



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 703 995 A2**

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

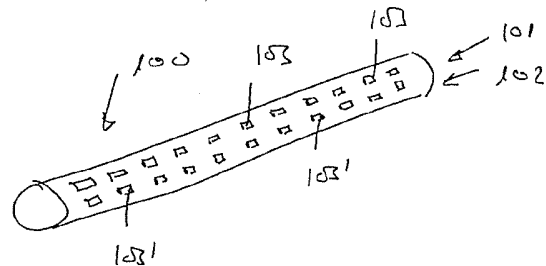
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01776/10	(71) Anmelder: Airlight Energy IP SA, Via Croce 1 6710 Biasca (CH)
(22) Anmeldedatum: 25.10.2010	(72) Erfinder: Andrea Pedretti, 6500 Bellizona (CH)
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.04.2012	
(30) Priorität: 24.10.2010 CH 1746/10 24.10.2010 CH 1744/10 24.10.2010 CH 1745/10	(74) Vertreter: Stump und Partner Patentanwälte AG, Dufourstrasse 116 8008 Zürich (CH)

(54) **Rinnenkollektor sowie Absorberrohr für einen Rinnenkollektor.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rinnenkollektor mit einem im Brennbereich angeordneten Absorberrohr (100). Das Absorberrohr (100) gemäss der vorliegenden Erfindung besitzt thermische Öffnungen (103, 103') mit einer Engstelle mit minimaler Querschnittsfläche für hindurchtretende Strahlung zur verminderten Wärmerückstrahlung durch das Absorberrohr (100). Die Querschnittsfläche ist auf den Brennbereich des Konzentrators des Rinnenkollektors reduziert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rinnenkollektor mit einem Brennbereich und einem im Brennbereich angeordneten Absorberrohr.

[0002] Rinnenkollektoren 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] Konventionelle Absorberrohre werden mit aufwendiger und teurerer Konstruktion hergestellt, um die Wärmeverluste soweit wie möglich zu minimieren. Da das die Wärme transportierende Medium im Rohrrinneren zirkuliert, erwärmt die durch den Konzentrator 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 / 078668 ist ein aussenisoliertes Absorberrohr offenbart, dessen durch den Einsatz in einem Rinnenkollektor gegebene Schlitzöffnung im Hinblick auf die Wärmeverluste optimiert ist.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] Für die Gesamtanlage (Andasol 1 bis 3) wird ein Spitzenwirkungsgrad von ca. 20% sowie ein Wirkungsgrad im Jahresmittel von rund 15% erwartet.

[0013] 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 Konzentrator 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.

[0014] 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.

[0015] 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 Parabolrinnenkraftwerks.

[0016] Um die Parabelform eines Rinnenkollektors 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.

[0017] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rinnenkollektor für die Produktion von Wärme im auch industriellen Massstab bereitzustellen, der einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweist.

[0018] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Sonnenkollektor mit den Merkmalen von Anspruch 1 bzw. ein Absorberrohr mit den Merkmalen von Anspruch 7.

[0019] Dadurch, dass die thermische Öffnung für hindurchtretende Strahlung eine Engstelle aufweist, wird die Rückstrahlung von Wärme aus dem Absorberrohr hinaus minimiert, was die Wärmemenge, die abtransportiert werden kann erhöht und so den Wirkungsgrad des Rinnenkollektors steigert.

[0020] Da der Brennbereich in der Engstelle liegt, besitzt diese die minimal mögliche Ausdehnung, da der Pfad der in das Absorberrohr eintretenden, konzentrierten Strahlung im Brennbereich seine minimale Ausdehnung aufweist.

[0021] Dadurch, dass sich die thermische Öffnung von der Engstelle aus erweitert, kann die konzentrierte Strahlung nach dem Brennbereich wieder divergieren und so den Transportkanal erreichen und dort das Wärme transportierende Medium erwärmen.

[0022] Die gestellte Aufgabe wird auch gelöst durch einen Sonnenkollektor mit den Merkmalen von Anspruch 18 bzw. ein Absorberrohr mit den Merkmalen von Anspruch 18.

[0023] Dadurch, dass mehrere thermische Öffnungen neben einander angeordnet sind, die über die Länge des Absorberrohrs laufen, kann jedem Abschnitt eines Linearkonzentrators eine thermische Öffnung zugeordnet werden. Durch den Einsatz mehrerer Abschnitte lässt sich nicht nur die Geometrie des Rinnenkonzentrators als solche optimieren (für bessere Annäherung an die Parabelform, s. die WO 2010/037 243), sondern erfindungsgemäss zusätzlich auch die Breite der thermischen Öffnung im Absorberrohr reduzieren, in einem Mass, dass die Summe der Breiten aller thermischen Öffnungen bei der erfindungsgemässen Aufteilung kleiner ist als die Breite einer einzigen thermischen Öffnung, die die konzentrierte Strahlung aller Konzentradorabschnitte über deren ganze Breite aufnimmt. Dies, weil die Konzentration von Sonnenstrahlung in einem rinnenförmigen Linearkonzentrador mit zunehmender Breite relativ abnimmt, mehrere Abschnitte jeweils kleinere Breite haben und deshalb die Konzentration einer nur einem Abschnitt zugeordneten thermischen Öffnung über deren ganze (und entsprechend dem weniger breiten Abschnitt: auch geringeren) Breite höher ist. Bei der erfindungsgemässen Aufteilung einer konventionell einzigen thermischen Öffnung in mehrere thermische Öffnungen lässt sich damit entweder dieselbe Wärmemenge mit einer insgesamt kleineren Fläche der thermischen Öffnungen oder bei insgesamt der gleichen Fläche eine höhere von den thermischen Öffnungen aufgenommene Wärmemenge erzielen.

[0024] Bei insgesamt kleinerer Fläche reduziert sich die Wärmeabstrahlung des Absorberrohrs entsprechend, womit dessen Wirkungsgrad erhöht ist.

[0025] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung weisen die Merkmale der abhängigen Ansprüche auf.

