

Umschau

Vergleich thermodynamischer Kreisprozesse. Neben einem hohen thermischen Wirkungsgrad, der die Wirtschaftlichkeit einer Wärmekraftmaschine im Betriebe kennzeichnet, muß auch noch eine hohe volumetrische Leistung (Literleistung), d. h. ein möglichst hoher mittlerer indizierter Druck, verlangt werden, der die Größe (das Leistungsgewicht) und damit den Anschaffungspreis der Maschine bei vorgeschriebener Leistung bestimmt. Man wird außerdem demjenigen Kreisprozeß den Vorzug geben, der bei gleichem thermischen Wirkungsgrad und gleichem mittleren indizierten Druck mit dem geringsten Wert des höchsten Druckes auskommt, der für die Festigkeitsberechnung des Zylinders, des Gestänges und der Lager maßgebend ist. R. Plank¹⁾ hat untersucht, ob die Kreisprozesse von Akeret-Keller und von Joule in dieser Hinsicht günstigere Idealprozesse sind als der von Carnot.

Der umkehrbare Carnotsche Kreisprozeß besteht aus zwei Isothermen und zwei Adiabaten. Er liefert bekanntlich den höchst möglichen thermischen Wirkungsgrad. Verläuft der Carnot-Prozeß entgegen dem Uhrzeigersinn, dann erhält man eine Kältemaschine oder eine Wärmepumpe, je nachdem, ob die bei tiefer Temperatur aufgenommene Wärme oder die bei höherer Temperatur abgegebene Wärme den Zweck der Anlage bildet. J. Akeret und C. Keller in Zürich haben gezeigt, daß man auch für die Heißluftmaschine (bzw. die Gasturbine) einen Prozeß angeben kann, der dem Carnot-Prozeß in bezug auf den thermischen Wirkungsgrad völlig gleichwertig ist²⁾. Der Akeret-Keller-Prozeß besteht aus zwei Isothermen und zwei Isobaren. Auch der Akeret-Keller-Prozeß kann beim Durchlaufen im umgekehrten Sinne als Idealprozeß für eine Kältemaschine gewählt werden. Er liefert die gleiche Leistungsziffer wie der Carnot-Prozeß, ist diesem aber auch hier volumetrisch überlegen. Bei der Uebertragung solcher Prozesse in die Praxis ergeben sich besonders bei der Realisierung der Isothermen erhebliche Schwierigkeiten, die von Akeret und Keller auch keineswegs verschwiegen werden. Statt Isothermen treten in der Praxis Polytropen auf, die recht nahe bei Adiabaten liegen. Durch mehrstufige Expansion (Verdichtung) mit Zwischenerhitzung (Zwischenkühlung) kann man aber immer wieder bis nahe an die Isothermen zurückkehren und dadurch die Verluste verringern.

Der Joule-Prozeß³⁾ besteht aus zwei Adiabaten und zwei Isobaren. Wird der Joule-Prozeß in entgegengesetztem Sinn durchlaufen, dann stellt er den Grundprozeß der Kaltluftmaschinen dar.

Bei der praktischen Anwendung ist zu prüfen, ob sich der gesamte Prozeß in einem einzigen Zylinder einer Kolbenmaschine verwirklichen läßt oder ob dazu mehrere Zylinder erforderlich sind, wodurch natürlich die volumetrische Leistung sinken würde. Für den Carnot-Prozeß wird man vier getrennte Zylinder brauchen, für den Akeret-Keller-Prozeß und den Joule-Prozeß bei Heißluftmaschinen je zwei getrennte Zylinder. Nur in Brennkraftmaschinen kommt man mit einem einzigen Zylinder aus, woraus man die bevorzugte Stellung dieser Maschinenart besonders beim Zweitaktverfahren erkennt.

