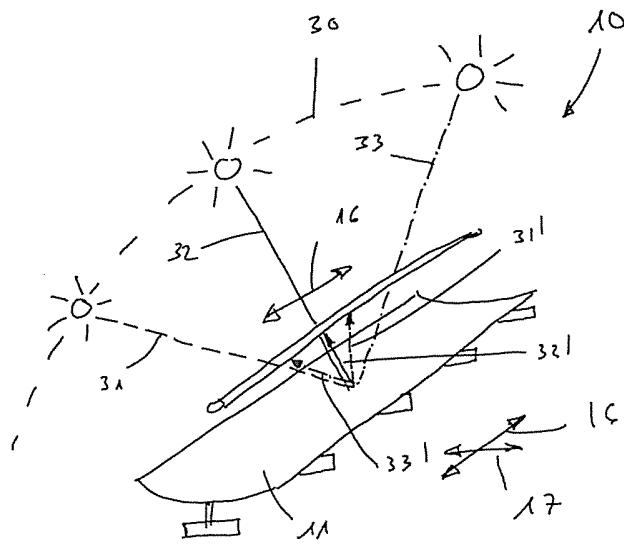


Fig 3

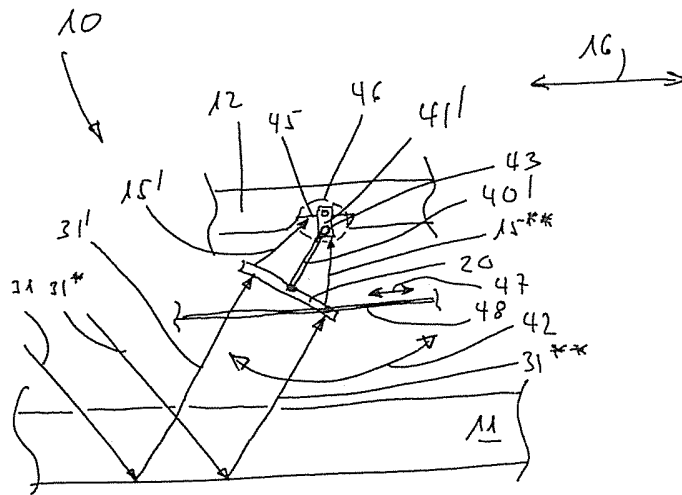


Fig 4

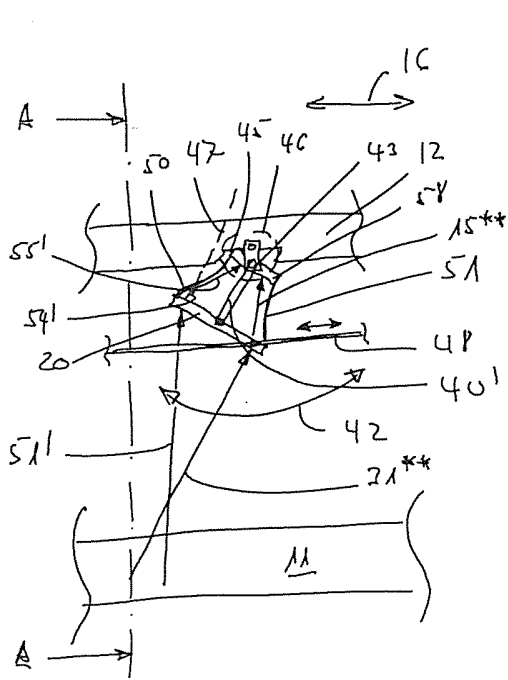


