

**FORSCHUNGSBERICHTE  
DES WIRTSCHAFTS- UND VERKEHRSMINISTERIUMS  
NORDRHEIN-WESTFALEN**

Herausgegeben von Staatssekretär Prof. Dr. h. c. Dr. E. h. Leo Brandt

Nr. 510

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Groth

Dr.-Ing. Konrad Beyerle

Dr. rer. nat. Hans Ihle

Dr. rer. nat. Alexander Murrenhoff

Erich Nann

Dr. rer. nat. Karl-Heinz Welge

**Anreicherung der Uran-Isotope nach dem  
Gaszentrifugenverfahren**

Als Manuskript gedruckt



**Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH**

**1958**

ISBN 978-3-663-03514-5      ISBN 978-3-663-04703-2 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-663-04703-2

G l i e d e r u n g

I. Einleitung . . . . .	S. 5
II. Die Gaszentrifuge UZI . . . . .	S. 5
III. Das Schaukelverfahren . . . . .	S. 6
IV. Die Gaszentrifugen UZIIIA und UZIIIB . . . . .	S. 9
1. Allgemeiner Aufbau der Gaszentrifuge	
UZIIIB . . . . .	S. 10
2. Der Zentrifugenrotor . . . . .	S. 14
3. Die Lagerung des Rotors . . . . .	S. 16
4. Die Gaszuleitung . . . . .	S. 19
5. Der Antriebsmotor . . . . .	S. 23
6. Reibungsmomente und Rotortemperatur . . . . .	S. 25
7. Die Ölversorgung . . . . .	S. 28
V. Versuche mit Wasserstoffstabilisierung . . . . .	S. 29
VI. Multiplikation des Primäreffektes durch	
thermisch gesteuerte Gegenstromkonvektion . . . . .	S. 33
1. Versuche mit Wasserstoffstabilisierung	
ohne Temperierelemente . . . . .	S. 33
2. Anreicherung der Xenonisotope ohne Wasser-	
stoffstabilisierung mit Temperierelementen . . . . .	S. 35
3. Anreicherung der Uranisotope . . . . .	S. 37
3.1 Apparatur und Meßmethode . . . . .	S. 38
3.2 Versuchsergebnisse . . . . .	S. 40
3.21 Abhängigkeit der staischen Verfiel-	
fachung von der Temperierung . . . . .	S. 40
3.22 Die Durchsatzleistung . . . . .	S. 42
3.23 Das Trennvermögen . . . . .	S. 45
3.3 Die Wirtschaftlichkeit des Zentrifugen-	
verfahrens zur Anreicherung der Uranisotope . . . . .	S. 46
VII. Die Weiterentwicklung der Gaszentrifuge . . . . .	S. 49
1. Folgerungen aus der bisherigen experimentellen	
Arbeit an der Zentrifuge UZIIIB . . . . .	S. 49
2. Die Gaszentrifugen ZG3, ZG6 . . . . .	S. 52
VIII. Chemische Untersuchungen . . . . .	S. 61
1. Methoden zur Herstellung reinen Hexafluorids	
aus technischen UF <sub>6</sub> . . . . .	S. 61

1.1	Reinigung von Uranhexafluorid	
	durch Umsublimation im Hochvakuum . . . . .	S. 62
1.2	Rektifikation von Uranhexafluorid	
	unter Druck . . . . .	S. 63
1.21	Werkstoffe der Bauelemente und	
	Einzelheiten der Apparatur . . . . .	S. 64
1.22	Arbeitsweise der Apparatur . . . . .	S. 65
1.23	Ergebnisse des Verfahrens . . . . .	S. 68
2.	Perfluorierung des Schmieröls Necton - 45 (Esso) . . . . .	S. 68
2.1	Durchführung und Ergebnisse der	
	Fluorierungsversuche . . . . .	S. 70
2.2	Viskositätsmessungen . . . . .	S. 71
2.3	Zusammenfassung . . . . .	S. 73
IX.	Literaturverzeichnis . . . . .	S. 74

## I. EINLEITUNG

Als im Jahre 1940 das Problem entstand, das Uranisotop  $U^{235}$  anzureichern, lag es nahe, das kurz vorher von CLUSIUS und DICKEL [1] gefundene und von uns [2] für gasförmige Isotope schwerer Elemente (Krypton, Xenon, Quecksilber) verwendete Thermodiffusionstrennrohr auf das Uranhexafluoridgas anzuwenden. Wir stellten ein aus zwei coaxialen Nickelrohren bestehendes Trennrohr [3] her, dessen inneres Rohr durch hochgespannten Wasserdampf oder den Dampf siedenden Quecksilbers geheizt und dessen Außenrohr gekühlt wurde. Die Länge betrug 5,70 m, der Abstand zwischen heißer und kalter Wand 3 mm. Es stellte sich heraus, daß die Thermodiffusion in Gasphase für  $UF_6$  kein geeignetes Trennverfahren ist, weil in dem - aus chemischen Gründen - zugänglichen Temperaturintervall der Unterschied der Thermodiffusionskoeffizienten der schweren und leichten  $UF_6$  - Moleküle praktisch gleich Null ist.

Schon im Jahre 1941 begannen wir deshalb, das Ultrazentrifugenverfahren, das schon von BEAMS [4], zum Teil in der von MULLIKEN [5] vorgeschlagenen Form einer Verdampfungszentrifuge, für die Anreicherung der Isotope gas- oder dampfförmiger Elemente verwendet worden war, für die Anreicherung der Uranisotope heranzuziehen [6]. Es ist für die Anreicherung der Isotope schwerer Elemente - so weit sie in Dampfform vorliegen - besonders geeignet, da seine Trennwirkung von der absoluten Massendifferenz  $\Delta M$  und nicht - wie die fast aller anderen Trennverfahren - von der relativen Massendifferenz  $\Delta M/M$  bzw. ihrer Wurzel abhängig ist. Die zu trennenden isotopen Atome können deshalb in beliebig schwere Moleküle eingebaut werden, ohne daß die Trennwirkung geringer wird. Diese Tatsache ist für das Uran von Bedeutung, da die einzige einigermaßen beständige dampfförmige Verbindung mit ausreichendem Dampfdruck bei experimentell zugänglichen Temperaturen das Uranhexafluorid ist.

## II. DIE GASZENTRIFUGE UZI

Das erste in Anlehnung an das bereits von BEAMS benutzte allgemeine Konstruktionsschema entworfene Versuchsgerät UZI wurde in der Entwicklungsabteilung der Firma Anschütz & Co., Kiel, hergestellt und lieferte schon in wenigen Monaten zunächst mit Xenon als Testgas, später auch mit Uranhexafluorid Ergebnisse, die nur wenig unter den theoretisch erwarteten lagen [6]. Die geringeren Anreicherungsgrade konnten durch störende Ne-

benefekte - wie Abreicherung der in den Zentrifugenrotoren enthaltenen Uranhexafluoridmenge an leichtem Isotop, durch unkontrollierte Temperaturschwankungen innerhalb des Rotors hervorgerufene Konvektionen usw. - erklärt werden.

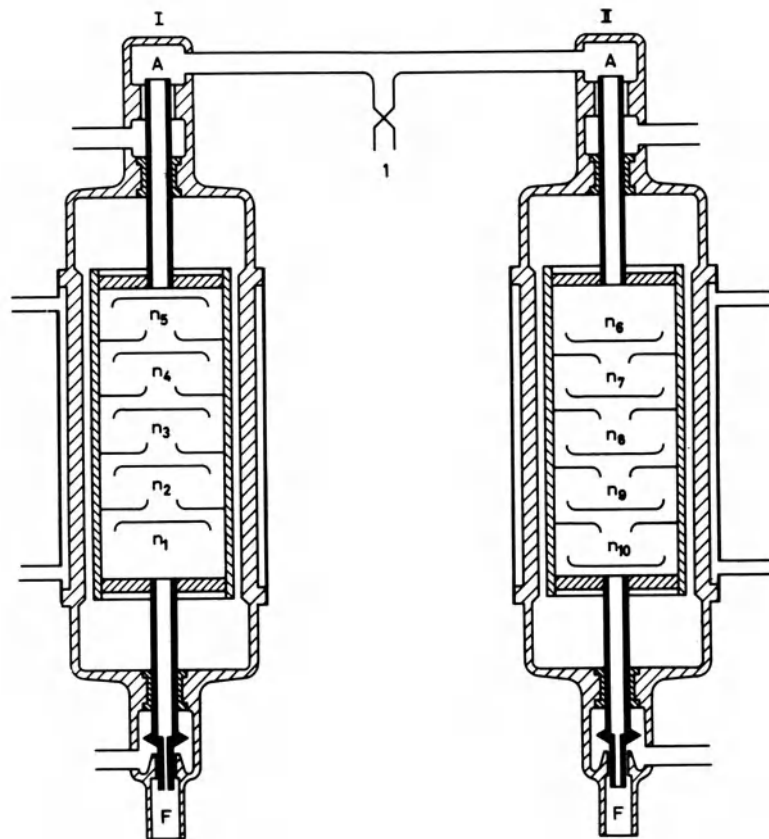
Der aus Bondur - einer Leichtmetalllegierung - hergestellten Zentrifugenrotor von 12 cm Durchmesser und 40 cm Länge hing mit einer Rohrwelle von 4 mm Außendurchmesser und 2 mm Lumen am Läufer eines für maximal 60 000 U/min ausgelegten Asynchromotors. Später wurde das Gerät mit einer zweiten Rohrwelle am unteren Ende des Zentrifugenrotors versehen, durch die angereicherte Fraktionen abgesaugt werden konnten.

### III. DAS SCHAUKELVERFAHREN

Mit dem Modell UZI wurde ein von HARTECK vorgeschlagenes Vervielfachungsprinzip erprobt, dessen Theorie von HARTECK und JENSEN [7] behandelt wurde: das sogenannte Schaukelverfahren. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht in einer Unterteilung des Zentrifugenrotors in einzelne Kammern  $n_1$  bis  $n_{10}$  (nach Abb. 1), die durch in den Trennwänden vorgesehene Kanäle so miteinander in Verbindung stehen, daß jeweils der achsennahe Teil einer Kammer mit dem Außenrand der nächsten kommuniziert.

Durch einen oszillierenden Gasstrom durch die Kammern setzt sich die isotopische Verteilung in der Achse der einen Kammer mit der Verteilung am Außenrand der nächsten ins Gleichgewicht, so daß eine Art von Kolonnenwirkung entsteht.

Der oszillierende Gasstrom kann entweder durch geeignete Anordnung von außen her oder durch periodische Drehzahländerungen von zwei nebeneinandergeschalteten Zentrifugen mit gegenläufiger Verbindungsführung zwischen den Kammern erzwungen werden; die Oszillation des Gasstromes wird durch die dabei auftretenden Druckschwankungen in den Achsen beider Zentrifugenrotoren erreicht. Bei dem später gebauten Doppelaggregat UZIIIB nach Abbildung 1 wird das Ausgangsgemisch in die Verbindungsleitung der beiden Zentrifugen bei 1 zugeführt; es wird im Arm II der Doppelzentrifuge an leichtem Isotop abgereichert und liefert dadurch den Isotopenüberschuß für die Anreicherung im Zentrifugenarm I. Der Zapfstrom darf nicht größer als  $1/n$  des Oszillationsstromes sein, wenn  $n$  die Anzahl



A b b i l d u n g 1

Wirkungsschema des Schaukelverfahrens (Doppelaggregat)

der Kammern eines Zentrifugenrotors ist. Im Endzustand ist bei gleichmäßiger Durchströmung der Kammern die Konzentrationsverschiebung in der Kammer gegenüber dem Ausgangsgemisch durch

$$C_n/C_o = e^{\alpha n} \quad (1)$$

gegeben, worin angenähert  $\alpha = \frac{\Delta M \omega^2 r^2}{2 RT} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\mu}{4\pi h \rho D}}$  ist.

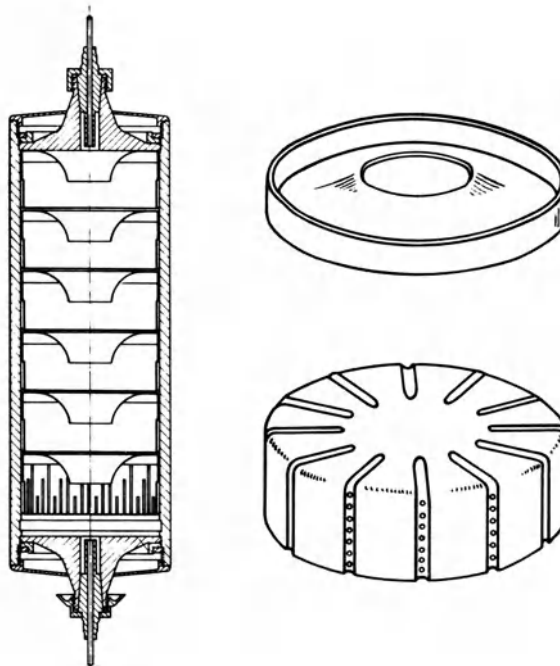
( $\mu$  = Oszillationsstrom in g/sec)

Wenn in der Sekunde  $\mu^*$  g Gramm abgezapft werden, ergibt sich

$$C_n/C_o = \frac{\alpha + \mu^*/\mu}{\alpha \cdot e^{-\frac{\mu^*}{\mu}} + \mu^*/\mu} \quad (2)$$

Falls die Zentrifugenkammern nicht gleichmäßig durchströmt werden, sondern wenn die Druckschwankungen - wie bei der Anordnung mit Drehzahländerung - nur von einer Seite her erfolgen und sich mit abnehmender Amplitude durch die einzelnen Kammern fortsetzen, ergeben sich etwas günstigere Verhältnisse.

Bei der Gaszentrifuge UZI wurde die Zahl der Kammern von 3 bis 10 variiert. Die dabei nach verschiedenen Versuchen zuletzt benutzte konstruktive Ausführung der Trommel und ihrer Einsätze aus einer vergütbaren Aluminiumlegierung ist in Abbildung 2 dargestellt.



A b b i l d u n g 2  
Rotoren mit Kammerunterteilung

Auf becherförmige Einsätze folgen jeweils Deckel mit zentralen, trichterförmig in die folgende Kammer 2 bis 3 cm tief hineinragenden Düsen, um ein durch thermische Effekte bedingtes Kriechen der Gase entlang den Wänden zu vermeiden. Um eine gleichmäßige Verteilung der in den Kammern radialen Gasströmung zu erreichen, wurden die becherförmigen Einsätze mit verschiedenen langen Sicken mit zahlreichen Öffnungen von 0,3 mm  $\phi$  versehen.



Zur Erprobung des Schaukelverfahrens in einem in Kammern unterteilten Rotor der Zentrifuge UZI wurden zunächst Versuche mit Xenon, später mit Uranhexafluorid angestellt, bei denen der oszillierende Gasstrom durch geeignete Anordnungen von außen erzwungen wurde und die Oszillationszeiten in weiten Grenzen variiert wurden. Das Xenon ist infolge seines großen Wertes von  $C_p/C_v$  und wegen seiner geringen Wärmeleitfähigkeit für die Erzielung von Druckschwankungen nach dieser Methode unter den durch die Wirkung der Zentrifugalkräfte erschwerten Bedingungen nicht gut geeignet: es zeigte sich, daß der Durchsatz der Druckänderung bis zur Endkammer 4 - 5 min beansprucht. Auch beim Uranhexafluorid, bei dem zwar das Verhältnis von  $C_p/C_v$  wesentlich günstiger, der Druckgradient dagegen wesentlich größer als beim Xenon ist, benötigte der Durchsatz der Druckänderungen durch die Kammern des Rotors - mit dem eine radiale Strömung entgegen der Wirkung der Zentrifugalkraft verbunden ist - eine so lange Zeit, daß das Schaukelverfahren sich als ungeeignet erwies.

Die größten bei Versuchen mit 4 Kammern erreichten Trenneffekte waren eine Anreicherung des für die Messung verwendeten Isotops  $U^{234}$  um 7 %, d.h. eine Anreicherung des Isotops  $U^{235}$  um 5,2 %, die bei kontinuierlichem Abzapfen erreicht wurde und größer ist als der maximale Anreicherungsgrad, der sich bei den verwendeten Umdrehungszahlen ohne Schaukelverfahren im Gleichgewicht (ohne Abzapfen) einstellen würde.

#### IV. DIE GASZENTRIFUGEN UZIIIA UND UZIIIB

Noch während des Krieges wurde ein Zentrifugenmodell mit größerem Rotor entwickelt, das sich zur mengenmäßigen Produktion in einer Großanlage eignen sollte [8]. Hierzu mußte eine wesentliche Verbesserung der Betriebssicherheit und eine Vereinfachung der Bedienung gegenüber dem Modell UZI erreicht werden. Die Schwingungen des rotierenden Systems waren sicher zu beherrschen; die Gasdichtungen mußten verbessert werden, da sie zum Fressen und zu Störungen durch Eintritt von Öl in die Gasräume neigten; der für die niedrigen achsialen Gasdrucke bei Verwendung von Uranhexafluorid zu große Strömungswiderstand der oberen Rohrwelle mußte durch Vergrößerung ihres Durchmessers gesenkt werden; bei allen Wellen- oder Trommelbrüchen durften an anderen Teilen des Gerätes keine Schäden entstehen; der Arbeitsaufwand für das Ein- und Ausbauen des Rotors mußte

verkleinert und die Vakuumdichtigkeit durch konsequente Anwendung von Öl- oder Fettvorlagen an allen Verbindungsstellen gesichert werden.

Ein unter Beachtung dieser Forderungen entworfenes Doppelaggregat UZIIIA konnte vor Kriegsende fertiggestellt werden. Ehe jedoch die experimentellen Arbeiten mit dieser Anlage voll in Gang kamen, wurden die wichtigsten Teile der Zentrifugen demontiert.

Das nach Kriegsende unter den gleichen Gesichtspunkten neu entworfene Doppelaggregat UZIIIB, Abbildung 3, stellt auch gegenüber der Anlage UZIIIA einen starken technischen Fortschritt dar. Es ist eine in vieler Hinsicht bereits ausgereifte Bauform der Gaszentrifuge auf Gleitlagern und hat in den vergangenen Jahren Versuche von vielen hundert Stunden, darunter oft unterbrochene Betriebsdauern von 50 - 100 Stunden, ermöglicht, bei denen die Isotope des Xenons, des Selens, des Germaniums und des Urans nach mehreren Verfahren angereichert werden konnten.

Im prinzipiellen Aufbau und in den technischen Einzelheiten zeigte das Gerät UZIIIB gegenüber UZI und UZIIIA wesentliche Fortschritte.

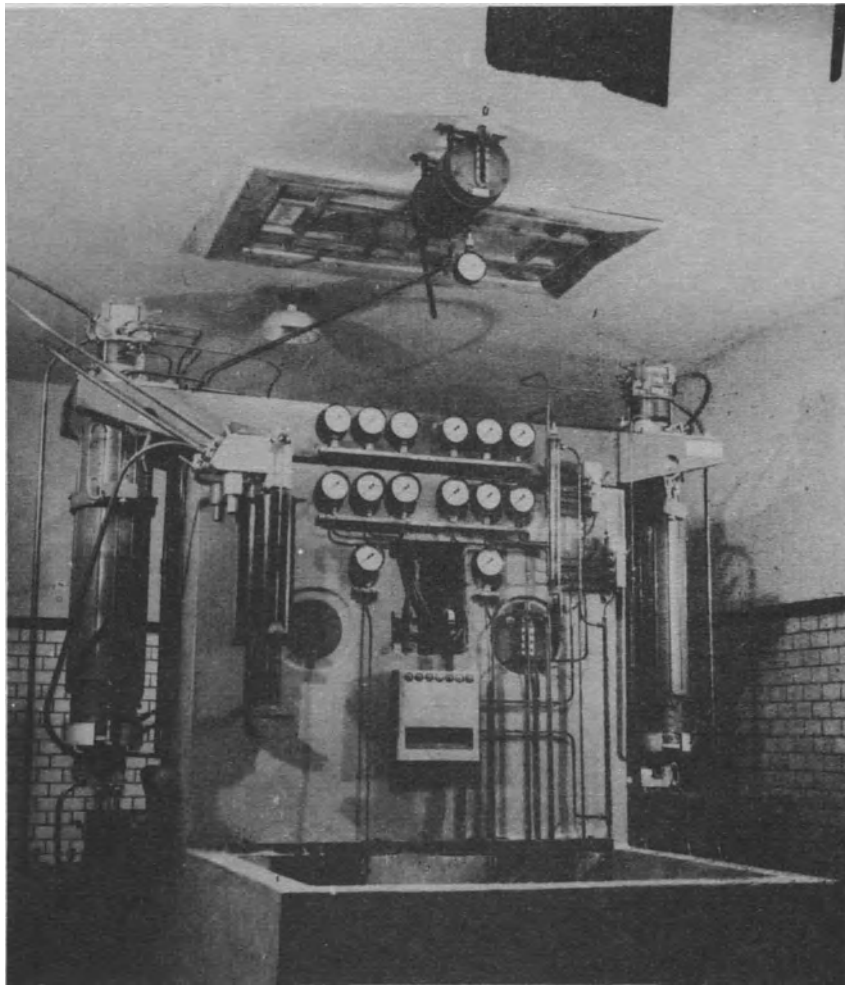
#### 1. Allgemeiner Aufbau der Gaszentrifuge UZIIIB

Der allgemeine Aufbau der Gaszentrifuge UZIIIB ist aus dem Vertikalschnitt Abbildung 4 zu ersehen. Auf einem Betonfundament ruht ein hebelartig gestalteter Blechträger 51, der das scheibenförmig erweiterte untere Lagerschild 20 des Betriebsmotors 06/22 trägt. An diesem Lagerschild hängt der Sicherheitsmantel 31, welcher durch einen Lagerkörper abgeschlossen wird, der die untere Gaszuleitung aufnimmt.

Zwei wichtige Gesichtspunkte für den allgemeinen Aufbau und für die Fundamentierung waren die Beherrschung der bei Wellen- und Rotorbrüchen auftretenden Kräfte einerseits, bequeme Zugänglichkeit aller Teile der Zentrifuge andererseits.

Zur Einschränkung der Beschädigung des Gerätes auf ein Minimum sind folgende Sicherheitsmaßnahmen ergriffen worden:

Um den bei Wellenbruch unbeschädigt gebliebenen Rotormantel und nach Möglichkeit auch die Rotordeckel zu retten, verhindern die in Abbildung 4 bei 34 geschnittenen Fangringe aus Kunststoff einen Zusammenstoß des Rotors mit Konstruktionsteilen aus Stahl oder Metall. Denselben Zweck hat



A b b i l d u n g 3  
Doppelaggregat aus zwei Gaszentrifugen UZIIIB

der aus Hartholz oder Kunststoff bestehende Schutzring 36, wenn der Rotor bei Bruch der oberen Rohrwelle herunterfällt.

Die Absorption des von den Rotorbruchstücken auf den Sicherheitsmantel übertragenen Drehstoßes war bei den früheren Geräten unbefriedigend. An der Verbindung der Sicherheitsmäntel mit dem Fundament traten Verformungen und Brüche ein. Um das sicher zu verhindern, hätten diese Teile bei der schwer abschätzbaren Größe der aufzufangenden Kräfte einem bei normaler Betriebsweise seltenen Störfall zuliebe in einer die Zugänglichkeit und die Kosten ungünstig beeinflussenden Weise verstärkt werden müssen.

Diese Schwierigkeit wurde bei dem Gerät UZIIIB durch Anordnung des drehbaren Sicherheitsmantels 31 völlig umgangen. Die von den Rotorbruchstücken

Erklärung zu Abbildung 4

<u>Rotierendes System:</u>		<u>Sicherheitsmantel:</u>
01 Obere Rohrwellen	D	Mantelraum
02 Rotor	30	Ölfänger
03 untere Rohrwellen	31	Sicherheitsmantel
04 Absaugdüse	32	Kühlschlange
05 Motorwellen	33	Schraubenring
06 Motorläufer	34	Fangringe
07 Zentralklemmung und Drehzahlgeber	35	Schutzauskleidung
	36	Schutzring
	37	Gleitfläche für die Halteklammern 38
	38	Halteklammern zur Verbindung der unteren Gasdichtung mit dem Sicherheitsmantel
	39	Ölvorlage
		<u>Untere Gasdichtung:</u>
	E	Sperrkammer
	F	Gaskammer
	40	unterer Deckel des Sicherheitsmantels
	41	Anschluß für die Gasfalle
	43	Evakuierungsleitung
	45	Ölableitung
	47	Ölableitung
		<u>Fundament:</u>
	51	Gerätträger
	52	Verdrehungssicherung der unteren Gasdichtung
	53	Betonfundament



auf den Sicherheitsmantel übertragene kinetische Energie wird durch die Reibungsmomente der jetzt drehbar ausgeführten Verbindungen des Sicherheitsmantels 31 mit der fest montierten Motorgrundplatte 20 und dem unteren Deckel 40 vernichtet, ohne daß dabei irgendwo unbekannte Kräfte auftreten können. Eine Klammer 52 hindert den Deckel 40, an der Drehung des Sicherheitsmantels 31 im Falle eines Rotorbruches teilzunehmen.

Das Fundament 53 wurde als Eisenbetonpfeiler ausgebildet, auf den der Geräteträger 51, eine teilweise mit Beton ausgegossene Stahlblechkonstruktion, aufgesetzt wird. An seitlich vorstehenden Kragträgern sind die Hochvakuumpumpen und andere Hilfsgeräte befestigt.

## 2. Der Zentrifugenrotor

Werkstofffestigkeit und Drehzahl.

Die Rotormäntel sind aus einer vergütbaren Aluminiumlegierung "BONDUR" mit folgenden garantierten Festigkeitswerten hergestellt:

Zustand:	Streckgrenze:	Bruchlast:
weich	8 - 12 kg/mm <sup>2</sup>	18 - 24 kg/mm <sup>2</sup>
halbhart	16 - 20 "	22 - 26 "
vergütet	25 - 30 "	38 - 44 "

Bei der Herstellung der Rotormäntel wurde besonderer Wert auf den Nachweis gelegt, daß ihre Festigkeit nicht durch Walzrisse oder ähnliche Fehler geschwächt ist. Mit Hilfe eines hydraulischen Zylinderprüfers wurden aus den verarbeitenden Werkstoff zunächst Proben vom Durchmesser des Rotormantels und von 100 mm Länge geprüft; dann erst wurden aus dem Werkstoff Rotormäntel hergestellt und hydraulische Innendruckproben mit einem längeren Zylinderprüfer durchgeführt. Proben, die aus gezogenen Rohren von den Rohrabmessungen 132/155  $\phi$  gefertigt waren und Mäntel zeigten nach 4-5maliger Belastung mit einem Innendruck von 430 atm Restdehnungen zwischen 0,17 und 0,19 %, die bei weiteren Wiederholungen der Belastung nicht mehr meßbar anstiegen. Dem entspricht eine maximale Zugbeanspruchung von 37 kg/mm<sup>2</sup> und eine Drehzahl von 46000 U/min, Das Gerät wurde stets unterhalb dieser Drehzahl betrieben.

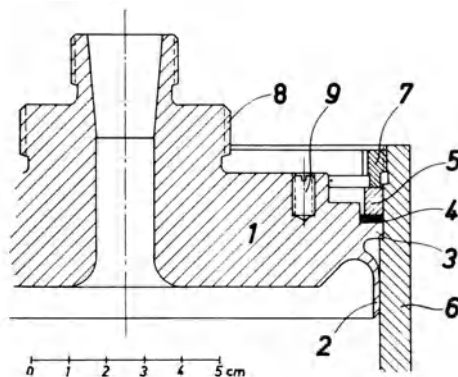
## Konstruktion des Rotors

Der Rotor besteht im wesentlichen aus dem Rotormantel, einem mit hoher Genauigkeit hergestellten Zylinder von 150 mm Außendurchmesser, 8 mm

Wandstärke und 700 mm Länge, und aus den ihn beiderseits vakuumdicht abschließenden Deckeln, in die die Anschlußkonusse der Rotorwellen eingesetzt werden. Die nutzbaren Innenabmessungen des Rotors sind danach 134 mm  $\phi$ , 635 mm Länge. Die Gestaltung der Rotordeckel ergab einige konstruktive Schwierigkeiten, da sie folgende sich teils widersprechenden Forderungen genügen mußten:

Der Deckel darf auf den Mantel auch bei den höchsten Drehzahlen nur im Vergleich mit der Zugbeanspruchung des Mantels durch seine eigene Fliehkraft kleine, wohldefinierte Kräfte übertragen. Obgleich sich der Mantel etwa doppelt so stark dehnt wie eine Scheibe gleichen Durchmessers, muß der Deckel bei allen Drehzahlen vakuumdicht schließen und eine gute Zentrierung der in ihn eingesetzten Rohrwelle gewährleisten. Er muß leicht abnehmbar sein; zu seiner Befestigung dürfen keine Löcher in den Mantel gebohrt werden. An der Dichtungsstelle des Deckels darf das im Rotorinnern befindliche Gas (falls dieses chemisch aggressive Eigenschaften hat) nicht mit Gummi, Buna usw., sondern nur mit Metallen in Berührung kommen.

Bei der Gaszentrifuge UZIII B wurde die in Abbildung 5 gezeigte Konstruktion gewählt, bei welcher der Deckel von innen am Mantel anliegt, und die eine wesentlich bessere Zentrierung des Deckels als bei früheren Konstruktion ermöglicht.



A b b i l d u n g 5  
Schnitt durch den Rotordeckel

Wesentlich für diesen Zweck ist der zylindrische Rand 2, der sich an den Deckelkörper mit einem Übergangsstück anschließt und dessen Außendurchmesser bei gleicher Temperatur und ruhendem Rotor um ein gewisses Schrumpf-

maß größer ist als der Innendurchmesser des Rotors 6. Würden Mantel und der nach unten in das Rotorinnere gerichtete Rand 2 bei ruhendem Rotor genau ineinander passen, so ginge die Dichtung und Zentrierung bei hohen Drehzahlen verloren, weil sich der etwas größere Mantel unter der Wirkung der Fliehkraft stärker dehnt als der kleinere zylindrische Rand des Deckels. Das Schrumpfmaß muß zunächst bewirken, daß die Berührung zwischen 2 und 6 auch bei höchsten Drehzahlen erhalten bleibt. Der entstehende radiale Spalt  $\Delta r$  hängt in folgender Weise von der Drehzahl ab:

n =	40 000	50 000	60 000 U/min
$\Delta r =$	0,19	0,297	0,426 mm

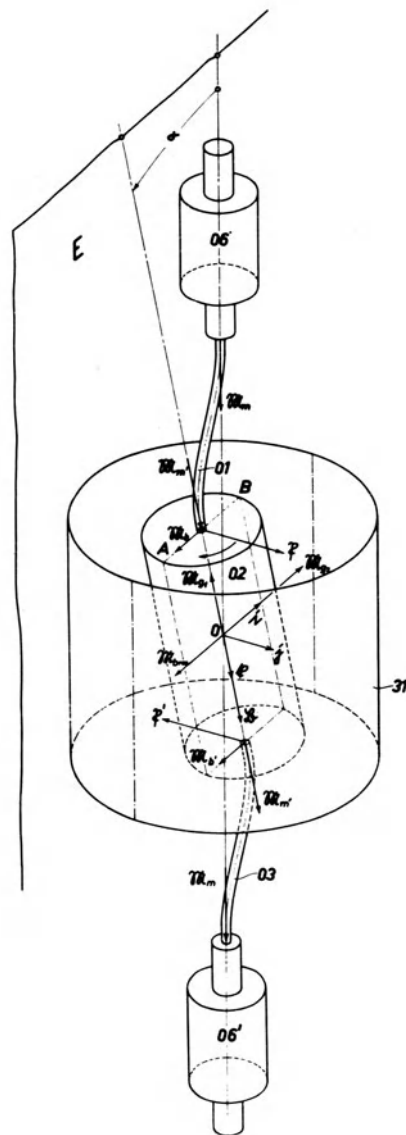
Das durch diese Spaltgrößen gegebene Schrumpfmaß genügt jedoch nicht, weil der Rotormantel infolge der Festigkeitsproben mit Hilfe des hydraulischen Zylinderprüfers um 0,05 bis 0,10 mm unrund zu werden pflegt, und weil auch bei hohen Drehzahlen zwischen Deckel und Mantel Kräfte übertragen werden müssen. Praktisch hat sich ein auf den Durchmesser bezogenes Schrumpfmaß von 0,4 mm bewährt. Die Montage erfordert Unterkühlung des Deckels mit flüssiger Luft und Erwärmung des Mantels auf  $+80^{\circ}$  C. Die Einführung des Deckels in den Rotor erfolgt mit Hilfe einer Parallelführung.

### 3. Die Lagerung des Rotors

Die Bemessung des Rotors und der sie tragenden Rohrwellen erfolgte nach dem Grundsatz, den Rotor als starren, auf elastischen Wellen rotierenden Körper weit überkritisch, Wellen und Rotor als sich unter der eigenen Fliehkraft verbiegender Stäbe dagegen unterkritisch zu betreiben. Besonderer Wert wurde auf die zuverlässige Dämpfung der Bewegungen des Rotors als elastisch gefesselter Kreis gelegt, die deshalb erforderlich ist, weil bei geeigneten langen Trommeln, die von einem feststehenden Gehäuse in geringem Abstand umgeben sind, die destabilisierende äquatoriale Komponente  $M_{g_2}$  des Gasreibungsmomentes die stabilisierenden Momente überwiegt.

Bei dem Versuch, den destabilisierenden Einflüssen durch Nachbau der von BEAMS [8] angegebenen Dämpflager und deren Anordnung ober- und unterhalb der Rotordeckel entgegenzuwirken, wuchsen die von den Dämpflagern auf die Wellen ausgeübten seitlichen Kräfte mit der Neigung des Rotors nicht mit Sicherheit schneller als die ebenfalls von der Neigung abhängigen destabilisierenden Momente. Insbesondere wurden die der Kreiselpräzession ent-



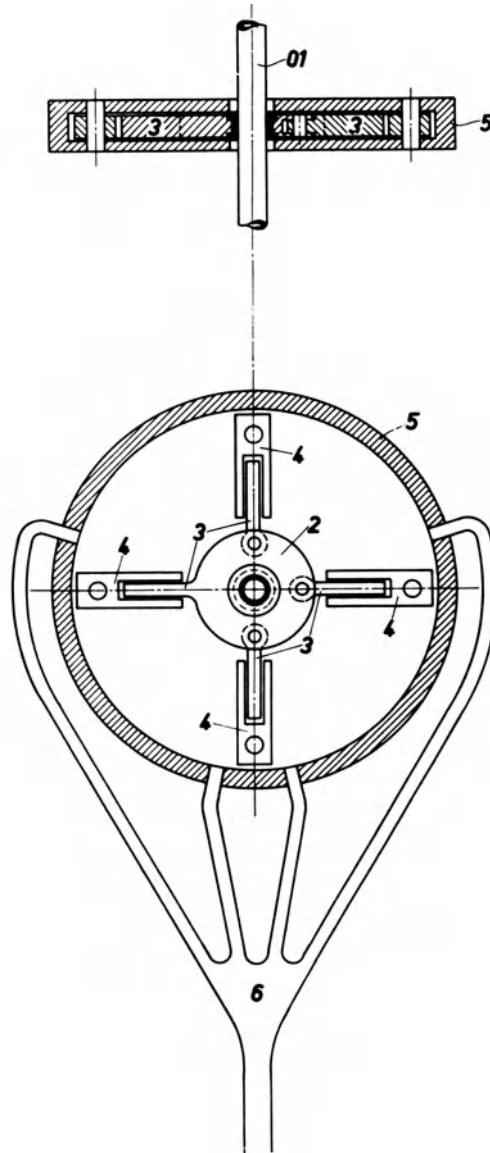


A b b i l d u n g 6

Bei geneigtem Drallvektor an einem Rotor angreifende  
Kräfte und Drehmomente

gegenwirkenden Kräfte merklich geschwächt durch die von Wuchtfehlern des Rotors herrührenden Vibrationen. In dieser Hinsicht betriebssicherer erwies sich das in Abbildung 7 dargestellte Kammerdämpflager.

Die Welle rotiert in der Lagerbuchse 2 von möglichst geringer Masse, die zwischen Deckeln einer flachen Dose 5 seitlich gleiten kann. An 2 sind vier Schieber 3 angeschlossen, die in gelenkig mit der Dose 5 verbundenen Führungen 4 gleiten. Sie teilen den Innenraum der Dose 5 in vier Kammern, die von einem Röhrensystem 6 mit Öl gefüllt gehalten werden. Alle seit-



A b b i l d u n g 7  
Kammerdämpflager

lichen Bewegungen der Lagerbuchse 2 sind mit einem Strömen des Öles aus einer Kammer in die andere verbunden, wobei dem rotierenden System Schwingungsenergie entzogen wird. Die dabei auf die Rohrwelle übertragene, Präzessionen entgegenwirkende Kraft nimmt aus strömungstechnischen Gründen unabhängig von etwa überlagerten Vibrationen mit dem Neigungswinkel  $\alpha$  zu. Die Unwucht des Rotors darf gewisse Grenzen nicht überschreiten, damit Dämpflager und Wellen nicht überlastet werden.

Die zulässige Abweichung der freien Drehachse von der Figurenachse des Rotors (genauer: von der Achse des oberen Rotordeckels) ist in Höhe des oberen Rotordeckels 0,05 bis 0,10 mm. Um sowohl während des Betriebes entstehende Unbalancen wie Präzessionsbewegungen des Rotors zu überwachen, dient ein Schwingungsmeßgerät, dessen auf induktiver Grundlage beruhendes Meßorgan am oberen Rotordeckel angeordnet wurde. Überschreiten die Schwingungen einen einstellbaren Höchstwert, so löst das Schwingungsmeßgerät ein Warnzeichen aus oder schaltet selbsttätig den Betriebsstrom des Zentrifugenmotors ab.

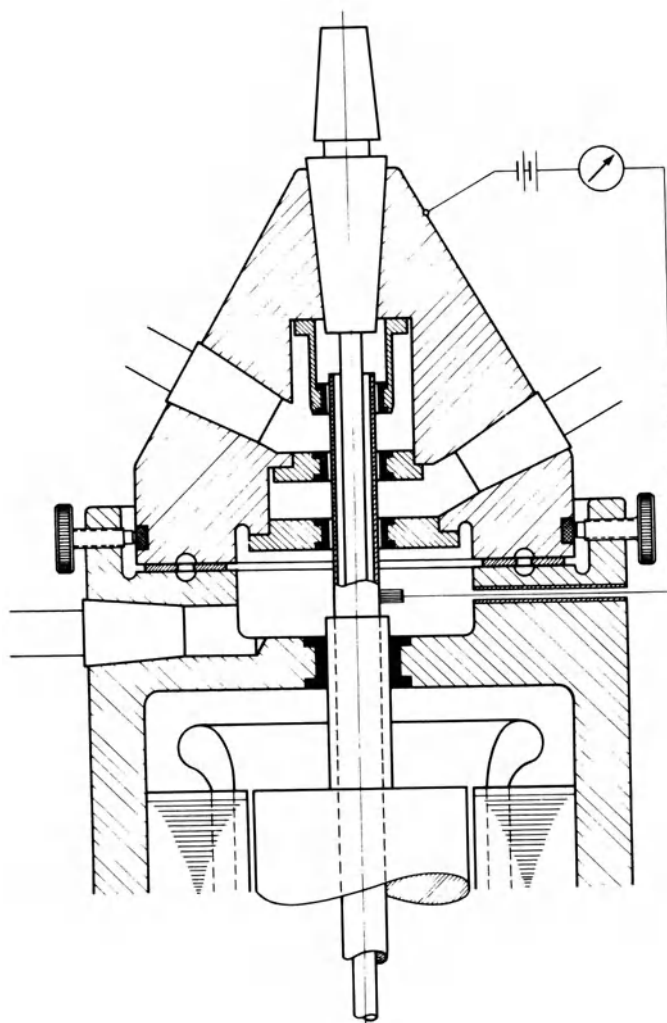
#### 4. Die Gaszuleitung

Während das Lumen der oberen Rohrwellen der UZI 0,2 cm, der UZIIIA 0,4 cm betrug, wurde es bei der UZIIIB auf 0,6 cm vergrößert. Dadurch wurde es möglich, eine dritte Gaszuleitung einzuführen, die zunächst als feststehende Kapillare geplant war, später aber als rotierende Welle mit 0,2 cm Lumen ausgebildet wurde.

Die Zentrierung des in die Labyrinthbuchsen der oberen Gaszuleitung hineinragenden Endes der oberen Rohrwellen steht in enger Beziehung zur Lagerung des Antriebsmotors. Bei den Vorgängern des vorliegenden Gerätes war versucht worden, die Rohrwellen nach ihrem Austritt aus der Motorwelle durch besondere Lagerbuchsen zu zentrieren, ehe ihr oberes Ende in die Labyrinthbuchsen der Gasdichtung eingeführt wird. Dies gab Anlaß zu betrieblichen Schwierigkeiten, weil sich die hierfür erforderliche Genauigkeit der gegenseitigen Zentrierung der genannten Teile mit vernünftigem Aufwand nicht erreichen ließ.

Bei dem Gerät UZIIIB wurde daher der Motorwelle selbst die Aufgabe der Zentrierung des in die Labyrinthbuchsen führenden Teiles der Rohrwellen übertragen, wie es halbschematisch in Abbildung 8 dargestellt ist, und zwar für den Fall zweier Gaszuleitungen 11 und 01 sowie einem zwischen 01 und die Gaskammer A eingeschalteten Absaugewiderstand 10. Im vorliegenden Beispiel wird das Gas bei 12 abgesaugt und das Eindringen von Verunreinigungen durch Evakuieren der Sperrkammer B verhütet.

Um in B gutes Vakuum zu erhalten, muß auch die Sperrkammer C durch eine bei 16 angeschlossene Pumpe evakuiert werden. Gegen den Innenraum M des Motors wird C durch das obere Motorlager 21 abgedichtet.



A b b i l d u n g 8

Obere Gasdichtung mit zwei Gaszuleitungen und  
zwei Sperrkammern

Die Wirksamkeit der Gasdichtung ist um so besser, je enger im Bedarfsfall die Labyrinthspalte 10, 13 und 15 gemacht werden können. Andererseits darf an den Labyrinthbuchsen keine metallische Berührung stattfinden, weil die im Maschinenbau üblichen Schmiermittel dort nicht angewandt werden können.

Um auch bei höheren Drücken in der Achse des Zentrifugenrotors die Verluste durch die Spalte der Labyrinthdichtungen möglichst gering zu machen, war es notwendig, die Spaltbreiten von 0,03 mm auf 0,01 mm zu verringern. Das gelang durch die Verwendung von Labyrinthbuchsen aus gesinterten Mischstoffen aus Bleibronze und Graphit oder Kupfer und Gra-

phit, die sich bis zu Umfangsgeschwindigkeiten der Rohrwelle von 20 m/sec bewährten. Der Graphitgehalt der Lager ergibt bei dem sehr geringen Lagerdruck bei Berührung von Rohrwelle und Lager eine ausreichende Schmierwirkung, so daß störungsfreie Betriebszeiten von mehreren Hundert Stunden möglich waren.

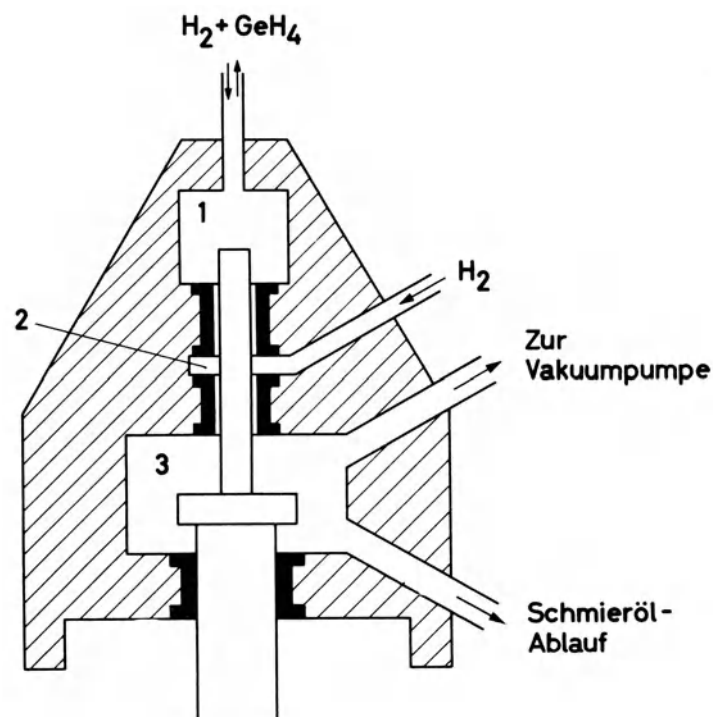
Bei Verwendung von  $UF_6$  waren die wahrscheinlich durch geringe Ablagerungen von Metallfluoriden verursachten Störungen häufiger, so daß in diesem Fall künftig eine Öldichtung mit fluoriertem, gegen  $UF_6$  beständigem Öl verwendet werden muß.

Die zwangsläufige Zentrierung des Labyrinthbuchsenträgers durch gedrehte Paßflächen erwies sich als schwierig. Selbst wenn es durch genaue Herstellung gelänge, Exzentrizitäten der Werkstücke selbst völlig zu vermeiden, würde das Aufsetzen oder Abnehmen eines mit Feinpassung versehenen Labyrinthbuchsenträgers mit Berührungen der Rohrwelle und einer entsprechenden mechanischen Beanspruchung ihres oberen Endes, auf dessen besten Rundlauf es ankommt, verbunden sein. Zur Vermeidung dieser Schwierigkeit wird der Labyrinthbuchsenträger mit Planschliff 3 auf den Motor 2 aufgesetzt und unter Beobachtung eines Kontrollstromkreises 7,8,9 bei langsam laufenden Gerät so eingestellt, daß keine Berührungen zwischen Rohrwelle und Labyrinthbuchsen stattfinden. Durch eine nicht gezeichnete Spannvorrichtung wird der Labyrinthbuchsenträger auf den Planschliff 3 aufgedrückt. Um die genannte elektrische Kontrolle zu ermöglichen, sind Isolierbeilagen 4 und 5 vorgesehen.

Falls nur eine obere Gaszuleitung verwendet wird, wie bei den Versuchen mit Wasserstoffstabilisierung (siehe Abschnitt V), wurde eine Labyrinthdichtung nach dem Schema der Abbildung 9 verwendet.

Im Raum 1 herrscht der gleiche Druck wie in der Achse des Rotors; Raum 2 ist mit Wasserstoff vom gleichen Druck wie in Raum 1 gefüllt; Raum 3 wird mit einer rotierenden Ölpumpe auf  $< 0,1$  Torr evakuiert, um das von dem unter ihm liegenden Ölgleitlager eintretende Öl zu entgasen und eine Schaumbildung im Ölkreislauf zu vermeiden.

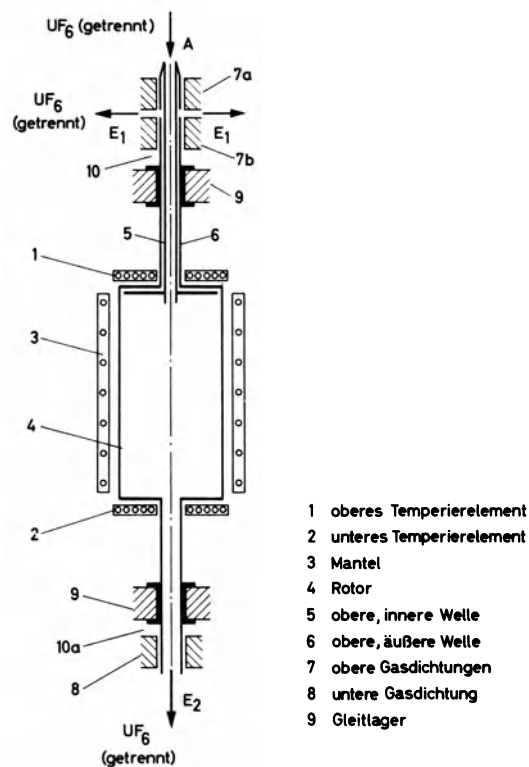
Bei den kontinuierlichen Versuchen, die am oberen Ende eine Gaszuführung und eine -ableitung erforderten, die beide als rotierende Wellen ausgebildet wurden, hatte die doppelte Labyrinthdichtung die in schematisch in Abbildung 10 angegebene Form.



A b b i l d u n g 9

Schema des Zentrifugenkopfes mit einer Rohrwellen  
und zwei Labyrinthdichtungen

Zwischen den beiden 14 mm langen Kupfer-Graphit-Buchsen 7a und 7b konnte die eine Fraktion durch Öffnungen, die in der äußeren Welle 6 angebracht waren, abgezapft werden, während das Ausgangsgemisch durch die innere Rohrwellen 5 zugeführt wurde. Die äußere Rohrwellen hatte 6 mm Lumen bei 1 mm Wandstärke, die innere Rohrwellen hatte zunächst ein Lumen von 2,0 mm, das später auf 3,0 mm vergrößert wurde. Eine Vermischung des Ausgangsgemisches mit der oben abgezapften Fraktion wurde durch den oberen Labyrinthspalt, eine Berührung des Gases mit dem Lageröl durch den unteren Labyrinthspalt verhindert; der Raum 10 zwischen dem unteren Spalt und dem darunter befindlichen, als Öldichtung wirkenden Gleitlager 9 wurde durch eine Diffusionspumpe evakuiert. Zu dem gleichen Zweck wurde auch an der unteren Rohrwellen, durch welche die andere Fraktion abgezapft wurde, ein Labyrinthspalt 8 angebracht und der Raum 10a zwischen diesem und dem oberhalb des Spaltes befindlichen Gleitlagers 9a, welches ebenfalls als Öldichtung wirkt, durch eine zweite Diffusionspumpe evakuiert. Trotz dieser Maßnahmen gelangte anfangs so viel Öl mit dem  $UF_6$  in Berührung, daß dieses teilweise abreagierte und durch die Reaktionsprodukte die Öffnungen



A b b i l d u n g 10

Schema der Zentrifuge mit oberen und unteren Labyrinthdichtungen

A, E<sub>1</sub> und E<sub>2</sub> verstopfte. Die Ursache lag in einer durch Gasabgabe begünstigten Schaumentwicklung des aus den Gleitlagern 9 und 9a in die evakuierten Räume 10 und 10a austretenden Öles. Bei seinem Kreislauf belädt sich das Öl insbesondere im wasserstoffgefüllten Motorraum mit Gas. Die Störung wurde durch einen Entgaser beseitigt. Dieser besteht aus einem evakuierten Raum, in dem sich 4 Scheibenpaare befinden, die durch ein Heizelement auf etwa 80° C erwärmt werden, und über die das Öl von innen nach außen bzw. in umgekehrter Richtung floß. Zusätzlich erwies es sich als notwendig, den Ölnebel, der durch das Abschleudern des Öles von der Welle entsteht, durch ringförmige Bleche von den Labyrinthspalten fernzuhalten.

### 5. Der Antriebsmotor

Für den Antrieb wurde ein Drehfeldmotor mit Wirbelstromläufer gewählt, der bei maximal 60 000 U/min 2,1 kW mechanische Leistung entwickelt <sup>1)</sup>.

1. (Fußnote siehe Seite 24)

Der Läufer des Motors hat die Hauptabmessungen 50 mm  $\phi$ , 60 mm Länge und 18 Nuten. Der Luftspalt beträgt 0,3 mm. Der Ständer aus verlustarmen Dynamoblech hat 24 Nuten. Der Innenraum des Motors (vgl. Abb. 4) ist unten durch die Motorgrundplatte 20, oben durch die obere Gasdichtung 10 nach außen luftdicht abgeschlossen. Im Motorraum befindet sich während des Betriebes Wasserstoff, dessen Druck um einige cm Wassersäule größer als Atmosphärendruck ist, damit sich bei Undichtigkeiten keine Knallgasmische bilden können. Durch die Wasserstofffüllung wird einerseits verhindert, daß das Schmieröl mit Luft in Berührung kommt, die es aufnehmen und an anderen Stellen des Ölkreislaufes, insbesondere im Sicherheitsmantel, wieder abgeben könnte. Andererseits überträgt der Wasserstoff infolge seiner guten Wärmeleitfähigkeit die Verlustwärme des Motorläufers 06 auf das mit einer Wasserkühlung 23 versehene Ständerblechpaket 22, so daß eine unzulässige Temperaturerhöhung des Läufers vermieden wird.

Die Motorwelle 05 aus einem Spezialstahl ist gehärtet und geschliffen. Sie hat eine zentrale Bohrung, durch welche die obere Rohrwelle 01 des Rotors bis in die obere Gaskammer A hinaufreicht. Eine Zentralklemmung 07, deren Spannmutter als Läufer eines kleinen Induktors zur Drehzahlmessung ausgebildet ist, bewirkt die Verbindung zwischen Motorwelle und Rotorwelle.

Seitlich wird die Motorwelle in den Halslagern 21 und 25 geführt. Das auf die Motorwelle durch die Zentralklemmung übertragene Gewicht des Rotors wird durch das am unteren Ende der Motorwelle angeordnete Kolben-Spurlager aufgenommen. Sämtliche Lager werden durch die in Abschnitt 7 beschriebene Ölversorgungsanlage zwangsläufig geschmiert.

Das obere Halslager wird durch eine Wasserkühlung gegen Heißlaufen geschützt; das untere wird durch das aus dem Kolbenspurlager 24 abfließende und die Bohrungen 26 durchströmende Öl gekühlt.

Um bei den in Teil 4 beschriebenen Gaszuleitungen Labyrinthspalte in der Größenordnung von 0,05 bis 0,075 mm zu ermöglichen, müssen, abgesehen von entsprechend genauer Herstellung, seitliche Schwankungen der Motorwelle

- 
1. Es ist die im Motorläufer durch elektromagnetische Kräfte entstehende mechanische Leistung gemeint, die größtenteils in den Lagern des Motors wieder verbraucht wird. Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 6. Bei niedrigeren Drehzahlen folgt die mechanische Leistung aus dem in Abbildung 13 wiedergegebenen Drehmoment zur Deckung aller Reibungsverluste



im Betrieb auf ein Minimum gedrückt werden. Dazu wurden hydrodynamisch geschmierte Halslager mit keilförmig ausgebildeten, gleichmäßig am Umfang verteilten Schmierölräumen, Abbildung 11, verwendet. Der gehärtete und geschliffene Zapfen 1 der Motorwelle rotiert in Richtung des Pfeiles U in der Lagerbuchse 2, deren Innenfläche aus zwei kurzen Zylindern 3 besteht, zwischen denen 4 am Umfang gleichförmig verteilte, im Querschnitt keilförmige Schmierkammern liegen. Alle Räume des Lagers werden aus einem ringförmigen Kanal 5 mit Öl von 3 atm Druck versehen. Durch den in den verjüngten Enden der Schmierkammern entstehenden Überdruck erzeugt jede Schmierkammer einen resultierenden Lagerdruck P, unter dessen Wirkung die Welle in einem um so stabileren Gleichgewicht steht, je schneller sich der Druck P mit dem Kehrwert des Abstandes zwischen Zapfen und Lager ändert. Das bedeutet, daß eine möglichst starke relative Änderung der Tiefe der Schmierkammern bei seitlichen Schwankungen des Zapfens erwünscht ist. Die Tiefe der Schmierkammer sollte also selbst in der Größenordnung des radialen Abstandes a zwischen Zapfen und zylindrischem Teil der Lagerschale liegen und bei allen Schmierkammern möglichst gleich sein.

#### 6. Reibungsmomente und Rotortemperatur

Zur Ersparung von Antriebsleistung und zur Vermeidung von Temperaturerhöhungen sollte der Reibungswiderstand des Rotors im umgebenden Gas so klein wie möglich sein, was sowohl durch Betrieb im Hochvakuum als auch in Gasen geringer Zähigkeit, insbesondere Wasserstoff, erreicht werden kann. Aus betrieblichen Gründen erscheint aber die Füllung des Zentrifugegehäuses mit Wasserstoff von vermindertem Druck zweckmäßiger, namentlich, wenn man den Druck so wählt, daß noch keine turbulente Strömung der Gasfüllung im Zwischenraum zwischen Rotor und Sicherheitsmantel zu befürchten ist.

Aus Messungen von WENDT [9] an einem hydraulischen Modell läßt sich für Wasserstoff von Zimmertemperatur abschätzen, daß bei einem Abstand des Aluminiumrotors von 0,5 cm von der Wand in Abhängigkeit von der Drehzahl bei folgenden Drucken der Übergang von laminarer in turbulente Strömung eintritt:

Drehzahl $n$	40 000	50 000	60 000	U/min
kinematische Zähigkeit $\nu$	52,3	65,4	78,4	$\text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$
Druck $p$	14,2	11,4	9,5	Torr

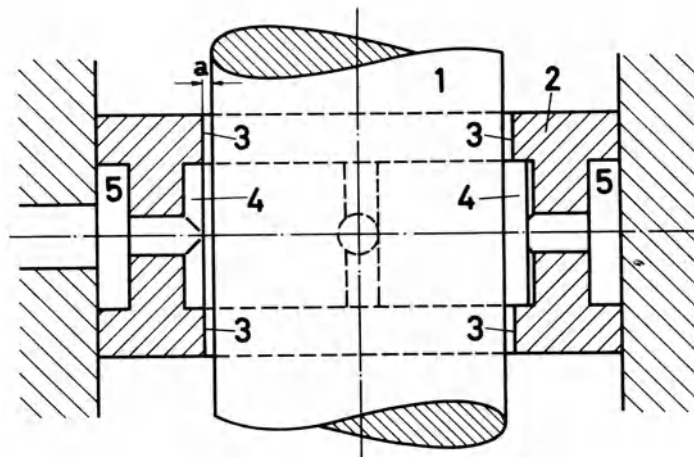
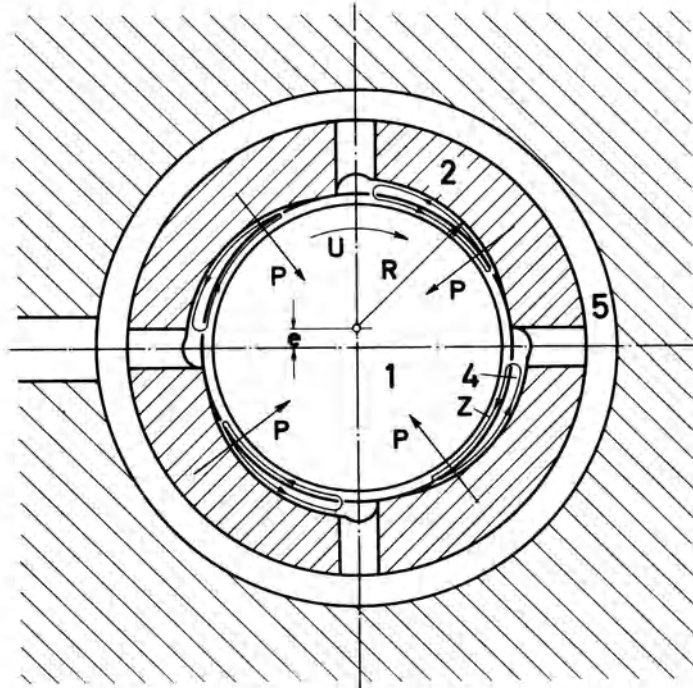


Abbildung 11  
Konstruktionsprinzip der Halslager

Praktisch wird bei einem Wasserstoffdruck von etwa 3 Torr gearbeitet, so daß die Laminarität der Strömung gesichert ist. Mit Wasserstoff als Füllgas, der die Vorteile guter Wärmeleitfähigkeit und vorzüglicher Konservierung des Öles hat, ergeben sich bei laminarer Strömung die folgenden Reibungsverluste:

Drehzahl n	40 000	50 000	60 000	U/min
Gasreibung	131,6	161,0	198,0	$10^3$ dyn.cm
Gasreibungsverlust	55,0	84,4	124,3	W

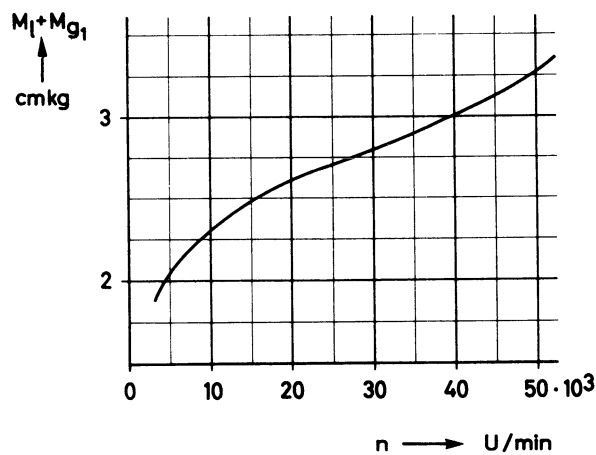
Der Gasreibungsverlust wird als Wärme zur Hälfte unmittelbar an das als Sicherheitsmantel ausgebildete Zentrifugengehäuse, zur anderen Hälfte an den Rotor abgegeben und, nachdem der Rotor die dazu erforderliche Über-temperatur erreicht hat, durch die Wärmeleitung des Wasserstoffs ebenfalls auf den Sicherheitsmantel übertragen. Im Gleichgewicht ist der Temperaturunterschied  $\Delta T$  zwischen Rotor und Sicherheitsmantel unter Berücksichtigung der Wärmestrahlung:

n	40 000	50 000	60 000	U/min
$\Delta T$	2,26	3,45	5,08	$^{\circ}$ C

Die Temperatur des Rotors nähert sich diesen Werten exponentiell, die Zeitkonstante ist abhängig von der Drehzahl und beträgt bei Rotoren aus Aluminium etwa 11 min.

Durch Auslaufversuche konnte das in Abbildung 12 angegebene gesamte Reibungsmoment - Gas- und Lagerreibung - ermittelt werden.

Ein Vergleich mit dem in obiger Tabelle angegebenen Gasreibungsmoment des Rotors zeigt, daß das Gasreibungsmoment verglichen mit der Lagerreibung vernachlässigbar klein ist. Die Abhängigkeit des gesamten Reibungsmoments von der Drehzahl läßt erkennen, daß das Öl bei höheren Drehzahlen durch die Erwärmung dünnflüssiger wird, denn der anfangs steile Anstieg erfährt nach den betriebsmäßigen Drehzahlen hin eine erhebliche Abflachung.



A b b i l d u n g 12

Lager- und Gasreibung in Abhängigkeit von der Drehzahl  $n$

### 7. Die Ölversorgung

Der Aufbau der Ölversorgungsanlage (Abb. 13) war im wesentlichen dadurch bedingt, daß sich im Motorraum M Wasserstoff von Atmosphärendruck, im Vakuummantel D Wasserstoff von einigen Torr befindet, während die Lagerkammern C und E evakuiert werden. Da die mit Öl gedichteten und geschmierten Lagerstellen 21, 25 und 40 nach einer Seite mit einem Raum in Verbindung stehen, in dem hohes Vakuum erforderlich ist, mit der weiteren Bedingung, daß keine Schaumentwicklung durch Gasabgabe des Öles entstehen darf, muß in diesen Fällen gasarmes Öl verwendet werden. Aus diesem Grunde mußte ein doppelter Ölkreislauf vorgesehen werden mit einem Zweig für gasarmes Öl und einem zweiten Zweig für gashaltiges Öl, zwischen denen durch einen Kolbenspeicher 72 und die Ventile 73 und 74 ein automatischer Mengenausgleich erfolgt.

Dem Kolbenspurlager 24 mußte ein Strömungswiderstand 69 vorgeschaltet werden, um vertikale Schwingungen des rotierenden Systems zu unterdrücken. Der Druckabfall in diesem Vorwiderstand erhöhte den seitens der Pumpe 63 zu erzeugenden Öldruck auf ca. 25 atü. Die Halslager 21 und 26 und die Dämpflager 28 und 49 werden mit 2 bis 3 atm betrieben. Sie erhalten Öl aus dem zugleich als Druckminderer wirkenden gewichtsbelasteten Kolbenspeicher 76.

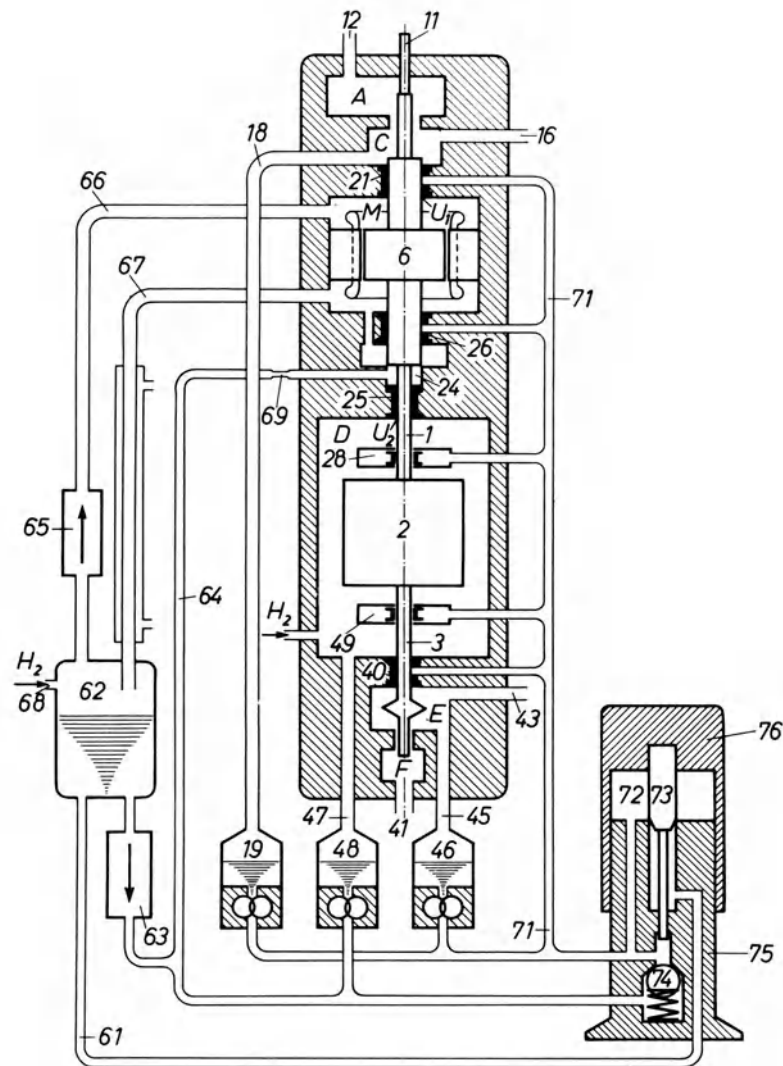


Abbildung 13  
Rohrplan der Ölversorgungsanlage

V. VERSUCHE MIT WASSERSTOFFSTABILISIERUNG

Bei den Versuchen mit den Gaszentrifugen UZI und UZIIIA hatten sich in vielen Fällen Unterschreitungen der theoretischen Anreicherungsgrade bemerkbar gemacht, die wahrscheinlich durch Gaskonvektionen und -turbulenzen verursacht werden, die durch geringe örtliche Temperaturunterschiede innerhalb des Zentrifugenrotors entstehen. Diese sind bei den schnellrotierenden Gaszentrifugen nahezu unvermeidlich. Beispielsweise genügt eine geringe Abweichung in den Reibungsverhältnissen der ober- und unterhalb der Rotoren angebrachten Dämpf- und Gleitlager, durch welche die zur Gaszuführung dienenden Stahlkapillaren führen, um geringe achsiale Tempera-

turunterschiede hervorzurufen; ferner ist es bei den verwendeten Konstruktionen unvermeidlich, daß von der Durchführungsstelle der oberen Rohrwelle in den Vakuummantel stark erwärmtes Öl in den Vakuummantel eintritt, das zwar an einer direkten Berührung mit dem Rotor gehindert werden kann, aber dennoch auch bei gleichmäßiger Temperierung des Vakuummantels durch achsial angeordnete Kühlschlangen den oberen Rotorteil durch Wärmeleitung im Gasraum des Vakuummantels oder durch Wärmestrahlung auf eine höhere Temperatur bringen kann als den unteren. Die Konvektionsvorgänge in starken Zentrifugalfeldern sind von MARTIN [10] theoretisch behandelt worden. Es zeigte sich, daß einerseits spontane Thermokonvektionen entstehen, wenn kleine Temperaturdifferenzen etwa zwischen den oberen oder unteren Begrenzungsflächen und dem Gasraum vorhanden sind, und daß andererseits bei erzwungenen radialen Strömungen (etwa beim Abzapfen eines angereicherten Isotopengemisches an einer Seite des Rotors) thermokonvektive Strömungen zu erwarten sind. Diese haben ihre Ursache in der mit der radialen Strömung verbundenen starken Expansion bzw. Kompression, die zur Abkühlung bzw. Erwärmung des Gases führt, wenn die für isotherme Expansion bzw. Kompression erforderliche Wärmemenge nicht schnell genug von außen nachgeliefert bzw. nach außen abgeführt wird. Das Gas wird in einem starken Zentrifugalfeld durch erwärmte oder abgekühlte Wände nach den MARTINschen Überlegungen nur in unmittelbarer Nähe der Wände spontan in Bewegung gesetzt. An diesen Bereich schließt sich ein weiterer an, in welchem eine schwache entgegengesetzt gerichtete Bewegung erzeugt wird, während das Gas in noch größerer Entfernung von der Wand ruht. Durch diese entgegengesetzt gerichteten Strömungen können infolge der bei der Rotation des Gases wirksamen Corioliskräfte Turbulenzen entstehen, die zu einer Verringerung der Trennwirkung führen. Eine eingehende Diskussion des Zusammenhangs zwischen Temperaturverlauf und Geschwindigkeitsprofil findet sich bei MARTIN [10].

Geschwindigkeitsprofile dieser Art sind nicht nur für eine spontane Strömung, sondern unter gewissen Voraussetzungen auch für eine durch Absaugen eines Isotopengemisches erzwungene Gaskonvektion zu erwarten.

Da kleine Temperaturdifferenzen in der Trommel unvermeidlich sind, und da beim Absaugen der Isotopengemische Strömungen erzeugt werden müssen, bei denen die erwähnten Strömungsprofile unerwünscht sind, wurde dem zu trennenden Isotopengemisch Wasserstoff in größerem Überschuß (bis 90% H<sub>2</sub>)

zugefügt. Beim Wasserstoff treten infolge seines kleinen Molekulargewichts auch in starken Zentrifugalfeldern nur sehr geringe Druckgradienten auf; dadurch entfallen bei diesem Gas störende spontane Konvektionen, und Turbulenzen des Gemisches werden infolge der erforderlichen Entmischung des schweren Isotopengemisches von Wasserstoff so starke äußere Kräfte entgegenwirken, daß sie praktisch unterdrückt werden. Die Wärmeleitfähigkeit des Wasserstoffs ist so groß, daß keine größeren Temperaturunterschiede entstehen können, und auch aus diesem Grunde das Kriechen entlang der Wandungen vermieden wird.

Bei radialen Strömungen von Gasmischungen dieser Art ergibt sich auch im isothermen Fall eine stabilisierende Kraft, deren Ursache in dem großen Gradienten der relativen Konzentration des schweren Gases liegt, und die nach MARTIN [10] durch

$$\delta \mathcal{A} = \left( \frac{\omega^2 r}{RT} \right) \cdot \frac{p_1 \cdot p_2}{p_1 + p_2} \cdot (M_2 - M_1)^2 \cdot \delta r \cdot \mathcal{V}_0 \quad (3)$$

gegeben ist.

( $p_1, p_2$  = Druck der Gase mit den Molgewichten  $M_1$  und  $M_2$ )

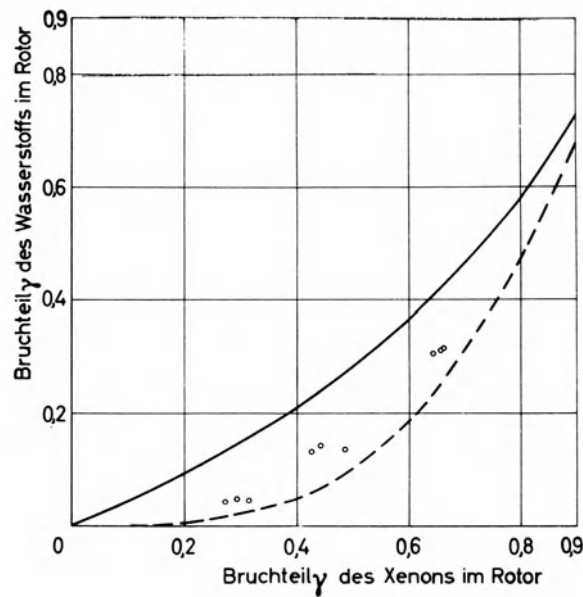
Für eine adiabatische Druckänderung ist infolge der thermischen Effekte eine Vergrößerung der stabilisierenden Wirkung zu erwarten.

Zunächst wurden Versuche mit Xenon und Krypton als Testgas durchgeführt, ferner Anreicherungen der Selenisotope in Form von Selenwasserstoff. Bei allen Versuchen mit wasserstoffstabilisierten Gaszentrifugen wurden die theoretisch zu erwartenden Werte niemals unterschritten, d.h. störende Thermokonvektionen oder Turbulenzen wurden mit Sicherheit vermieden.

Bei der Berechnung der Anreicherungsgrade ist es in diesem Fall notwendig, das Verhältnis der Abzapfgeschwindigkeit zur Diffusionsgeschwindigkeit in radialer Richtung zu berücksichtigen. Ist die Abzapfgeschwindigkeit so klein, daß sie eine ständige Einstellung des Diffusionsgleichgewichtes ermöglicht, so ist eine Berechnung nach Art der RAYLEIGHschen Formel möglich; ist sie dagegen so groß, daß sich das Gleichgewicht während des Abzapfens nicht einzustellen vermag, wird der gesamte Rotorinhalt, dessen isotopische Komponenten sich entsprechend ihrem Abstand von der Achse an- bzw. abgereichert haben, in seiner Zusammensetzung unver-

ändert von der Achse oder vom Rande her abgezapft. Der experimentell gefundene Anreicherungsfaktor wird zwischen diesen beiden Grenzfällen liegen.

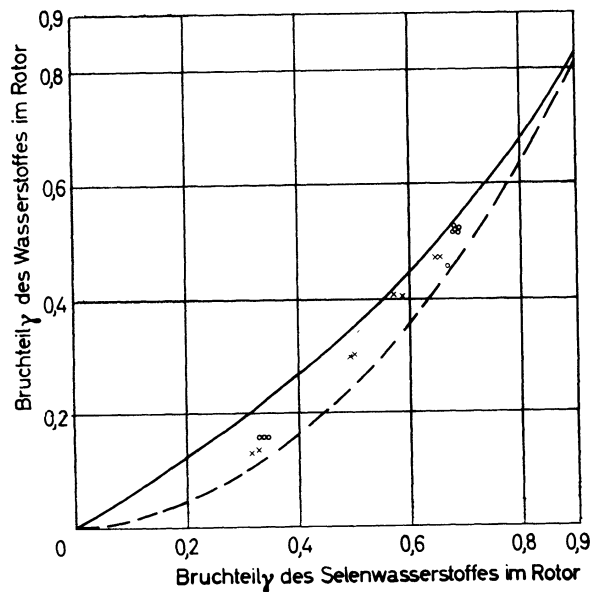
Für die Berechnung der Trennung des schweren Isotopengemisches vom Wasserstoff sind die gleichen Überlegungen anwendbar. In den Abbildungen 14 und 15 ist für Xenon und für Selenwasserstoff der Zusammenhang zwischen dem im Rotor verbliebenen Bruchteil des Xenons bzw. Selenwasserstoffs und dem Bruchteil des Wasserstoffs für schnelles und langsames Abzapfen dargestellt. Die experimentell bestimmten Werte liegen erwartungsgemäß zwischen den Extremwerten; daraus ist zu schließen, daß auch bei großen Abzapfgeschwindigkeiten keine merkliche Turbulenz oder Durchmischung des Trommelinhaltes auftritt.



A b b i l d u n g 14

Zusammenhang zwischen dem Bruchteil  $\gamma$  des Xenons und dem Bruchteil  $\gamma_{H_2}$  des Wasserstoffs beim Abzapfen aus der Achse des Rotors





A b b i l d u n g 15

Zusammenhang zwischen dem Bruchteil  $\gamma$  des Selenwasserstoffs und dem Bruchteil  $\gamma_{H_2}$  des Wasserstoffes aus der Achse des Rotors

## VI. MULTIPLIKATIONEN DES PRIMÄREFFEKTES DURCH THERMISCH GESTEUERTE GEGENSTROMKONVEKTION

### 1. Versuche mit Wasserstoffstabilisierung ohne Temperierelemente

Schon bei den Versuchen zur Anreicherung der Selenisotope mit Wasserstoffstabilisierung [11] waren in einigen Fällen die theoretischen Anreicherungsgrade um den Faktor 2 bis 2,5 überschritten worden. Zur Deutung dieses Multiplikationseffektes wurde angenommen, daß bei wasserstoffstabilisierten Zentrifugen während des Abzapfens aus der Achse des Rotors Temperatureffekte entstehen, die eine Zirkulationsströmung hervorrufen, welche im Sinne der Theorien der thermisch gesteuerten Gegenstromzentrifuge von MARTIN und KUHN [16] zu einer Verstärkung des Primäreffektes führt.

Der gleiche Multiplikationseffekt wurde in anschließenden Versuchen von FALTINGS und SEEHOFER [12] zur Anreicherung der Germaniumisotope in Form des Germaniumwasserstoffs gefunden und näher untersucht.

Bei diesen Versuchen wurde in der gleichen Weise wie beim Selenwasserstoff der Rotor mit einer Mischung aus dem zu trennenden Isotopengemisch

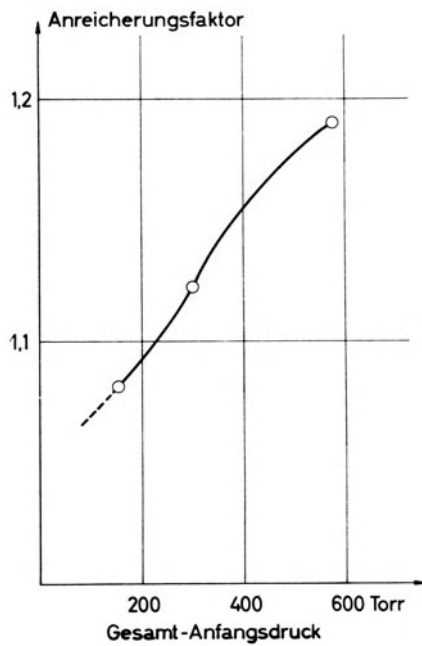


Abbildung 16

Abhängigkeit des Anreicherungs-faktors vom Anfangsdruck

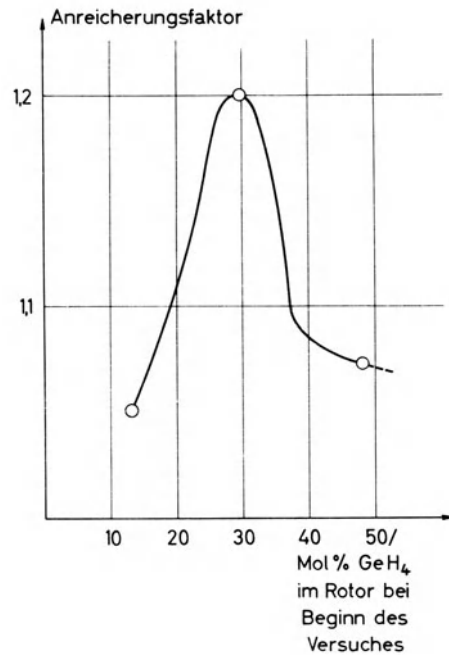


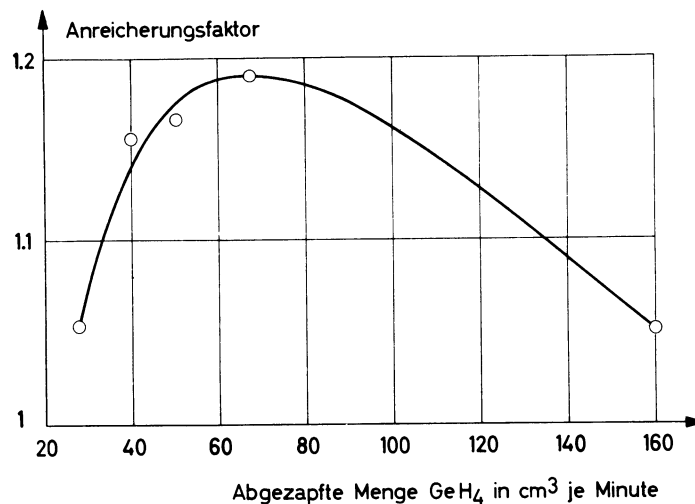
Abbildung 17

Abhängigkeit des Anreicherungs-faktors vom Mischungsverhältnis

und Wasserstoff gefüllt und nach Einstellung des Konzentrationsgleichgewichts der Rotorinhalt in drei gleichen Fraktionen abgesaugt. Die Ergebnisse der Versuchsreihen, die unter Variation der Anfangsdrucke der Mischungsverhältnisse von Germaniumwasserstoff und Wasserstoff und der Abzapfgeschwindigkeit durchgeführt wurden, sind in den Abbildungen 16, 17 und 18 dargestellt.

Als Ursache für den Multiplikationseffekt wurden auch in diesem Falle in erster Linie durch das Absaugen des Gases aus der Achse des Rotors hervorgerufene Temperatureffekte angesehen, die zu einer Gegenstromkonvektion führen.

Eine Gegenstromkonvektion dieser Art konnte bei Versuchen zur Anreicherung der Xenonisotope mit Wasserstoffstabilisierung [13] auch durch ein Heizelement hervorgerufen werden, das aus einem bifilar gewickelten, sich an die Innenwand eines Quarzrohres von 1 cm lichter Weite und 4 cm Länge anlehenden Heizdraht bestand, in der Mitte des unteren Rotordeckels angebracht war und mit dem Rotor rotierte. Die Heizleistung wurde von 25 bis 200 W variiert. Bei etwa 130 W Heizleistung ergab sich ein Maximum der Multiplikation um den Faktor 1,5.



A b b i l d u n g 18

Abhängigkeit des Anreicherungsfaktors von der  
Abzapfgeschwindigkeit

Vorhergehende Versuche, bei denen in der Achse des Rotors ein 1 mm starker Stahldraht ausgespannt und geheizt wurde, der nicht mit dem Rotor rotierte, hatten keinen Erfolg. Wahrscheinlich gab der ruhende Draht, der trotz einer Belastung mit 97 kg vermutlich Schwingungen ausführte, Anlaß zu Wirbelbildungen, die zu einer völligen Durchmischung des Rotorinhaltes führten.

Als weitere Ursachen für den Multiplikationseffekt wurde die verschiedene Diffusionsgeschwindigkeit der leichten und schweren Isotope des zu trennenden Gemisches durch den Wasserstoff auf dem Wege vom Rand zur Achse angenommen, die bei gleichzeitiger Konvektion des Rotorinhaltes am oberen Ende des Rotors von innen nach außen einen Einfluß haben könnte. Als dritte Ursache wurde eine durch die Corioliskräfte bewirkte zusätzliche Rotation des Gases beim Strömen vom Rand zur Achse infolge des Abzapfens in Betracht gezogen, die aber kaum reell sein dürfte, da sie auch eine - nicht beobachtete - erhöhte Trennung des schweren Isotopengemisches vom Wasserstoff verursachen würde.

## 2. Anreicherung der Xenonisotope ohne Wasserstoffstabilisierung mit Temperierelementen

In späteren Versuchen von HERTZ und NANN [14], die zunächst mit Mischungen von Xenon und Wasserstoff, später auch mit wasserstoffstabilisiertem

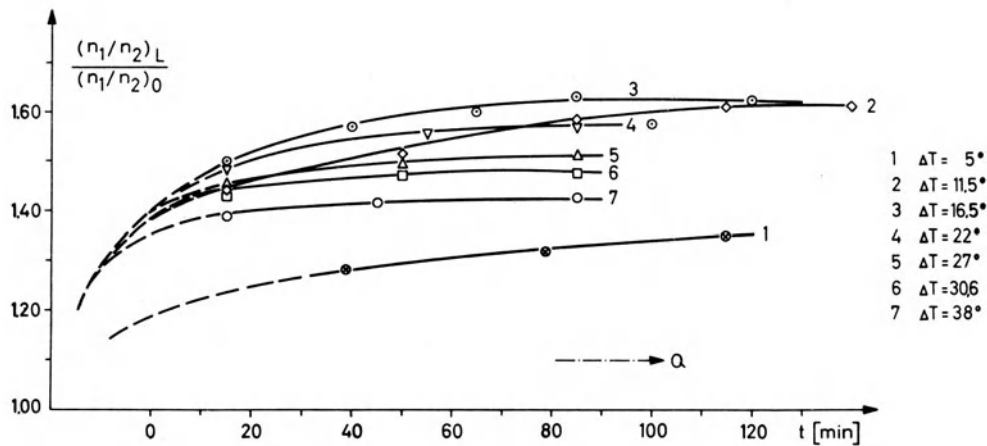
Germaniumwasserstoff durchgeführt wurden, konnte keine Verstärkung des primären Trenneffektes nachgewiesen werden. Vermutlich ist die für die Multiplikation erforderliche Konvektionsströmung bei Stabilisierung mit Wasserstoff an enge Grenzen der Versuchsbedingungen gebunden, die bei diesen Untersuchungen nicht reproduziert werden konnten. Diese Ergebnisse führten dazu, daß die Versuche mit reinem Xenon ohne Wasserstoffzusatz wiederaufgenommen wurden. Zunächst wurde der Inhalt des Zentrifugenrotors nach Einstellung des Gleichgewichtes in drei Fraktionen am oberen Deckel in der Achse abgezapft, während der Sicherheitsmantel auf konstanter Temperatur gehalten wurde. Im Gegensatz zu den Versuchen mit Wasserstoffstabilisierung war die erste Fraktion an schwerem, die dritte Fraktion an leichtem Isotop angereichert, so daß eine Gegenstromkonvektion als Ursache der Verstärkung der Anreicherung vermutet wurde, bei der das Gas am Rande des Rotors von unten nach oben, in der Achse in umgekehrter Richtung fließt. Durch systematische Versuche gelang es, durch Variation der Temperaturverhältnisse die Existenz einer Gegenstromkonvektion der geschilderten Form und gleichzeitig ihre große Stabilität nachzuweisen.

Bei diesen Versuchen erreichten die Multiplikationsfaktoren die Werte 2 bis 2,5.

Bei kontinuierlichen Versuchen, bei denen das Ausgangsgemisch durch eine Rohrwelle zugeführt, die angereicherten Fraktionen gleichzeitig durch zwei weitere Rohrwellen abgezapft wurden, ließ sich ein Multiplikationsfaktor von 4 bis 5,5 erzielen. Durch Temperierelemente, die sich oberhalb des oberen und unterhalb des unteren Deckels befanden, konnte bei stärkerer Heizung des unteren Elementes die Richtung des Temperaturgradienten umgekehrt und eine Anreicherung der leichten und der schweren Isotopen in umgekehrter Richtung erzielt werden.

In weiteren Versuchen [15] wurden die Ergebnisse der Theorie von MARTIN und KUHN qualitativ bestätigt. Bei optimaler Konvektionsgeschwindigkeit konnte bei 39600 U/min ein Multiplikationsfaktor von 4,85 erreicht werden.

Die zeitliche Abhängigkeit des Trenneffektes bei verschiedenen Temperaturdifferenzen zeigt das in Abbildung 19 dargestellte Verhalten. Bei kleinen Temperaturdifferenzen ( $5^{\circ}\text{C}$ ) steigt der Trenneffekt langsam auf



A b b i l d u n g 19

Zeitabhängigkeit der Anreicherung bei verschiedenen Temperaturdifferenzen zwischen oberem und unterem Temperierelement

einen relativ niedrigen Wert an; bei Erreichen der optimalen Temperaturdifferenz (10-25°C) steigt er ebenfalls noch vergleichsweise langsam auf den Maximalwert an; bei weiterer Erhöhung der Temperaturdifferenz erfolgt der Anstieg schneller, der Endwert des Trenneffektes liegt aber niedriger. Der Zeitbedarf für optimale Anreicherung wurde unter den Versuchsbedingungen (Druck des Xenons in der Achse 60 mm) zu etwa 100 min gefunden; aus der Theorie von MARTIN und KUHN folgt in guter Übereinstimmung mit diesem Wert eine Zeitdauer bis zum Erreichen der Endanreicherung von 96 min. Der experimentelle Mengendurchsatz von etwa  $1,2 \cdot 10^{-1}$  g/min entspricht etwa dem unter Aufrechterhaltung optimaler Trennwirkung gerade noch zulässigen theoretischen Wert von  $7,2 \cdot 10^{-2}$  g/min.

### 3. Anreicherung der Uranisotope

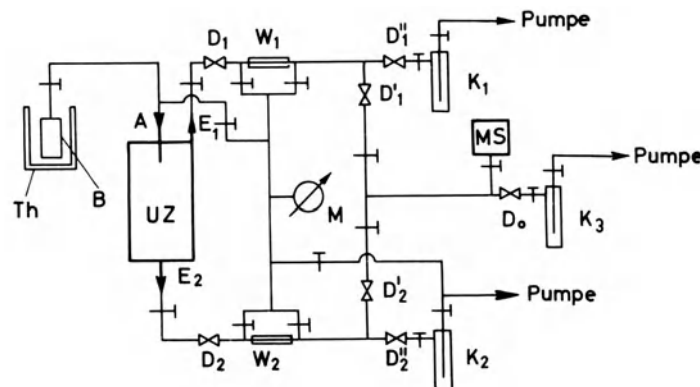
Die unter vereinfachten Voraussetzungen angestellten theoretischen Überlegungen von MARTIN und KUHN [16] und von BRAMLEY [17] über die thermisch gesteuerte Gegenstromzentrifuge sind bei der Anreicherung schwerer Gase, d.h. bei relativ großen Druckgradienten und hohlzylindrischen Rotoren mit großen Unsicherheiten behaftet, da die Ansätze u.a. von der Annahme vernachlässigbar kleiner radialer Druckunterschiede ausgehen und einen "Trennschacht" zugrunde legen. Die Theorie versagt bisher weitgehend bei der Frage der Abhängigkeit der Anreicherung vom Mengendurchsatz, da die diese Abhängigkeit liefernde Transportgleichung nicht quantitativ lösbar ist, solange das achsiale Strömungsprofil nicht bekannt ist.

Es ergab sich deshalb die Notwendigkeit, den Trennvorgang experimentell zu untersuchen [18]. Zunächst wurde gezeigt, daß auch beim Uranhexafluorid mit der durch verschiedene Temperierung der Zylinderdeckel thermisch gesteuerten Gegenstromzentrifuge eine Verfielfachung des primären radialen Trennschrittes zu erzielen ist; durch orientierende Versuche wurde sodann die Anreicherung in Abhängigkeit vom Durchsatz ermittelt.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen ermöglichen eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit des Zentrifugenverfahrens im Vergleich mit anderen Methoden zur Anreicherung der Uranisotope.

### 3.1 Apparatur und Meßmethode .

Für die Versuche wurde die Gaszentrifuge in der in Abschnitt IV (siehe Abb. 10) beschriebenen Form mit Temperierelementen am oberen und unteren Rotordeckel verwendet. Die für die Gasführung verwendete Apparatur ist schematisch in Abbildung 20 dargestellt.



A b b i l d u n g 20  
 Schema der Trennapparatur

Sämtliche mit  $UF_6$  in Berührung kommende Bauelemente wurden aus Metall - nichtrostenden Stählen, Kupfer, Aluminium, Messing - oder aus Teflon hergestellt. Außer Schwierigkeiten an den Labyrinthdichtungen (siehe IV. 4), die öfter erneuert werden mußten, traten keine durch die chemische Aggressivität des Uranhexafluorids bedingten Störungen auf.

Im Behälter B befand sich ein Vorrat an gereinigtem  $UF_6$  von natürlicher Isotopenzusammensetzung. Die Reinigung erfolgte in einer ebenfalls nur aus Metall bestehenden Apparatur zunächst durch mehrmaliges Umsublimie-

ren von  $-40^{\circ}\text{C}$  auf  $-79^{\circ}\text{C}$  im Hochvakuum; wesentlich bessere Ergebnisse wurden mit einer von H. IHLE und A. MURRENHOF (siehe Abschnitt VIII) hergestellten und betriebenen Rektifikationskolonne erzielt, in der in einem Durchsatz etwa  $5\text{ kg UF}_6$  unter erhöhtem Druck verarbeitet werden konnten. Ohne Mühe konnte ein Dampfdruck des gereinigten Produkts von  $16,9 - 17,0$  Torr bei  $0^{\circ}\text{C}$  erzielt werden, der den besten in der Literatur bekannten Werten entspricht.

Der Dampfdruck des  $\text{UF}_6$  im Behälter B bzw. der Einlaßdruck an der Stelle A (s. Abb. 20) wurde mittels des Kältethermostaten Th so eingestellt, daß bei vorgegebener Gesamtdurchsatzmenge G und vorgegebenem Strömungswiderstand der oberen inneren Rohrwelle ein bestimmter Druck  $p_0$  in der Achse des Zylinders und damit eine konstante Zylinderfüllung G aufrechterhalten werden konnte. Da kein  $\text{UF}_6$  im Zylinder auskondensieren durfte, mußte der Druck  $p_a$  an der Zylinderwand kleiner als der der Rotortemperatur entsprechende Dampfdruck  $p_d$  bleiben. Gemäß der Boltzmann-Verteilung

$$p_a/p_0 = \exp M\omega^2 r_a^2/2 RT \quad (4)$$

( $r_a$  = lichter Radius des Zylinders) war damit der maximale Achsdruck für eine bestimmte Umfangsgeschwindigkeit festgelegt. Bei A strömte das Gas kontinuierlich in den Zylinder ein. Bei  $E_1$  und  $E_2$  wurden über die Drosselstellen  $D_1$ ,  $D_2$  und die Strömungswiderstände  $W_1$ ,  $W_2$  die an- bzw. abgereicherten Fraktionen abgepumpt und in den mit flüssiger Luft gekühlten Fallen  $K_1$ ,  $K_2$  auskondensiert. Für den Dauerbetrieb erwies es sich als erforderlich, die Pumpen durch weitere, in Abbildung 20 nicht gezeichnete Kühlfallen zu schützen. Die maximal abpumpbaren Mengen waren durch die Breite und Länge des Spaltes zwischen den oberen Wellen und die Dimension der unteren Welle begrenzt. Mittels der kalibrierten Strömungswiderstände  $W_1$ ,  $W_2$  und eines Kondensator-Membranmanometers M konnten die Zapfströme  $\dot{G}_L$ ,  $\dot{G}_S$  der leichten bzw. schweren Fraktion und damit der Gesamtdurchsatz  $\dot{G} = \dot{G}_L + \dot{G}_S$  und das Zapfverhältnis  $\theta = \dot{G}_L/\dot{G}$  bzw.  $1-\theta = \dot{G}_S/\dot{G}$  gemessen werden. Zur Kontrolle bestand außerdem die Möglichkeit, die Zapfmengen durch abnehmbare, zu  $K_1$ ,  $K_2$  jeweils parallelgeschaltete Ausfriergefäße gravimetrisch zu bestimmen.

Für die Isotopenanalyse stand ein  $60^\circ$ -Massenspektrometer mit Elektronenstoßionenquelle zur Verfügung<sup>2)</sup>.

Eine zur Analyse ausreichende Gasmenge wurde den Zapfströmen kontinuierlich entnommen und unmittelbar an der Ionenquellendüse vorbei in die Kühlfalle  $K_3$  geleitet. Durch geeignete Einstellung der Regulierventile  $D_1, D_2, D_3, D_0$  ließ sich in der Leitung zur Falle  $K_3$  eine so schnelle Strömung erreichen, daß vor der Düse praktisch die gleiche Konzentration herrschte, wie am oberen und unteren Zylinderende. Diese Arbeitsweise gestattete, die Konzentrationsverschiebung an einem Zylinderende annähernd kontinuierlich zu verfolgen.

### 3.2 Versuchsergebnisse

#### 3.21 Abhängigkeit der statischen Vervielfachung von der Temperierung

Bei den Versuchen über die Abhängigkeit der statischen Vervielfachung von der Temperierung betrug der vernachlässigbar kleine Durchsatz  $G$  etwa  $2 \cdot 10^{-3} \text{ g UF}_6/\text{min}$ ; an beiden Zylinderenden wurden für die Analyse gleiche Mengen von je  $1 \cdot 10^{-3} \text{ g UF}_6/\text{min}$  abgepumpt. Die Versuchsergebnisse sind in Abbildung 21, Versuchsreihe I, dargestellt. Die Umfangsgeschwindigkeit betrug bei dieser Versuchsreihe  $\omega r_a = 252 \text{ m/sec}$ , die Zylinderfüllung  $G = 3,15 \text{ g UF}_6$ .

Der Trennfaktor ist durch  $A = (U^{235}/U^{238})_L \cdot (U^{238}/U^{235})_S$  definiert;  $C_L = (U^{235}/U^{238})_L \cdot (U^{238}/U^{235})_0$  und  $L_S = (U^{238}/U^{235})_S \cdot (U^{235}/U^{238})_0$  sind die auf die normale Isotopenkonzentration bezogenen Anreicherungen, so daß  $A = C_L \cdot C_S$  ist. Die Gleichgewichtstrennfaktoren  $A_\infty, C_{L\infty}, C_{S\infty}$  stellen sich unter den Bedingungen dieser Versuchsreihe in etwa 15 min ein.  $T_o, T_u$  sind die Temperaturen des oberen bzw. unteren Temperierelementes (die Temperaturen der Rotordeckel selbst,  $T'_o$  und  $T'_u$  und die Temperaturverteilung in den Deckeln konnten noch nicht bestimmt werden);  $T_m$  ist die Temperatur des den Rotor umgebenden Vakuummantels, der durch ein System von achsialen Rohrschlangen gekühlt oder erwärmt werden konnte. Die Anreicherung erreicht bei einer optimalen Temperaturdifferenz  $\Delta T_{opt}$ , die einem optimalen Zirkulationsstrom entspricht, ein Maximum und fällt bei weiterer Steigerung der Temperaturdifferenz wieder ab.

---

2. Gerät der Atlas-Werke A.G., Bremen, Typ IS 1954



Erwartungsgemäß verläuft der Trennvorgang bei der statischen Anreicherung symmetrisch, d.h.  $A = C_L^2 = C_S^2$ .

Der primäre radiale Trennfaktor war bei dieser Versuchsreihe  $\alpha_o = e^{\delta} = 1,038$  ( $\delta = 0,037$ ). Bei der optimalen Temperaturdifferenz  $\Delta T_{opt} = (18 \pm 5)^\circ C$  wurde ein achsialer statischer Trennfaktor  $A_{opt, \infty} = 1,188 \pm 0,006$  gemessen. Der Multiplikationsfaktor  $K = \ln A_{opt, \infty} / \ln \alpha_o$  ergibt sich zu  $4,65$ . Dieser Wert ließ sich in mehreren Versuchsreihen sicher reproduzieren, aus denen sich die große Stabilität der Konvektionsströmung im Rotor und die geringe Störanfälligkeit des Trennvorgangs ergab. Er ist - in Übereinstimmung mit der theoretischen Erwartung und mit den Ergebnissen der Versuche mit Xenon - praktisch gleich dem Quotienten aus lichter Zylinderlänge ( $L = 63,5$  cm) und lichtem Durchmesser ( $2 r_a = 13,4$  cm), so daß

$$\ln A_{opt, \infty} = \delta \cdot L / 2r_a \quad ; \quad \delta = \Delta M \omega^2 r_a^2 / 2RT \quad (5)$$

gesetzt werden kann.

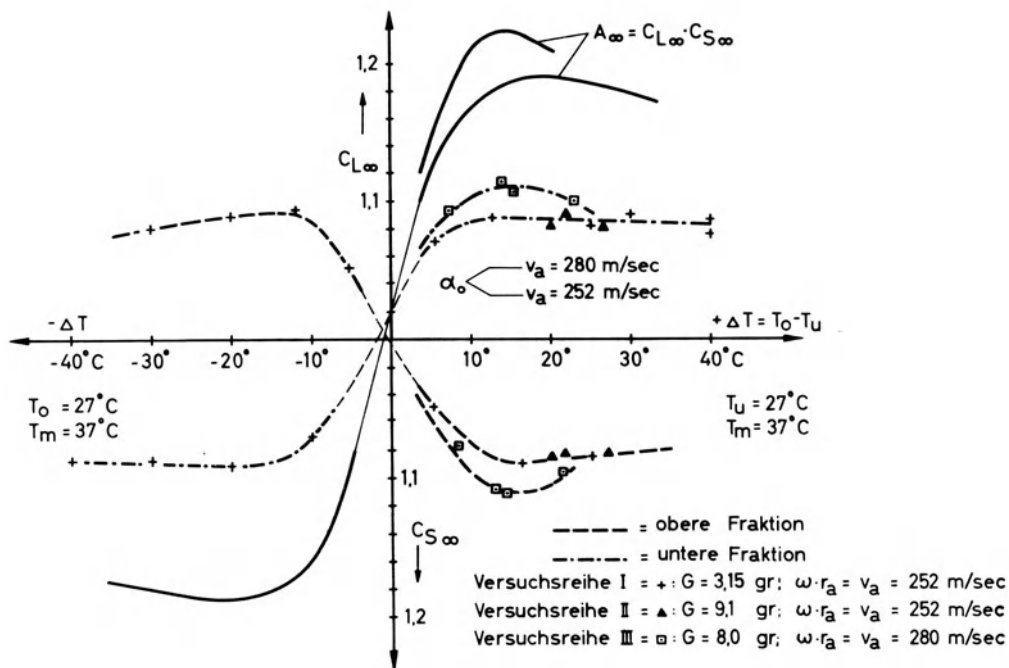


Abbildung 21

Anreicherung  $A$ ,  $C_L$  und  $C_S$  ohne Durchsatz in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen oberem und unterem Temperierelement

Eine zweite Versuchsreihe (Abb. 21, Versuchsreihe II) wurde mit größerer Zylinderfüllung ( $\omega r_a = 252$  m/sec;  $G = 9,1$  g;  $\alpha_o = 1,037$ ,  $\sigma = 0,036$ ), eine dritte (Abb. 21, III) mit größerer Umfangsgeschwindigkeit ( $\omega r_a = 280$  m/sec;  $G = 8,0$  g;  $\alpha_o = 1,047$ ,  $\sigma = 0,046$ ) durchgeführt. Erwartungsgemäß erwies sich die Multiplikation von  $G$  unabhängig; der statische achsiale Trennfaktor stieg mit größerem  $\alpha_o$  auf  $A_{opt, \infty} = 1,225 \pm 0,006$  an. Es zeigt sich also, daß in einer thermisch gesteuerten Gegenstromzentrifuge, deren Rotor aus einem Hohlzylinder ohne Einbauten besteht, auch bei großen Druckgradienten - bei  $\omega r_a = 280$  m/sec war  $p_a/p_o \cong 300$  - die theoretisch erwarteten optimalen achsialen statischen Anreicherungen erzielt werden können.

### 3.22 Die Durchsatzleistung

In orientierenden Versuchen wurde die Abhängigkeit der Trennfaktoren  $A$ ,  $C_L$  und  $C_S$  vom Gesamtdurchsatz  $\dot{G}$ , dem Zapfverhältnis  $\theta$  und anderen Versuchsbedingungen nach zwei Methoden bestimmt:

#### 1. Direkte Messung der Durchsatzleistung

Die Abhängigkeit des Trennfaktors  $A$  vom Gesamtdurchsatz  $\dot{G}$  konnte bei einem Zapfverhältnis  $\theta = 0,5$  und  $\omega r_a = 252$  m/sec bis zum Gesamtdurchsatz  $\dot{G} = 0,42$  g/min =  $1,2 \cdot 10^{-3}$  Mol/min direkt gemessen werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 22 dargestellt. Der optimale Trennfaktor sinkt von  $A_{opt} = 1,188 \pm 0,006$  bei  $\dot{G} = 0$  auf  $A_{opt} = 1,162 \pm 0,006$  bei  $\dot{G} = 1,2 \cdot 10^{-3}$  Mol/min.  $C_L$  ist praktisch gleich  $C_S$ , d.h., der Trennvorgang verläuft auch bei Durchsatzbelastung symmetrisch.

Die optimale Temperaturdifferenz beträgt wie bei den statischen Versuchen  $\Delta T_{opt} = (18 \pm 5)^\circ \text{C}$ .

#### 2. Bestimmung der Durchsatzleistung aus der Einstellgeschwindigkeit bei statischen Versuchen

Die direkten Messungen der Durchsatzleistung wurden durch die Bestimmung der Zeitabhängigkeit des Trennfaktors bei  $\dot{G} = 0$  unter Variation der Umfangsgeschwindigkeit und der Zylinderfüllung ergänzt, da aus der Einstellgeschwindigkeit des Konzentrationsgleichgewichtes die Durchsatzleistung abgeschätzt werden kann.

Ausgehend von einer vorgegebenen Temperaturdifferenz  $T_{o1} - T_{u1}$  und der entsprechenden stationären Konzentrationsverteilung wurden die Temperier-

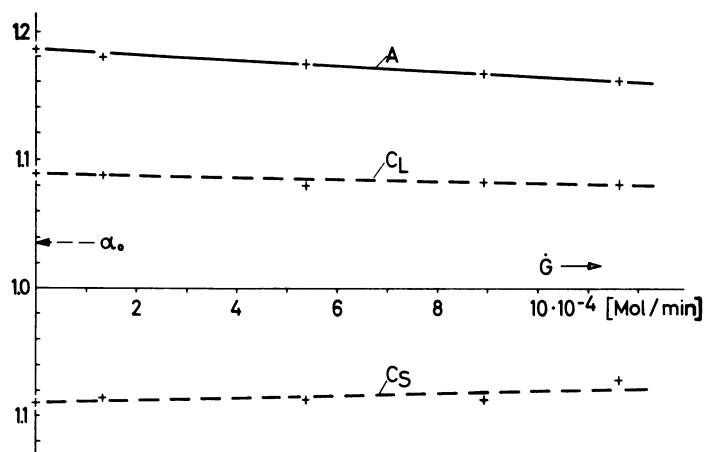


Abbildung 22

Anreicherung  $A$ ,  $C_L$  und  $C_S$  in Abhängigkeit vom Durchsatz bei  $(\theta) = 0,5$ ,  
 $\dot{G} = 9,1 \text{ g UF}_6$ ,  $\omega r_a = 252 \text{ m/sec}$ ,  $\Delta T = (18 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$

elemente möglichst schnell auf die optimalen Temperaturen  $T_{O_2}$ ,  $T_{u2}$  gebracht, und die dadurch hervorgerufene Änderung der Anreicherung an einem Zylinderende verfolgt. Dabei wurde infolge der verschiedenen Versuchsbedingungen der Wert  $A = 1$  zu verschiedenen Zeiten nach Versuchsbeginn durchlaufen. In Abbildung 23 sind die Ergebnisse mit einem gemeinsam zeitlichen Anfangspunkt dargestellt.

Es liegt nahe, die Zeitabhängigkeit durch den Ansatz

$$A_t - 1 = (A_\infty - 1) (1 - e^{-t/\tau}) \quad (6)$$

$$t = \ln \frac{A_\infty - 1}{A_\infty - A_t} \quad (7)$$

zu beschreiben, der bei anderen Anreicherungsverfahren den Einstellvorgang wiedergibt (19).

( $A_t$  = Trennfaktor zur Zeit  $t$ ;  $A_\infty$  = Trennfaktor im Gleichgewicht  
 $\tau$  = Relaxionszeit.)

Mit der bei  $\dot{G} = 0$  gemessenen Zeitabhängigkeit der Anreicherung kann die Abhängigkeit des Trennfaktors vom Gesamtdurchfluß auch für große Werte von  $\dot{G}$  angenähert berechnet werden, wenn man annimmt, daß der Strom

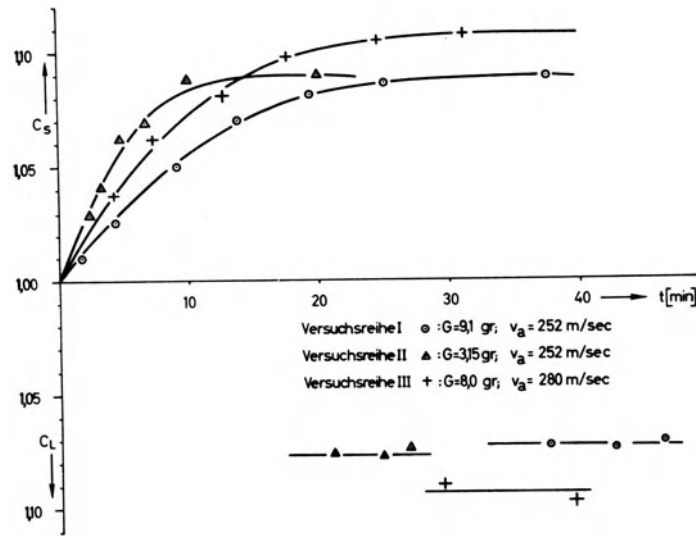


Abbildung 23  
 Anreicherung  $C_S$  in Abhängigkeit von der Zeit

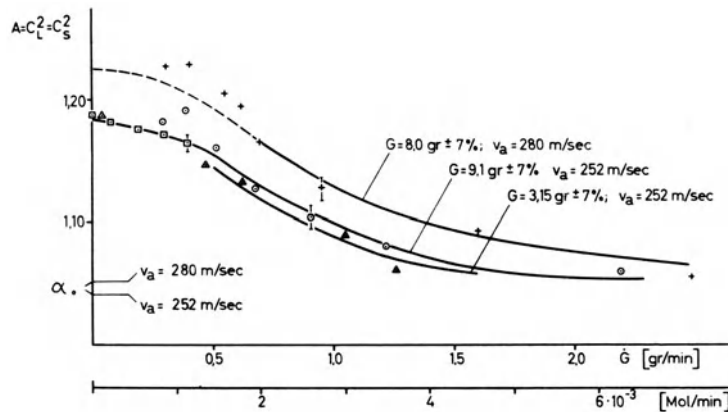


Abbildung 24  
 Anreicherung  $A$  in Abhängigkeit vom Durchsatz

$\dot{G} = G/t$  mit der Anreicherung  $A_t$  kontinuierlich durchgesetzt werden kann, falls die Anreicherung der im Zylinder befindlichen Menge  $G$  bei  $\dot{G} = 0$  nach der Zeit  $t$  gleich  $A_t$  ist. Aus den Zeitkurven der Abbildung 23 und den zugehörigen Zylinderfüllungen ergeben sich die in Abbildung 24 dargestellten  $(A, \dot{G})$ -Abhängigkeiten. Die Ergebnisse der direkten Messungen der Durchsatzleistung sind ebenfalls angegeben und schließen sich in befriedigender Weise an.

3.23 Das Trennvermögen

Das Trennvermögen (Trennpotential) ist nach COHEN [20] für einen symmetrischen Trennvorgang ( $\theta = 0,5$ ) allgemein durch

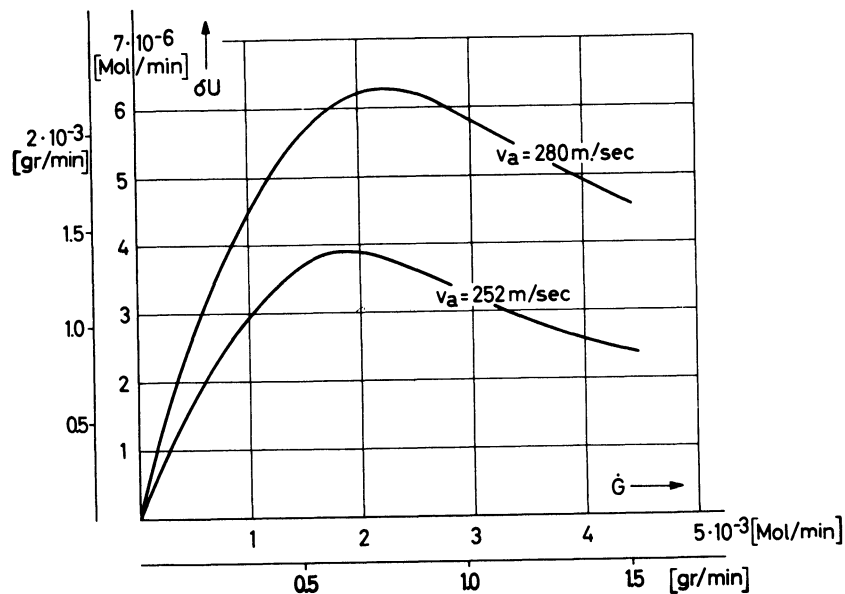
$$\delta U = \dot{G} \frac{(C_L - 1) \ln C_L}{C_L + 1} \quad (8)$$

gegeben;

für  $C_L - 1 \ll 1$  geht dieser Ausdruck in

$$\delta U = \dot{G} \frac{(C_L - 1)^2}{2} \quad (9)$$

über.



A b b i l d u n g 25

Trennpotential  $\delta U$  in Abhängigkeit vom Durchsatz

Unter Verwendung der in Abbildung 24 dargestellten  $(A, G)$ -Abhängigkeit ist in Abbildung 25 das Trennvermögen der UZIIIB für die beiden Umfangsgeschwindigkeiten  $(\omega r_a)_1 = 252 \text{ m/sec}$  und  $(\omega r_a)_2 = 280 \text{ m/sec}$  wiedergegeben. Das maximale Trennvermögen ist für  $(\omega r_a)_1$ :  $\delta U_{\max} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ g UF}_6/\text{min}$ , für  $(\omega r_a)_2$ :  $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ g UF}_6/\text{min}$ .

Für das maximale Trennvermögen einer Zylinderzentrifuge mit der lichten Länge  $L$  gilt nach COHEN

$$\delta U_{\max}^{\text{th}} = \frac{\pi \rho D}{2} \cdot \delta^2 L \quad ; \quad \delta = \frac{\Delta M \omega^2 r_a^2}{2RT} \quad (10)$$

$\rho$  = Dichte

D = Diffusionskoeffizient

Für  $\text{UF}_6$  ist  $\rho D = 2,35 \cdot 10^{-4}$  poise; daraus folgt

$$\delta U_{\max}^{\text{th}} = 3,68 \cdot 10^{-4} \cdot \delta^2 L \quad [\text{g UF}_6/\text{sec}]$$

Das gemessene maximale Trennvermögen beträgt etwa 75 % des theoretischen Wertes; ob es sich entsprechend der Forderung der Theorie mit steigender Konvektionsgeschwindigkeit dem theoretischen Wert asymptotisch nähert, muß durch weitere Untersuchungen geprüft werden.

Das Verhältnis der bei  $(\omega r_a)_1$  und  $(\omega r_a)_2$  gemessenen maximalen Trennvermögen ist

$$\delta U_{\max,2} / \delta U_{\max,1} = 1,65,$$

während sich theoretisch

$$\delta U_{\max,2} / \delta U_{\max,1} = (\delta_2 / \delta_1) = 1,60$$

ergibt.

### 3.3 Die Wirtschaftlichkeit des Zentrifugenverfahrens zur Anreicherung der Uranisotope

Die Wirtschaftlichkeit des Gaszentrifugenverfahrens kann nach den bisherigen Untersuchungen nur verhältnismäßig roh geschätzt werden. Nach den Betrachtungen von COHEN stellt  $\delta U$  das quantitative Maß der Trennleistung eines Elementes dar, das für alle Elemente der Anordnung als gleich vorausgesetzt wird, während mit  $\Delta U$  die Trennleistung der Gesamtanlage bezeichnet wird, die den "Wert" des Produktionsstromes P, gemessen am Kaskadenumfang, darstellt. Die Wirtschaftlichkeit Q eines Trennverfahrens ist durch das Verhältnis von vorgegebenem Gesamtrennvermögen  $\Delta U$  zum Gesamtrennaufwand gegeben; Q kann auch durch

$$Q = \delta U_{\max} / \sigma \quad (11)$$

definiert werden, wobei  $\sigma$  der Trennaufwand pro Trenneinheit, d.h. pro Element einschließlich seiner Zusatzeinrichtungen ist, da die minimale Elementenzahl  $Z_0$ , mit der eine Endanreicherung  $N_p$  und ein Produktionsstrom  $P$ , ausgehend von einer Anfangskonzentration  $N_0$ , erzeugt wird, durch

$$Z = \frac{\Delta U(N_0, N_p, N_w, P)}{\delta U_{\max}} \quad (12)$$

gegeben ist.

Der Trennaufwand setzt sich aus dem Investitions- und dem Betriebsaufwand zusammen, so daß die Wirtschaftlichkeit durch die Größen

$$Q_{\text{Inv.}} = \delta U_{\max} / \text{Investitionsaufwand} \quad (13a)$$

$$\text{und } Q_{\text{Betr.}} = \delta U_{\max} / \text{Betriebsaufwand} \quad (13b)$$

bzw. die Aufwandgrößen

$$Q_{\gamma} = \delta U_{\max} / \gamma_0 \quad (14a)$$

$$\text{und } Q_{\lambda} = \delta U_{\max} / \lambda_0 \quad (14b)$$

oder ihre reziproken Werte, die "spezifische Inverstierung" und den "spezifischen elektrischen Aufwand" bestimmt wird [21]. Die Werte für die Gaszentrifuge UZIIIB lassen sich aus den Versuchsergebnissen angeben: Das maximale Trennvermögen ist nach Abbildung 25 für  $r_a = 280 \text{ m/sec}$

$$\delta U_{\max} = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ kg UF}_6/\text{h} = 1,15 \text{ kg UF}_6/\text{a}$$

Die Leistungsaufnahme des Gerätes beträgt 1,5 kW; der Herstellungspreis pro Zentrifuge wird von industrieller Seite bei Anfertigung großer Stückzahlen auf maximal 10 000.- DM geschätzt.

Daraus ergibt sich

$$\begin{aligned} \xi &= 11500 \text{ kWh/kg UF}_6 = 17000 \text{ kWh/kg U} \\ \mathfrak{f} &= 8800.- \text{ DM a/kg UF}_6 = 12800.- \text{ DM a/kg U} \end{aligned}$$

Der hohe Leistungsbedarf der UZIIIB ist durch relativ einfache konstruktive Änderungen um den Faktor 2 - 3 zu senken. Wird ein Leistungsbedarf von 0,7 kW und eine Umfangsgeschwindigkeit von 300 m/sec, die ebenfalls technisch möglich ist, angenommen, würden sich für die UZIIIB folgende Aufwandgrößen ergeben:

$$f_o = 6800 \text{ kWh/kg U}$$

$$f_o = 11000,- \text{ DM a/kg U}$$

Das maximale Trennvermögen einer Zentrifuge läßt sich prinzipiell beliebig vergrößern, ohne daß die Herstellungskosten und der Leistungsbedarf wesentlich steigen, da nach Gleichung (10)  $d U_{\max} = \text{const} (\omega r_a)^4 \cdot L$  ist. Sowohl die Gesamtkosten als auch der Leistungsbedarf einer Gaszentrifuge steigen nur unwesentlich mit der Länge des Rotors. Wie Leistungsmessungen ergeben haben, wird die Antriebsleistung fast ausschließlich in den Trag-, Gleit- und Dämpflagern verbraucht, deren Zahl und Belastung nicht mit der Zylinderlänge zunimmt. Da außerdem die gesamten Reibungsverluste höchstens quadratisch, das Trennvermögen jedoch mit der vierten Potenz der Umfangsgeschwindigkeit ansteigt, kann man für die spezifischen Investierung und den spezifischen elektrischen Aufwand von Gaszentrifugen in erster Näherung setzen:

$$f = \text{const}/d \cdot L$$

$$f = \text{const}/d \cdot L \quad (15)$$

Bei einem Leistungsbedarf von 0,7 kW und einem Preis von 10000.- DM pro Zentrifuge werden die Aufwandgrößen für eine Zentrifuge mit der Zylinderlänge L ( $L_o = 0,635 \text{ m}$ )

$$f = f_o \cdot L_o/L = 4300/L \text{ kWh/kg U}$$

$$f = f_o \cdot L_o/L = 7000.-/L \text{ DM a/kg U}$$

Zur Zeit sind Zentrifugen mit den Zylinderlängen 1,2 m und 3,5 m im Bau. Für diese sind in Abbildung 26 die Aufwandgrößen angegeben und zum Vergleich diejenigen des Gasdiffusionsverfahrens hinzugefügt, soweit sie sich nach den bisher in der Literatur bekannten Angaben abschätzen lassen.



	Zentrifuge			Diffusion
$f \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{kg Uran}} \right]$	3580	1230	17000	9000
$f \left[ \frac{\text{DM a}}{\text{kg Uran}} \right]$	5900	2000	12800	2350
$L=1,2 \text{ m} \quad L=3,5 \text{ m}$ $\lambda_0=0,7 \text{ kW}; \gamma_0=10000 \text{ DM UZIIIB}$ $v_a = 300 \text{ m/sec}$				

A b b i l d u n g 26

Aufwandgrößen des Gaszentrifugen- und Gasdiffusionsverfahrens

### VII. DIE WEITERENTWICKLUNG DER GASZENTRIFUGEN

#### 1. Folgerungen aus der bisherigen experimentellen Arbeit an der Gaszentrifuge UZIIIB

Die in den Abschnitten V und VI beschriebenen experimentellen Arbeiten gaben wertvolle Hinweise für die Weiterentwicklung der Gaszentrifugen. Als besonders erstrebenswert erschienen die folgenden Verbesserungen:

- a) Die im Abschnitt VI behandelten Versuche erbrachten den experimentellen Nachweis für den bei einer inneren, axialen Gegenstromzirkulation von MARTIN und KUHN theoretisch behandeltem Multiplikationseffekt; in gleicher Weise ist auch die von den genannten Autoren angegebene Abhängigkeit dieses Effektes vom Verhältnis  $L/D$  des Rotors zu erwarten. Daher sollte dieses Verhältnis gesteigert werden, aber möglichst nicht auf Kosten des Durchmessers  $D$ .
- b) Für die Anordnung einer größeren Anzahl von Zentrifugen zur Anreicherung der Uranisotope in technischem Maßstab wird eine verlustlose Gasdichtung benötigt.
- c) Die Gasleitfähigkeit beider Gasableitungen der UZIIIB von zusammen etwa  $1,8 \cdot 10^{-12} \text{ (Mol.cm}^4 \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \mu\text{b}^2)$  müßte möglichst verzehnfacht werden, um die nach den neueren Versuchen zulässigen Durchsatzmengen entnehmen zu können, und zwar ist diese Forderung möglichst ohne Steigerung der Umfangsgeschwindigkeit der Lagerzapfen und ohne Mehraufwand an Antriebsleistung zu erfüllen.

Erklärung zu Abbildung 27

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <u>1. Obere Gaskammer</u>        | <u>8. Untere Gaskammer</u>              |
| 1.1 Grundkörper                  | 8.1 Grundkörper                         |
| 1.2 Labyrinthkörper              | 8.2 Labyrinthkörper                     |
| 1.3 Gaszuführungen               | 8.3 Gaszuführung                        |
| <u>2. Motorblock</u>             | <u>9. Ölkreislaufteile</u>              |
| 2.1 Motorgehäuse                 | 9.3 Untere Lagerkammer-Ölpumpe          |
| 2.4 Oberes Motorlager            | 9.4 Gehäuse-Ölpumpe                     |
| 2.6 Motorständer                 | 9.5 Reduzierventil                      |
| 2.7 Motorläufer                  | <u>10. Ölpumpenantrieb</u>              |
| 2.8 Lagerdeckel                  | 10.1 Motorgestell                       |
| 2.9 Unteres Motorlager           | 10.2 Getriebeteile                      |
| 2.10 Obere Temperierschlange     | 10.3 Ds.-Motor                          |
| 2.12 Führungsstäbe               | 10.4 Gl.-Motor                          |
| <u>3. Rotor</u>                  | <u>11. Zentrifugengestell</u>           |
| 3.2 Mantel                       | 11.4 Halteplatten für Gehäusemantel 5.1 |
| 3.3 Oberer Deckel mit Rohrwelle  | 11.5 Führungsschienen für Motor-        |
| 3.4 Unterer Deckel mit Rohrwelle | gestell 10.1                            |
| <u>4a. Dämpflager</u>            | <u>13. Schlupfmeßgerät</u>              |
| 4.1 Oberes Dämpflager            | 13.1 Schlupfgeber                       |
| 4.2 Unteres Dämpflager           | <u>14. Rundlaufmeßgerät</u>             |
| <u>5. Gehäuse</u>                | 14.1 Rundlaufgeber                      |
| 5.1 Mantel                       |   |
| 5.2 Führungshülsen               |   |
| <u>6. Panzer</u>                 |   |
| 6.1 Panzerkörper                 |   |
| 6.2 Wasseranschlußrohre          |   |
| <u>7. Gehäuseboden</u>           |   |
| 7.1 Grundplatte                  |   |
| 7.2 Lagerkörper                  |   |
| 7.4 Untere Temperierschlange     |   |
| 7.5 Rohrwellenlager              |   |

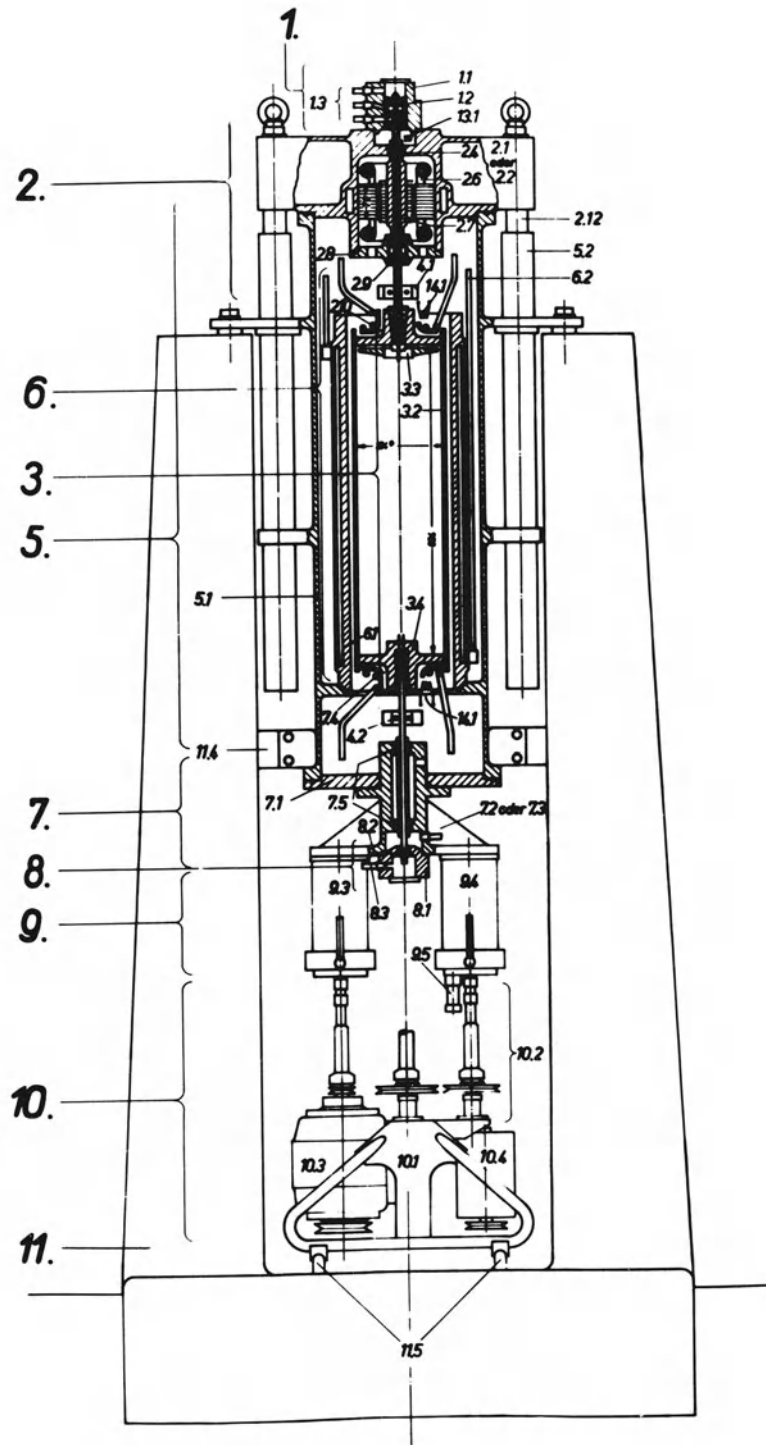


Abbildung 27  
Vertikalschnitt durch die Gaszentrifuge ZG3

- d) Durch Rotorunwucht erzeugte Vibrationen sollten trotz der nach c) notwendigen Vergrößerung des Lumens der Rohrwellen nicht auf die im Gehäuse gelagerten Teile der Rohrwellen übertragen werden, damit kein erhöhter Lagerverschleiß und keine Vibrationen der Rohrwellen in den Gasdichtungen eintritt.
- e) Die Dämpflager sollten unempfindlicher als bisher gegen Vibrationen bei unwuchtigen Rotoren sein und eine größere Betriebsdauer durchhalten.
- f) Zur Vereinfachung der Ölversorgung sollte künftig nur Öl ein und desselben Gasgehaltes zirkulieren. Ferner sollte der zur Dämpfung der Vertikalschwingung des rotierenden Systems vor das Kolbenspurlager 24 (S. Abb. 4 und S. Abb. 13) geschaltete Strömungswiderstand 69 wegfallen, um den durch ihn bedingten Leistungsaufwand an der Hochdruckölpumpe 63 zu sparen.
- g) Für den Aufbau von Kolonnen aus einer größeren Anzahl von Zentrifugen ist es nötig, den Bedarf an Grundfläche für die einzelnen Geräte samt Zubehör so klein wie möglich zu machen. Gleichzeitig sollen Montage und Demontage der Geräte einfach sein. Insbesondere muß man eine einzelne Zentrifuge aus der Kolonne herausnehmen können, ohne den Betrieb benachbarter Zentrifugen zu stören.
- h) Der Investierungs- und Betriebsaufwand, darunter vor allem die Antriebsleistung, sollen möglichst gesenkt werden.

## 2. Die Gaszentrifugen ZG3, ZG5

Aus den im INSTITUT FÜR INSTRUMENTENKUNDE IN DER MPG durchgeführten Konstruktionsarbeiten und Vorversuchen entstanden verbesserte Gaszentrifugen ZG3, ZG5, deren wichtigste Daten aufgezählt und an Hand einiger Bilder erläutert seien:

Abbildung 27 ist ein Vertikalschnitt der Zentrifuge. Das zylindrische Gehäuse 5.1 wird mit Wasserstoff von geringem Druck (3 - 10 Torr) gefüllt und enthält den Sicherheitszylinder 6. Dieser ist doppelwandig ausgeführt und kann von außen durch Einleiten von temperiertem Wasser auf einer bestimmten Temperatur gehalten werden, um den in diesem Zylinder rotierenden Rotor 3 auf einer gewünschten Temperatur zu halten. Der Spalt zwischen dem Sicherheitsmantel und dem Rotor ist ungefähr 4 mm, könnte aber

noch kleiner gemacht werden, da während des Betriebes der Zentrifuge keine größeren seitlichen Schwingungen des Rotors als 0,1 mm zu erwarten sind.

Das obere Ende des Gehäuses wird von der Motoreinheit 2 abgeschlossen, die zugleich die obere Gasdichtung 1.3 trägt.

Das untere Ende des Gehäuses ist durch den Deckel 7 mit einer zentralen Verlängerung für die unteren Lager der Rohrwellen des Rotors abgeschlossen und trägt die untere Gasdichtung.

Die neuen Zentrifugen können entweder mit kurzem Rotor von 600 mm innerer Länge oder mit langem Rotor von 1130 mm innerer Länge, beidemal von 185 mm Innendurchmesser, ausgestattet und mit einer inneren Umfangsgeschwindigkeit von 300 m/sec betrieben werden.

Das Lumen der Rohrwellen wurde auf 10 mm gesteigert und gestattet, zwei Austrittskanäle mit einer gesamten Gasleitungsfähigkeit von  $15 \cdot 10^{-12}$  ( $\text{Mol} \cdot \text{cm}^4 \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \mu\text{b}^2$ ) anzuordnen. Ferner können die Rohrwellen in verlustlosen Gasdichtungen betrieben werden, die mit einem Spezialöl gedichtet sind.

Um die an die Rohrwellen gestellten, sich widersprechenden Forderungen: hohe mechanische Elastizität und gute Durchlässigkeit für Gas, gleichzeitig zu erfüllen, wurde die in Abbildung 28 gezeigte Konstruktion entwickelt.

Das Gewicht des Rotors 1 wird von einem dünnen Rohr oder Stab 2 getragen, während die eigentliche Rohrwellen aus zwei getrenn-

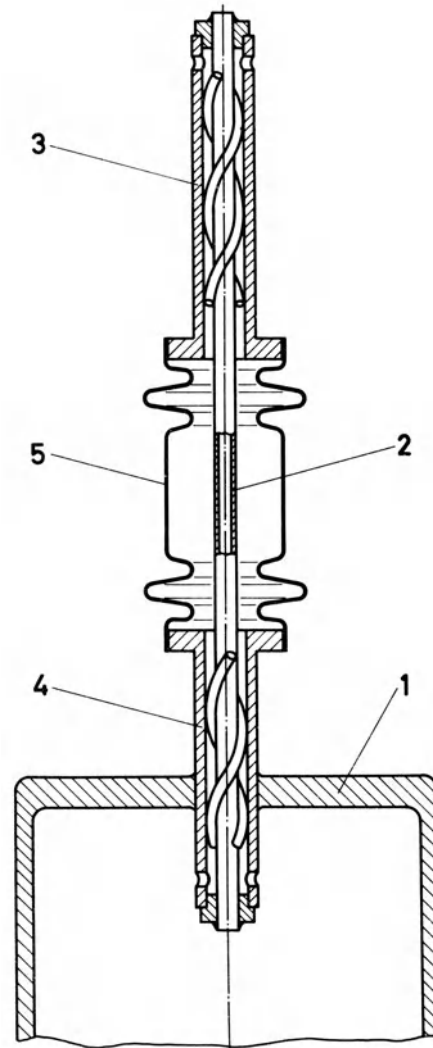
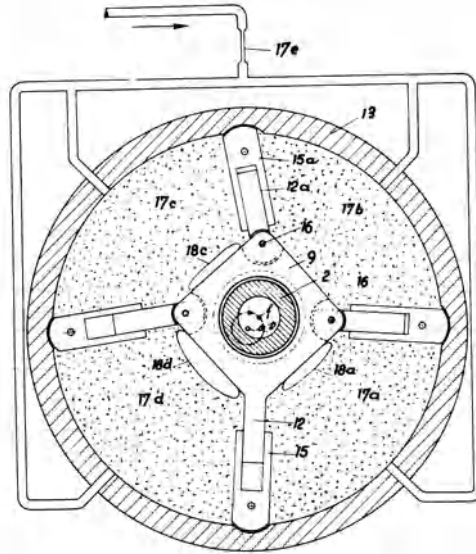


Abbildung 28  
Konstruktion der elastischen Rohrwellen-  
verbindung



A b b i l d u n g 29  
Dämpflager

ten Teilen 3 und 4 besteht, die durch einen dünnwandigen hochelastischen Metallfaltenbalg 5 miteinander verbunden sind. Durch die Vergrößerung des Lumens dieser Rohrwelle auf 10 mm konnte die gesamte Gasleitungsfähigkeit der beiden Austrittskanäle auf  $15 \cdot 10^{-12}$  ( $\text{Mol} \cdot \text{cm}^4 \cdot \text{sec}^{-1} / \mu\text{b}^2$ ) gesteigert werden.

Eine besonders wichtige Einzelheit der Gaszentrifuge sind die Dämpflager zur Unterdrückung von Präzessionen der Rotorachse. Die Dämpflager sollten den Präzessionen zwar ausreichende Kräfte entgegenstellen, Vibrationen des Rotors infolge einer etwa vorhandenen Unwucht aber möglichst wenig entgegenwirken, um unnötige Reibungsverluste und Verschleiß zu vermeiden.

In seinem Aufbau entspricht das Dämpflager der neuen Zentrifuge dem in Abbildung 7 gezeigten Dämpflager der Zentrifuge UZIIIB. Um aber besser, als es bei diesem Dämpflager möglich war, beide sich widersprechenden Forderungen zu erfüllen, wurde die in Abbildung 29 gezeigte partielle Ölfüllung angewandt.

2 ist die Rohrwelle, 9 eine horizontal bewegliche Lagerbuchse, die durch 4 Teleskopglieder mit der ringförmigen äußeren Wandung 13 verbunden sind. Von oben und unten sind 2 flache Deckel mit der Wandung 13 öldicht verschraubt. Auf diese Weise werden 4 getrennte mit Öl gefüllte

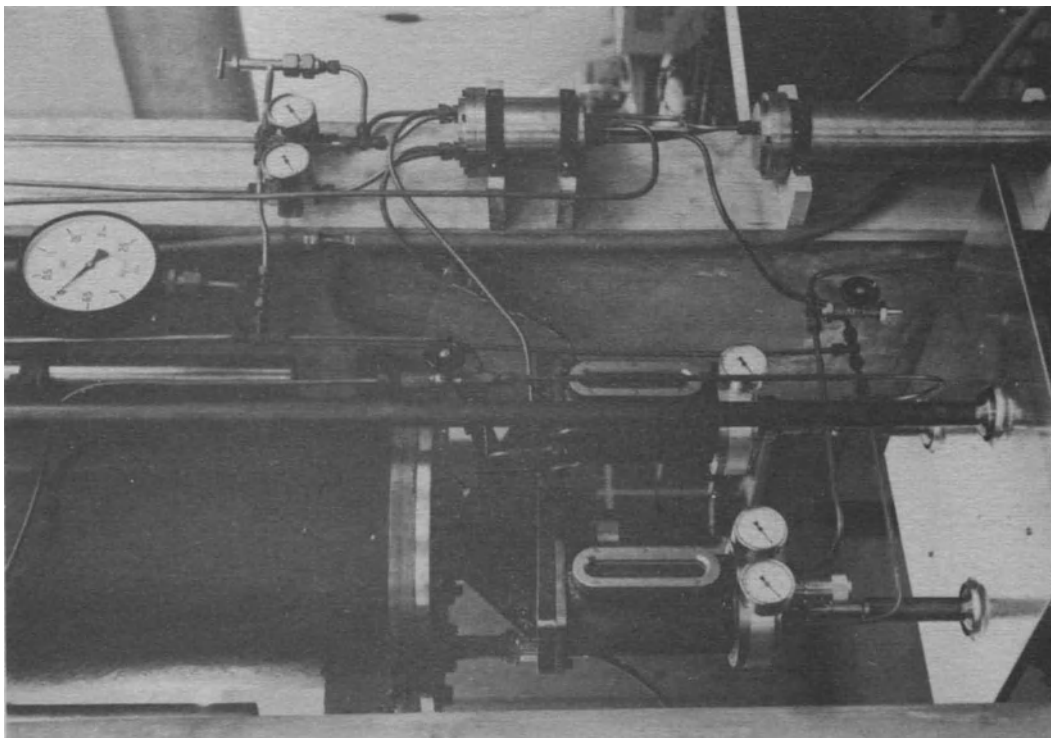
Kammern gebildet, durch eine Drossel 17b und ein Rohrsystem wird eine begrenzte Menge Öl in die genannten Kammern geleitet, die durch schmale Spalte zwischen der beweglichen Hülse 9 und den flachen Deckeln des Lagergehäuses wieder austritt. Da die Drossel 17e an das hohen Druck führende Ölversorgungssystem angeschlossen und ihr Strömungswiderstand im Verhältnis zum Strömungswiderstand der genannten Spalte so bemessen ist, daß sich im Innern der Ölkammern nicht mehr als etwa der zehnte Teil des Druckes der Ölversorgungsanlage einstellen kann, ist der Ölzustrom in das Lager ziemlich unabhängig von diesem in den Kammern herrschenden Gegendruck.

Wenn eine gewisse Unbalance des Rotors vorhanden ist, überträgt sie Druckvibrationen auf das Öl im Dämpflager. Diese Druckvibrationen beschleunigen den Ölaustritt durch die engen Spalte zwischen den Deckeln und der beweglichen Lagerhülse, bis sich, da der Ölzustrom praktisch konstant bleibt, im Öl Hohlräume bilden. Diese vergrößern sich, bis die Hülse 9 fast frei von Gegenwirkungen des Öles vibrieren kann.

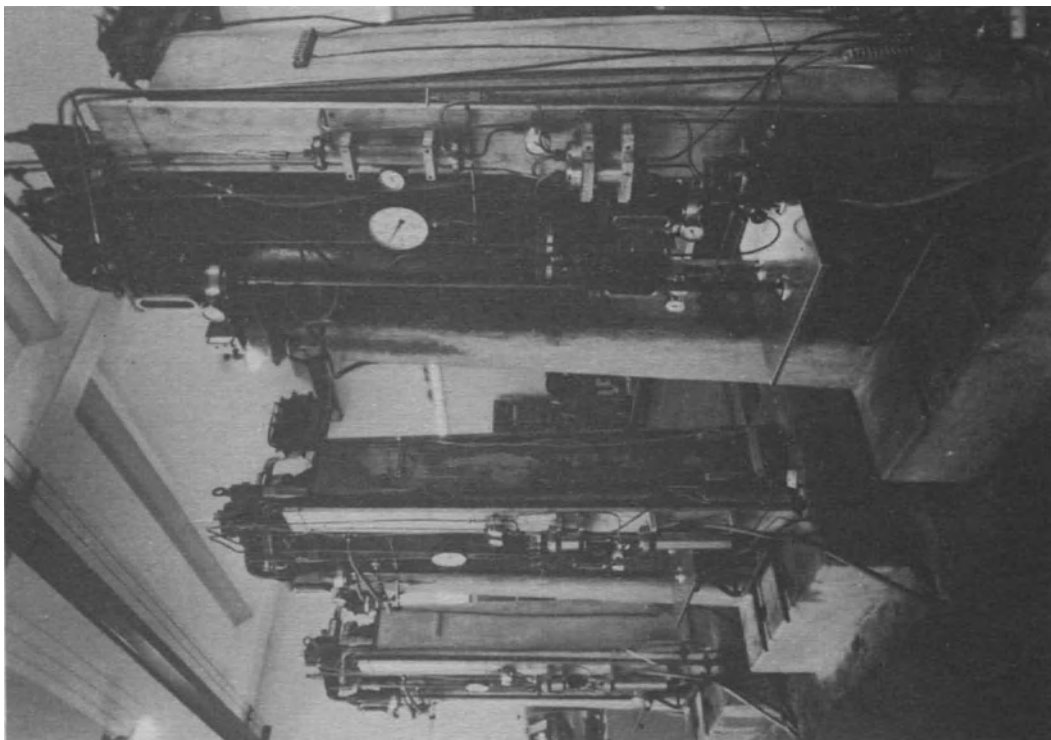
Die Einbeziehung des Motorinnenraumes in das mit Wasserstoff geringen Druckes gefüllte allgemeine Gehäuse der Zentrifuge hat zur Folge, daß überall Öl von gleichem Gasgehalt zirkuliert, was eine Vereinfachung der gesamten Ölversorgungsanlage zur Folge hat. Ferner werden Vertikal-schwingungen des rotierenden Systems nicht mehr durch die einen besonderen Leistungsaufwand an den Ölpumpen bedingende Drosselstelle vor dem Kolbenspurlager unterdrückt, sondern durch ein neues mit einem Stufenkolben versehenes Spurlager mit Dämpfkammer. In der Hochdruckleitung konnte der Öldruck von bisher 25 atü auf 9 atü für kurze, 12 atü für lange Rotoren gesenkt werden.

Abbildung 32 zeigt die Motoreinheit von oben. Links sieht man den Mittelfrequenz-Anpaßwandler, der die Spannungen der Mittelfrequenzanlage auf die Klemmenspannung des Motors von 30 V reduziert, um elektrische Überschläge im Innern des evakuierten Motorgehäuses zu vermeiden.

Der an den Primärklemmen des Anpaßwandlers gemessene mittelfrequente Leistungsaufwand ist 1,5 - 1,7 kW, kann aber durch Einbau kürzerer Lager im Bedarfsfall ohne weiteres auf 0,7 kW gesenkt werden.

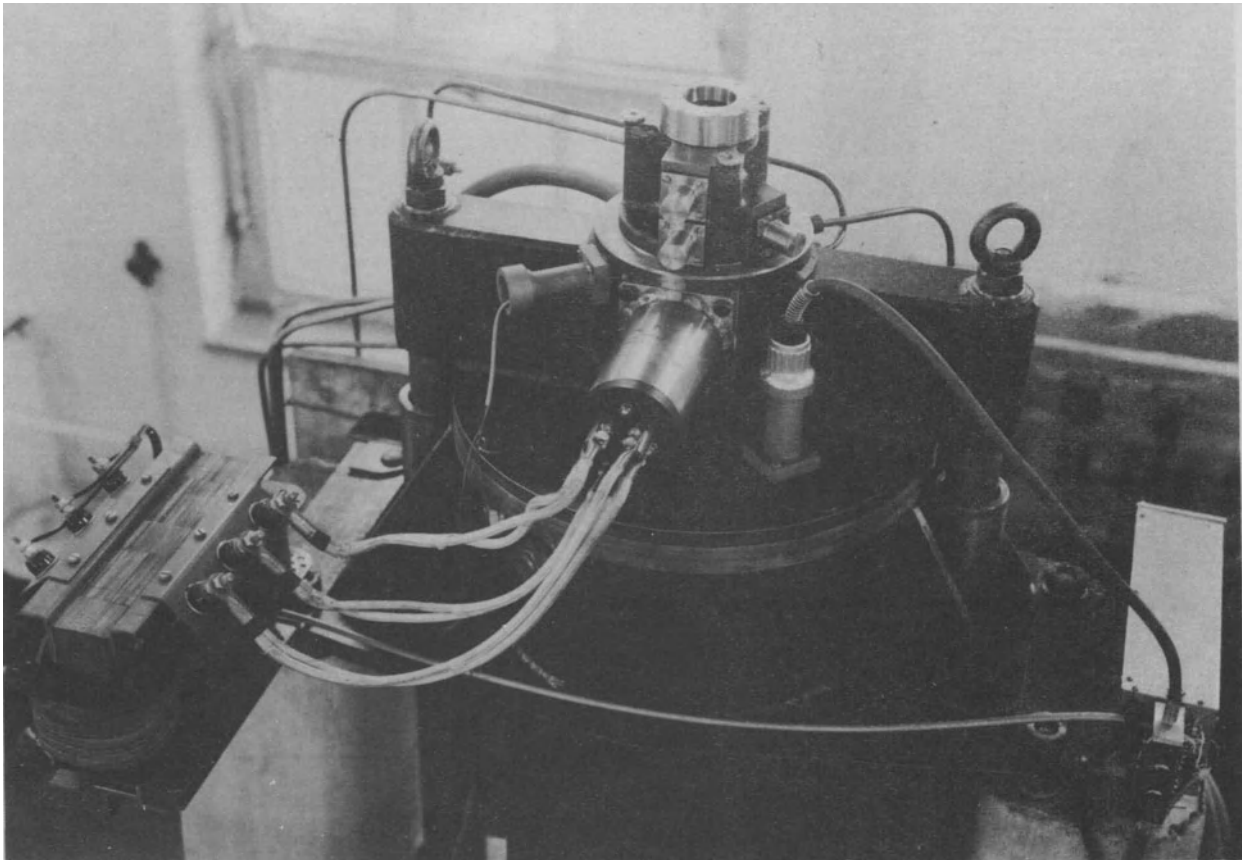


A b b i l d u n g 31  
Unteres Ende der Zentrifuge mit Bauteilen  
des Ölkreislaufes



A b b i l d u n g 30  
Gruppe von 3 Gaszentrifugen ZG3

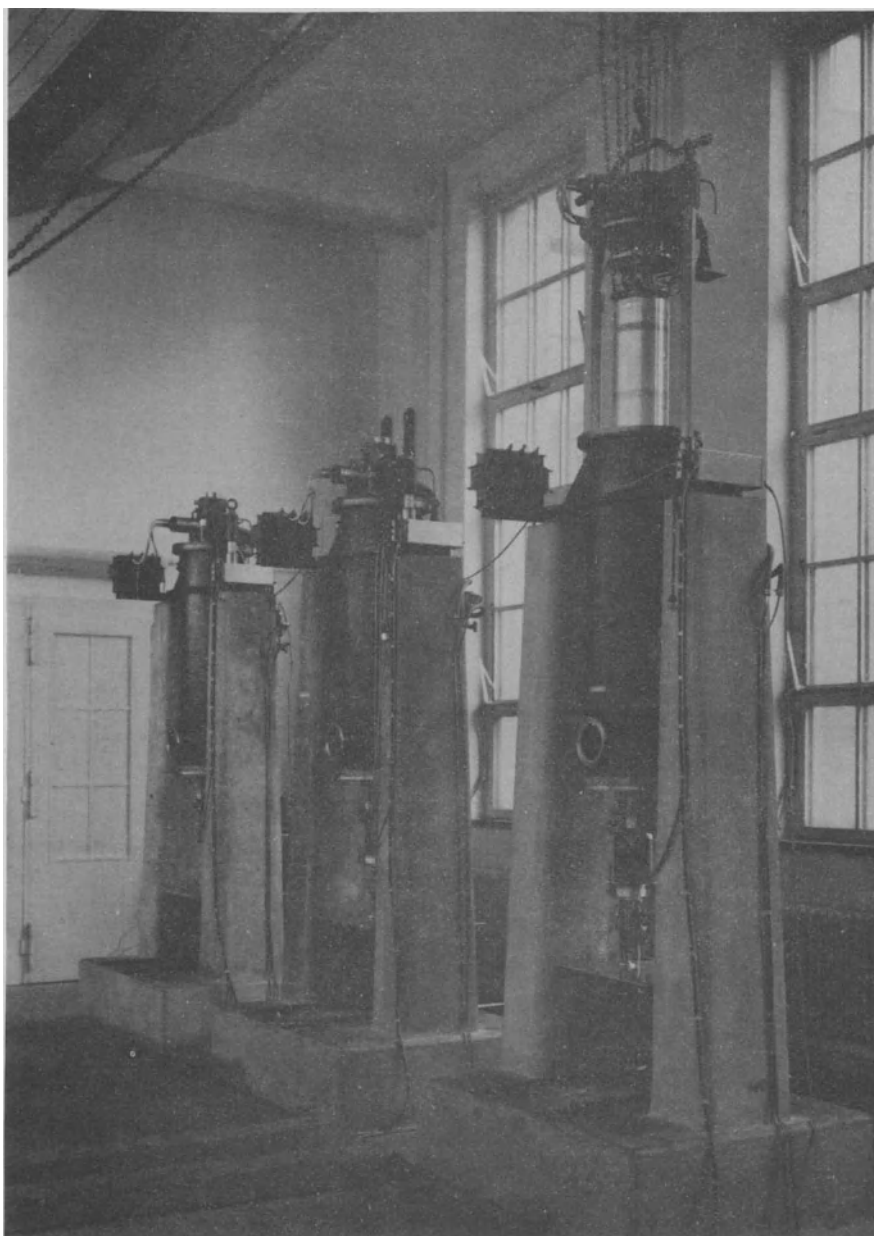




A b b i l d u n g 32

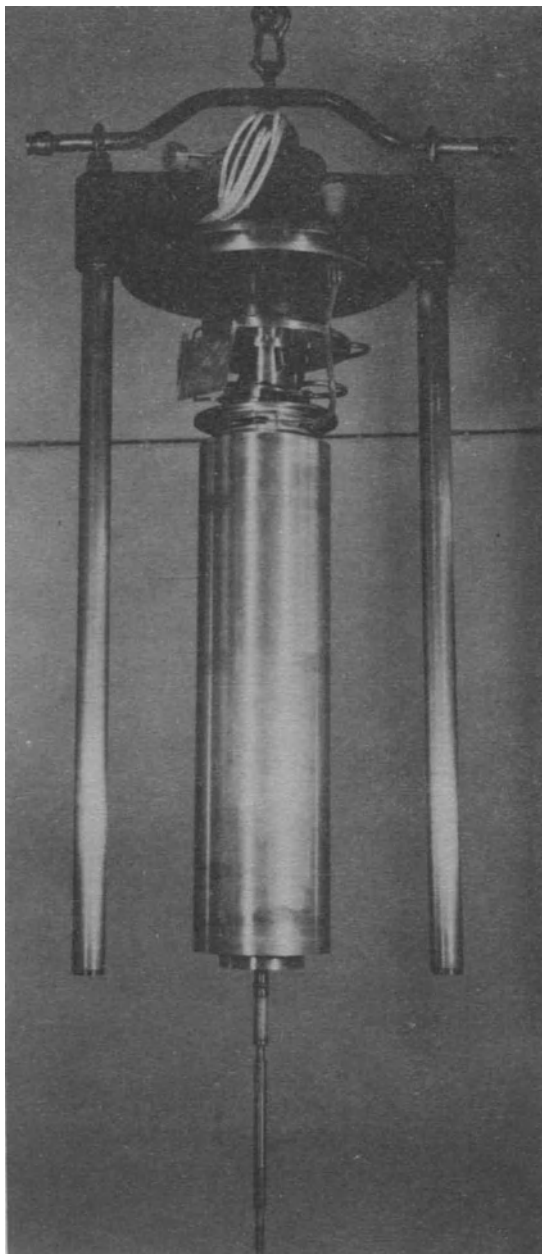
Antriebsmotor mit Mittelfrequenz - Anpaßwandler

Abbildung 35 ist eine schräg von unten gesehene Detailansicht der Motoreinheit nach Abnahme des Zentrifugenrotors. Sie zeigt das obere Dämpflager und die Temperiereinrichtung für den oberen Rotordeckel. Sie besteht aus einem einen zylinderförmigen Fortsatz des oberen Rotordeckels mit 3 mm Spiel umgebenden Kupferzylinder, der durch Wasser gekühlt oder erwärmt werden kann. In Ausnehmungen der inneren Fläche des Kupferzylinders sind von Hochfrequenz durchflossene Spulen eingebettet, die mit einer Brückenschaltung verbunden werden, um die Schwingungen des Rotors an einem Meßgerät der Bedienungsschalttafel jederzeit sichtbar zu machen. Wachsen die Schwingungen über ein bestimmtes Maß an, so wird ein Warnungssignal ausgelöst, im Bedarfsfalle auch der Antriebsmotor der Zentrifuge automatisch abgeschaltet.



A b b i l d u n g 33  
Zentrifugengruppe ZG3. Hochziehen der Motoreinheit  
mit anhängendem Rotor

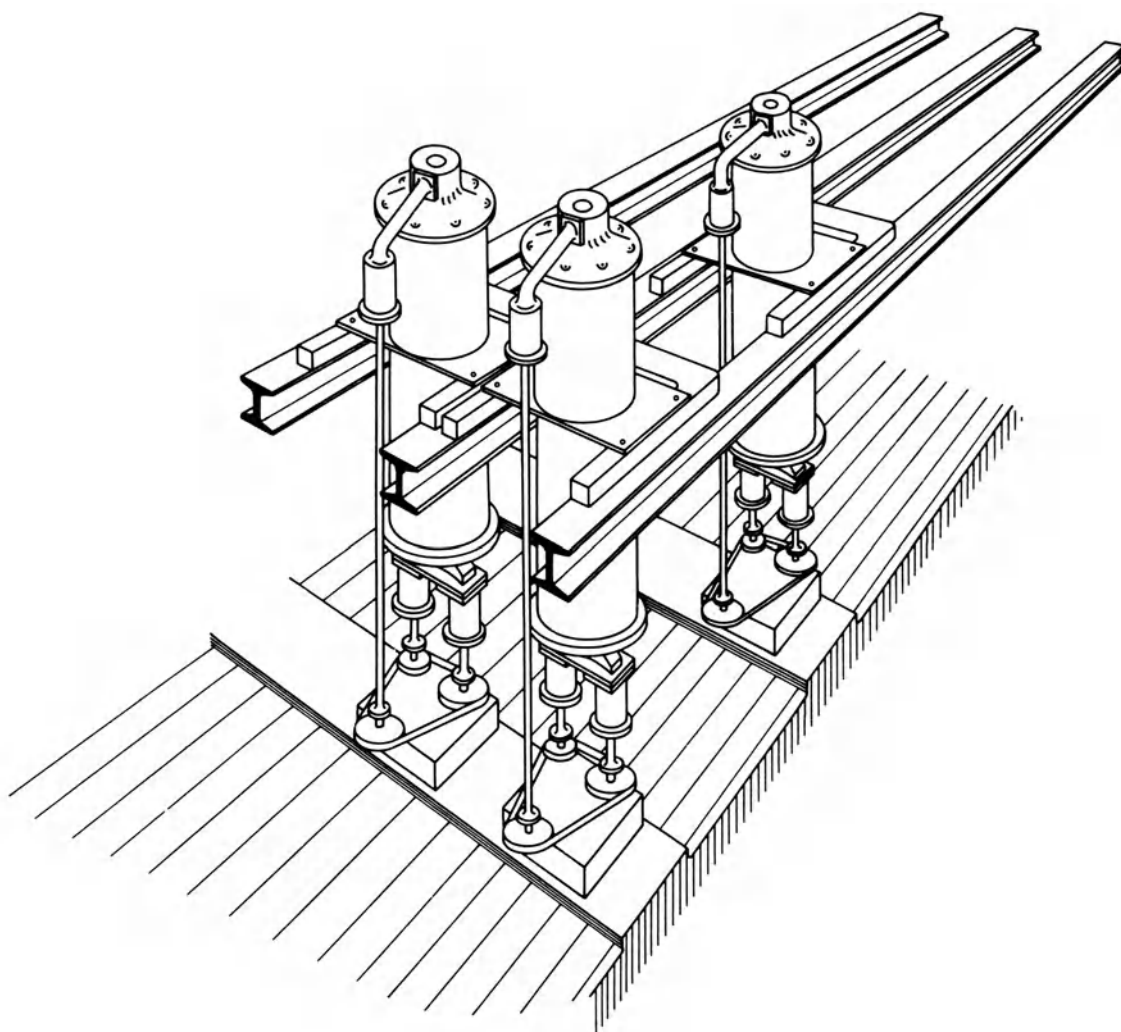
Abbildung 36 zeigt die Anordnung einer Gruppe von Zentrifugen auf einem Gitter aus I-Trägern. An Stelle einer solchen Stahlkonstruktion kann auch eine Betondecke verwendet werden, in der für jede Zentrifuge eine Öffnung ausgespart ist.



A b b i l d u n g 34  
Herausgezogene Motoreinheit mit anhängendem Rotor



A b b i l d u n g 35  
Motoreinheit nach Abnahme des Rotors  
schräg von unten gesehen



A b b i l d u n g 36  
Anordnung einer Gruppe von Zentrifugen  
auf einem Gitter aus I-Trägern

#### VIII. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

##### 1. Methoden zur Herstellung reinen Uranhexafluorids aus technischem $UF_6$

Für die Anreicherung des Uranisotopes U 235 mit Hilfe von Gaszentrifugen wird Uranhexafluorid von hohem Reinheitsgrad benötigt. Besonders empfindlich wird die massenspektrometrische Bestimmung des Isotopenverhältnisses durch Verunreinigungen des  $UF_6$  gestört [22].

Es steht ein technisches Uranhexafluorid zur Verfügung, welches aus Uran, einem Uranoxyd oder Urantetrafluorid unter Verwendung von elementarem

Fluor aus einer Fluorzelle dargestellt ist. Ein solches Rohprodukt enthält als Verunreinigungen Fluorwasserstoff, Siliciumtetrafluorid und evtl. etwas Tetrafluorkohlenstoff.

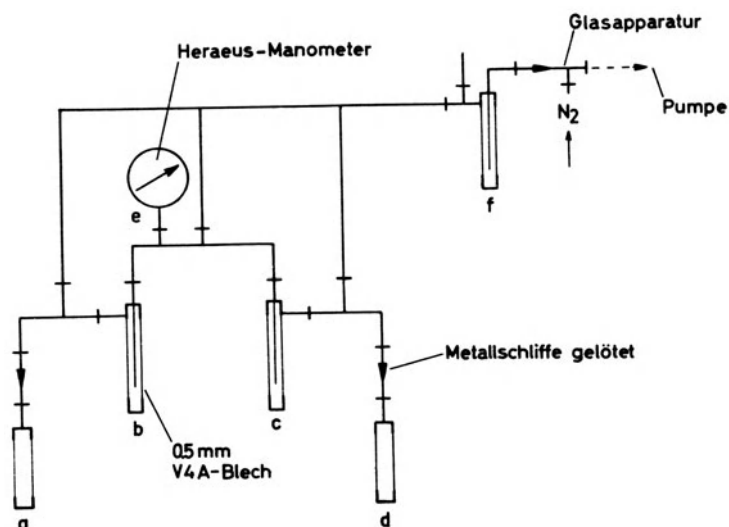
Für die Abtrennung dieser Verunreinigungen wurden die Umsublimation im Hochvakuum und die Rektifikation unter Druck erprobt.

### 1.1 Reinigung von Uranhexafluorid durch Umsublimation im Hochvakuum

Durch Sublimation im Hochvakuum lassen sich die bei der  $UF_6$ -Herstellung leicht entstehenden Verunreinigungen  $SiF_4$  und  $HF$ , die flüchtiger sind als  $UF_6$ , weitgehend aus dem  $UF_6$  entfernen. Durch zweimaliges Umsublimieren eines  $UF_6$ -Rohproduktes, dessen Dampfdruck bei  $0^\circ C$  38 Torr betrug, konnte ein  $UF_6$  mit einem Dampfdruck von 17,6 Torr bei  $0^\circ C$  erhalten werden. Für den Dampfdruck des reinen  $UF_6$  werden die Werte von 20 Torr bis 16,9 Torr bei  $0^\circ C$  angegeben [23]. In  $UF_6$  ergibt 1 Molprozent  $HF$  eine Dampfdruckerhöhung von 12 Torr bei  $0^\circ C$  [24].

Die verwendete Apparatur nach Abbildung 37 ermöglicht die Umsublimation von verunreinigtem  $UF_6$ , während gleichzeitig eine Hochvakuumpumpe die leichter flüchtigen Verunreinigungen absaugt. Das rohe  $UF_6$  wird zunächst aus dem Ansatzgefäß a in die Kühlfalle b sublimiert und kann dann durch mehrfaches Umsublimieren von Falle b in Falle c und umgekehrt gereinigt werden. Zum Abfüllen des gereinigten Produktes dient das Ansatzgefäß d. Die Auffängerkühlfalle wird während des Umsublimierens mit einer Methanol - Trockeneis - Mischung gekühlt, die Kühlfalle mit dem zu reinigenden  $UF_6$  wird auf  $-50^\circ C$  ( $UF_6$ -Dampfdruck bei  $-50^\circ C$  etwa 0,1 Torr) gehalten. Hierfür wurde ein in Abbildung 38 gezeigter einfacher Thermostat aus Aluminium verwendet, dessen unteres Ende mit der Trockeneismischung gekühlt wird. Bei guter Wärmeisolation ermöglicht diese Vorrichtung, eine Temperatur von  $-50^\circ C \pm 5^\circ C$  über viele Stunden aufrechtzuerhalten. Die Messung des Dampfdruckes und die Prüfung, ob ein Gefäß  $UF_6$  enthält oder leer ist, ermöglicht das Membranmanometer e, das mit jedem einzelnen Gefäß über das Vakuumleitungssystem verbunden werden kann.

Alle mit dem  $UF_6$  in Berührung kommenden Teile der Apparatur sind aus Kupfer bzw. V4A-Stahl hergestellt. Als Absperrhähne dienen Membranventile. Die Ansatzgefäße und Kühlfallen sind aus dünnem V4A-Blech hergestellt, deren Verbrauch an Kühlmitteln nicht wesentlich höher als bei



A b b i l d u n g 37  
Umsublimiereinrichtung für  $UF_6$

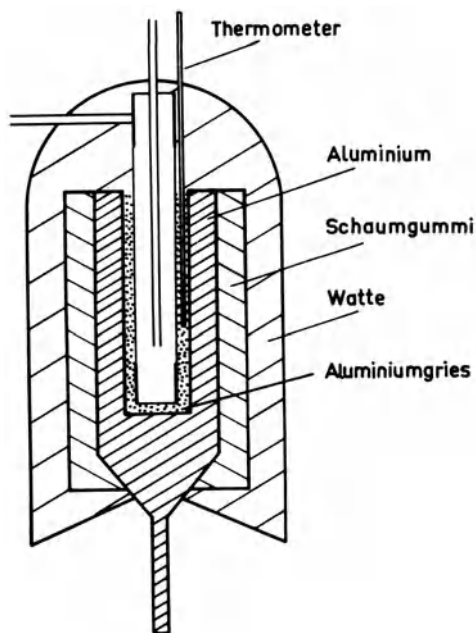
Kühlfallen aus Glas ist. Für die Ansatzgefäße sind Metallschliffverbindungen gewählt worden. Die Schliffe wurden zusammengesteckt und außen zusammengelötet.

Mit der Apparatur konnten 200 g  $UF_6$  in etwa 70 Stunden einmal umsublimiert werden. Das gereinigte Produkt hatte danach einen Dampfdruck von 18,3 Torr bei  $0^\circ C$ , während das rohe  $UF_6$  bei  $0^\circ C$  einen Dampfdruck von 38 Torr aufwies.

### 1.2 Rektifikation von Uranhexafluorid unter Druck

Der Tripelpunkt des  $UF_6$  liegt nach neuesten Angaben bei  $64,02^\circ C$  und 1137 mm Hg [25].

Für die Reinigung durch Rektifikation in diskontinuierlichem Betrieb wurde daher die in Abbildung 39 schematisch gezeigte Apparatur gebaut. Sie besteht aus Edelstahl und ist hochvakuumdicht und druckfest. Die Rektifikation wird mit Hilfe einer Füllkörperkolonne ausgeführt. Als Füllkörper dienen Maschendrahringe aus Edelstahl. Während der Rektifikation kann durch Entnahme einer kleinen Gasprobe in kurzer Zeit die Reinheit des übergehenden Produktes mittels Dampfdruckmessung festgestellt werden. Außerdem wurde die Apparatur so eingerichtet, daß es möglich ist, mit ihr über ein Verfahren zur Herstellung von  $UF_6$  aus Uran und Chlortrifluorid bei tiefer Temperatur experimentelle Unterlagen zu gewinnen [26].



A b b i l d u n g 38  
Temperierblock aus Aluminium

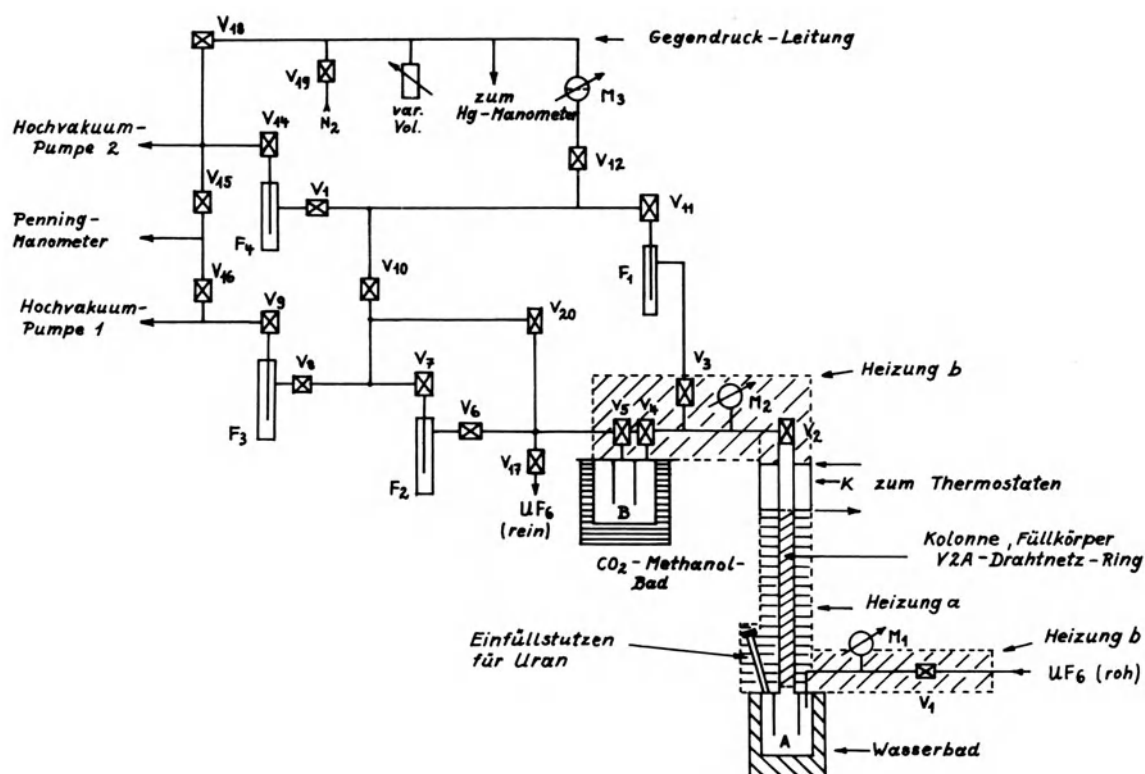
Für die Druckapparatur wurden gegen elementares Fluor beständige Manometer konstruiert, deren Bauelemente aus Edelstahl bestehen, soweit sie mit dem aggressiven Gasgemisch in Berührung kommen.

#### 1.21 Werkstoffe der Bauelemente und Einzelheiten der Apparatur

Die Rektifikationssäule selbst, die Gefäße A und B sowie die Ventile  $V_1$  bis  $V_5$  und die Manometer  $M_1$  und  $M_2$ , d.h. alle geheizten und unter Druck stehenden Teile der Apparatur, sind aus Edelstahl hergestellt und verschweißt. Für den Bau aller übrigen Apparaturteile, d.h. der Dampfdruckmeßeinrichtung, Vakuumversorgung und Abfülleinrichtung wurden neben Edelstahl auch Kupfer und Messing für Leitungen und Ventile verwendet. Die Ventile  $V_6 - V_{20}$  sind packungslose und hochvakuumdichte Messingventile.

Der schräg gestrichelte, mit Heizung b bezeichnete Teil der Rektifikationsapparatur wird elektrisch auf etwa  $90^{\circ}\text{C}$  geheizt. Der Bereich Heizung a, d.h. die Kolonne, ist mit Füllkörpern aus Edelstahlmaschendraht gefüllt und wird auf etwa  $70^{\circ}\text{C}$  geheizt. An den Ventilen  $V_1 - V_5$ , den Manometern  $M_1$  und  $M_2$  sowie an drei Stellen entlang der Kolonne kann die Temperatur durch Thermoelemente gemessen werden. Die Thermoelemente bestehen aus Konstantandrähten, die unmittelbar an die Edelstahlapparatur angeschweißt sind.





A b b i l d u n g 39

Apparatur zur Rektifikation von Uranhexafluorid

Die Blase A und das Auffanggefäß B sind durch eingeschweißte Rohre als Kühlfallen ausgebildet, so daß es möglich ist, während des Einkondensierens von  $UF_6$  permanente Gase abzupumpen. Der Einfüllstutzen am Gefäß A ist mit einem Bindflansch verschlossen und dient zum Beschicken der Apparatur mit metallischem Uran, wenn  $UF_6$  aus Uran, Chlortrifluorid und Fluorwasserstoff hergestellt werden soll.

Der Kondensator K besteht aus einer Verlängerung des Kolonnenrohres, die Wandstärke des V2A-Rohres beträgt hier nur 0,4 mm; Auf das V2A ist außen ein Kupferblock aufgepreßt, der mit Hilfe eines üblichen Umlauf-Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten wird.

Auf die nicht zur Druckapparatur gehörenden Einrichtungen wird in Abschnitt 1.22 näher eingegangen.

### 1.22 Arbeitsweise der Apparatur

Zunächst wird die gesamte Apparatur evakuiert ( $p < 10^{-5}$  Torr).

Die Beschickung der Apparatur mit technischem  $UF_6$  erfolgt in der Regel

über das Ventil  $V_1$ . Dann wird eine Probe des technischen  $UF_6$  in die Falle  $F_1$  kondensiert und der Dampfdruck bei  $0^\circ C$  mit dem Manometer  $M_3$  gemessen. Wenn das technische Produkt schon gut vorgereinigt (rektifiziert) ist, hat es bei  $0^\circ C$  einen Dampfdruck unter 18,5 Torr. In diesem Falle kann man das Einkondensieren vornehmen, ohne permanente Gase abzupumpen. Das Ventil  $V_2$  bleibt also geschlossen, wobei das Vorratsgefäß des technischen  $UF_6$  auf Zimmertemperatur gehalten wird, während die Blase A mit Eiswasser oder Methanol - Trockeneis - Mischung gekühlt wird.

Es sind aber auch Roh - Chargen verarbeitet worden, deren Dampfdruck bei  $0^\circ C$  55 Torr, bei einer Charge sogar  $\sim 300$  Torr betrug. Unter solchen Umständen empfiehlt es sich, während des Einkondensierens bei geöffneten Ventilen  $V_{1,2,4,5,6,7,8,9}$  unter Kühlung der Gefäße A, B und  $F_2$  mit Methanol - Trockeneis - Mischung und der Falle  $F_3$  mit flüssiger Luft mit der Hochvakuumpumpe 2 die meist im festen Rohprodukt gelösten permanenten Gase abzusaugen. Das während dieser Operation in kleiner Menge in Gefäß B und  $F_2$  kondensierende  $UF_6$  wird schließlich nach Gefäß A im abgeschlossenen System zurücksублиmiert.

Das Einfüllen des Rohproduktes ist auch über das Ventil  $V_{17}$  möglich; man sammelt dann zweckmäßig durch Kühlung des Gefäßes B mit Methanol - Trockeneismischung (bei gut vorgereinigten  $UF_6$ -Chargen mit Eiswasser) das Rohprodukt in B, um es bei höherer Temperatur unter Druck ins Gefäß A zu destillieren. Wenn das Gefäß A mit technischem  $UF_6$  gefüllt ist, wird am besten unter folgenden Bedingungen gearbeitet:

Zu heizende Teile	Temperatur ( $^\circ C$ )
Kolonnen: Heizung a	etwa 70
Heizung b	" 80 - 90
Kondensator	" 70
Gefäß A	" 80 - 90
Gefäß B	" 64

Der den Kondensator versorgende Thermostat wird auf eine Temperatur nahe dem Tripelpunkt des  $UF_6$  ( $64,05^\circ C$ ) gebracht. Im allgemeinen wurde er bei  $68^\circ C$  betrieben. Das Wasserbad unter A sollte dann eine Temperatur von etwa  $80 - 90^\circ C$  haben. Die Ventile  $V_{2,3,4}$  sind geschlossen,  $V_{5,6,7,8,9}$  geöffnet, die Hochvakuumpumpe 2 angeschlossen.

In der Kolonne siedet  $\text{UF}_6$  bei totalem Rücklauf. Der Druck am Manometer  $M_1$  ist bei gut vorgereinigtem Rohprodukt unter diesen Bedingungen in der Gegend von 2 at, bei stark mit leicht flüchtigen Stoffen ( $\text{HF}$ ,  $\text{SiF}_4$ ) verunreinigtem  $\text{UF}_6$  bis zu 6 at und darüber.

Die Falle  $F_2$  wird mit Methanol - Trockeneis - Mischung, die Falle  $F_3$  mit flüssiger Luft gekühlt. Nun wird das Ventil  $V_2$  langsam geöffnet. Je nach Menge der leicht flüchtigen Verunreinigungen wird ein mehr oder weniger großer Vorlauf in der Falle  $F_2$  gesammelt. Der Falle  $F_2$  sind noch zwei weitere in der Abbildung 39 nicht dargestellte Kühlfallen parallel geschaltet, so daß ohne Unterbrechung verschieden stark verunreinigte Vorläufe entnommen werden können. Bei stark verunreinigtem Rohprodukt setzt die Kondensation am Kondensator erst ein, nachdem der Druck (Manometer  $M_1$ ) durch Abzug der Hauptmenge permanenter Gase in die Nähe des Dampfdruckes von  $\text{UF}_6$  bzw. von Mischungen von  $\text{UF}_6$  und  $\text{HF}$  gekommen ist. Während der Rektifikation kann ohne Unterbrechung über das Ventil  $V_3$  Gas zur Dampfdruckmessung in der Falle  $F_1$  entnommen werden. Die Menge des in der Zeiteinheit abgezogenen Gases läßt sich aus dem Druckanstieg am Manometer  $M_2$  bei geschlossenen Ventilen  $V_3$  und  $V_4$  oder auch bei geschlossenen Ventilen  $V_3$  und  $V_5$  und geöffnetem Ventil  $V_4$  errechnen. Der Rücklauf errechnet sich aus der in der Zeiteinheit abgegebenen Wärmemenge am Kondensator.

Die Schaltzeiten eines üblichen Thermostaten verändern sich, sobald der Thermostat durch die abgegebene Kondensationswärme zusätzlich geheizt wird. Bei bekannter Leistungsaufnahme im Leerlauf, d.h. ohne Kondensation von  $\text{UF}_6$ , läßt sich der Rücklauf ausrechnen. Während des Abzuges des Vorlaufes wird über die Ventile  $V_{4,5,6,7,8,9}$  dauernd mit der Hochvakuum-pumpe abgepumpt. Sobald der Dampfdruck des übergehenden Produkts bei  $0^\circ\text{C}$  16,9 - 17,0 Torr erreicht hat, geht reines  $\text{FU}_6$  über. Man kann dann das Verhältnis von Abzug zu Rücklauf, das während des Abdestillierens des Vorlaufes etwa 1 : 10 gewählt wird, stark zugunsten des Abzugs verändern, etwa auf 1 : 1 einstellen. Zur genauen Dampfdruckmessung schaltet man das Manometer  $M_3$  als Differenzmanometer und liest den Gegendruck, der mit trockenem  $\text{N}_2$  hergestellt wird, mit einem Kathetometer am Hg-Manometer ab. Die Messung von Dampfdrücken einer Mischung von 98 Formel-%  $\text{UF}_6$  und 2 Formel-% ( $\text{HF}$ ) ergaben einen Dampfdruck von 18,0 Torr bei  $0^\circ\text{C}$ , während für reinstes  $\text{UF}_6$  ein Dampfdruck von 16,9 Torr gemessen wurde. Der zur Mischung verwendete Fluorwasserstoff stand bei der Her-

stellung der Mischung unter einem Druck von 1 Torr bei 20°C. Unter diesen Bedingungen dürfte der Assoziationsgrad nahezu 1 sein. Da er jedoch nicht genau bekannt war, wurden Formelprozente, Druck und Temperatur angegeben.

Während die Hauptmenge UF<sub>6</sub> als reine Substanz übergeht, wird Gefäß B mit Methanol - Trockeneis - Mischung gekühlt und über Ventil V<sub>4,5,6,7,8,9</sub> dauernd mit der Hochvakuumpumpe 2 gepumpt. Mit der Hochvakuumpumpe 1 kann das Dampfdruck-Meßsystem gepumpt werden. Nach beendeter Rektifikation wird schließlich das reine UF<sub>6</sub> aus Gefäß B in ein Abfüllgefäß über Ventil V<sub>17</sub> abgefüllt. Der im allgemeinen der Menge nach sehr geringe Vorlauf in Falle F<sub>2</sub> wird bei der nächsten Charge mit verarbeitet.

### 1.23 Ergebnisse des Verfahrens

In einer hochvakuumdichten Druckapparatur wurde aus rohem technischem UF<sub>6</sub> mit Hilfe einer Füllkörperkolonne, die mit hochwirksamen Füllkörpern aus V2A - Maschendraht gefüllt ist, UF<sub>6</sub> in sehr großer Reinheit und mit ausgezeichneter Ausbeute von über 99 % UF<sub>6</sub> zur Verwendung in Gaszentrifugen rektifiziert. Zur Reinheitskontrolle wurde die Dampfdruckmessung bei 0°C verwendet. Für reinstes FU<sub>6</sub> wurden Dampfdrucke von 16,9 bis 17,0 Torr bei 0°C gemessen.

Da das zuerst übergehende, für die Entfernung der üblichen Verunreinigung (HF)<sub>x</sub> wichtige azetrope Gemenge sehr reich an (HF)<sub>x</sub> ist (ca. 80 Formel-% (HF)<sub>x</sub>) [27], treten bei der Rektifikation nur kleine Mengen leicht flüchtigen Vorlaufes auf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Rektifikation bei Temperaturen oberhalb des Tripelpunktes des UF<sub>6</sub> in guter Ausbeute und mit großem Durchsatz reines UF<sub>6</sub> herzustellen gestattet. Entscheidend bei der praktischen Durchführung ist, daß die verwendete Apparatur hochvakuumdicht ist, und jeder ihrer Teile, der neu zur Aufnahme des zu reinigenden Gases verwendet wird, vorher evakuiert und mit UF<sub>6</sub> vorbehandelt wird.

## 2. Perfluorierung des Schmieröls Necton - 45 (Esso)

In einem Bericht von Louis SPIEGEL [28] finden sich Angaben über perfluorierte Öle, die aus dem Schmieröl Necton - 45 der Standard Oil durch Fluorierung mit CoF<sub>3</sub> in der Gasphase gewonnen worden sind. Aus dem Rohprodukt sollen Fraktionen mit Siedetemperaturen (bei 10 Torr) um 140°C

hergestellt worden sein, die bei einer Zähigkeit von 50 bis 100 cP eine sehr geringe Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit aufweisen sollen. (Die Angaben beziehen sich auf das Temperaturgebiet zwischen 38°C und 100°C). Die Dampfdrucke dieser Öle sollen bei 60°C um 0,01 Torr liegen. Tiefer als 140°C (bei 10 Torr) siedende Fraktionen sollen bei steigender Temperatur zäher werden, wie man dem Diagramm 30.11 des Berichtes entnehmen kann.

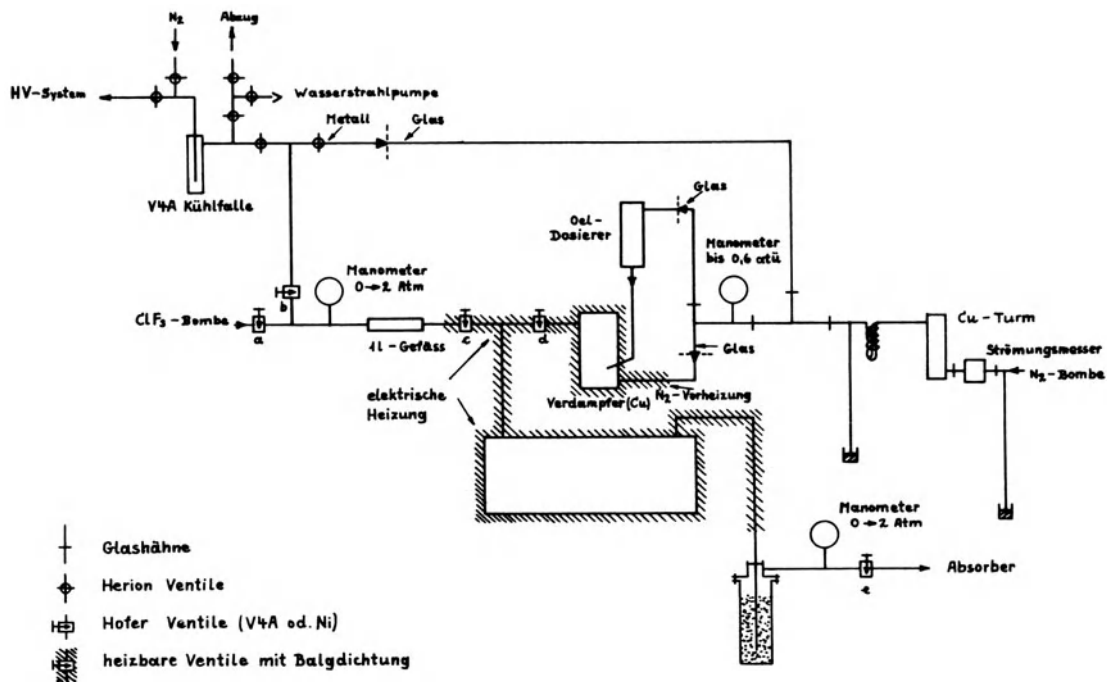


Abbildung 40  
 Apparatur zur Fluorierung von Schmierölen mit  
 $\text{CoF}_3$  in der Gasphase

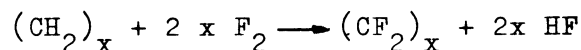
Es wurden Versuche angestellt, Perfluorkohlenstofföle mit diesen Eigenschaften aus dem heute käuflichen Necton - 45 der Standard Oil (Esso) durch Fluorierung mit  $\text{CoF}_3$  in der Gasphase zu gewinnen. Abbildung 40 zeigt die verwendete Apparatur. In dem Reaktionsrohr aus rostfreiem Stahl (Länge 1000 mm; lichte Weite 80 mm) befinden sich 1,5 kg  $\text{CoF}_3$  auf V4A - Stahlwolle verteilt. Über die heizbaren Ventile c und d kann das Reaktionsrohr wahlweise mit dem Ölverdampfer zur Fluorierung von Öl oder mit der  $\text{ClF}_3$ -Bombe zur Regenerierung des  $\text{CoF}_3$  verbunden werden. Der Öldampf wird mit einem Strom sauerstofffreien Stickstoffs über das  $\text{CoF}_3$  getrieben. Die austretenden Gase strömen durch eine mit Kupferspänen ge-

füllte Ausfrierfalle, in der das fluoriierte Öl festgehalten werden kann, einen mit NaCl gefüllten Turm aus Eisen und eine Natronlauge-Absorptionsflasche in den Abzugsschacht. Mit dem NaCl soll während der Regeneration der  $\text{CoF}_3$ -Füllung austretendes  $\text{ClF}$  und  $\text{ClF}_3$  zu  $\text{Cl}_2$  abreagieren. Die Temperaturen der geheizten Teile, Verdampfer, Verbindungsrohr, Ventile und Reaktionsrohr, werden durch Thermoelemente- Ni/Cr-Ni - kontrolliert.

Alle mit  $\text{ClF}_3$  in Berührung kommenden Teile sind aus rostfreiem Stahl oder Nickel angefertigt.

### 2.1 Durchführung und Ergebnisse der Fluorierungsversuche

Die Brutto-Reaktionsgleichung lautet:



In 1,5 kg  $\text{CoF}_3$  sind 245 g freies Fluor enthalten (optimal), damit könnten 40 g  $(\text{CH}_2)_x$  zu 160 g  $(\text{CF}_2)_x$  reagieren. Bei den Versuchen wurden jeweils 10 g Öl eingesetzt, da erstens nicht mit einer vollständigen Fluorierung des Co-Salzes zu  $\text{CoF}_3$  gerechnet werden kann, zweitens mit steigender Erschöpfung des  $\text{CoF}_3$ -Inhaltes der Fluorinhalt des Produktes abnehmen kann, und weil außerdem in dem Reaktor, der nicht mit einem Rührer für das Salz versehen ist, nur ein Teil des  $\text{CoF}_3$  für die Fluorierungsreaktion ausgenutzt werden kann. Mehrere Fluorierungsversuche wurden bei folgenden Bedingungen durchgeführt:

Verdampfertemperatur	Boden : 400° C
	Kopf : 320° C
Temperaturen der Ventile und Zuleitungen	: 320° C
Reaktionsrohr	Eingang : 320° C
	Mitte : 340° C
	Ende : 360° C
Einsatz an Öl	: 10 g
Ölzulauf	: 1 Tropfen in 15 sec. (etwa 0,2 cm <sup>3</sup> /min)
Stickstoffstrom	: 0,5 l/min

Die durchschnittliche Ausbeute an Rohprodukt war 2,8 g ~ 7 % der Theorie. Das Öl enthielt durchschnittlich 0,36 % Rest - Wasserstoff.

Eine Fraktionierung der Ausbeute aus 5 Herstellungsgängen bei einem Druck von 10 Torr ergab:

	Siedepunkt bei 10 Torr in (°C)	Anteil der Gesamtmenge
1. Fraktion	100 - 115°C	16 %
2. Fraktion	115 - 125°C	16 %
3. Fraktion	125 - 145°C	16 %
4. Fraktion	145 - 170°C	17 %
5. Fraktion	170 - 210°C	22 %
6. Fraktion	über 210°C	13 %
(175 → 220°C bei 1 Torr)		

Die Fraktionen 1 bis 4 waren bei Zimmertemperatur flüssig, die höher siedenden Fraktionen waren wachsartig.

Es wurden zusätzliche Versuche angestellt, den Restgehalt des fluorierten Öls an Wasserstoff bei einmaliger Fluorierung noch weiter herabzusetzen. Bei einem Stickstoffstrom von 250 cm<sup>3</sup>/min, einem Ölzulauf von 0,1 cm<sup>3</sup>/min und einer Temperatur von 400°C am Ausgang des Reaktors wurde schließlich durch einmalige Fluorierung ein Produkt folgender Zusammensetzung erhalten: 26,75 % C; 0,13 % H; 73,12 % F.

## 2.2 Viskositätsmessungen

Die Temperaturabhängigkeit der dynamischen Viskositäten der verschiedenen Perfluorkohlenstofföl-Fraktionen ist in den Abbildungen 41 und 42 dargestellt. Zum Vergleich ist die dynamische Viskosität des zur Schmierung einer Gaszentrifuge verwendeten Mineral-Schmieröls Shell V 78/30 eingezeichnet.

Die Messungen erfolgten nach der Mikromethode von CANNON und FENSCKE [29].

Es hat sich für die Viskositätsmessung an Perfluorkohlenstoffölen als vorteilhaft erwiesen, auch den U-Bogen des CANNON-FENSCKE-Mikroviskosimeters als Kapillare auszuführen.

Die Dampfdrucke der beiden Fraktionen sind in Abbildung 43 wiedergegeben.

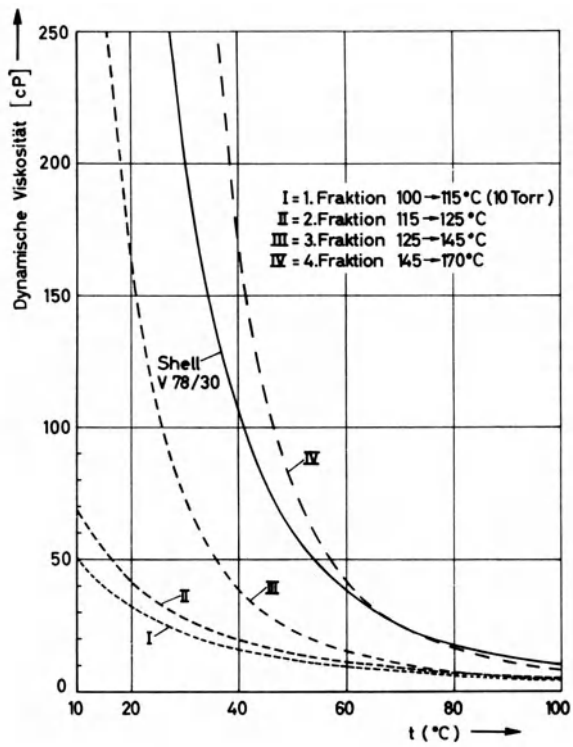


Abbildung 41

Dynamische Viskosität perfluorierter Schmieröle

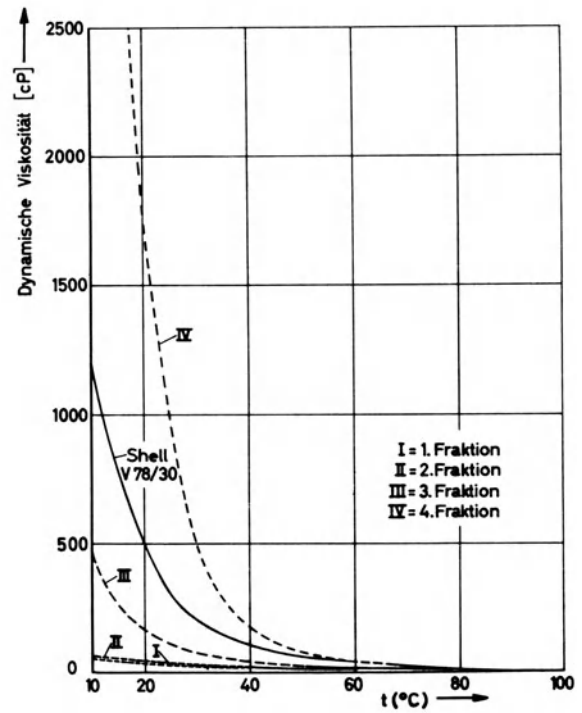


Abbildung 42

Dynamische Viskosität perfluorierter Schmieröle

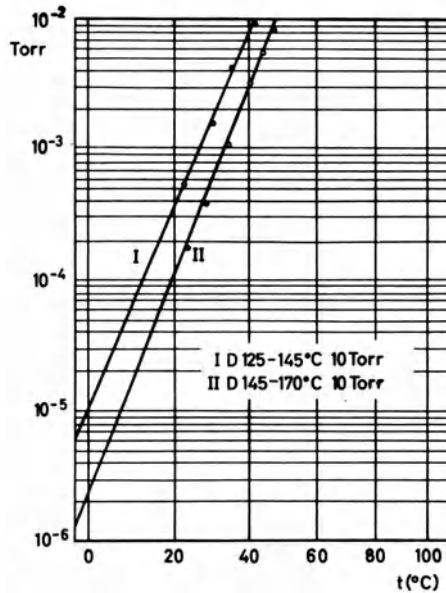


Abbildung 43

Dampfdruck perfluorierter Schmieröle



### 2.3 Zusammenfassung

Bei den Versuchen mit einer relativ einfachen Fluorierungsapparatur konnten aus dem Necton - 45 keine Perfluorkohlenstofföle gewonnen werden, die eine Temperaturabhängigkeit der Viskosität aufweisen, wie sie in dem Bericht von Louis SPIEGEL beschrieben werden.

Für weitere Versuche müßte in das Reaktionsrohr eine Rührvorrichtung für das feste Fluorierungsmittel  $\text{CoF}_3$  eingebaut und der vom Gasstrom mitgetragene  $\text{CoF}_3$ -Staub in einem elektrischen Staubabscheider niedergeschlagen werden. Bei einem Reaktor mit Rührvorrichtung ist mit wesentlich größeren Korrosionsschwierigkeiten zu rechnen, aber es würden besser definierte Verweilzeiten des Öldampfes im Reaktor und dadurch auch eine bessere Ausbeute an fluoriertem Produkt erzielt werden.

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm GROTH  
Dr.-Ing. Konrad BEYERLE  
Dr. rer. nat. Hans IHLE  
Dr. rer. nat. Alexander MURRENHOF  
Erich NANN  
Dr. rer. nat. Karl-Heinz WELGE  
Institut für Physikalische Chemie  
der Universität Bonn

IX. LITERATURVERZEICHNIS

- [1 ] CLUSIUS, K. und  
DICKEL Naturwissenschaften 26, 546, 1938  
27, 148, 1939
- [2 ] GROTH, W. Naturwissenschaften 27, 260, 1939  
GROTH, W. und  
HARTECK, P. Naturwissenschaften 27, 584, 1939  
28, 47, 1940
- [3 ] GROTH, W. unveröffentlichte Berichte 1941 und  
1942  
GROTH, W. Chemische Technik 17, 29, 1944
- [4 ] BEAMS, J.W. und  
F.B. HAYNES Physic. Rev. 49, 644, 1936  
BEAMS, J.W. und  
A.V. MASKET Physic. Rev. 51, 384, 1937  
BEAMS, J.W. Rev.mod.Physics. 10, 245, 1938
- [5 ] MILLIKEN, R.S. J. Amer.Chem.Soc. 44, 1033, 1922
- [6 ] GROTH, W. unveröffentlichte Berichte 1942-1944  
BEYERLE, K., GROTH, W.,  
HARTECK, P. und H. JENSEN Monographien zu "Angewandte Chemie"  
und "Chemie-Ingenieur-Technik" Nr.59,  
Verlag Chemie, G.m.b.H., Weinheim/Berg-  
straße, 1950
- [7 ] HARTECK, P. und  
H. JENSEN unveröffentlicher Bericht 1942  
(siehe auch 6.)
- [8 ] BEAMS, J.W. Rev.mod.Physics 10, 245, 1938
- [9 ] WENDT, H. Ing. Archiv 577, 1933
- [10] MARTIN, H. unveröffentlicher Bericht 1943  
MARTIN, H. Z.f. Elektrochemie 54, 120, 1950
- [11] GROTH, W. und  
P. HARTECK Z.f. Elektrochemie 54, 129, 1950
- [12] FALTINGS, V. und  
F. SEEHOFER Z.f. Elektrochemie 57, 445, 1953

- [13] FALTINGS, V., GROTH, W. u.  
HARTECK, P. Naturwissenschaften 37, 490, 1950
- [14] HERTZ, G. und  
E. NANN Z.f. