

## **Ofen für einen Drehkolben-Stirlingmotor**

Ziel dieser Erfindung ist die Verbesserung eines zuvor beschriebenen Stirlingmotors mit umlaufenden Drehkolben, nämlich von DE102014001954 oder DE102014003448. Speziell geht es darum, einen Bereich eines bewegten Drehkolbenarrays effektiv mit einer Flamme zu beheizen, während benachbarte Bereiche desselben kalt bleiben.

Stand der Technik ist es, zumindest wurde es vorgeschlagen, den zu beheizenden Bereich eines Drehkolbenarrays mit einem Ofen zu umgeben, wobei die kalten Bereiche draußen bleiben. Der Ofen hat dann Öffnungen, durch die das Drehkolbenarray aus dem Ofen heraus ragt, und in denen es sich wie vorgesehen bewegen kann. Der Ofen wird in bekannter Weise befeuert, etwa mit Holz oder Öl. Der Brennstoff verbrennt im Brennraum des Ofens, in dem sich auch die Drehkolben befinden, und die Abgase entweichen wie üblich durch einen Kamin.

Zwischen dem Drehkolbenarray und den Rändern der besagten Öffnungen braucht es besondere Dichtungen, damit dort nicht Rauch und Wärme aus dem Ofen entweichen können. Dafür wurde schon eine rotierende Ofendichtungen vorgeschlagen, wenn auch bislang ohne Angabe einer konkreten Ausführungsform, die auf dem Drehkolbenarray aufsitzt und mit diesem mitrotiert, und die sich an die hier runden Querschnitte der Drehkolben möglichst gut anschmiegt. Das Rotieren ist notwendig, weil die Drehkolben zwischen den Planetenrädern zweier Planetengetriebe montiert sind und eine umlaufende Bewegung vollführen. Zwar könnte man den Drehkolben-Stirlingmotor auch mit unbeglichen Drehkolbenachsen und dann unbeweglichen Ofendichtungen bauen, doch die bewegliche Variante hat Vorteile, u.a. einen einfacheren Aufbau, sowie einen besseren Wärmeaustausch mit der jetzt schneller vorbeiströmenden Umgebungsatmosphäre.

Figuren 1, 2 und 6 zeigen erstmals eine Ausführungsform einer mitrotierenden Ofendichtung (6), eine passend geformte Trennwand, die mit daran gelagerten Rollen (7) auf den Drehkolben (1) aufsitzt. In axialer Richtung wird sie von nicht gezeichneten, einfachen Führungen gehalten. Zwischen der rotierenden Dichtung und den Drehkolben beziehungsweise der Ofenwand (4) verbleiben vernachlässigbare, enge Spalte. Der Sog eines Kamins (10) gewährleistet, dass durch diese Spalte kein Rauch nach außen dringen kann. Die Ofendichtung kann zur besseren Wärmeisolation mehrschichtig aufgebaut sein, und mit Wärme reflektierenden Oberflächen. Die Rollen mit Ihren Lagern befinden sich abseits der Ofenhitze an der kühlen Außenseite der Dichtung.

Bei den hier vorgesehenen, hohen Temperaturen erfolgt der Wärmetransport von der Flamme (9) zu den Drehkolben (1) überwiegend durch Strahlung, zu einem geringeren Teil auch durch die Strömung der Flammengase. Die Wärme nimmt dabei oft nicht den direkten Weg von der Flamme zum Drehkolbenarray, sondern macht eine oder mehrere Zwischenstationen an der Innenseite der Brennraumwand. Dort wird sie teils reflektiert, teils absorbiert und nach einer Zwischenspeicherung dort erneut abgestrahlt, bis sie irgendwann auf die Drehkolben trifft.

Ein geringer Teil der Wärmestrahlung wird auch von der Ofenatmosphäre absorbiert und wieder abgestrahlt, vorausgesetzt, diese enthält genug absorbierende Stoffe wie Ruß oder Wasserdampf, und vorausgesetzt, die Strahlung legt darin ausreichend lange Wege zurück. Die relativ geringe Abstrahlung der Ofenatmosphäre soll hier aber vernachlässigt werden, zumal hier eine saubere Flamme angestrebt wird, und auch eine platzsparende Bauweise mit kurzen Strahlungswegen.

Es kommt also auf die richtige Konstruktion des Ofens an. Einerseits sollte die Ofenwand möglichst nahe an dem Drehkolbenarray sein, damit sie mit möglichst wenig Material den zu beheizenden Drehkolbenbereich umschließen kann. Dann kann sie auch, bei gegebener Wärmeleistung der Flamme und bei gegebener Wärmedämmung, eine besonders hohe Temperatur erreichen, so dass eine Wärmeübertragung durch Strahlung effizient möglich ist.