[0026] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen konventionellen Rinnenkollektor,

Fig. 2a einen Rinnenkollektor mit einer zweiten Konzentradoranordnung,

Fig. 2b eine Ansicht in einer Querschnittsebene des Rinnenkollektors von Fig. 2a,

Fig. 2c eine Ansicht in einer Längsebene des Rinnenkollektors von Fig. 2c

Fig. 3a einen Rinnenkollektor mit einer zweiten Konzentradoranordnung gemäss einer weiteren Ausführungsform

Fig. 3b einen Schnitt in einer Querschnittsebene des Rinnenkollektors von Fig. 3b,

- Fig. 4 eine Ansicht eines Absorberrohrs mit seiner thermischen Öffnung,
Fig. 5a einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform des Absorberrohrs von Fig. 4,
Fig. 5b einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform des Absorberrohrs von Fig. 4,
Fig. 6a eine Ansicht eines Absorberrohrs gemäss einer weiteren Ausführungsform
Fig. 6b einen Längsschnitt über einen Teilbereich des Absorberrohrs von Fig. 6a,
Fig. 7a eine Ansicht eines Absorberrohrs gemäss einer noch weiteren Ausführungsform, und
Fig. 7b einen Längsschnitt über einen Teilbereich des Absorberrohrs von Fig. 7a.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] Die Druckzelle 2 ist in einem Rahmen 9 aufgespannt, der wiederum in bekannter Art dem täglichen Sonnenstand entsprechend verschwenkbar auf einem Gestell gelagert ist.

[0030] Solche Sonnenkollektoren sind beispielsweise in der WO 2010/037 243 und der WO 2008/037 108 beschrieben. Diese Dokumente werden durch Verweis ausdrücklich in die vorliegende Beschreibung einbezogen.

[0031] Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Strahlungspfad eines Rinnenkollektors gemäss Fig. 1 einen Brennlinienbereich aufweist, wobei das Absorberrohr am Ort des Brennlinienbereichs angeordnet ist.

[0032] Obschon die vorliegende Erfindung bevorzugt in einem als Rinnenkollektor ausgebildeten Sonnenkollektor dieser Art, d.h. mit einer Druckzelle und einer in der Druckzelle aufgespannten Konzentrator-Membran 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.

[0033] 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.

[0034] Fig. 2a zeigt eine weitere Ausführungsform eines Rinnenkollektors, die bis heute noch nicht bekannt geworden ist. 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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 vernünftigem Kostenaufwand nicht machbar ist.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] Die optischen Elemente 20 sind Bestandteil einer zweiten Konzentratoranordnung, die im ersten Strahlungspfad vor dem Brennpunktbereich 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] Insbesondere ist ersichtlich, dass der erste Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung (Konzentrator 11), hier dargestellt durch die beiden reflektierten Strahlen 6,6', gegen einen Brennpunktbereich 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.

[0044] Die Konzentration der ersten Konzentratoranordnung erfolgt in Querrichtung (Pfeil 17).

[0045] Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform liegen die Brennpunktbereiche 21 der optischen Elemente 20 im Brennpunktbereich des Konzentrators 11, d.h. im Brennpunktbereich 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.

[0046] Zur Entlastung der Fig. sind wiederum die nicht wesentlichen Elemente, hier auch die Träger 22 (Fig. 2a) für die optischen Elemente 20 weggelassen.

[0047] Fig. 2c zeigt einen Schnitt durch den Kollektor 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.

[0048] Mit einer angenommenen Blickrichtung von rechts nach links (Fig. 2b) zeigt Fig. 2c den Blick auf die linke Hälfte des Konzentrators 11 (Fig. 2b).

[0049] Insbesondere ist ersichtlich, dass der erste Strahlungspfad der ersten Konzentratoranordnung (Konzentrator 11), hier dargestellt durch die reflektierten Strahlen 6, 6', gegen einen Brennpunktbereich am Ort des Absorberrohrs 23 läuft. Die Strahlung 6 bis 6' tritt durch die optischen Elemente 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.

[0050] Die Konzentration der zweiten Konzentratoranordnung erfolgt in Längsrichtung (Pfeil 16).

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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 Brennpunktbereich senkrecht stehende Ebene (dargestellt in Fig. 2b) eine Gerade ist, aber in einer im Brennpunktbereich liegenden Ebene (dargestellt in Fig. 2c) zum Brennpunktbereich 21 hin gebrochen wird.

[0054] Bevorzugt weisen die optischen Elemente eine Fresnelstruktur auf, was erlaubt, diese mit einem wie in den Fig. 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.

[0055] 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.

[0056] Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Strahlungspfad eines Rinnenkollektors gemäss den Fig. 2a bis 2c eine Anzahl von in einer Linie angeordneten Brennpunktbereichen aufweist, wobei das Absorberrohr am Ort der Brennpunktbereiche angeordnet ist.

[0057] Fig. 3a zeigt einen Kollektor 60, dessen erste Konzentroranordnung mehrere, neben einander und längs verlaufende Konzentrorabschnitte 61, 62 aufweist. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die erste Konzentroranordnung nicht nur zwei, sondern beispielsweise vier, sechs, acht oder mehr solcher Konzentrorabschnitte besitzen kann. In der WO 2010/037 243 ist eine Konzentroranordnung mit sechs Abschnitten beschrieben.

[0058] Jedem Konzentrorabschnitt 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 Fig. die Träger für die optischen Elemente 65,66 und andere, zum Verständnis der Erfindung nicht wesentliche Elemente weggelassen.

[0059] Diese Anordnung besitzt den Vorteil, dass die Querausdehnung (Richtung 17) der einzelnen Konzentrorabschnitte 61,62 kleiner ist, als dies bei einem einzigen Konzentror der Fall wäre, so dass gegenüber einem breiteren Konzentror 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 Konzentror.

[0060] 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.

[0061] Fig. 3b zeigt einen gegenüber Fig. 3a leicht modifizierten Kollektor 70, ebenfalls mit zwei Konzentrorabschnitten 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 Konzentrorabschnitt 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 Fig. zeigt weiter einen Sonnenstrahl 80, einen den ersten Strahlungspfad des Konzentrorabschnitts 71 repräsentierenden reflektierten Strahl 81 und einen korrekt laufenden, den zweiten Strahlungspfad repräsentierenden Strahl 82 (der somit am Begrenzungs Spiegel 50 vorbeiläuft). Weiter zeigt die Fig. einen vorzugsweise begehbaren Streifen 83 sowie seitliche Rahmenteile 84 und 85, zwischen denen die Konzentrorabschnitte 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.

[0062] Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Strahlungspfad eines Rinnenkollektors gemäss den Fig. 3a und 3b eine Anzahl von Brennpunktbereichen aufweist, die hintereinander in Linien angeordnet sind, wobei mehrere solcher Linien parallel neben einander verlaufen. Das Absorberrohr ist wiederum am Ort der Brennpunktbereiche angeordnet.

[0063] Fig. 4a zeigt nun eine Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Absorberrohrs 20. Ersichtlich ist ein schematisch dargestellter Anschlussstutzen 21 für eine Leitung, die das Wärme transportierende Medium vom Absorberrohr 20 wegführt (der Anschlussstutzen am anderen Ende des Absorberrohrs 20 ist verdeckt). Weiter ersichtlich ist eine über die Länge des Absorberrohrs 20 führende Schlitzöffnung 22, die das äussere Ende der thermischen Öffnung des Absorberrohrs bildet, und die Aussenfläche 23 des Absorberrohrs 20 durchbricht.

