

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 84 (1966)
Heft: 36

Artikel: Stopfbüchslose Pumpen für Kern-Kraftwerke
Autor: Rütschi, Karl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68977>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Stopfbüchslöse Pumpen für Kern-Kraftwerke

DK 621.67:621.039

Von Dr.-Ing. h. c. **Karl Rüttschi**. Nach einem am IAHR-Symposium «Kreiselpumpen im Kraftwerkbau» in Braunschweig am 7. September 1966 gehaltenen Vortrag

Am 11. Januar 1914 erhielt *Benjamin Graemiger*¹⁾ aus Zürich vom kaiserlichen Patentamt des Deutschen Reiches das Patent Nr. 276 545 für eine Vorrichtung zum elektromotorischen Antrieb einer in einem Gehäuse gasdicht eingeschlossenen Arbeitsmaschine. Durch diese Vorrichtung, Bild 1, war es möglich, den Rotor des Elektromotors direkt mit der Arbeitsmaschine zusammenzubauen, so dass z. B. bei einem Ammoniak-Kompressor die Stopfbüchse mit ihren belästigenden Undichtheiten wegfallen konnte. Graemiger hätte sich nicht träumen lassen, dass seine Erfindung einmal weltweite Bedeutung erlangen sollte und zwar zuerst bei stopfbüchslösen Umwälzpumpen für Zentralheizungen und später, weil hier absolute Dichtigkeit gegen aussen fundamentale Bedeutung hat, zur Förderung radioaktiver Flüssigkeiten in der Kernindustrie.

Die Hauptschwierigkeit zur Zeit der Erfindung bestand darin, ein nichtmagnetisches Material für das Spaltrrohr oder für den Spaltrrohrtopf zu finden. Noch 1922 wurde ein Patent für eine Abdichtungshaube aus magnetisch schlecht leitendem Material erteilt, wofür brüchiges Glas vorgesehen wurde. Erst das Aufkommen rostfreier, nichtmagnetischer Stähle gab in den dreissiger Jahren den Weg zur Weiterentwicklung des Spaltrmotors frei. Fast gleichzeitig brachten im Jahre 1935 zwei schweizerische Firmen die ersten stopfbüchslösen Umwälzpumpen auf den Markt, welche nach dem Zweiten Weltkrieg die konventionellen Pumpen zur Umwälzung warmen Wassers in den Zentralheizungen vollständig verdrängten, Bild 2. Parallel dazu hatte man aber auch entdeckt, dass dieser Spaltrmotor geradezu prädestiniert war, in der sich anbahnenden Kern-

technik die Förderung radioaktiver Flüssigkeiten zu übernehmen²⁾. Wenn auch das Prinzip einer Spaltröhre verhältnismässig einfach erscheint, so stellen doch die vorkommenden Drücke und Temperaturen, die Beschaffenheit des Fördergutes und die hohen Sicherheitsanforderungen besondere Ansprüche an die konstruktive Durchbildung solcher Aggregate sowie an die Wahl deren Baustoffe. Die beiden wichtigsten Forderungen, die man an stopfbüchslöse Pumpen stellt, sind:

1. Absolute Dichtheit, da z. B. bei Schwerverwasserförderung das Fördermedium aktiviert wird und bei Undichtheiten die Umgebung radioaktiv verseucht würde.
2. Lagerschmierung durch die Förderflüssigkeit. Die hochwertigen und empfindlichen Flüssigkeiten dürfen nicht durch fremde Schmiermittel verunreinigt werden, wobei der Wahl der Lagerbaustoffe grösste Bedeutung zukommt. Es gelangen an diesen Stellen Hartkohle, Teflonkombinationen, Keramik, sowie sulfiniertes, säurebeständiger Stahl zur Anwendung.