Andererseits darf eine gewöhnliche Ofenwand den bewegten Drehkolben nicht zu nahe sein, weil sonst die Ofenatmosphäre in dem Zwischenraum zu stark beschleunigt und aus dem Brennraum heraus geschleudert wird. Ein zu kleiner Brennraum wirkt im Zusammenspiel mit den Drehkolben wie eine Kreiselpumpe, die das heiße Flammengas zu schnell durch den Kamin nach draußen befördert, noch bevor es seine Wärme ausreichend abgeben kann. Auch sollte die wärmetauschende innere Oberfläche der Ofenwand nicht zu klein sein, denn die dort abgestrahlte Wärmeleistung muss zuerst auch durch Kontakt mit dem Flammengas aufgenommen werden.

Diese widersprüchlichen Anforderungen werden erfindungsgemäß wie folgt gelöst.

Zunächst wird die Ofenwand zur besseren Wärmeisolation in wenigstens zwei sich umgebende Schalen oder Schichten aufgeteilt, mit Platz dazwischen, wobei jeder Zwischenraum isolierend wirkt. So kann die innerste Schale erheblich höhere Temperaturen erreichen als die äußeren Schalen. Sie kann dann leicht glühend heiß werden und effizient Wärme abstrahlen. Die innerste Schale wird so zum Glühkörper (5), und nur noch die äußeren Schalen werden fortan als Ofenwand (4) bezeichnet. Die Schalenzwischenräume sind zweckmäßig von reflektierenden Oberflächen begrenzt oder mit Dämmmaterial gefüllt, nur die Innenseite des Glühkörpers ist absorbierend und schwarz. Die

Schalenzwischenräume können zum Abzug des Rauchs verwendet werden, oder zum Vorwärmen der Verbrennungsluft oder der Brennstoffe mit der durch die Schalen dringenden Verlustwärme.

Der Glühkörper (5) wird erfindungsgemäß so gestaltet, dass er die von dem Drehkolbenarray mitgerissene oder verschobene Ofenatmosphäre in der Nähe der Drehkolben (1) zu halten versucht und sie entsprechend bremst oder umlenkt. Dazu wird vorzugsweise die Innenseite des Glühkörpers mit groben Lamellen versehen, die nach der Dreh- und Umlaufrichtung der Drehkolben ausgerichtet sind. Beim Herannahen eines Drehkolbens kann die verdrängte Ofenatmosphäre jetzt in die Lamellenzwischenräume ausweichen und dort ihre Wärme abgeben. Ohne die Lamellen würde sie hingegen in Achsrichtung beschleunigt, da sie ja nicht durch den Glühkörper kann, sie würde also den Drehkolbenbereich auf dem kürzesten Weg verlassen. Die Lamellenzwischenräume bilden kreisförmige Bahnen, auf denen das heiße Gas um das Drehkolbenarray herum geschoben wird.

Flammengase werden vorzugsweise in die Lamellenzwischenräume eingespeist. Dort werden sie durch die Drehkolbenbewegung gleichmäßig verteilt. Dabei geben sie Ihre Wärme an die Lamellen ab. Die Lamellen wiederum strahlen die Wärme ab in Richtung der Drehkolben. Die Lamellenzwischenräume bilden ringförmige Hohlraumstrahler, die den zu beheizenden Drehkolbenbereich umgeben.

Man könnte auch einen Gas- oder Ölbrenner direkt im Glühkörper verwirklichen, speziell einen Porenbrenner.

Das Gas um die Drehkolben wird nicht nur durch die Flamme und indirekt durch den Glühkörper erhitzt, sondern auch durch die Drehkolben selbst, die ja die Wärmestrahlung des Glühkörpers aufnehmen und dann die Wärme zum Teil auf die Ofenatmosphäre übertragen. Ein Teil dieser Wärme gelangt mit dem Gas zurück

an den Glühkörper, wo sie erneut abgestrahlt wird. Auch in diesem Kreislauf wird nennenswert Wärme gehalten.

Die Lamellen an der Innenseite des Glühkörpers können in ihrer Form auf vielerlei Weise abgewandelt werden, insbesondere zur Vergrößerung ihrer Oberfläche. Vorstellbar wären zum Beispiel in Reihen angeordnete Stifte.

Mit vorliegender Erfindung werden die folgenden Vorteile erreicht.