[0064] Fig. 4b zeigt eine Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines Absorberrohrs 30, das mehrere thermische Öffnungen 31, 32 aufweist. Hier sind es zwei, die der Anzahl von Konzentrorabschnitten 71,72 des Kollektors 70 von Fig. 3b entsprechen. Es können aber auch beispielsweise sechs sein, die dann der Anzahl von Konzentrorabschnitten der in der WO 2010/037 243 gezeigten Ausführungsform entsprechen. Die thermischen Öffnungen 31,32 erstrecken sich über die Länge des Absorberrohrs 30. Wie oben erwähnt, ist die Summe der Breite der thermischen Öffnungen 31,32 kleiner als die Breite einer einzigen thermischen Öffnung (dies ist selbstverständlich nicht durch den begehbaren Streifen 83 von Fig. 3b bedingt sondern gilt für einen Konzentror mit zusammenhängenden Abschnitten).

[0065] Fig. 5a zeigt einen Querschnitt durch das Absorberrohr 20 von Fig. 4. Ein Isolationsbereich 25 erstreckt sich von der Aussenfläche 23 nach innen und umschliesst einen Transportkanal 26 für Wärme transportierendes Medium. Der Transportkanal 26 durchläuft das Absorberrohr 20 der Länge nach, ist mit den Anschlussstutzen an seinem Ende verbunden und kann so das Wärme transportierende Medium befördern.

[0066] Eine sich radial von aussen durch den Isolationsbereich 25 hindurch zum Transportkanal 26 erstreckende thermische Öffnung durchbricht den Isolationsbereich und ist hier als schlitzförmiger Verbindungskanal 27 ausgebildet. Die in der

Fig. gestrichelt eingezeichneten Linien 26' und 23' zeigen den Verlauf der Wand des Transportkanals 26 sowie den Verlauf der Aussenfläche 23, wie er ohne Verbindungskanal existieren würde. Dadurch ist ersichtlich, dass der Verbindungskanal 27 im Querschnitt eine X - förmige Kontur besitzt, mit einer Engstelle 29 am Ort des in der Fig. eingezeichneten Punktes 30. Der Verbindungskanal erweitert sich von der Engstelle aus, in der gezeigten Ausführungsform sowohl gegen innen wie auch gegen aussen.

[0067] Die Fig. zeigt weiter Strahlen 30, 31 und 32, die den Strahlungspfad des Konzentrators des Rinnenkollektors 1 (Fig. 1) repräsentieren. Die Strahlen 30, 31 und 32 schneiden sich im Brennpunktbereich des Konzentrators am Ort des Punktes 30.

[0068] Damit ist dem Brennpunktbereich des Rinnenkollektors eine thermische Öffnung zugeordnet, die als sich über die Länge des Absorberrohrs 20 erstreckender, schlitzförmiger Verbindungskanal 27 zwischen der Aussenwelt und dem Transportkanal 26 ausgebildet ist, wobei die Engstelle 29 der thermischen Öffnung sich im Inneren des Verbindungskanals 27 befindet, und wobei sich der Verbindungskanal 27 sowohl gegen innen als auch gegen aussen erweitert.

[0069] Die dargestellte Ausbildung des Absorberrohrs 20 erlaubt, eine Aussenisolation beliebiger Dicke vorzusehen, beispielsweise aus Steinwolle, die zwischen dem Transportkanal 26 und der Aussenfläche 23 eingebettet wird, was eine wesentlich kostengünstigere Herstellung des Absorberrohrs 20 gegenüber den heute verwendeten Absorberrohren erlaubt. Zudem kann erfindungsgemäss die unvermeidlich vorhandene, Wärme abstrahlende Fläche (nämlich: die Fläche der thermischen Öffnung, hier die Fläche des Verbindungskanals 27 an seiner Engstelle) des Absorberrohrs 20 minimal gehalten werden, was von Bedeutung ist, da die Wärmeabstrahlung mit der vierten Potenz der Temperatur steigt.

[0070] Fig. 5b zeigt einen Querschnitt durch eine zweite, bevorzugte Ausführungsform eines Absorberrohrs 35 gemäss Fig. 4. Die Engstelle 36 des Verbindungskanals 37 liegt an der Aussenfläche 23 des Absorberrohrs 35. Der Verbindungskanal 37 erweitert sich gegen innen und besitzt V - förmigen Querschnitt.

[0071] Die Figur zeigt weiter Strahlen 38 und 39, die den Strahlungspfad des Konzentrators des Rinnenkollektors 1 (Fig. 1) repräsentieren. Die Strahlen 38 und 39 schneiden sich im Brennpunktbereich des Konzentrators am Ort des Punktes 40.

[0072] Die in der Figur gezeigte Ausführungsform weist die oben erwähnten Vorteile der Ausführungsform von Fig. 5a auf und ist zudem besonders einfach herzustellen. Fig. 6a zeigt ein Absorberrohr 50 mit einer Reihe von thermischen Öffnungen 51, das für einen Rinnenkollektor 10 (Fig. 2a) geeignet ist, da dann jedem Brennpunktbereich 21 der optischen Elemente 20 eine thermische Öffnung im Absorberrohr 50 zugeordnet ist.

[0073] Im Längsschnitt durch das Absorberrohr 50 ist erkennbar, dass jede thermische Öffnung (hier sind diese als sich V - förmig öffnende Verbindungskanäle 51 ausgebildet) von einer benachbarten thermischen Öffnung durch den Isolationsbereich 25 getrennt sind. Wiederum liegt die Engstelle 51 an der Aussenfläche 23 des Absorberrohrs 50. Strahlen 52,53 repräsentieren den zweiten Strahlungspfad des dem dargestellten Verbindungskanal 51 zugeordneten optischen Elements 20 (Fig. 2a).

[0074] In Querrichtung gesehen besitzen die Verbindungskanäle 51 eine Konfiguration, wie sie die Fig. 5b zeigt.

[0075] Alternativ können natürlich die einzelnen Verbindungskanäle im Längs- und im Querschnitt X-förmig ausgebildet sein, analog zur Darstellung in Fig. 5a.

[0076] Fig. 7a zeigt ein Absorberrohr 100, geeignet für einen Rinnenkollektor 60 oder 70 gemäss den Fig. 3a oder 3b. Das Absorberrohr 100 weist hier zwei Reihen 101, 102 von als Verbindungskanäle 103 ausgebildeten thermischen Öffnungen. Jedem der Verbindungskanäle 103 ist ein Brennpunktbereich 78 (Fig. 3a) oder ein Brennpunktbereich eines einzelnen optischen Elements 20 (Fig. 3a und 3b) zugeordnet.