Bei Pumpen für Schwerverwasserförderung sind üblicherweise alle Teile, die mit dem Fördergut in Kontakt kommen, aus rostfreiem, säurebeständigem Stahl gefertigt, wobei die Oberflächen eine Feinstbearbeitung aufweisen. Alle diese Pumpen werden stets einem längeren Probelauf und strengen Dichtungsprüfungen mit Helium unterworfen. Nach den Versuchen werden sämtliche Teile noch einmal einer Kontrolle und überaus sorgfältiger Reinigung (entfetten, nachbeizen, passivieren, neutralisieren, spülen in entmineralisiertem Wasser und trocknen) unterzogen. Die Endmontage wird mit Handschuhen und einer beinahe chirurgischen Sauberkeit vorgenommen, Bild 3.

¹⁾ Nachruf siehe SBZ 1954, H. 14, S. 194.

²⁾ Vgl. «Die Entwicklung der Würenlinger Reaktoranlagen» SBZ 1958, H. 38, S. 561-566.

Die Flüssigkeitsförderung bei höheren Drücken stellt besondere Ansprüche an die Konstruktion des Spaltröhres. Einerseits sollte es die geringstmögliche Wanddicke haben, damit die elektrischen Verluste nicht übermässig ansteigen, und zum anderen muss es eine dem Druck des Systems entsprechende Festigkeit aufweisen. Eine diesen Bedingungen entsprechende Lösung wird bei der in Bild 4 dargestellten Pumpe für 100 kp/cm² gezeigt. In dieser Ausführung wird das Spaltrrohr in der Mitte durch den Stator und an beiden Seiten durch Verstärkungsringe aus nichtmagnetischem Material gestützt. Das Spaltrrohr ist so konstruiert, dass es sich bei Druck- und Temperaturänderungen ausdehnen kann, wobei Tellerfedern zur nachgiebigen Abstützung vorgesehen sind. Sind jedoch

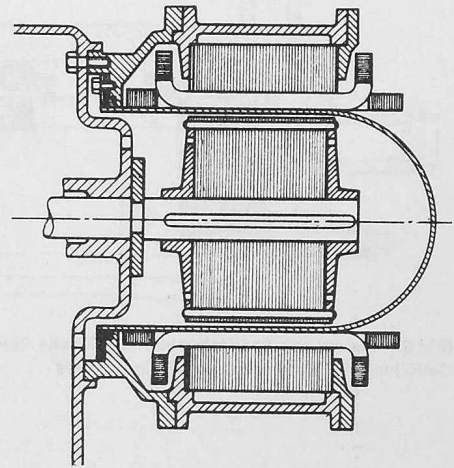


Bild 1. Deutsches Patent Nr. 276 545 vom 11. Januar 1914 über eine Vorrichtung zum elektromotorischen Antrieb einer in einem Gehäuse hermetisch eingeschlossenen Arbeitsmaschine, erteilt an Benjamin Graemiger