Fig 5a

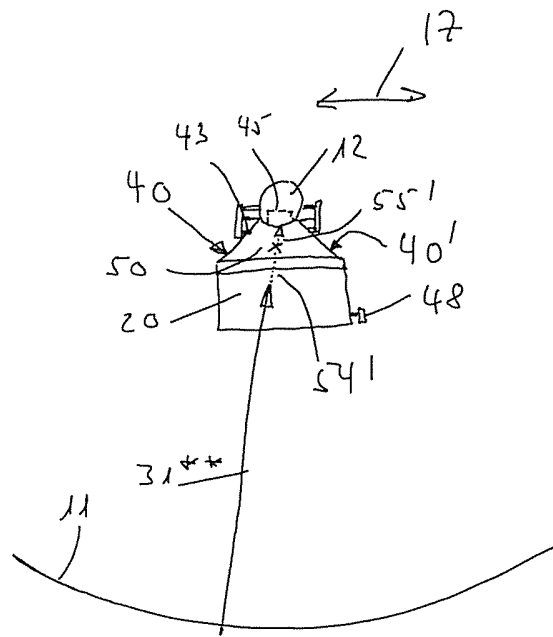


Fig 5b

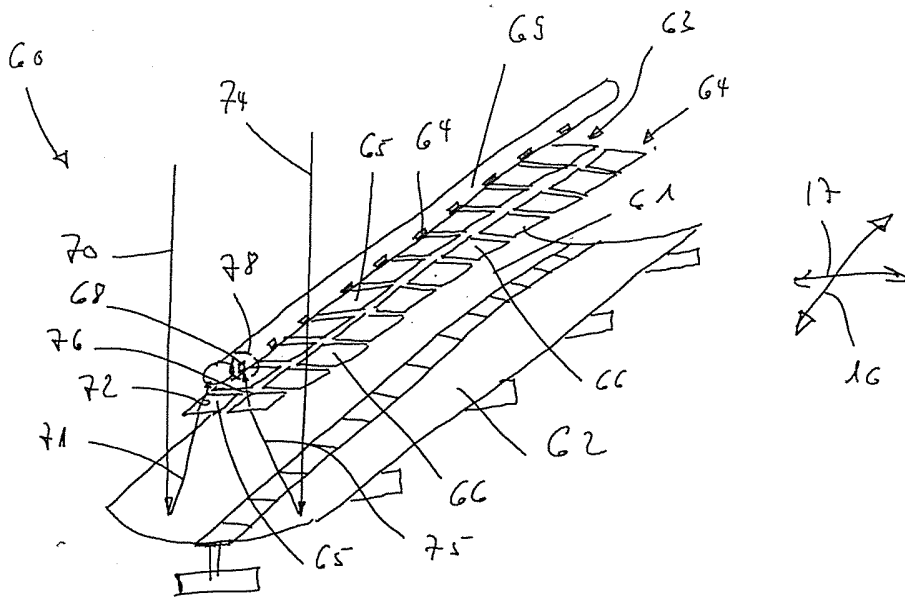


Fig 6a