Ein idealer thermodynamischer Kreisprozeß darf bei vorgeschriebenen äußeren Bedingungen nicht nur nach der Höhe des erzielbaren thermischen Wirkungsgrades von Wärmekraftmaschinen oder der Leistungsziffer von Kältemaschinen, sondern muß auch nach der volumetrischen Leistung beurteilt werden. Es zeigt sich, daß eine Steigerung des thermischen Wirkungsgrades beim Carnot-Prozeß oberhalb gewisser Temperaturgrenzen mit einem starken Absinken der volumetrischen Leistung verbunden ist. Der Akeret-Keller-Prozeß gestattet dagegen eine gleichzeitige Steigerung sowohl des thermischen Wirkungsgrades bzw. der Leistungsziffer als auch der volumetrischen Leistung.

Beim Joule-Prozeß ist eine Steigerung des thermischen Wirkungsgrades nicht immer mit einer Erhöhung der volumetrischen Leistung verbunden. Obwohl dieser Prozeß

im allgemeinen weniger günstige Werte liefert, so erreicht bei ihm doch die volumetrische Leistung gerade bei denjenigen äußeren Bedingungen hohe Werte, für die sie beim Carnot-Prozeß verschwindet. [U 201] -er

Halter für Spritzpipetten. Bei Spritzpipetten besteht eine Schwierigkeit im praktischen Gebrauch darin, daß sie nicht zum Auswaschen von ihrem Halter gelöst werden können, ohne daß die Eichung verändert wird. Der Halter nach R. B. Dean⁴⁾, Bild 1, soll diesen Uebelstand vermeiden. Die Pi-

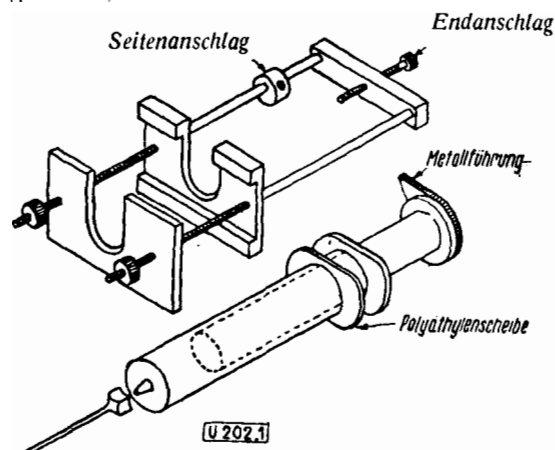


Bild 1. Halter für Spritzpipetten

pette kann aus ihm durch Lösen zweier Schrauben ausgebaut und wieder eingebaut werden, ohne daß die Eichung sich um mehr als 4:10 000 ändert. Der ovale Kopf des Mantels der Glasspritze paßt dicht in eine geschlitzte Metallplatte hinein; diese Glas-Metall-Verbindung macht es möglich, die Spritze auszubauen und in der gleichen Lage zum Endanschlag wieder einzubauen. Der untere Teil der Metallklammer faßt eine Kunststoffscheibe, um so ungleichmäßige Spannungen aufzunehmen. Das beste Material dafür ist Polyäthylen. Für genaues Arbeiten muß der Kolbenkopf mit einer Führung versehen sein, die den Kolben stets zentrisch führt. Zu diesem Zweck wird eine Metallführung aufgekittet. Eine Spritze mit Führung und Seitenanschlag kann so geeicht werden, daß sie zwei verschiedene Volumina aufnimmt, etwa 9 cm³ von einer Lösung, die mit 1 cm³ eines Reagenz gemischt werden, um eine Färbung zu entwickeln, ohne daß die Luft einwirken kann. Ersetzt man den Endanschlag durch eine Mikrometerschraube, so erhält man eine Mikrobürette. [U 202] Hn

Ein neues Wasserstoff-Glimmentladungsrohr beschreiben G. B. Arnold und L. Donn⁵⁾. Es kann mehrere Stunden hindurch ohne Bedienung betrieben werden, liefert eine für das Abbe-Refraktometer ausreichende Lichtintensität, hat geringe Stromaufnahme und ist leicht herstellbar. Es wird seit einigen Jahren mit gutem Erfolg als Lichtquelle für ein Abbe-Refraktometer zur Messung von Brechungsindizes und für Dispersionsmessungen mit der C- und F-Linie des Wasserstoffspektrums verwendet. Das Rohr besteht aus Geräteglas, läßt daher UV-Strahlung nicht durch und kann ohne Schutzblende benutzt werden. Es ist 17 cm lang und hat 4 cm Durchmesser, Bild 2. In seiner Achse liegt eine