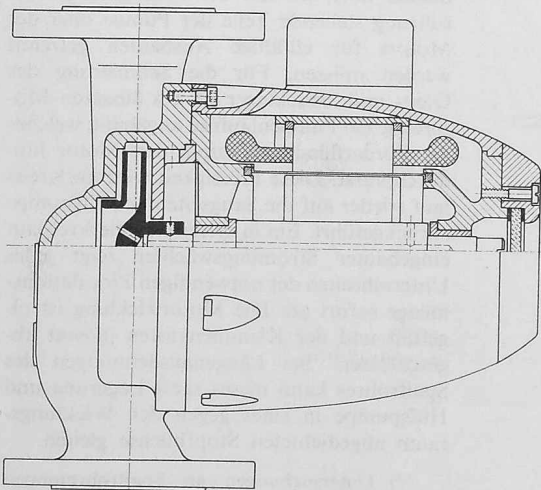


Bild 2. Umwälzpumpe mit Spaltröhre für Zentralheizungen

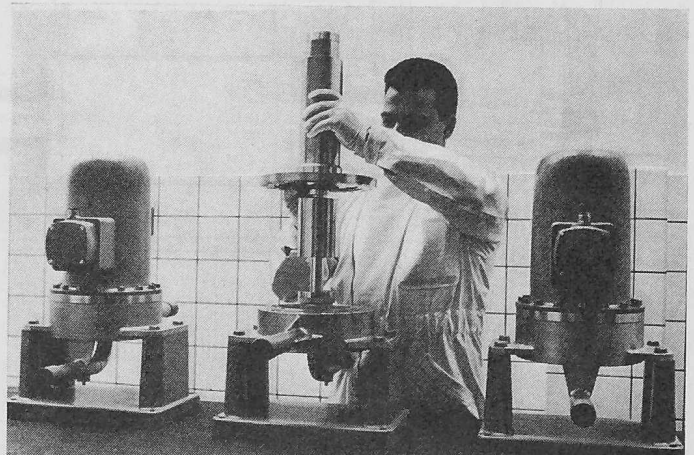


Bild 3. Pumpe mit Spaltröhre für die Kern-Industrie. Nach einer sorgfältigen Reinigung werden die Pumpen unter Beachtung peinlichster Sauberkeit zusammengebaut

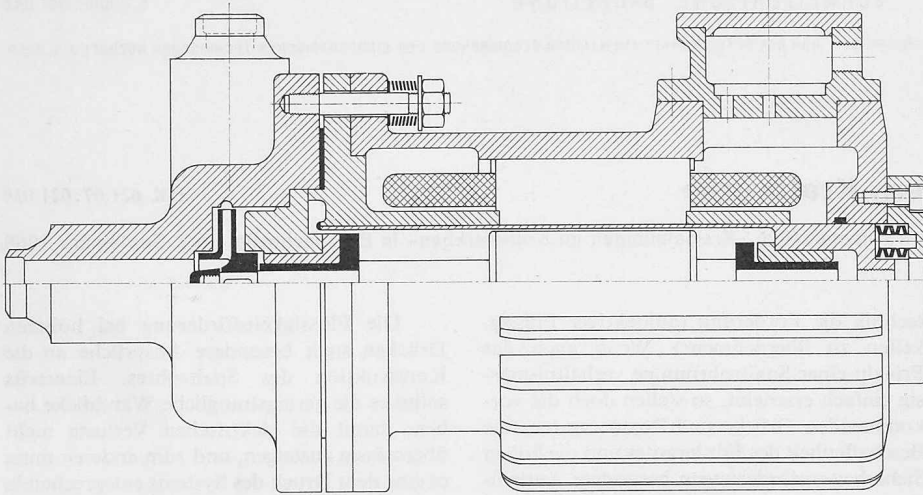


Bild 4. Pumpe mit Spaltrahmotor für Drücke bis 100 kp/cm² mit mechanischer Verstärkung des Spaltrahres durch den Stator und Versteifungsringen

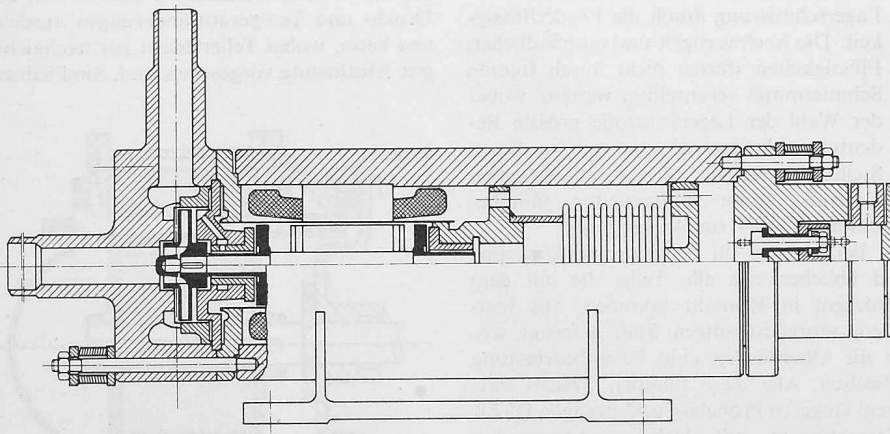


Bild 5. Pumpe mit Spaltrahmotor für Drücke über 100 kp/cm² mit Druckausgleichskompensator und Ölfüllung im Statorraum des Elektromotors