Die vorgeschlagene Bauweise ist platzsparend und leicht. Sowohl die Schalen der Ofenwand als auch der Glühkörper mit seinen Lamellen können aus dünnen Blechen oder Platten gefertigt werden. Der Glühkörper kann die Drehkolben sehr eng umgeben und in deren unmittelbarer Nähe viel Wärme speichern. Die vor allem an den inneren Rändern der Lamellen gespeicherte Wärme ist gegenüber der Ofenwand gut isoliert, weil deren Ableitung nur über sehr lange und enge Materialwege erfolgen kann. Die von den Lamellen ausgesandte Wärmestrahlung kann leicht die Gasströmung an den Drehkolben durchdringen und zu den Drehkolben gelangen, während die in Rotation versetzten Flammengase selbst durch die Fliehkraftwirkung eigentlich von den Drehkolben weg streben. Heißes Gas wird von dem Glühkörper gebremst und relativ lange auf kreisförmigen Bahnen gehalten, bevor es durch den Kamin entweicht.

Nachfolgend werden die Zeichnungen näher erläutert.

Die Ziffern in den Zeichnungen bedeuten: Drehkolben (1), Planetengetriebe (2), Maschinenrahmen (3), Ofenwand (4), Glühkörper (5), Ofendichtung (6), Ofendichtungsrolle (7), Stützring (8), Flamme aus einem Brenner (9), Abgase in Richtung eines Kamins (10).

Figur 1 zeigt einen Drehkolben-Stirlingmotor mit einem erfindungsgemäßen Ofen, teils im Schnitt. Von unten her werden

die heißen Gase einer Flamme (9) in den Glühkörper (5) geleitet. Durch die Bewegung der Drehkolben (1) werden diese auch zwischen die Lamellen des Glühkörpers (5) gedrückt und geschleudert und geben dort ihre Wärme ab. Von dort wird die Wärme auf die Drehkolben abgestrahlt.

Figur 2 zeigt einen Drehkolben-Stirlingmotor, und zwar abgebaut bis vor die erste Ofendichtung. Man sieht, wie die Ofendichtung (6) mit ihren Rollen (7) auf den hier runden Drehkolben (1) aufsitzt.

Figur 3 zeigt einen Drehkolben-Stirlingmotor, abgebaut bis hinter die erste Ofendichtung. Man erkennt die Lage der Drehkolben (1) innerhalb des Glühkörpers (5), und auch an der Öffnung in der Ofenwand (4).

Figur 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Glühkörper (5) alleine.

Figur 5 zeigt denselben Glühkörper (5) im Schnitt.

Figur 6 zeigt eine Ofendichtung (6) mit ihren Rollen (7) alleine.

## Patentansprüche

1. Ofen zum Beheizen eines Abschnitts eines Drehkolbenarrays, umfassend

einen von einer Ofenwand begrenzten Brennraum mit wenigstens einer Öffnung, so dass ein Drehkolbenarray, welches teils innerhalb und teils außerhalb des Brennraums und durch die Öffnungen hindurch verläuft, sich wie vorgesehen dort bewegen und drehen kann,

eine heiße Ofenatmosphäre im Brennraum, ein Gas, typischerweise das Gas aus einer Flamme,

einen Glühkörper, der im Brennraum den zu beheizenden Abschnitt des Drehkolbenarrays umgibt,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Glühkörper die von dem Drehkolbenarray mitgerissene oder verschobene Ofenatmosphäre in der Nähe der Drehkolben zu halten versucht und sie entsprechend bremst oder umlenkt,

