

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM  
27. JULI 1933

REICHSPATENTAMT  
PATENTSCHRIFT

№ 554 959

KLASSE 17a GRUPPE 304

S 83372 I/17a

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 30. Juni 1932

Dr. Leo Szilard in Berlin-Wilmersdorf und Dr. Albert Einstein in Berlin

Vorrichtung zur Bewegung von flüssigem Metall, insbesondere zur Verdichtung  
von Gasen und Dämpfen in Kältemaschinen

Patentiert im Deutschen Reiche vom 28. Dezember 1927 ab

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, bei welcher ein flüssiges Metall unter der Einwirkung eines Magnetfeldes auf die durch elektrischen Strom durchflossene Flüssigkeit fortbewegt, im besonderen aus einem Raum kleineren Druckes in einen Raum höheren Druckes hineingepumpt wird. Man kann eine solche Vorrichtung z. B. benutzen, um ein geschmolzenes Metall in eine Gußform zu spritzen oder auch, um in Kältemaschinen ein flüssiges Metall zu fördern, durch dessen Bewegung die als Kältemittel dienenden Gase bzw. Dämpfe verdichtet werden.

Wird der elektrische Strom nicht durch Elektroden in die Flüssigkeit geleitet, sondern in ihr dergestalt induziert, daß die Stromlinien des elektrischen Stromes ganz in der Flüssigkeit verlaufen und sich in ihr schließen, so vermeidet man zwar Schwierigkeiten, die mit dem Übergangswiderstand zwischen Elektrode und Flüssigkeit zusammenhängen, erhält aber im allgemeinen in der Flüssigkeit ein Kraftfeld, welches nicht wirbelfrei ist. Ist das Kraftfeld im flüssigen Metall aber nicht wirbelfrei, so entstehen unnütze Strömungen in der Flüssigkeit, die mit großen Verlusten verbunden sind. Bei einem gewöhnlichen Drehstrommotor kommt es natürlich nur auf das resultierende Drehmoment an, das auf den Anker wirkt, weil der Anker ein fester Körper ist, der sich stets als Ganzes bewegt. Bei der Bewegung einer Flüssigkeit

aber kommt es nicht nur auf die resultierende Kraft, sondern auf die ganze Kräfteverteilung innerhalb der Flüssigkeit an, und hiermit hängt es zusammen, daß Vorrichtungen zur elektrodynamischen Bewegung von flüssigen Metallen nicht einfach den Motoren nachgebildet werden können, ohne erhebliche Verluste in Kauf zu nehmen.

Die Erfindung betrifft eine elektrodynamische Vorrichtung, bei der zwei oder mehrere elektrische Wicklungen vorhanden sind, an denen relativ zueinander phasenverschobene elektrische Wechselspannungen liegen, so daß ein bewegtes Magnetfeld (Drehfeld, Wanderfeld usw.) zustande kommt, welches in dem flüssigen Metall solche elektrischen Ströme induziert, daß das flüssige Metall in der Bewegungsrichtung des Magnetfeldes mitgenommen wird. Die Erfindung liegt in einer besonderen Anordnung, bei welcher das ponderomotorische Kraftfeld innerhalb des flüssigen Metalls wirbelfrei ist.

Würde man z. B. den zwischen Rotor und Stator vorhandenen Spalt eines gewöhnlichen Drehstrommotors mit einer leitenden Flüssigkeit, wie etwa Quecksilber, füllen, so würde — natürlich bei festgehaltenem Rotor — das Quecksilber in den Ringraum vom Drehfeld mitgenommen werden und um die Achse des Ringraumes kreisen. Das Feld der ponderomotorischen Kraft wäre im Quecksilber aber keineswegs wirbelfrei. In dem

Lagerexemplar

Flan

L



mittleren Teil des zylindrischen Ringraumes, d. h. in der Mitte zwischen den beiden von den Stirnseiten des Rotorkerns gebildeten Berandungen würde nämlich eine erhebliche

5 Kraft wirken, welche das Quecksilber im Ringraum kreisen ließ, während in der Nähe der beiden Stirnränder so gut wie keine ponderomotorische Kraft vorhanden wäre, die auf das Quecksilber einwirken könnte. Das  
10 Quecksilber würde also in der Nähe der Berandungen in umgekehrtem Sinne fließen.