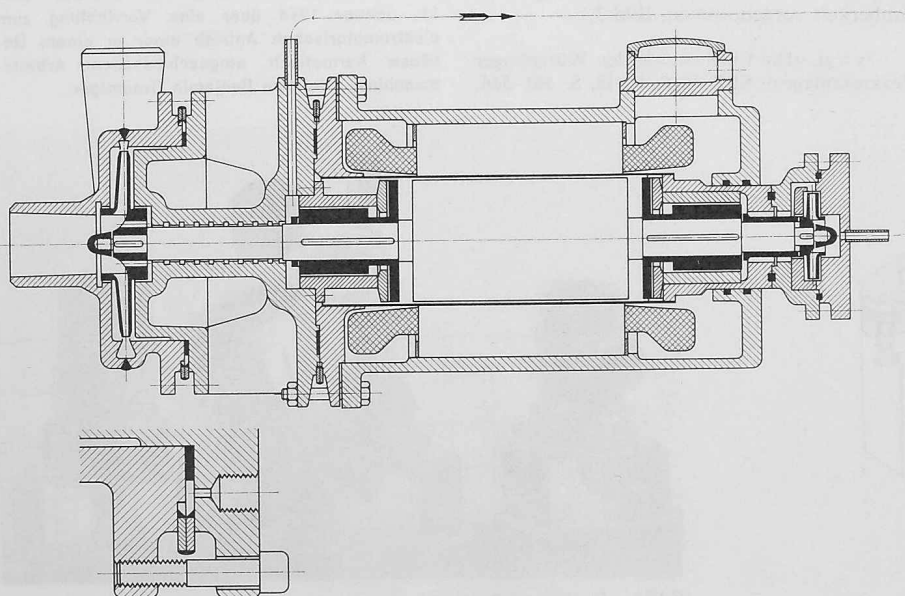


Bild 6. Pumpe zur Förderung von flüssigem Natrium. Nach dem Zusammenbau werden die einzelnen Dichtstellen verschweisst. Kontrollbohrungen dienen der Ueberwachung der Dichtheit

die Systemdrücke so hoch, dass eine mechanische Verstärkung des Spaltrahres nicht mehr ausreicht, so wird, insbesondere bei grösseren Spaltrahrdurchmessern, ein Druckausgleich zwischen Stator- und Pumpenraum auf hydraulischem Wege bewirkt. Der Statorraum wird zu diesem Zweck mit einem elektrisch isolierenden Öl gefüllt. Die Trennung beider Medien erfolgt meistens durch einen Ausgleichskolben, der sich bei Druckerhöhung im Pumpenraum verschiebt und Öl in den Statorraum presst. Das träge Ansprechen des Kolbens infolge seiner Gleitdichtung kann jedoch zu Schwierigkeiten führen. Es können sich dadurch Druckunterschiede zwischen beiden Räumen aufbauen, welche Spaltrahreinbuchtungen zur Folge haben³⁾. Um diese Gefahren zu umgehen, wird an Stelle des Ausgleichskolbens mit Dichtungen ein Rohrkompensator eingebaut, welcher eine schmale Kolbenscheibe ohne hemmende Dichtungen leichtgängig verschiebt. Sobald sich die geringste Drucksteigerung in der Pumpe ergibt, dehnt sich der Kompensator und schiebt die Kolbenscheibe gegen den Abschlussdeckel, wodurch Öl in den Statorraum gedrückt wird. Auf diese Weise wird stets ein vollkommener Druckausgleich gewährleistet. Beachtenswert ist noch die gegen hohe Drücke dichte Kabeldurchführung beim Motor. Eine solche Pumpe, ausgelegt für Drücke über 100 kp/cm², wird in Bild 5 gezeigt.