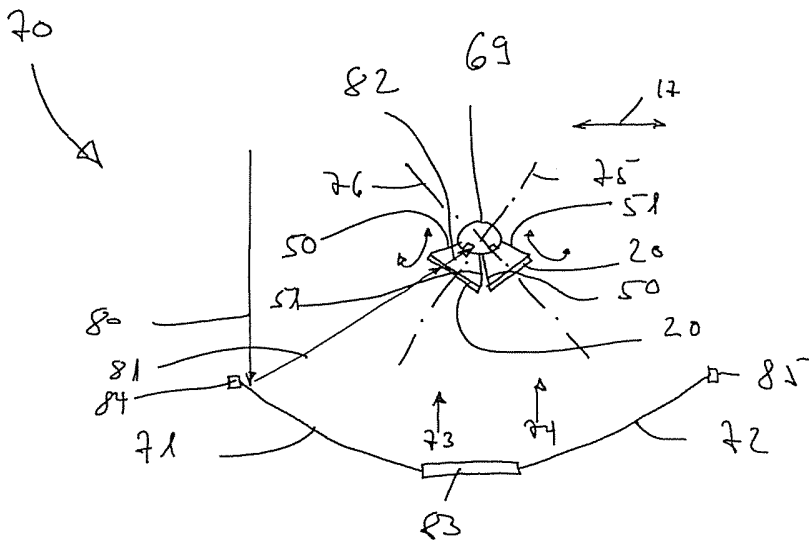


Fig 6b

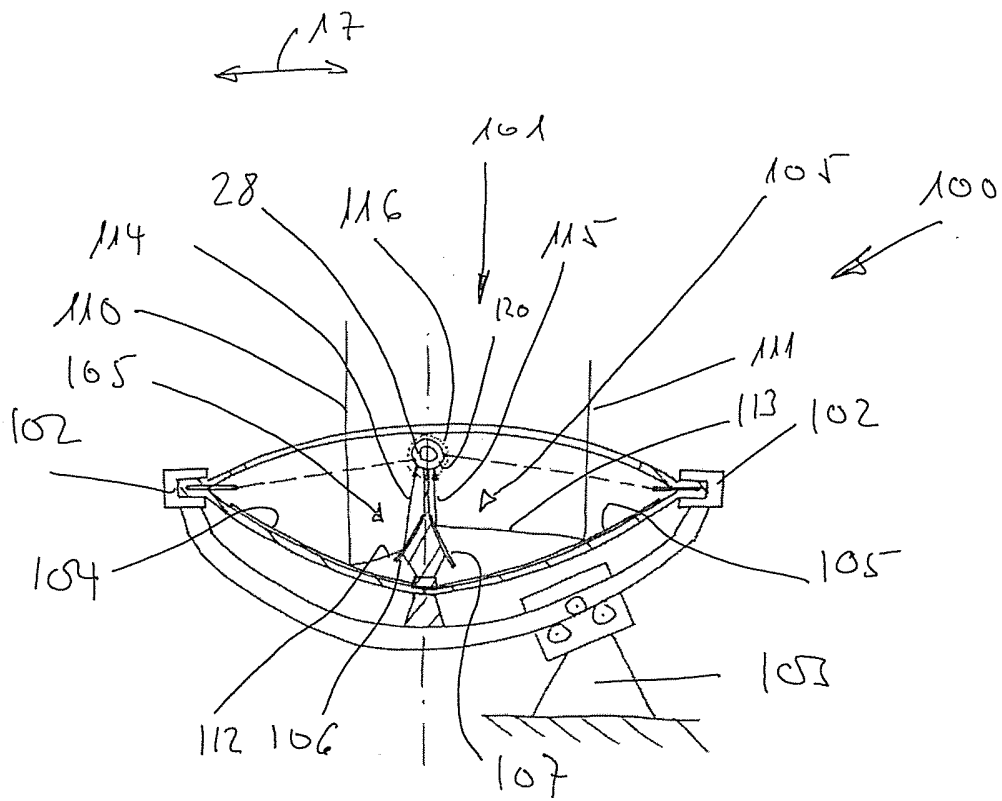
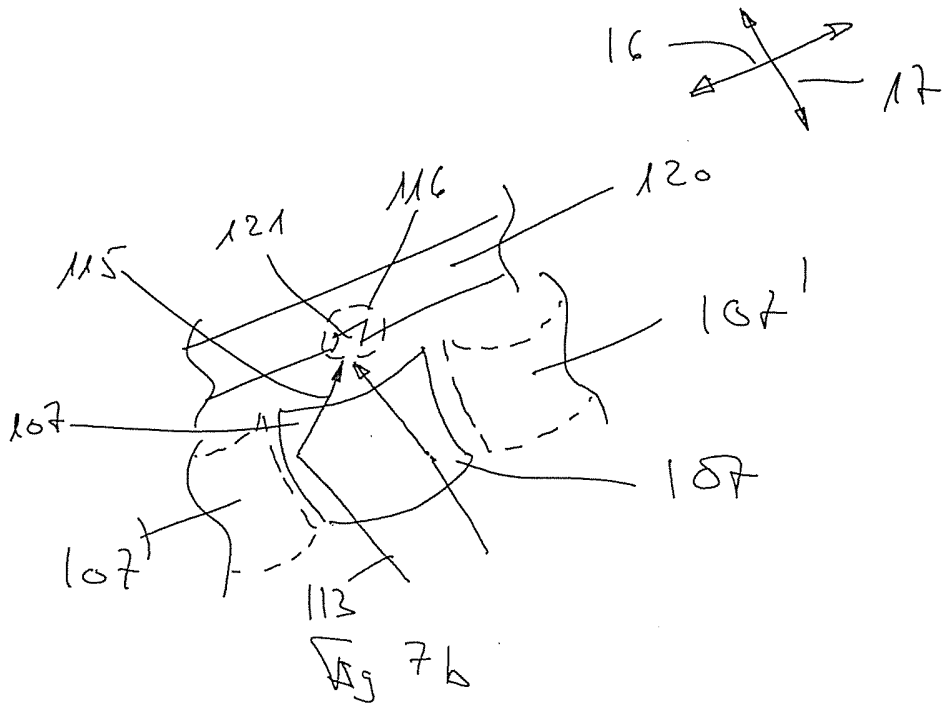