Bei einer Anordnung nach der Erfindung befindet sich das flüssige Metall ebenfalls in einem Ringraum, aber die einzelnen Zähne  
15 der Armatur laufen nicht wie bei dem Stator eines gewöhnlichen Drehstrommotors parallel zur Achse des Ringraumes, sondern sie umgeben kreisförmig diese Achse, so daß die in der Flüssigkeit induzierten elektrischen  
20 Ströme die Achse des Ringraumes umkreisen und die auftretende ponderomotorische Kraft die Flüssigkeit von der einen Stirnberandung zur anderen führt.

Eine solche Anordnung liefert ein wirbelfreies ponderomotorisches Kraftfeld auf der Zylinderfläche, zu welcher der als unendlich schmal gedachte Spalt zusammenschumpft. Charakteristisch ist der Umstand, daß die Fläche in sich zweifach zusammenhängend  
30 ist und von den magnetischen Kräftelinien überall praktisch senkrecht durchstoßen wird. Die induzierten Stromlinien des elektrischen Stromes, die sich innerhalb der zweifach zusammenhängenden Fläche schließen, zerlegen die Fläche in zwei Teile, da sie die Achse umkreisen, während die Kraftlinien der ponderomotorischen Kraft von der einen Berandung der Fläche zu der zweiten Berandung führen, also die beiden Stirnränder verbinden,  
40 hierbei aber die Fläche wegen des zweifachen Zusammenhanges nicht in zwei Teile zerlegen.

Da es nur auf diese Zusammenhängeverhältnisse ankommt, ist es gleichgültig, welches Gebilde die zweifach zusammenhängende  
45 Fläche darstellt. Durch eine Deformation z. B. ergeben sich verschiedene weitere Anordnungen, für die die wesentlichen Merkmale der Erfindung zutreffen. So kann man z. B. die Zylinderfläche zu einer konischen  
50 Fläche mit zwei kreisförmigen Berandungen, und weiter bis zu einem ebenen Flächenstück mit zwei kreisförmigen konzentrischen Berandungen deformieren, ohne daß sich die Zusammenhängeverhältnisse ändern. Dementsprechend lassen sich auf der Fläche wirbelfreie Kraftfelder erzielen, wobei die Kraftlinien der ponderomotorischen Kraft von der einen kreisförmigen Berandung zu der andern verlaufen.

60 Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. In dem

zylindrischen Eisenrohr 1 befindet sich ein Eisenkern. Im zylindrischen Ringraum zwischen dem Eisenkern und dem Rohre 1 fließt Quecksilber unter der Einwirkung der  
65 durch die Wicklungen 4 bis 7 erzeugten magnetischen Felder in Richtung der Erzeugenden des Zylinders, und zwar bei passender Polung von oben nach unten. Die Wicklungen 4 bis 7 umschließen das Rohr 1. Die  
70 Ströme, die in den benachbarten Wicklungen fließen, sind gegeneinander annähernd um  $90^\circ$  verschoben, dagegen können die Wicklungen 4 und 6 und ebenso die Wicklungen 5 und 7 hintereinandergeschaltet sein. 8 und 9  
75 sind Eisenbleche, die zu dem in Schnitt *A-B* sichtbaren Blechpaket gehören. Bei richtiger Polung bewegt sich das Magnetfeld, welches das Quecksilber im zylindrischen Spalt durchsetzt, von oben nach unten; die Geschwindigkeit der Verschiebung des Magnetfeldes ergibt sich aus Periodenzahl und Identitätsabstand der Wicklungen durch Multiplizieren der beiden. Im Quecksilber wird ein elektrischer Strom induziert, der den Eisenkern 2  
85 umkreist. In der Figur ist eine solche Stromlinie eingezeichnet. Die Kraft, welche auf das Quecksilber einwirkt, steht überall parallel zur Zylinderachse, und das Kraftfeld ist praktisch wirbelfrei.

Die Herstellung der  $90^\circ$  Phasenverschiebung zwischen den Strömen der benachbarten Wicklungen erfolgt in an sich bekannter Weise so, wie dies bei der Herstellung der Kunstphase für Asynchronmotore vorgeschlagen  
90 wurde. Zur Kompensation der Blindleistung kann ein Kondensator parallel zur Vorrichtung an das Netz angeschlossen werden.