Eine besonders interessante Ausführung einer Spaltrahrpumpe zur Förderung von flüssigem Natrium zeigt Bild 6. Das Spiralgehäuse der Pumpe wird zur Feinstbearbeitung der flüssigkeitsberührten Teile entzwei-gefräst und nachher wieder zusammengescheisst. Das Dichtheitsproblem wurde hier mit grösster Sorgfalt behandelt. So wird der Saugdeckel mit einer metallischen Spezial-Flachdichtung abgedichtet. Hinter dieser Flachdichtung ist eine Kontrollbohrung, die mit einem Anzeiginstrument verbunden ist, welches ein Leckwerden sofort melden würde. Um aber auch in diesem Fall den Austritt von Flüssigkeit zu vermeiden, werden Gehäuseflansch und Saugdeckelflansch durch Dichtungsringe aus rostfreiem, säurebeständigem Material miteinander verschweisst. Diese Dichtungsringe sind so ausgebildet, dass sie auch nach mehrmaligem Wegdrehen der Schweissnaht wieder neu zusammengescheisst werden können. Diese Art Doppel-dichtungen findet sich am ganzen Aggregat überall dort, wo mit der Flüssigkeit in Be-rührung stehende Teile der Pumpe oder des Motors für allfällige Ausbauten getrennt werden müssen. Für die Schmierung der Gleit- und Drucklager ist am äusseren Motorende ein Pumpenlaufrad angebau, welches die Förderflüssigkeit durch den Motor hindurchpresst. Diese Flüssigkeit wird im Kreislauf wieder auf die Saugseite der Hilfspumpe zurückgeführt. Ein in diesen Schmierkreislauf eingebauter Strömungswächter zeigt jedes Unterschreiten der notwendigen Zirkulationsmenge sofort an. Die Motorwicklung ist öl-gefüllt und der Klemmenkasten öldicht ab-geschlossen. Bei Längenausdehnungen des Spaltrahres kann dieses samt Lagerung und Hilfspumpe in einer gegen den Wicklungsraum abgedichteten Stopfbüchse gleiten.

³⁾ Untersuchungen an Spaltrahrpumpen in Hochdrucksystemen «Chemie Ing.-Techn.» 37, 1965 Nr. 3.

