

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 78 (1960)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Die Philips-Gaskältemaschine  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64884>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

zu dürfen, dass eine Pilzdecke ohne Pilz auf keinen Fall die hervorragenden Eigenschaften einer normalen Pilzdecke aufweisen wird, nämlich ihre grosse Tragkraftreserve und damit ihre Unempfindlichkeit gegen unvorgesehene bzw. unerrechenbare Belastungsfälle. Ich möchte daher abschliessend den Wunsch aussprechen, dass dort, wo ohne zwingende Gründe eine Unterdrückung des normalen Betonpilzes verlangt wird, der Ingenieur seinen Einfluss für die Ausführung der bewährten Pilzdecke mit Pilz geltend machen möge.

Adresse des Verfassers: A. Escher, dipl. Ing., Hinterbergstr. 68, Zürich 44.

## Die Philips-Gaskältemaschine

DK 621.59

Die von der Firma Philips, Elektro Spezial GmbH., Hamburg, entwickelte Gaskältemaschine für tiefe Temperaturen und kleine Leistungen wirkt nach dem in Bild 1 dargestellten Verfahren. Darnach bewegt sich der Hauptkolben 1 im Zylinder 2 auf und ab und bewirkt dadurch eine Volumänderung des gesamten Arbeitsraumes, der durch die Räume 4 und 5 sowie den dazwischen liegenden Ringkanal gebildet wird. Dieser Arbeitsraum ist mit einem geeigneten Gas unter Druck gefüllt, das entsprechend den Bewegungen des Kolbens 4 verdichtet und wieder entspannt wird. Der Verdrängerkolben 3, der die Räume 4 und 5 voneinander trennt, führt ebenfalls eine schwingende Bewegung aus. Dabei ist seine Phase so gewählt, dass Raum 4 um den Winkel  $\varphi$  dem Raum 5 nacheilt (Bild 2). Dadurch kommt folgende Arbeitsweise zustande: Das im Raum 4 befindliche Gas wird zunächst verdichtet und strömt dann durch den Ringkanal nach dem Raum 5 über, wobei es sich sehr stark abkühlt. Dazu sind im untern Teil des Ringkanals ein mit Kühlwasser beschickter Kühler und darüber ein als Regenerator bezeichneter Kühlkörper von grosser Masse eingebaut, der unten warm (Zimmertemperatur), oben kalt ist. Anschliessend expandiert das kalte Gas und kühlte sich dadurch noch mehr ab. Auf diese Weise nimmt der obere Teil der Maschine eine sehr niedrige Temperatur an. Nun folgt ein Rückströmen von kaltem Gas von 5 nach 4, wobei es zuerst einen oberen Wärmeaustauscher durchströmt, in dem die nützliche Kälteleistung aufgenommen wird. Anschliessend folgt der Regenerator, der sich oben am kalten Gas abkühlt, während sich dieses erwärmt. Im unteren Kühler findet während des Rückströmens von 5 nach 4 keine Zustandsänderung mehr statt. Die grösste Temperaturänderung erfährt das Gas im Regenerator. Dieser bildet gewissermassen die Brücke zwischen dem warmen und dem kalten Teil der Maschine.

Bild 3 gibt einen schematischen Schnitt durch eine zur Luftverflüssigung gebaute Philips-Gaskältemaschine. Wie ersichtlich, wird der Hauptkolben 1 von der Kurbelwelle 8 über die Kurbeln 7 und die Pleuel 6 im Zylinder 2 auf- und abbewegt, während die mittlere Kurbel 11 über den Pleuel 10 und die Kolbenstange 9 den Verdrängerkolben betätigt.

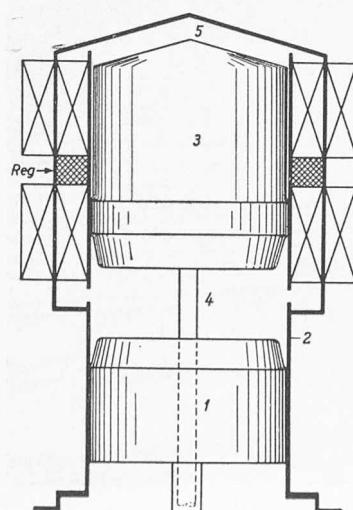


Bild 1 (links). Prinzip der Verdängermaschine (Regenerator schraffiert). 1 Hauptkolben, 2 Zylinder, 3 Verdränger, 4 unterer Arbeitsraum, 5 oberer Arbeitsraum