Fig. 2 zeigt eine Kältemaschine nach der Erfindung im Schema gezeichnet. 10 ist eine  
100 Vorrichtung nach der Erfindung, durch welche Quecksilber auf elektrodynamischem Wege in Bewegung versetzt wird. Das Quecksilber wird in das Rohr 11 hineingedrückt und in die Quecksilberstrahlpumpe 12 befördert. Hier  
105 wird über die Leitung 13 der Dampf eines Kältemittels (beispielsweise Methylalkohol oder irgendein Kohlenwasserstoff) abgesaugt und in einem vertikal aufwärts steigenden Rohre verdichtet und in den Gasabscheideraum 15 hineingedrückt. Von hier fließt das  
110 Quecksilber über die abwärts führende Leitung 16 in die Vorrichtung 10 zurück, während der Dampf des Kältemittels über die Leitung 19 in den luftgekühlten Kondensator 17 strömt  
115 und dort verflüssigt wird. Von hier fließt das Kältemittel über eine Drossel 20 in den Verdampfer 18.

Falls Drehstrom zur Verfügung steht, wird die Vorrichtung nach Fig. 1 derart an die  
120 Stromquelle angeschlossen, daß ein gleichförmig bewegtes magnetisches Feld entsteht,



d. h. es werden die Wicklung 4, 5 usw. derart angeschlossen wie die Wicklungen eines Drehstrommotors.

Die Arbeitsübertragung vom Quecksilber auf den zu verdichtenden Dampf kann in der Kältemaschine sehr verschieden ausgestaltet sein. Man kann z. B. mit Hilfe einer Quecksilberstrahlpumpe Wasser ansaugen und die Kompression des Gases durch das Wasser vollziehen lassen. Oder man kann auch, indem man die Bewegungsrichtung des Magnetfeldes intermittierend umkehrt, das Quecksilber intermittierend in ein Gefäß hineinfließen lassen, welches mit Ventilen mit zwei Räumen von verschiedenem Druck kommuniziert; das Quecksilber komprimiert dann das Gas und drückt es in den Raum mit höherem Druck hinein, während das Gas aus dem Raum von niederem Druck durch das Quecksilber angesaugt wird.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zur Bewegung von flüssigem Metall, insbesondere zur Verdichtung von Gasen und Dämpfen in Kältemaschinen, bei welcher das flüssige Metall in einem ringförmigen Spalt durch die Wirkung eines mittels Zwei- oder Mehrphasenwicklung erzeugten Wanderfeldes bewegt wird, gekennzeichnet durch eine solche Anordnung der Wicklungen (4 bis 7) und der zwischen den Wicklungen befindlichen Zähne der Armatur (8 bzw. 9), daß die im flüssigen Metall auftretenden ponderomotorischen Kräfte die Flüssigkeit von der einen Stirnberandung des

zylindrischen oder konischen (im Grenzfall ebenen) ringförmigen Spaltes (3) zu der anderen Stirnberandung führen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die im flüssigen Metall induzierten Stromlinien des elektrischen Stromes die Achse des ringförmigen Spaltes (3) umkreisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Zähne der Armatur (8 bzw. 9) zu der Achse des Ringraumes (3) nicht parallel, sondern senkrecht liegen, im besonderen sie kreisförmig umgeben.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Spulen (4 bis 7) in den Nuten zwischen den Zähnen der Armatur (8 bzw. 9) die Achse des Ringraumes (3) umschließen.