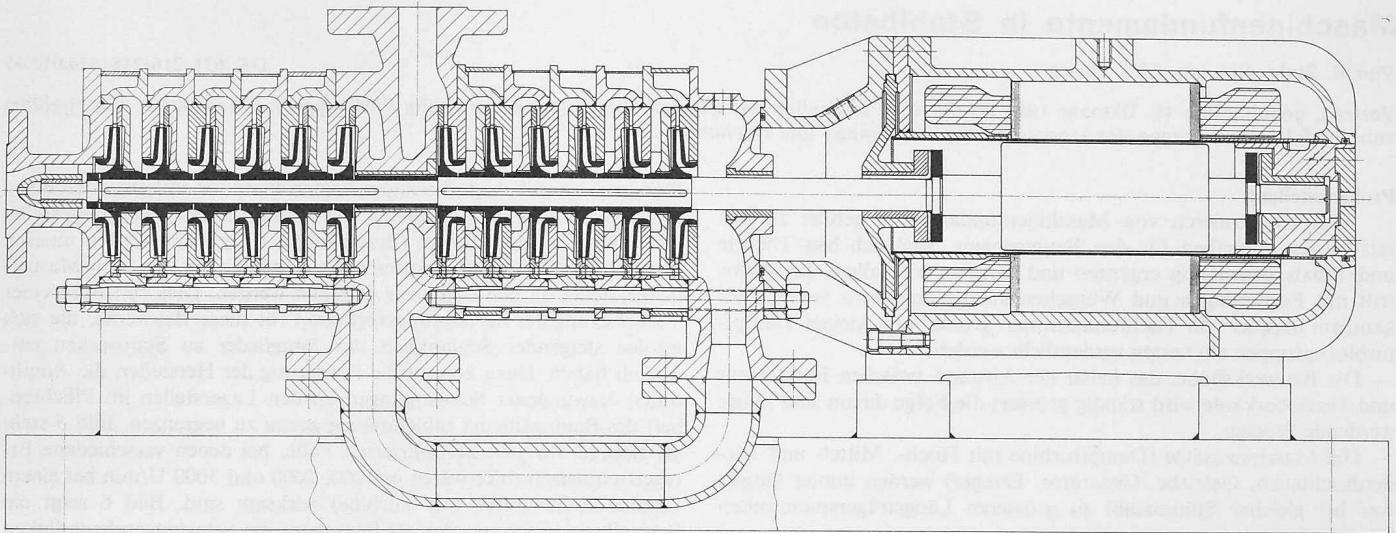


Bild 7. Pumpe für grosse Förderhöhen, bei welcher je die Hälfte der Laufräder zur Aufnahme des Achsschubes gegenläufig angeordnet sind

Der Ausgleich des bei grossen Pumpenförderhöhen auftretenden Achsschubes stellt deshalb ein besonderes Problem dar, weil die bei konventionellen Pumpen üblichen Vorrichtungen mechanischer oder hydraulischer Art nicht verwendbar sind. Eine geradezu ideale Lösung, ohne jegliche Wirkungsgrad-einbusse infolge zusätzlicher Spalten oder hydraulischer Entlastungsvorrichtungen, bietet hierzu die Aufteilung des Pumpenrotors in zwei gegengerichtete Hälften⁴⁾. Die Förderflüssigkeit tritt beim Saugstutzen ein, erreicht in der Mitte des Aggregates den halben Gesamtdruck und wird durch ein Verbindungsrohr zur gegenüberliegenden Seite der Pumpe geleitet. Hier durchströmt sie nun die zweite Hälfte des Laufradsatzes in entgegengesetzter Richtung, wobei sich die Achsschübe gegenseitig aufheben. Die beiden Druckscheiben im Spaltrahrmotor haben so nur noch allfällige kleine Restschübe aufzunehmen, siehe Bild 7. Die Schmierung der Lager, wie auch die der Druckscheiben erfolgt auch in diesem Fall durch das Fördergut selbst, wobei die Schmierflüssigkeit mit etwas höherem

als dem halben Enddruck von der Pumpe abgezweigt, bei heissen Flüssigkeiten gekühlt und am äusseren Ende des Motors zu den Lagerstellen geführt wird.

Bild 8 zeigt eine Ausführung, bei welcher nicht nur die hohen Systemdrücke, sondern auch die nötige Heizung und Kühlung des Aggregates besondere Ansprüche an die Konstruktion stellen. Das Fördergut wird in erkaltetem Zustand zähflüssig, sodass es vor Beginn des Förderprozesses aufgeheizt werden muss. Zu diesem Zweck ist die Pumpe mit einem Heizmantel umgeben. Eine Rohrschlinge rund um das Motorgehäuse dient zuerst zum Aufheizen mittels Dampf und nach Inbetriebnahme zum Kühlen des Motors mit Kühlwasser. Ein ähnlicher Heiz- und Kühlraum befindet sich in der Wärmesperre zwischen Pumpe und Motor. Gleichzeitig wird die Flüssigkeit des Schmierkreislaufes ausserhalb der Pumpe noch zusätzlich gekühlt. Zwischen dem Motor-Schmierkreislauf mit reiner Förderflüssigkeit und der Pumpe, welche das gleiche Fördermedium, jedoch ungereinigt fördert, ist eine Schleifringdichtung zur Trennung eingebaut. Der Druckausgleich zwischen Rotor- und Statorraum wird auch hier durch Kompensatoren bewerkstelligt, welche gleichzeitig die Längen-