[0077] Fig. 7b zeigt einen Querschnitt durch das Absorberrohr 100 am Ort zweier neben einander liegender Verbindungskanäle 103 und 103'. Dargestellt sind Strahlen 105 und 106, die den zweiten Strahlungspfad eines optischen Elements 20, das dem Konzentratorenabschnitt 71 (Fig. 3b) zugeordnet ist, repräsentieren. Die Strahlen 107, 108 hingegen repräsentieren den zweiten Strahlungspfad eines optischen Elements, das dem Konzentratorenabschnitt 72 zugeordnet ist.

[0078] Wiederum befinden sich die Engstellen 110 und 111 an der Aussenfläche bzw. Aussenwand 23 des Absorberrohrs 100 und sind im dargestellten Querschnitt V-förmig ausgebildet. Im Längsschnitt besitzen die Verbindungskanäle bevorzugt die Konfiguration der Verbindungskanäle 51 gemäss der Fig. 6b.

[0079] Der Querschnitt des Absorberrohrs 100 von Fig. 7b entspricht dem Querschnitt des Absorberrohrs 30 von Fig. 4b, entsprechend entfällt hier eine spezielle Fig. für den Querschnitt des Absorberrohrs 30 mit den diesem zugehörigen Referenznummern.

[0080] Bevorzugt werden mindestens Abschnitte der Innenwand der Verbindungskanäle derart ausgebildet, dass sie einfallende konzentrierte Strahlung gegen den Transportkanal hin reflektieren. Vorteilhaft ist dies, wenn Strahlung aufgrund einer fehlerhaften Geometrie in den Konzentratorenordnungen des Rinnenkollektors oder wegen des Öffnungswinkels der Sonne nicht mit der vorgesehenen Konvergenz den Brennpunkt- oder Brennpunktbereich durchquert, sondern ausserhalb des Brennbereichs durchläuft. Dann wird solche «fehlerhafte» Strahlung in den Transportkanal 26 reflektiert und nicht vom Isolationsbereich 25 absorbiert. Besonders bevorzugt sind die reflektierenden Abschnitte als Compound Parabolisch Concentrator ausgebildet, da eine solche Anordnung «fehlerhafte» Strahlung im Rahmen ihres Akzeptanzwinkels zuverlässig zum Transportkanal 26 führt.

[0081] Andererseits ist es auch möglich, die Verbindungskanäle hinter der Engstelle nicht mit dem vollen Öffnungswinkel der eintretenden Strahlung auszubilden und dies über reflektierende Wände zu kompensieren. Auch dann liegt der Brennbereich erfindungsgemäss in der Engstelle, so dass die Wärmeabstrahlung des Konzentrators durch die thermische Öffnung hindurch gegen aussen minimiert ist.

[0082] Fig. 8 zeigt schliesslich in einem Diagramm einen Vergleich zwischen dem Absorberrohr 20 von Fig. 4a und dem Absorberrohr 30 von Fig. 4b. a bezeichnet die Breite der Schlitzöffnung 22 des Absorberrohrs 20, B bezeichnet die Breite der beiden Schlitzöffnungen 31,32 des Absorberrohrs 30. Beiden Absorberrohren 20, 30 sei der gleiche Konzentrator zugeordnet, wobei das Absorberrohr 20 mit seiner Schlitzöffnung 22 im Brennlinsenbereich des gesamten Konzentrators angeordnet ist, während die Schlitzöffnungen 30,31 je einer Hälfte dieses Konzentrators bzw. je einem Brennlinsenbereich dieser Hälfte zugeordnet sind.

[0083] Die Kurven über den eingezeichneten Breiten A und B bezeichnen die durch die entsprechenden Schlitzöffnungen 22 bzw. 30,31 über die konzentrierte Strahlung aufgenommene Leistung. Die Kurve 120 zeigt die vom Absorberrohr 20 mit einer Schlitzöffnung 22 aufgenommene Leistung bei der entsprechenden Breite A der Schlitzöffnung. Die Kurven 121 und 122 zeigen entsprechend die vom Absorberrohr 30 über dessen Schlitzöffnungen 31,32 aufgenommene Leistung.

[0084] Die Differenz in der von einem Absorberrohr 20 gegenüber einem Absorberrohr 30 aufgenommenen Leistung entspricht der Differenz zwischen der schraffierten und den beiden gepunkteten Flächen. Die gepunkteten Flächen sind gleich oder etwas grösser als die schraffierte Fläche. Somit ist die Leistungsaufnahme des Konzentrators 30 mit zwei weniger breiten Schlitzöffnungen 31,31 gleich gross oder etwas grösser als diejenige des Konzentrators 20 mit nur einer Schlitzöffnung 22.

[0085] Dieser Effekt ist auf den Öffnungswinkel der Sonne zurückzuführen, wonach im Konzentrator reflektierte Strahlung notwendigerweise in einen Brennlinsenbereich streut, welcher Effekt mit steigender Entfernung der Randbereiche des Konzentrators sich verstärkt.

[0086] Zusammenfassend lässt sich der Wirkungsgrad des Absorberrohrs und damit des Kollektors erfindungsgemäss in drei Schritten verbessern:

[0087] Zum einen wird die thermische Öffnung (bzw. die gegenüber dem Transportkanal 26 offene Querschnittsfläche des Verbindungskanals 27) zu einer Engstelle minimiert, die auf die Dimension des Brennlinsenbereichs konventioneller Rinnenkonzentratoren reduziert ist.

[0088] Dann wird die thermische Öffnung in eine Anzahl kleinerer thermischer Öffnungen aufgelöst, mit einer Gesamtfläche der kleineren Öffnungen, die kleiner ist als die Fläche der einzigen thermischen Öffnung. Dies ist durch die Verwendung einer zweiten Konzentratoranordnung ermöglicht, die den Brennlinsenbereich des Rinnenkonzentratoren in Brennpunktbereiche auflöst.

[0089] Schliesslich wird die konventionelle thermische Öffnung, die über die Länge des Absorberrohrs verläuft, in thermische Öffnungen mit einer geringeren Breite aufgelöst, und jede der weniger breiten thermischen Öffnungen einem Konzentratorabschnitt zugeordnet. Dabei erfolgt mit kleinerer Gesamtfläche der thermischen Öffnungen der gleiche Wärmeeintrag in das Absorberrohr, wie es bei einer einzigen thermischen Öffnung der Fall ist. Zusätzlich können diese thermischen Öffnungen mit einer Engstelle versehen werden.