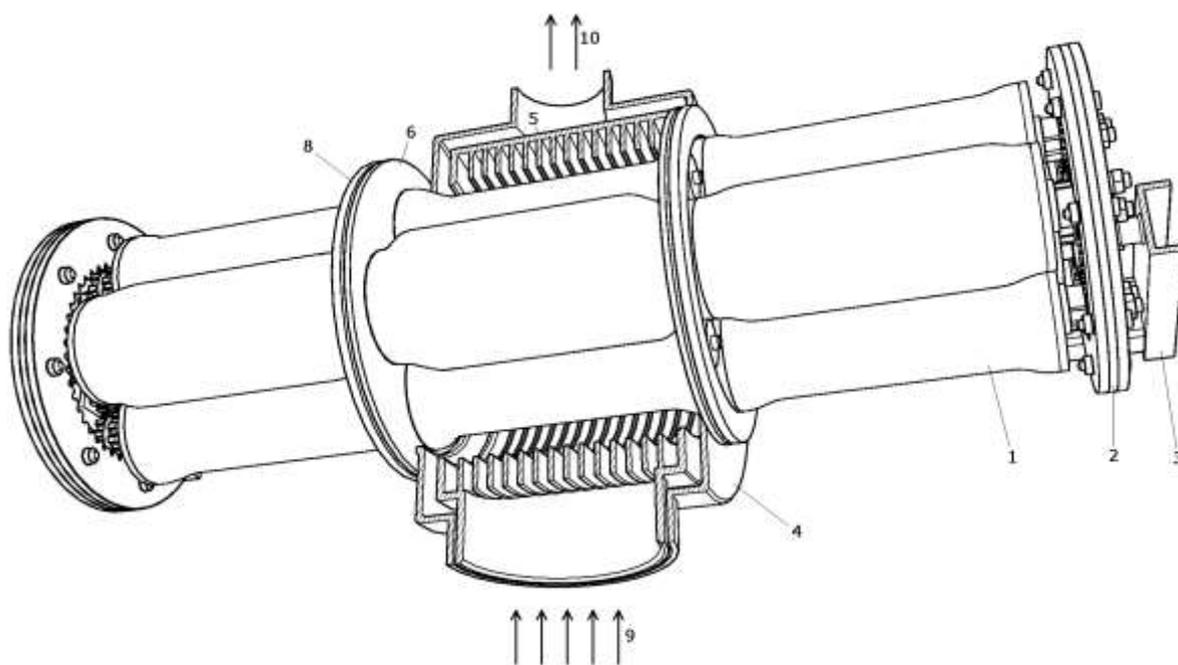
dass der Glühkörper aus eben diesem Gas Wärme aufnimmt und zwischenspeichert, um sie vor allem in Richtung der Drehkolben wieder abzustrahlen.

2. Ofen nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Glühkörper Bestandteil einer Vorrichtung ist, welche die heißen Gase aus einer Flamme oder aus einer anderen Wärmequelle an das Drehkolbenarray heran führt oder an diesem verteilt.

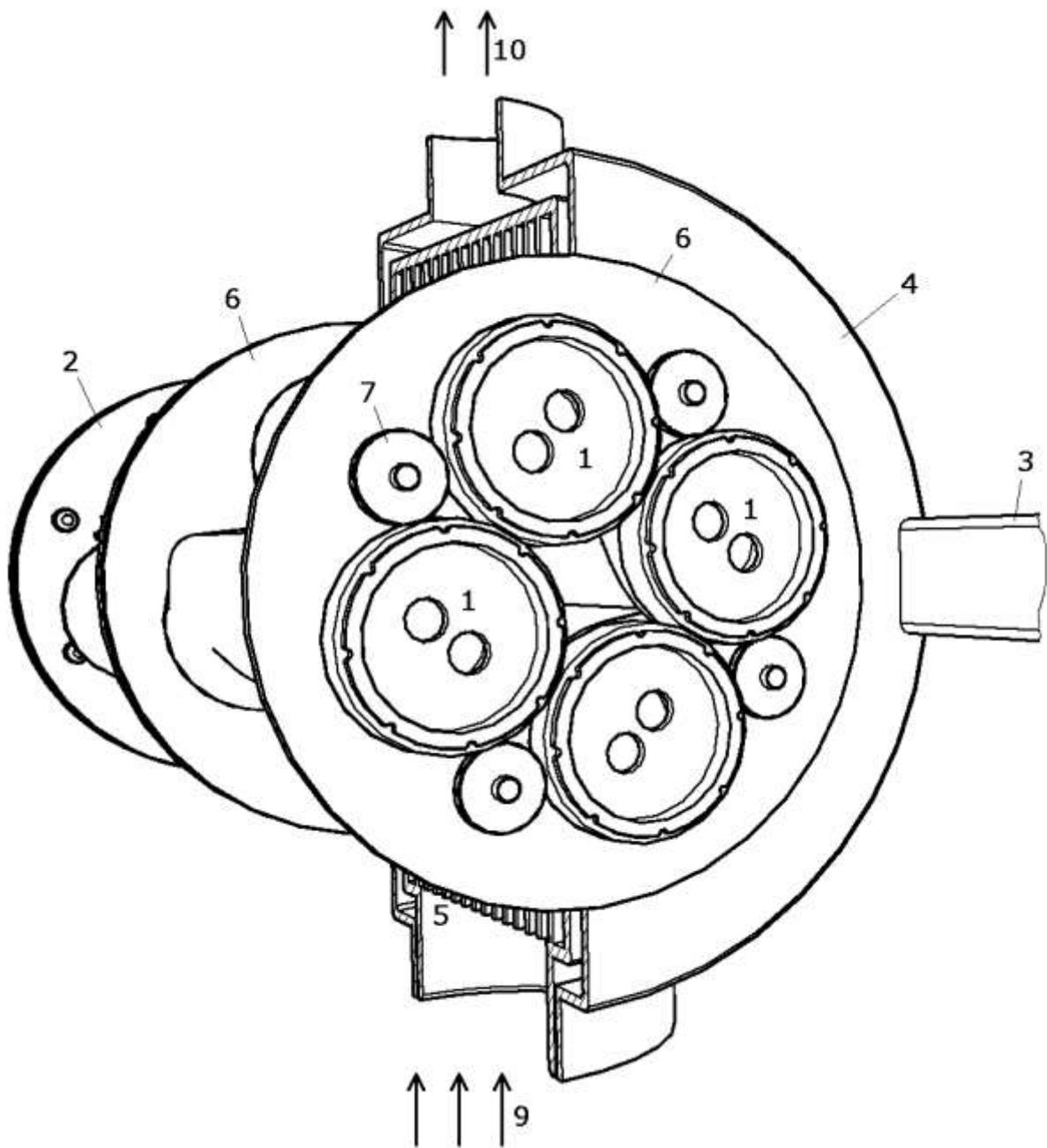
3. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Glühkörper die Strömung um das Drehkolbenarray senkrecht zu den Drehkolbenachsen ausrichtet.
4. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Glühkörper oder ein Teil eines Glühkörpers als ein Stapel ringförmiger Platten ausgeführt ist, mit Spalten dazwischen, wobei die Plattennormalen zu den Drehkolbenachsen parallel sind.
5. Drehkolben-Stirlingmotor mit einem Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Drehkolben in dem zu beheizenden Bereich für Wärmestrahlung transparent oder teiltransparent sind, und das Arbeitsgas dazwischen absorbierend ist, letzteres etwa durch Einspritzen von Wassertröpfchen oder durch Zumischen von rußhaltigen Verbrennungsabgasen, so dass von dem Glühkörper abgestrahlte Wärme die Drehkolben durchdringt und dort direkt das Arbeitsgas erhitzt.