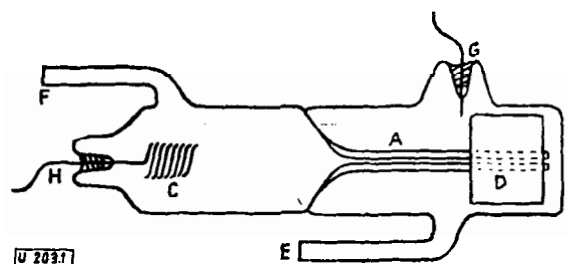


Bild 2. Wasserstoff-Glimmentladungsrohr

A Kapillare, B abgeflachter Teil des Rohres, C, D Elektroden, E, F Zufuhr bzw. Ableitung von Elektrolysenwasserstoff, G, H Zuleitungen zu C und D.

Kapillare A von 0,1–0,2 cm Innendurchmesser, die 0,5 cm vor dem abgeflachten Teil B der Röhre endet. Beim Betrieb der Röhre entsteht in der Kapillare eine kleine, aber in-

¹⁾ R. Plank in der kürzlich wieder erschienenen Z. Ver. dtsch. Ing. 90, 19/26 [1948].

²⁾ J. Akeret u. C. Keller: Schweiz. Pat. 189724; DRP 719005; Schweiz. Bauzeitung 113, [1939]; Escher-Wyss-Mitt. 12, 82, [1939] u. 15/16 229, 5, [1942/43]; Z. Ver. dtsch. Ing. 83, 491 [1941]. Im Auszug: F. Licent: Z. dtsch. Ing. 83, 491, 1239 [1939]. Anschließend wurde dieser Kreisprozeß ursprünglich von dem schwed. Ing. Ericson (1803/89) angegeben, vgl. F. Bosnjakovic: Technische Thermodynamik, Dresden u. Leipzig 1944, 1. Teil, 2. Aufl., S. 124.

³⁾ Diese Bezeichnung findet sich auch bei F. Bosnjakovic: a. a. O. S. 44

⁴⁾ R. B. Dean. Anal. Chem. 19, 1046 [1947].

⁵⁾ G. B. Arnold u. L. Donn, Anal. Chem. 19, — [1947].

tensive Strahlung, die von B her beobachtet werden kann. Die Elektroden C und D aus Reinaluminium sind absichtlich relativ groß bemessen. Die Zuleitungen G und H aus Wolframdrähten sind mit C und D vernietet. Der Röhre wird während des Betriebes ständig bei E reiner Elektrolysenwasserstoff zugeführt, der bei F über einen Blasenähler, ein Manometer und einen Absperrhahn von der Vakuumpumpe abgesaugt wird (eine Blase alle 5 bis 10 s). Man arbeitet bei etwa 3 mm Hg; die Elektroden werden mit der Sekundärwicklung eines 5000 V-30mA-Transformators verbunden. Es entsteht eine helle Glimmentladung, deren Farbe gegen Druckänderungen sehr empfindlich ist, so daß es mit einiger Erfahrung leichter ist, die Lichtfarbe als Kennzeichen für den geeigneten Druck zu benutzen, als Manometerablesungen vorzunehmen. [U 203] Hn