Patentansprüche

1. Rinnenkollektor mit einem Brennbereich und einem im Brennbereich angeordneten Absorberrohr, das einen von seiner Aussenfläche sich nach innen erstreckenden Isolationsbereich aufweist, der einen das Absorberrohr der Länge nach durchlaufenden Transportkanal für Wärme transportierendes Medium umschliesst und von mindestens einer sich radial von aussen durch den Isolationsbereich hindurch zum Transportkanal erstreckenden thermischen Öffnung durchbrochen ist, wobei die mindestens eine thermische Öffnung für hindurchtretende Strahlung eine Engstelle aufweist und sich von dieser aus erweitert, und wobei der Brennbereich in der Engstelle liegt.
2. Rinnenkollektor nach Anspruch 1, wobei die Engstelle an der Aussenfläche des Absorberrohrs liegt und die thermische Öffnung sich gegen innen laufend erweitert, derart, dass im Wesentlichen die gesamte in die thermische Öffnung eingetretene und nach dem Brennbereich wieder divergierende Strahlung den Transportkanal direkt erreichen kann.
3. Rinnenkollektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die thermische Öffnung als sich von der Aussenfläche des Absorberrohrs bis in den Transportkanal erstreckender Verbindungskanal ausgebildet ist, wobei sich der Verbindungskanal hinter der Engstelle gegen innen laufend erweitert und mit reflektierenden Wänden ausgebildet ist, derart, dass die nach dem Brennbereich wieder divergierende Strahlung den Transportkanal im Wesentlichen ohne Absorption an den reflektierenden Wänden vollständig erreicht.
4. Rinnenkollektor nach Anspruch 1 mit einem oder mehreren Brennlinsenbereichen, wobei jedem Brennlinsenbereich eine thermische Öffnung zugeordnet ist, die als sich über die Länge des Absorberrohrs erstreckender, schlitzförmiger Verbindungskanal zwischen der Aussenwelt und dem Transportkanal ausgebildet ist, wobei die Engstelle jeder ther-

- mischen Öffnung an der Aussenfläche des Absorberrohrs liegt, und wobei sich der Verbindungskanal gegen innen erweitert.
5. Rinnenkollektor nach Anspruch 1 mit einem oder mehreren Brennliniereichen, wobei jedem Brennliniereich eine thermische Öffnung zugeordnet ist, die als sich über die Länge des Absorberrohrs erstreckender, schlitzförmiger Verbindungskanal zwischen der Aussenwelt und dem Transportkanal ausgebildet ist, wobei die Engstelle jeder thermischen Öffnung sich im Inneren des Verbindungskanals befindet, und wobei sich der Verbindungskanal sowohl gegen innen als auch gegen aussen erweitert.
 6. Rinnenkollektor nach Anspruch 1 mit einer Anzahl von Brennpunktbereichen, wobei jedem Brennpunktbereich eine einzelne als Verbindungskanal ausgebildete thermische Öffnung zugeordnet ist, die von den übrigen thermischen Öffnungen durch den Isolationsbereich getrennt ist, und wobei deren Engstelle an der Aussenfläche des Absorberrohrs liegt.
 7. Rinnenkollektor nach Anspruch 1 mit einer Anzahl von Brennpunktbereichen, wobei jedem Brennpunkt eine einzelne als Verbindungskanal ausgebildete thermische Öffnung zugeordnet ist, die von den übrigen thermischen Öffnungen durch den Isolationsbereich getrennt ist, deren Engstelle im Inneren des Verbindungskanals liegt, und wobei sich der Verbindungskanal von dieser aus sowohl gegen innen als auch gegen aussen erweitert.
 8. Rinnenkollektor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei mindestens Abschnitte der Innenwand des Verbindungskanals derart ausgebildet sind, dass sie eintretende konzentrierte Strahlung gegen den Transportkanal hin reflektieren.
 9. Rinnenkollektor nach Anspruch 8, wobei die reflektierenden Abschnitte als Compound Parabolic Concentrator ausgebildet sind.
 10. Absorberrohr für einen Rinnenkollektor das einen von seiner Aussenfläche sich nach innen erstreckenden Isolationsbereich aufweist, der einen es der Länge nach durchlaufenden Transportkanal für Wärme transportierendes Medium umschliesst und von mindestens einer sich radial von aussen durch den Isolationsbereich hindurch zum Transportkanal erstreckenden thermischen Öffnung durchbrochen ist, wobei die mindestens eine thermische Öffnung in Richtung der hindurchtretenden Strahlung eine Engstelle aufweist und sich von dieser aus erweitert.
 11. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei die mindestens eine thermische Öffnung als schlitzförmiger Verbindungskanal ausgebildet ist, der sich über die Länge des Absorberrohrs erstreckt, wobei sich dessen Engstelle sich an der Aussenfläche des Absorberrohrs befindet.
 12. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei die mindestens eine thermische Öffnung als schlitzförmiger Verbindungskanal ausgebildet ist, der sich über die Länge des Absorberrohrs erstreckt, wobei sich dessen Engstelle in seinem Inneren befindet, und wobei sich der Verbindungskanal von dieser aus sowohl gegen innen als auch gegen aussen erweitert.
 13. Absorberrohr nach Anspruch 10, wobei eine Anzahl in einer Reihe hintereinander über die Länge des Absorberrohrs angeordneter thermischer Öffnungen vorgesehen sind, die von einander durch den Isolationsbereich getrennt sind.
 14. Absorberrohr nach Anspruch 13, wobei mehrere Reihen von thermischen Öffnungen parallel neben einander vorgesehen sind.
 15. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei jede thermische Öffnung als Verbindungskanal ausgebildet ist, der sich von der Aussenfläche nach innen erstreckt, dessen Engstelle an der Aussenfläche liegt, und der sich gegen innen erweitert.
 16. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei jede thermische Öffnung als Verbindungskanal ausgebildet ist, der sich von der Aussenfläche nach innen erstreckt, dessen Engstelle sich in seinem Inneren befindet, und sich der Verbindungskanal von dieser aus sowohl gegen innen als auch gegen aussen erweitert.
 17. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei mindestens Abschnitte der Innenwand der Verbindungskanäle derart ausgebildet sind, dass sie eintretende konzentrierte Strahlung gegen den Transportkanal hin reflektieren.
 18. Absorberrohr nach Anspruch 17, wobei die reflektierenden Abschnitte als Compound Parabolic Concentrator ausgebildet sind.
 19. Rinnenkollektor mit einem Linearkonzentrator, der in mehrere parallel zu einander verlaufende Abschnitte aufgeteilt ist, gekennzeichnet durch ein Absorberrohr das einen von seiner Aussenfläche sich nach innen erstreckenden Isolationsbereich aufweist, der einen es der Länge nach durchlaufenden Transportkanal für Wärme transportierendes Medium umschliesst, und für jeden der Abschnitte des Linearkonzentrators eine thermische Öffnung aufweist, wobei diese parallel neben einander verlaufen und sich über die Länge des Absorberrohrs erstrecken.
 20. Rinnenkollektor nach Anspruch 19, wobei die thermischen Öffnungen als sich von der Aussenfläche des Absorberrohrs bis in den Transportkanal erstreckende Verbindungskanäle ausgebildet sind, und wobei die Verbindungskanäle durch den Isolationsbereich von einander getrennt sind.
 21. Absorberrohr für einen Rinnenkollektor, das einen von seiner Aussenfläche sich nach innen erstreckenden Isolationsbereich aufweist, der einen es der Länge nach durchlaufenden Transportkanal für Wärme transportierendes Medium