## **Zusammenfassung**

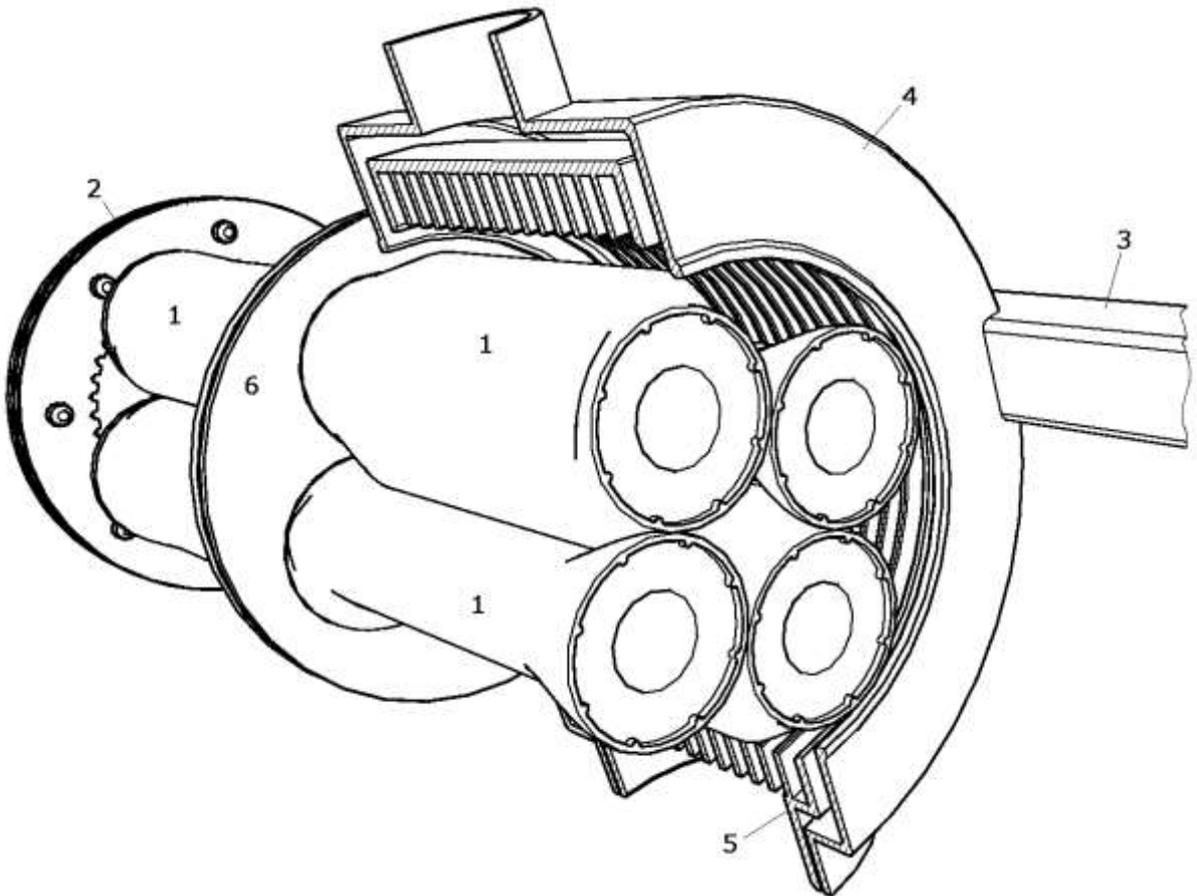
Ofen für einen Drehkolben-Stirlingmotor, wobei die Drehkolben von einem Glühkörper eng umgeben sind, der die starke Gasströmung dort bremst und deren Wärme aufnimmt, um sie in Richtung der Drehkolben wieder abzustrahlen.