ausdehnungen des Spaltrahres infolge Temperaturdifferenzen ausgleichen. Sobald der Systemdruck im Rotorraum ansteigt, dehnt sich der grössere der beiden Kompensatoren gegen den Wicklungsraum hin und erzeugt dort eine zusätzliche Pressung, die bewirkt, dass beidseitig gleiche Drücke herrschen. Beim Pumpenaggregat sind sämtliche Befestigungsschrauben mit Tellerfedern ausgerüstet, womit erreicht wird, dass bei jedem Systemdruck die Schrauben stets gleichmässig belastet sind. Auch die Befestigungsschrauben beim Klemmendeckel sind in dieser Art ausgeführt, wobei die Kabeldurchführung besonders sorgfältig abgedichtet ist. Zu erwähnen ist noch, dass diese Pumpengruppe einem Prüfdruck von 280 kp/cm² unterworfen wurde.

Durch den grossen Vorteil, dass stopfbüchsenlose Pumpen nicht nur absolut dicht sind, sondern infolge der Lagerschmierung durch das Fördergut selbst auch keine Wartung benötigen, erhalten sie nicht nur für die Nukleartechnik, sondern auch für die gesamte Industrie eine ständig wachsende Bedeutung.

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. h.c. Karl Rüttschi, K. Rüttschi AG, Pumpenbau, 5200 Brugg.

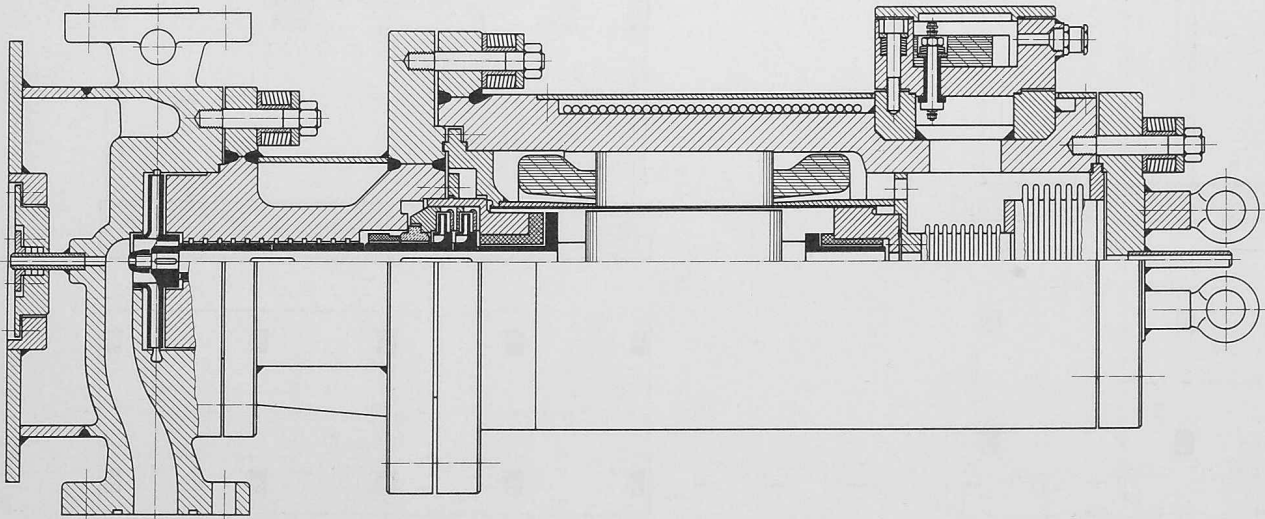


Bild 8. Pumpe mit Spaltrahrmotor für hohe statische Drücke, mit Heiz- und Kühlvorrichtung für Pumpengehäuse und Motor