CH 703 995 A2

umschliesst, gekennzeichnet durch mehrere, parallel neben einander verlaufende, sich über die Länge des Absorberrohrs erstreckende thermische Öffnungen.

22. Absorberrohr nach Anspruch 21, wobei die thermischen Öffnungen als sich von der Aussenfläche des Absorberrohrs bis in den Transportkanal erstreckende Verbindungskanäle ausgebildet sind, und wobei die Verbindungskanäle durch den Isolationsbereich von einander getrennt sind.
23. Absorberrohr nach Anspruch 2, wobei zwei, vorzugsweise vier und besonders bevorzugt sechs Verbindungskanäle vorgesehen sind.

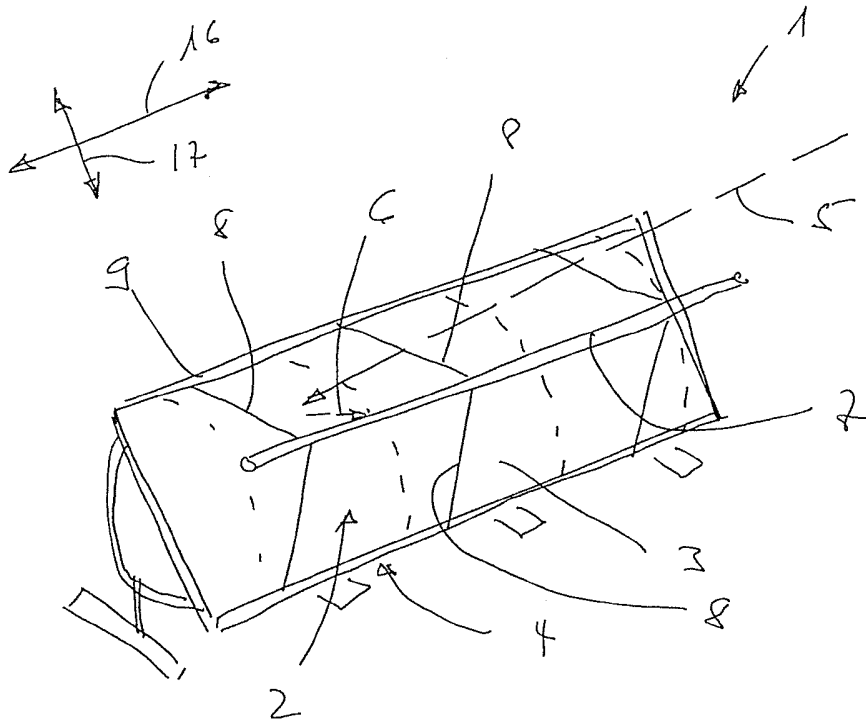


Fig 1

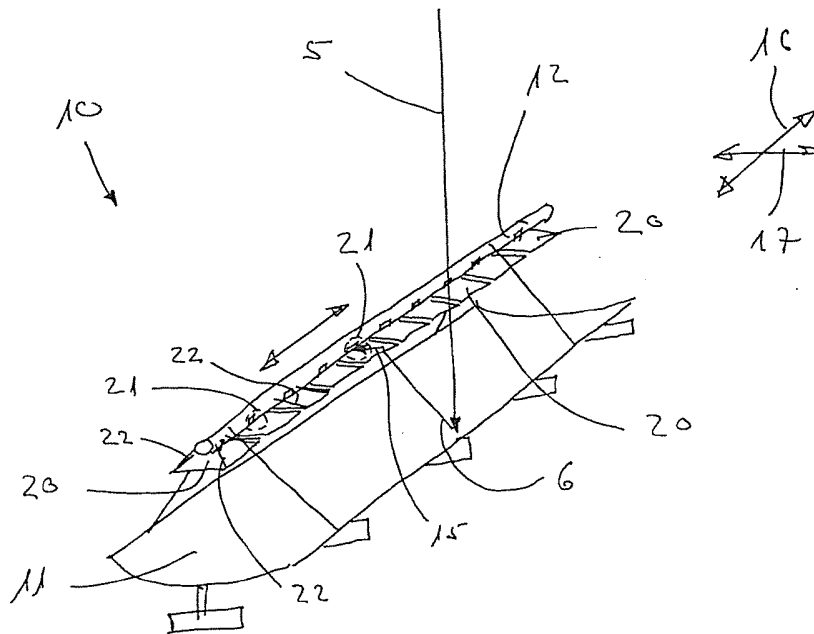


Fig 2a

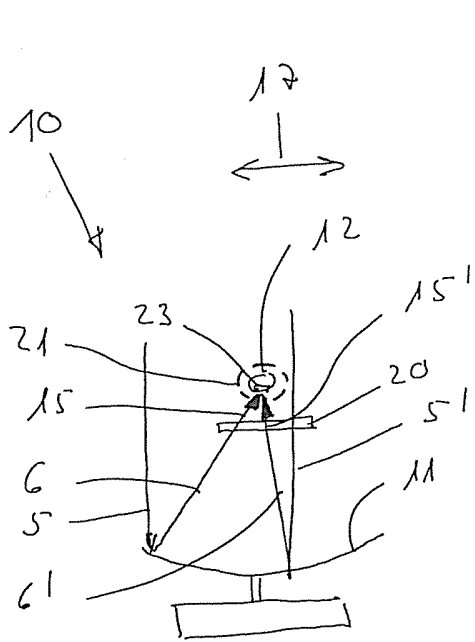


Fig 2b

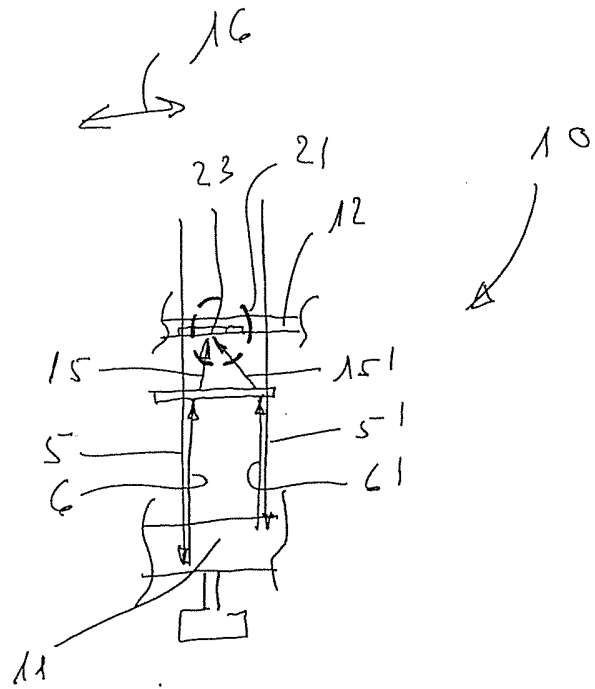


Fig 2c

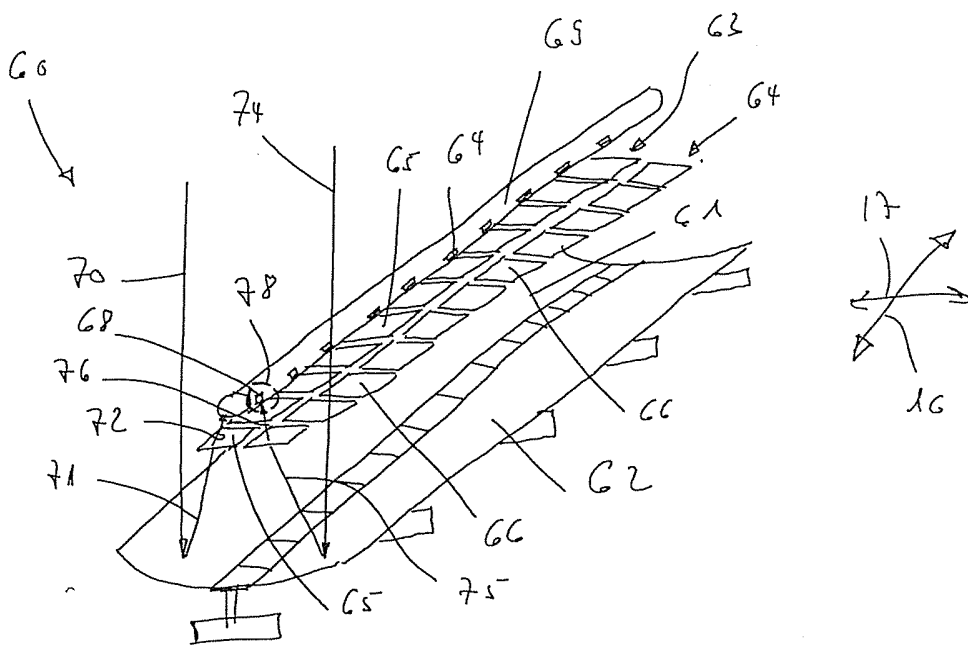


Fig 3a

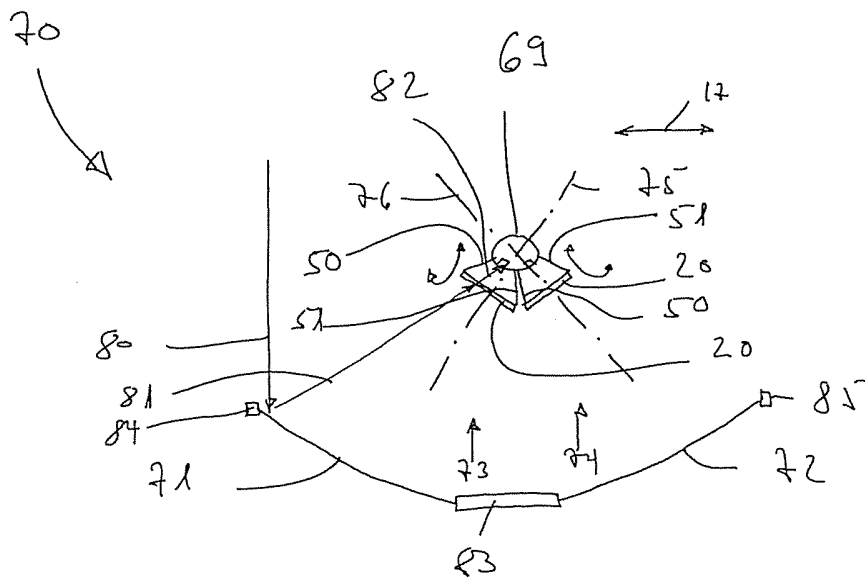


Fig 3b