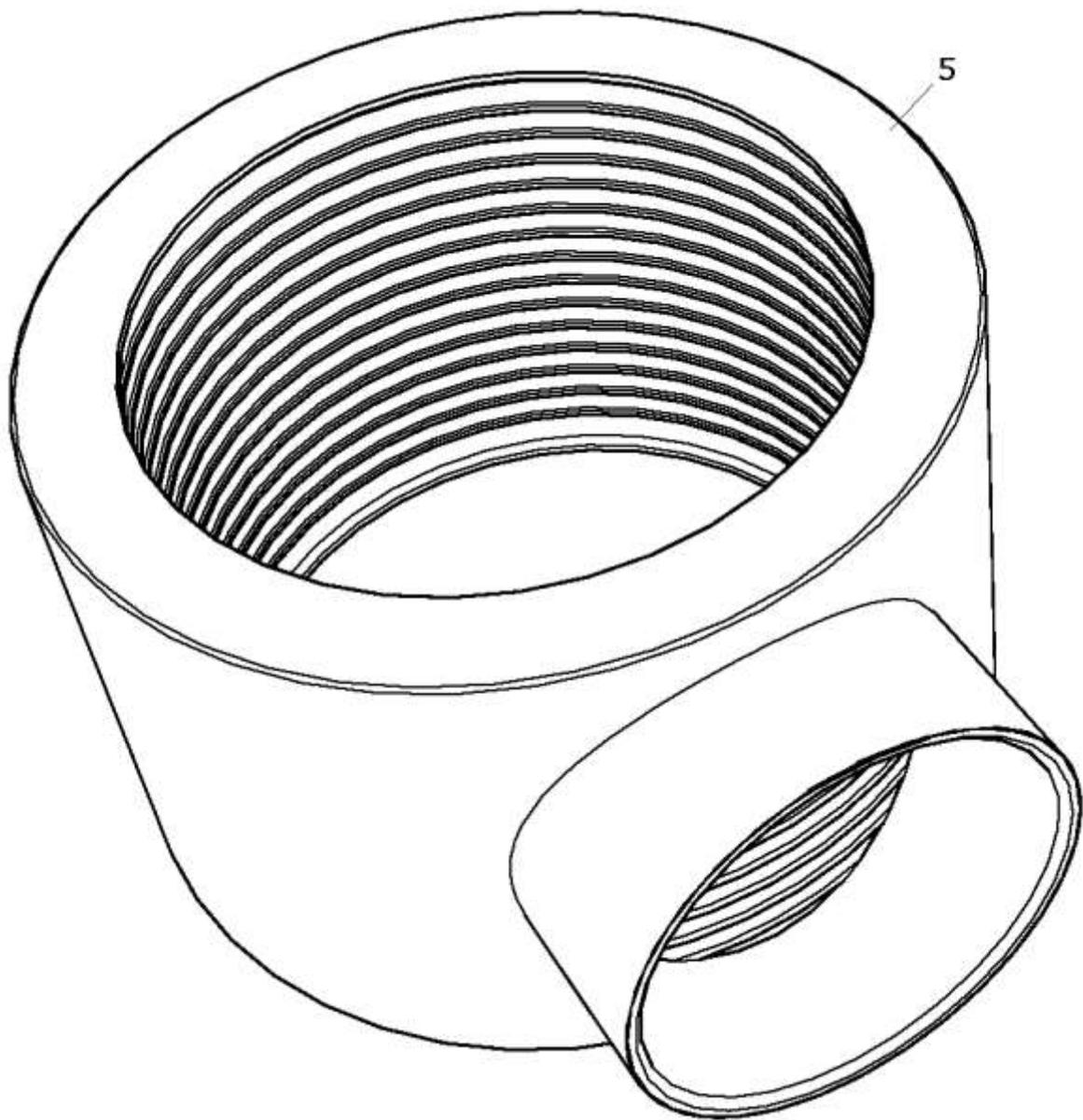
Figur 1. Drehkolben-Stirlingmotor mit erfindungsgemäÙem Ofen.