Ein Verfahren zur Titration von Säuren mit elektrolytisch erzeugten OH-Ionen wurde von J. Epstein, H. A. Sober und S. Silver⁹⁾ für die Bestimmung von Verunreinigungen der Luft durch schädliche, insbesondere saure Gase entwickelt. Die Titrationszelle besteht nach Bild 3 aus einer Anodenkammer D und einer Kathodenkammer E, die durch ein Glasrohr mit asbestbedeckten perforierten Glasplatten miteinander verbunden sind. Jede Kammer enthält eine Elektrolysenelektrode (C, C₁) aus gerolltem Platindrahtnetz, einen Lufteinlaß (B, B₁) und einen Luftauslaß (A, A₁). In der Kathodenkammer ist eine Bezugselektrode F in Form eines zu einer Spitze ausgezogenen Glasrohrs mit Citratpufferlösung (pH=4,3), die mit Chinhydron gesättigt ist, angeordnet; ihre Spitze ist mit 10%iger Agarlösung, die 5% NaBr enthält, gefüllt. G ist eine Platin-Titrationselektrode. Der Elektrolysenkreis besteht aus einer Batterie, einem Milliampereometer, einem variablen 10 000 Ohm-Widerstand und einem Schalter, die in Reihe mit den Pt-Elektroden liegen. Im Kreis für die potentiometrische Titration ist ein Galvanometer (1000 Ohm, Empfindlichkeit $0,025 \times 10^{-3}$ Mikroampere je mm) und ein variabler 15 000 Ohm-Widerstandsatz mit der Titrationselektrode verbunden; ein 2000-Ohm-Widerstand liegt im Nebenschluß über dem Galvanometer. Als Coulometer wurde die Kombination einer Stoppuhr mit dem Milliampereometer benutzt. Bei Versuchen, HCl durch die elektrolytisch erzeugten OH-Ionen zu titrieren, wurden kleine Mengen HCl zu der mit 0,15 m-NaBr-Lösung gefüllten Zelle gegeben, es wurde ohne Titrationselektroden gearbeitet; nachdem ein Ueberschuß an OH-Ionen erzeugt worden war, wurde der Inhalt der Kathodenkammer abgezogen und mit Normal-HCl und Methylorange titriert. Es zeigte sich, daß HCl durch die Elektrolysenprodukte von NaBr titriert werden kann. Änderungen des Stromes, der Spannung oder der NaBr-Konzentration hatten keinen nennenswerten Einfluß. Es wurde dann versucht, HCl potentiometrisch nach Pinkhof zu titrieren; das Zellenmedium war 0,03 n NaBr,

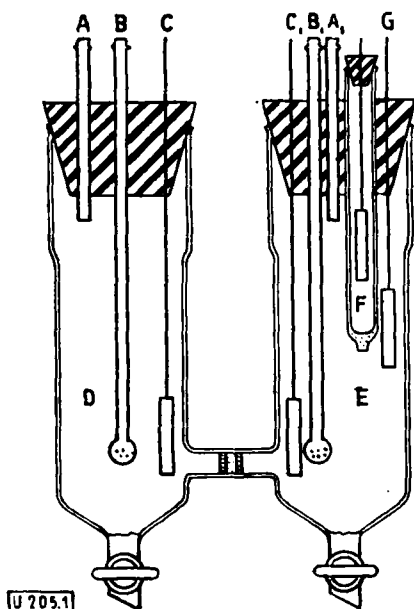


Bild 3. Titrationszelle

A, A₁ Luftauslaß, B, B₁ Lufteinlaß, C, C₁ Elektrolysenelektrode, D Anodenkammer, E Kathodenkammer, F Bezugselektrode, G Platin-Titrationselektrode

gesättigt mit Chinhydron. Dabei wurde der Endpunkt erreicht, wenn der pH-Wert der Kathodenkammer den der Bezugselektrode (4,3) erreicht hatte. Das hat für den beob-

⁹⁾ J. Epstein, H. A. Sober u. S. D. Silver, Anal. Chem. 19, 675/77 [1947].

sichtigten Zweck den Vorteil, daß die Gegenwart von CO₂ nicht stört. Die Titration verläuft allerdings nicht stöchiometrisch. Bei den Versuchen wurden 86–92% der theoretischen HCl-Menge gefunden. Mit Hilfe der HCl-Titrationsen läßt sich eine Eichkurve aufstellen; die praktisch gefundenen Werte liegen innerhalb $\pm 10\%$ in dieser Eichkurve, was für den vorgesehenen Zweck ausreicht. Da bei potentiometrischer Titration mit konstantem Strom gearbeitet wird, muß durch Rühren (Luftdurchleiten) Polarisation vermieden werden. Bei der praktischen Verwendung der Apparatur wird die Zeit auf einer mit konstanter Geschwindigkeit umlaufenden Trommel aufgezeichnet, und die Länge des aufgezeichneten Weges entspricht dann direkt dem Säuregehalt. [U 205] Hn