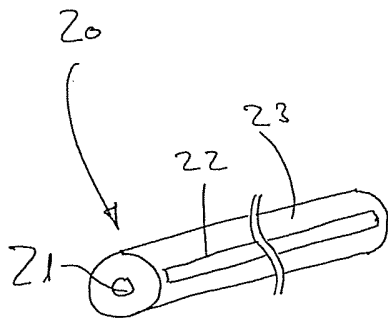


Fig 4a

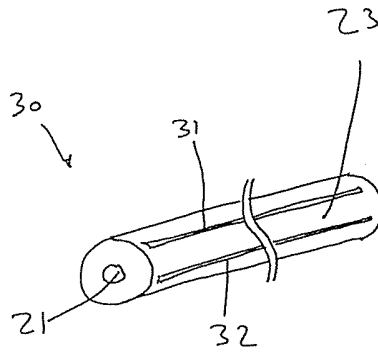


Fig 4b

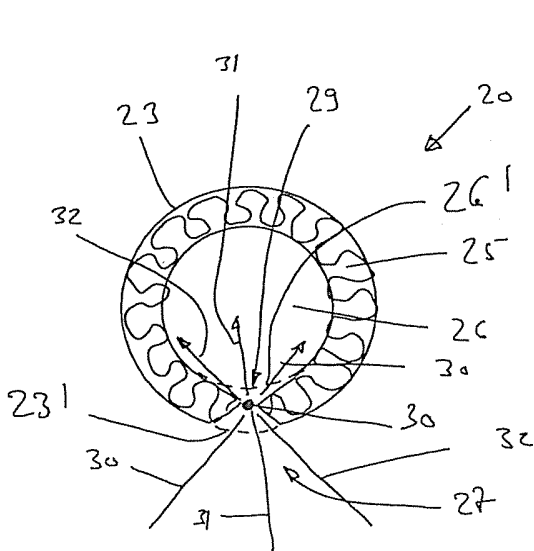


Fig 5a

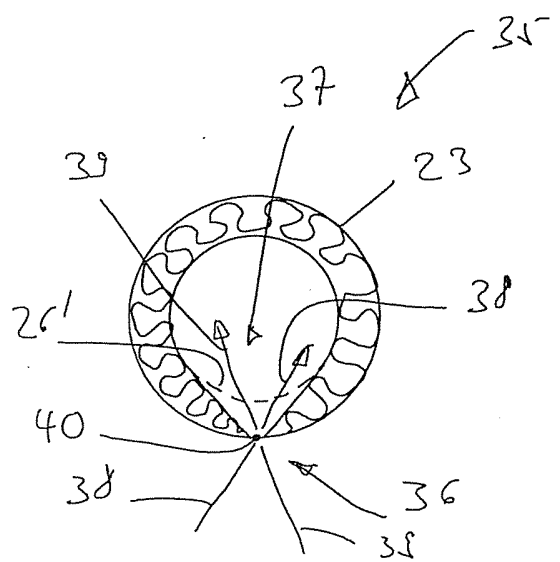


Fig 5b

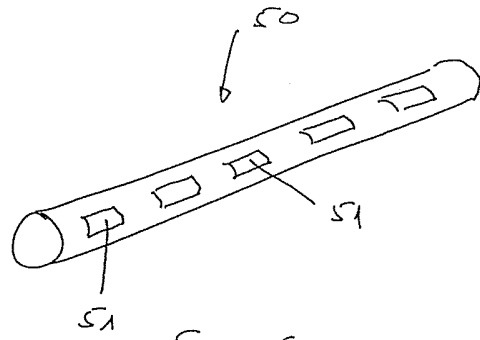


Fig 6a

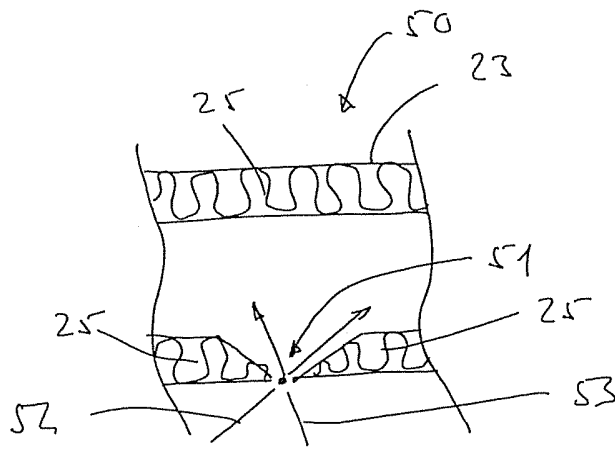


Fig 6b

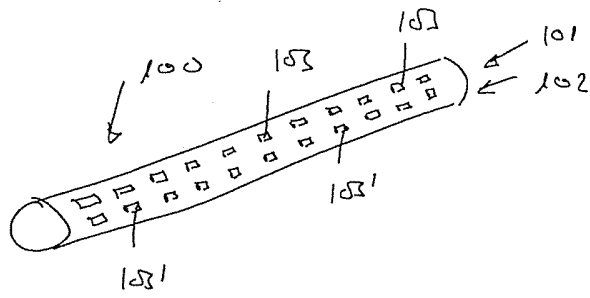


Fig 7a

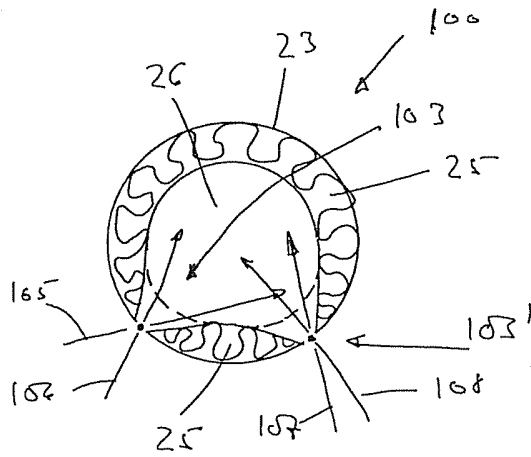


Fig 7b

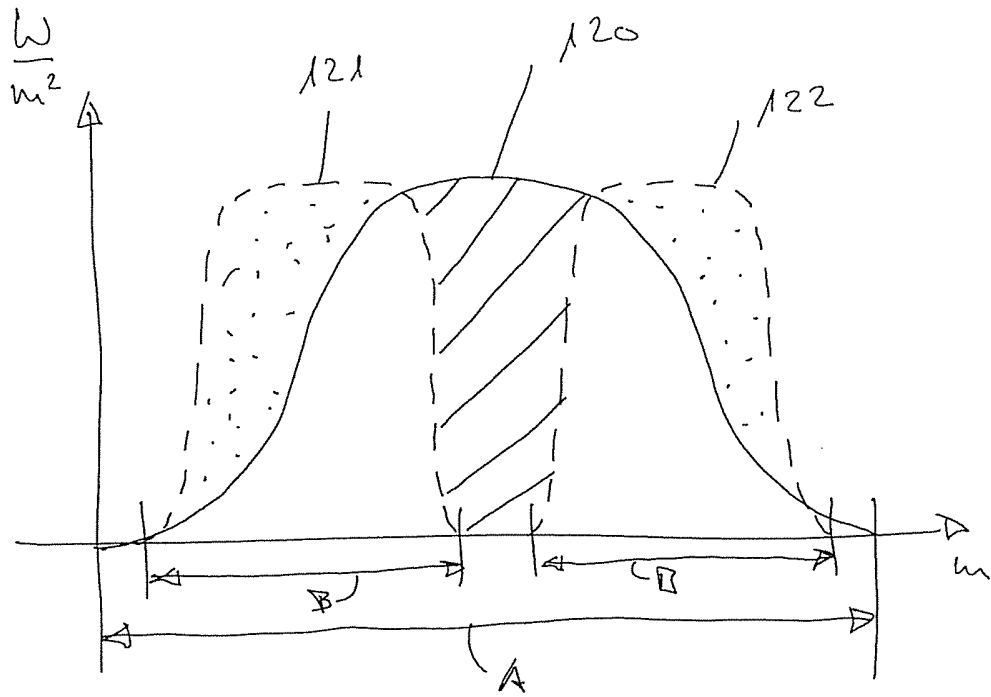


Fig 8