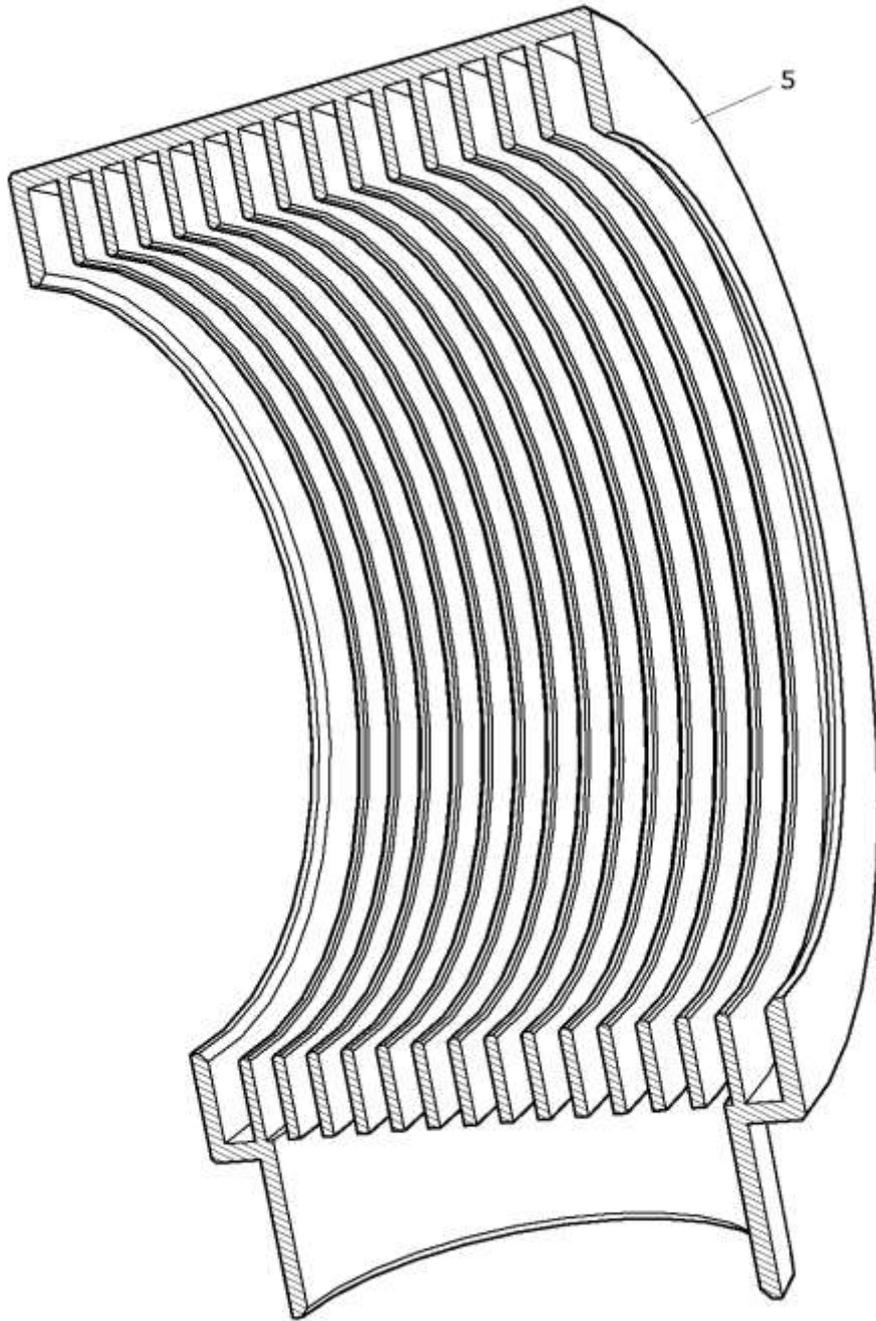
Figur 2. Drehkolben-Stirlingmotor, abgebaut bis vor die erste Ofendichtung.