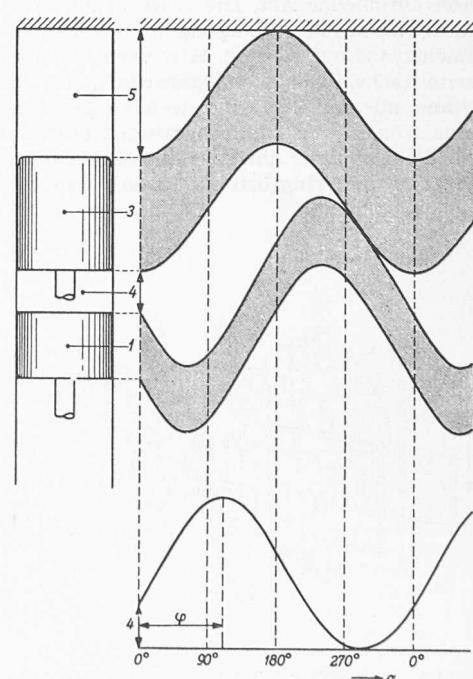
Bild 2 (rechts). Verlauf der Volumina der Arbeitsräume 4 und 5 in Funktion des Kurbelwinkels. Der unveränderliche Rauminhalt, der vom Verdrängerkörper 3 und vom Körper des Hauptkolbens 1 eingenommen wird, ist durch Schattierung angegeben. Unten ist das Volumen des Raumes 4 zwischen Hauptkolben und Verdränger nochmals aufgetragen, um die Phasenverschiebung  $\varphi$  gegenüber dem Raum 5 hervorzuheben

Dieser besteht aus dem mit Kolbenringen versehenen Körper 16, der ungefähr die Temperatur der wassergekühlten Zylinderwand annimmt, und der hohen Kappe 17, die aus schlecht wärmeleitendem Material hergestellt und mit einer losen Masse gefüllt ist, um Gasströmungen im Innern zu verhindern. Die Kappe 17 weist gegenüber der Zylinderwand ein geringes Spiel auf. Dieser Aufbau drosselt beträchtlich die Wärmeströmung vom warmen zum kalten Teil der Maschine.

Im Ringraum, der den oberen Zylinderteil umgibt, sind die ebenfalls ringförmig ausgebildeten Wärmeaustauscher eingebaut. Davon besteht der Kühler 13 aus einer sehr grossen Anzahl vertikaler dünner Röhrchen, die beidseitig mit ringförmigen Böden verbunden sind und durch die das Arbeitsmittel strömt, während sich das Kühlwasser zwischen den Röhrchen bewegt und so gleichzeitig die Zylinderwand kühlt. Der Regenerator 14 ist aus Ringen von feinem Metalldraht aufgebaut, die aufeinandergeschichtet und durch zwei konzentrische Büchsen aus schlecht wärmeleitendem Material (Nylon) in ihrer Form gehalten werden. Die äussere Wand des Ringkanals besteht aus einer ebenfalls schlecht wärmeleitenden Stahlsorte und ist so dünn ausgeführt, als es die Festigkeit zulässt. Der obere «kalte» Wärmeaustauscher 15 wird durch sehr viele feine Schlitze gebildet, die an der Innenseite des Kopfes in das massive Material eingesägt sind. Auf der Aussenseite dienen ähnliche Slitze 18 zur Aufnahme der nützlichen Kälteleistung aus der Umgebung.

Die in Bild 3 dargestellte Ausführungsform dient zur Luftverflüssigung. Dementsprechend bilden die Slitze 18 den Kondensator. Die flüssige Luft (von  $-194^{\circ}\text{C}$ ) sammelt sich im ringförmigen Kanal 19 und kann durch das Abzapfrohr entnommen werden. Der Kondensator ist mit einem Isoliermantel 21 umgeben. Frischluft tritt durch die Öffnung 23 in die Schutzhülle 22 ein und strömt dann durch Löcher in den Platten 24, die durch das Rohr 25 mit dem kalten Innenteil wärmeleitend verbunden sind. Dadurch werden sie so kalt gehalten, dass sich Wasserdampf und Kohlendioxyd aus der Luft ausscheiden.

Das geschlossene Kurbelgehäuse ist mit dem Arbeitsmittel gefüllt und steht unter einem Druck, der ungefähr gleich dem geringsten Arbeitsdruck ist. Dieser Druck wird durch Nachfüllen von Arbeitsmittel aus der Flasche 27 über ein Rückschlagventil konstant gehalten. Vom Kurbelgehäuse führt die Leitung 28 mit dem Rückschlagventil 29 zum Arbeitsraum. Diese Nachspeisung entspricht dem sehr geringen Gasverlust durch die Stopfbüchse 26. Ein besonderes Problem stellte die Kolbenschmierung. Es gelang, eine Kolbenform zu finden, bei der das Arbeitsmittel völlig ölfrei bleibt, was



wegen Ausfrieren und Verstopfen des Regenerators unbedingt notwendig ist.