Fig 7a



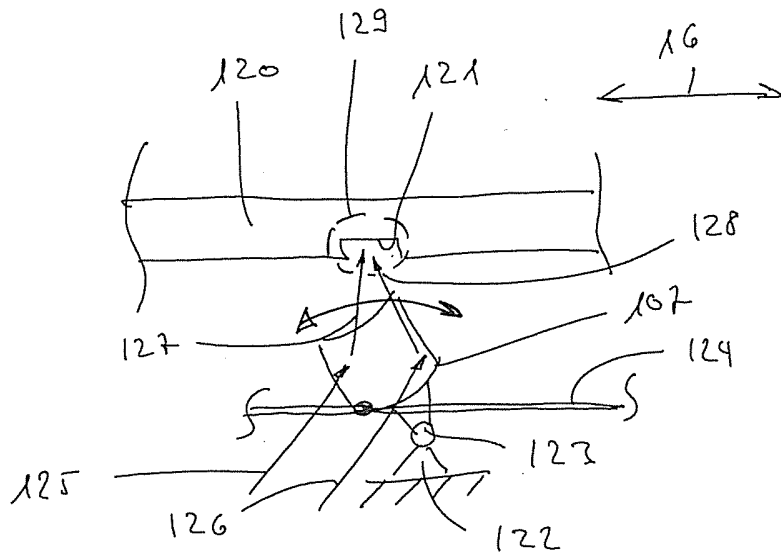


Fig 7c

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	10-241 PAP
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
1745/2010	24-10-2010
Anmelderland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
CH	
Anmelder (Name)	
Airlight Energy IP SA	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat
06-01-2011	SN 55435
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS <small>(treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)</small>	
<small>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC</small>	
F24J2/05 F24J2/07 F24J2/14 F24J2/18 F24J2/24	
F24J2/38 F24J2/54 H01L31/052	
II. RESEARCHIERTE SACHGEBIETE	
Researchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC. 8 F24J	H01L
<small>Researchierbare, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Sachgebiete fallen</small>	
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RESEARCHIERBAR ERWIESEN <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>	
IV. <input checked="" type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>	