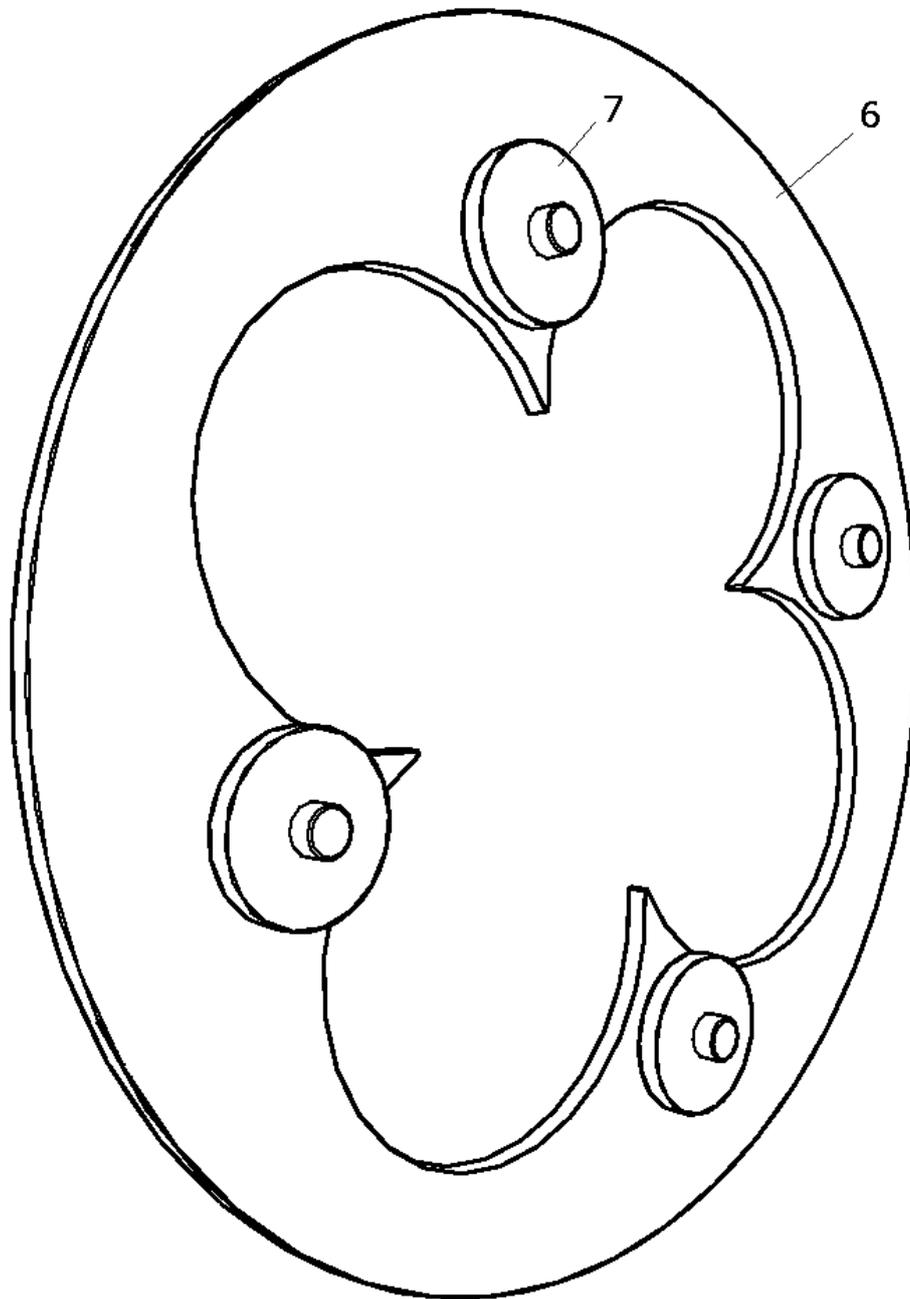
Figur 3. Drehkolben-Stirlingmotor, abgebaut bis hinter die erste Ofendichtung.



Figur 4. Glühkörper alleine, ganz.



Figur 5. Glühkörper alleine, geschnitten.



Figur 6. Ofendichtung alleine.