Die Luftverflüssigungsmaschine arbeitet mit Wasserstoff oder Helium zwischen den Drücken 16 und 35 ata (Druckverhältnis 2,2). Sie weist eine Zylinderbohrung von 70 mm und einen Hub von 52 mm auf, läuft mit 1440 U/min und leistet bei einer Kühlwassertemperatur von 15°C je nach Luftfeuchtigkeit 5,8 bis 4,8 kWh/h. Die Anlaufzeit beträgt 15 Minuten, die Antriebsleistung 5,8 kW. Bei normal feuchter Luft müssen die Abscheiderplatten 24 alle 20 bis 30 Stunden abgetaut werden, wozu ein besonderes Gerät mitgeliefert wird. Abtauen und Reinigen des Abscheidens erfordern rd. 45 Minuten.

Bild 4 gibt die Messergebnisse bei verschiedenen Betriebstemperaturen wieder. Dabei stellt die gestrichelte Kurve die «Güteziffer», d.h. das Verhältnis des gemessenen Wirkungsgrades  $\eta$  zum Wirkungsgrad des Carnotschen Vergleichsprozesses  $\eta_c$  bei den selben Arbeitstemperaturen dar. Wie ersichtlich erreicht die Güteziffer zwischen -125 und -150°C ihren höchsten Wert von etwa 0,42. Dieser Wirkungsgrad ist beachtenswert gut. Bei Luftverflüssigungsanlagen rechnet man mit der spezifischen Antriebsleistung, das ist der Stromverbrauch an den Klemmen pro 1 kg verflüssigter Luft. Bei grossen Anlagen (100 bis 1000 kg/h) mit Expansionsturbinen erreicht man Werte von 0,7 kWh/kg, bei kleinen Anlagen liegen die Zahlen zwischen 1,5 und 3,0 kWh/kg. Bei Anlagen der hier beschriebenen Art mit einer spez. Leistung von 1 kWh/kg liessen sich durch zweistufige Abkühlung noch wesentlich bessere Werte erzielen, wobei die Vorkühlung von einer Kältemaschine üblicher Art vorzunehmen wäre. Die Rechnung ergibt, dass man auf diese Weise bis unter 0,8 kWh/kg herunter käme.