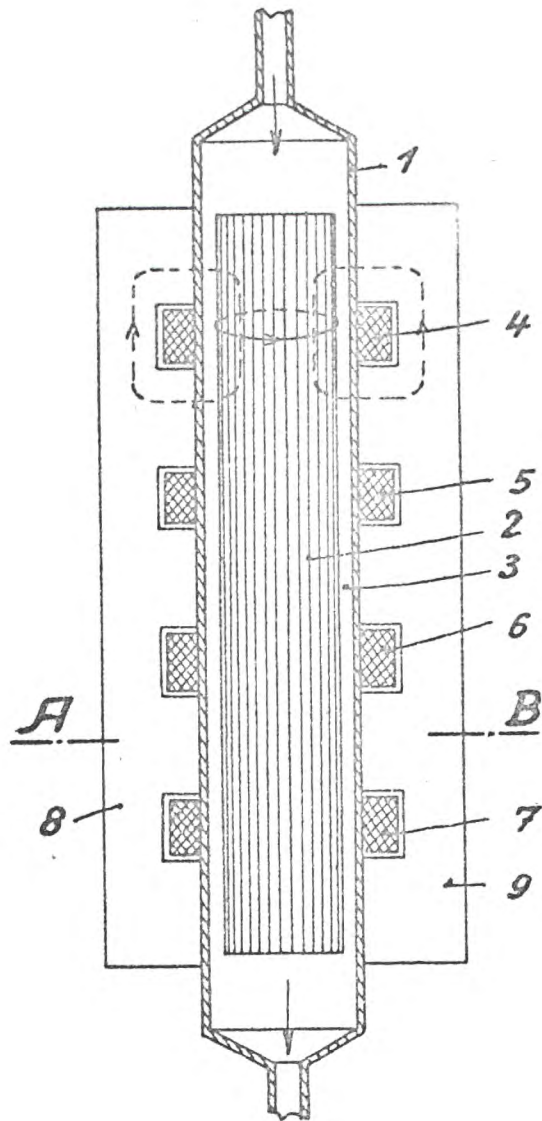
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (3), welcher vom flüssigen Metall durchflossen wird, durch ein zylindrisches Rohr (1) einerseits und einen in dessen Innern sich befindlichen ferromagnetischen Kern (2) andererseits begrenzt ist, wobei dann der Spalt den ferromagnetischen Kern umschließt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (2) radial lamelliert ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne und die Joche des Magnetkreises aus Blechen zusammengesetzt sind, deren Ebene zur Achse des Ringraumes parallel ist.

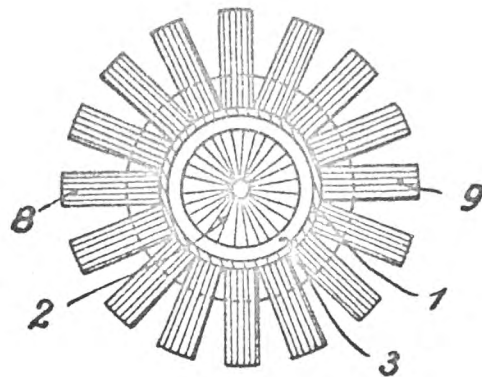
Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

*Fig. 1.*



*A* ————— *B*

*A ÷ B.*



*Fig. 2.*

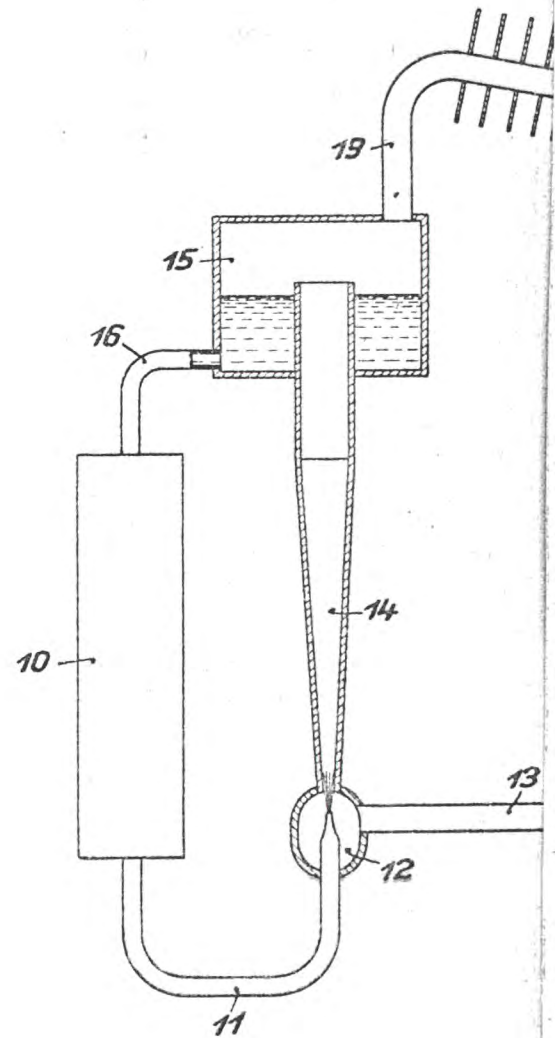


Fig. 2.