Destillieraufsatz für variable Kondensat-Entnahme. Der von R. R. Russell und C. A. Van der Werf beschriebene Aufsatz⁷⁾ zeichnet sich durch einfachen und kompakten Aufbau aus und vereinigt in sich vorteilhafte Konstruktionseinzelheiten verschiedener Aufsätze. Das Thermometer a, Bild 4, mit Glasschliff liegt außen, so daß die Temperaturablesung nicht durch Kondensat an der Innenseite der Glaswandungen beeinträchtigt wird. Der Flüssigkeitssyphon b bewirkt, daß die aufsteigenden Dämpfe die Thermometerkugel bespülen. Der Flüssigkeitsrückhalt beträgt hier weniger als 1 cm³. Bei

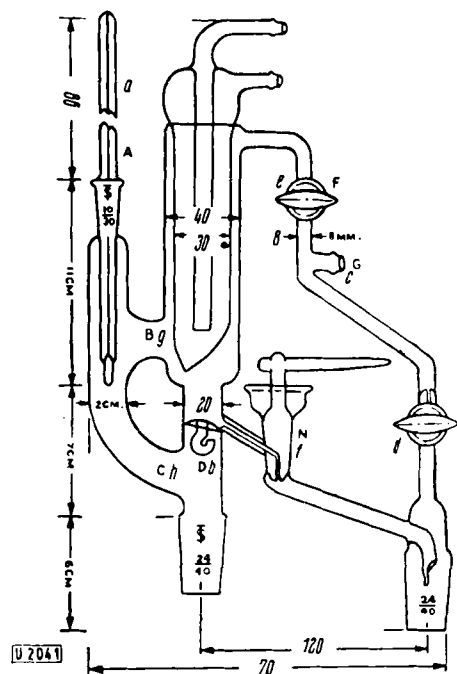


Bild 4. Destillieraufsatz für variable Kondensat-Entnahme
Maße in mm

a Thermometer, b Flüssigkeitssyphon, c Vakuum-Anschluß, d, e, f Schliffhähne, g, h bei höherer Temperatur zu isolierender Teil

Fraktionierungen unter Atmosphärendruck bleibt c offen, beim Arbeiten unter verringertem Druck wird hier das Vakuum angeschlossen. Die Anordnung der drei Schliffhähne d, e und f macht es dem Bedienenden möglich, die Vorlagen zu wechseln, ohne das Vakuum zu unterbrechen. Man benötigt auch keine schwereren Vorlagen als beim Arbeiten im Vakuum, sondern kommt mit gewöhnlichen Normalschliff-Rundkolben als Vorlagen aus. Durch den verlängerten Arm des Hahnes f ist eine rasche und genaue Adjustierung der Kondensat-Entnahmegeschwindigkeit möglich. Bei Temperaturen über 100° wird der Teil g-h zweckmäßig mit Asbestpappe umhüllt, um Wärmeverluste zu vermeiden. Bei noch höheren Temperaturen sieht man hier eine Heizwicklung vor. [U 204] Hn

Werkstoffzerstörung und Schutzschichtbildung von Rohrleitungen in der Erde⁸⁾. Der Rohrschutz ist bei metallischen Rohren am sichersten von seiten der Böden selbst zu erreichen, ebenso wie für den Rohrinneenschutz die Wasseraufbereitung die sicherste Maßnahme für die Erhaltung der Rohre darstellt. Die nichtmetallischen Rohre, die man bisher nur für drucklose Leitungen oder Leitungen mit geringem Druck verwendet hat, stellen auf Grund der chemischen und physikalischen Betrachtungen über das Verhalten der Böden diejenigen Werkstoffe dar, die in der Zukunft für die Rohrverlegung im Erdboden allein in Betracht kommen werden, weil sie bei folgerichtiger Weiterentwicklung in der Lage sind, chemisch und auch mechanisch den Erfordernissen zu genügen. [U 209] -er.

⁷⁾ R. R. Russell und C. A. Van der Werf, Anal. Chem. 19, 699 [1947].

⁸⁾ L. W. Haase, Arch. Metallkunde 1, 471/75 [1947].