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 17452010

A. KLASSENZIEHERUNG DES ANMELDEGENSGEGENSTANDES				
INV.	F24J2/05 F24J2/38	F24J2/07 F24J2/54	F24J2/14 H01L31/052	F24J2/18 F24J2/24
ADD.				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE				
Recherchiertes Mindestprüfobjekt (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)				
F24J H01L				
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfobjekt gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchstrategie)				
EPO-Internal				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile			Betr. Anspruch Nr.
	MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG Siehe Ergänzungsblatt B			
X	US 2010/037953 A1 (XIE JINCHUN [US]) 18. Februar 2010 (2010-02-18)			1, 2, 5-8
Y	* Absätze [0002] - [0004], [0038] -			3, 4
A	[0049], [0053] - [0055]; Abbildungen *			9, 10
Y	WO 2010/099516 A1 (WELLE RICHARD [US]) 2. September 2010 (2010-09-02)			3, 4
	* Absatz [0039]; Abbildung 2a *			
A, D	WO 2010/037243 A2 (AIRLIGHT ENERGY IP SA [CH]; PEDRETTI ANDREA [CH]) 8. April 2010 (2010-04-08) in der Anmeldung erwähnt * das ganze Dokument *			1
	-/-			
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld D zu entnehmen			<input checked="" type="checkbox"/>
	Bitte Anhang Patentfamilie			
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:				
A Veröffentlichung, die den gegenwärtigen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist				
B dieses Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist				
L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchensystem getragenen Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angegeben)				
C Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht				
P Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist				
X Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist				
V Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden				
W Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist				
R Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist				
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art		Abschließendes Datum des Berichts über die Recherche internationaler Art		
23. März 2011		14.03.2011		
Name und Postanschrift des internationalen Recherchenbüros		Bevollmächtigter Beauftragter		
Europäische Patentamt, P.O. Box 12 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax (+31-70) 340-3016		von Mittelstaedt, A		

2

Formblatt FOT/SA/SO1 (Blatt 2) (Juli 2010)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 17452010

C. (Fortsetzung). AUS WESENTLICH ANGEZEICHNETE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Abstract kostenfreien Teile	Betr. Ausspruch Nr.
A, D	WO 2010/078668 A2 (AIRLIGHT ENERGY IP SA [CH]; PEDRETTI ANDREA [CH]) 15. Juli 2010 (2010-07-15) in der Anmeldung erwähnt * Seite 11, Absatz 2 - Seite 14, Absatz 3; Abbildungen 2, 3, 6 *	I
A	WO 2004/011897 A1 (HARRINGTON JULIETTE [AU]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Seite 9, Absatz 2; Abbildungen 1, 4 *	3, 4

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

SN 55435
CH 17452010

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-10

Ein Solarkollektor mit einer ersten Konzentratoranordnung mit einem Brennpunktbereich und mit einer zweiten Konzentratoranordnung deren Konzentrator Mittel zum Ausrichten aufweist.

2. Ansprüche: 11-19

Ein Absorberrohr, geeignet für einen Sonnenkollektor, mit einer Anzahl voneinander beabstandeten thermischen Öffnungen.

Die Recherche wurde auf die erste Erfindung beschränkt.

Die Anmeldung enthält die folgenden Erfindungen die in keinem technischen Zusammenhang stehen. Den Erfindungen mangelt es deswegen an Einheitlichkeit.

Es wird darauf hingewiesen, dass Anspruch 4 doppelt vorhanden war. Die Ansprüche wurden deswegen vom Recherchenprüfer neu nummeriert und gehen nun von 1 bis 19.

Die Erfindungen betreffen unterschiedliche Vorrichtungen, die keinerlei sich entsprechende besondere technische Merkmale haben. Da keine technischen Wechselwirkungen zwischen den technischen Merkmalen bestehen, ist die Anmeldung uneinheitlich. Darüber hinaus unterscheiden sich die Effekte der besonderen technischen Merkmale.

Bei Entrichtung weiterer Recherchegebühren kann der Anmelder weitere Erfindungen auswählen, welche ebenfalls recherchiert werden sollen. Sie werden dann auch vom endgültigen Recherchenbericht mit umfasst.

Sollte keine entsprechende Erklärung innerhalb der gesetzten Frist eingehen, wird ein endgültiger Recherchenbericht auf Basis der ersten Erfindung erstellt.

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 17452010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentsdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010037953	A1	18-02-2010	KEINE
WO 2010099516	A1	02-09-2010	KEINE
WO 2010037243	A2	08-04-2010	CH 699605 A1 CH 699584 A2
WO 2010078668	A2	15-07-2010	CH 700227 A1
WO 2004011857	A1	05-02-2004	AU 2003243842 A1 CA 2490257 A1 US 2006090747 A1

Formblatt P01/65A/201 (Antrag Patentfamilie) Januar 2004