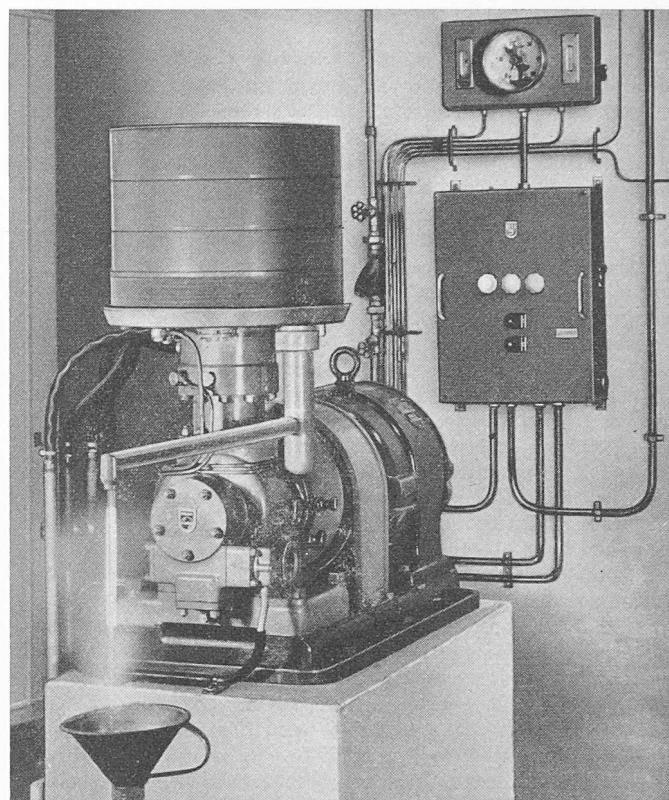


Bild 5. Philips-Gaskältemaschine, vollständige Anlage

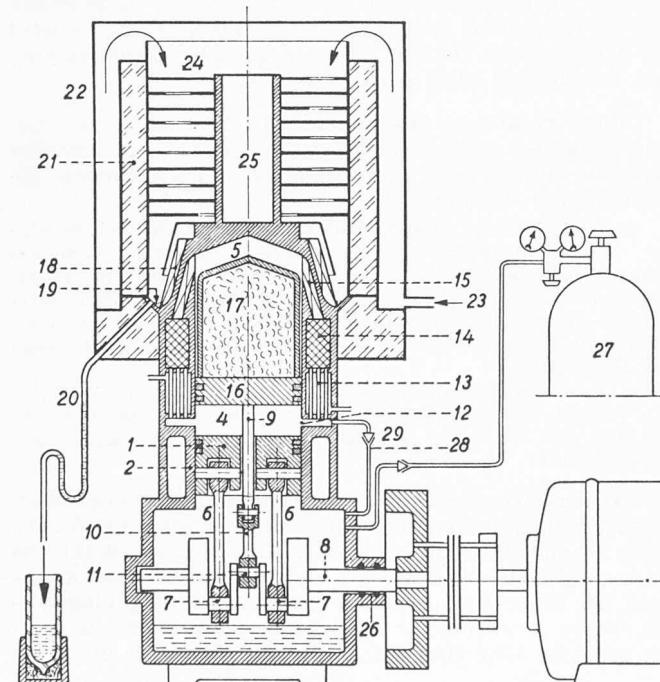


Bild 3. Schematischer Vertikalschnitt durch eine zur Luftverflüssigung gebaute Gaskältemaschine

- |   |   |
|---|---|
| 1 Hauptkolben                                   | 16 Verdrängerkörper                     |
| 2 Zylinder                                      | 17 Verdrängerkappe                      |
| 3 Verdränger (Bilder 1 u. 2)                    | 18 Kondensator für die Luft             |
| 4 unterer Arbeitsraum                           | 19 Ringkanal für flüssige Luft          |
| 5 oberer Arbeitsraum                            | 20 Abzapfrohr (Schwanenhals)            |
| 6 Pleuel zu 1                                   | 21 Isoliermantel                        |
| 7 Kurbeln zu 1                                  | 22 Haube                                |
| 8 Kurbelwelle                                   | 23 Eintrittsöffnung für die Luft        |
| 9 Kolbenstange zu 3                             | 24 Platten des Eisabscheiders           |
| 10 Pleuel zu 3                                  | 25 Kühlrohr zu 24                       |
| 11 Kurbel zu 3                                  | 26 Wellenstopfbüchse                    |
| 12 Durchtrittsöffnungen aus 4 nach 13           | 27 Vorratszylinder für das Arbeitsgas   |
| 13 Kühler (Kühlwasser)                          | 28 Ergänzungsleitung für das Arbeitsgas |
| 14 Regenerator                                  | 29 Rückschlagventil in 28               |
| 15 Wärmetauscher zur Aufnahme der Kälteleistung |   |

Die Philips-Gaskältemaschine zeichnet sich außer ihrem guten Wirkungsgrad durch grosse Einfachheit der Bedienung und Unempfindlichkeit gegen Verschmutzung aus. Es sind keine Abschliessungen zu bedienen und keine Drosselorgane vorhanden. Die flüssige Luft ist völlig ölfrei. Die Kälteleistung lässt sich in einfacher Weise durch Ändern des Druckpegels im Arbeitsraum kontinuierlich anpassen. Diese Vorteile machen die Maschine vorzüglich für Kühlauflagen aller Art im Bereich von -80 bis -200°C sowie für die Verflüssigung von Luft und anderen Gasen (Stickstoff, Argon, Sauerstoff, Methan) geeignet. Es lassen sich so Flüssigkeitsbäder mit genau bestimmtem Siedepunkt herstellen. Auch zur Gastrennung sowie zur Vorkühlung bei der Wasserstoffverflüssigung ist sie mit Vorteil verwendbar. Eine eingehende Beschreibung mit theoretischen Erörterungen findet man in «Philips Technische Rundschau» 15. Jg., Heft 11, S. 305 und Heft 12, S. 345 (Mai u. Juni 1954).

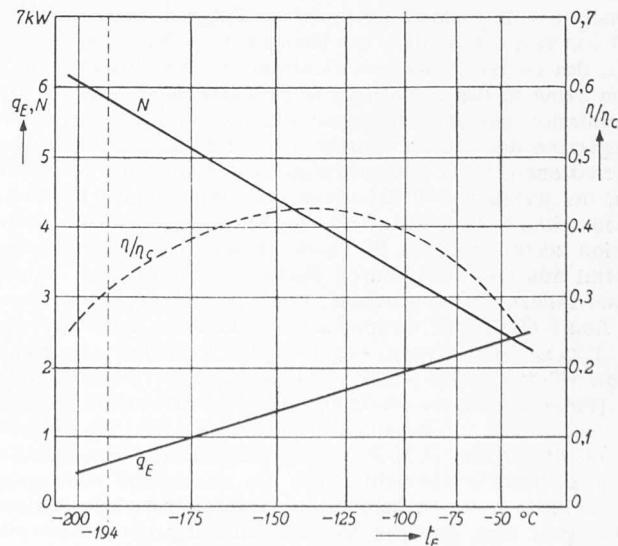


Bild 4. Gemessene Antriebsleistung  $N$  und Kälteleistung  $q_E$  der Gaskältemaschine in Funktion der Betriebstemperatur  $t_E$ ; gestrichelt die Güteziffer  $\eta/\eta_c$  gegenüber Carnot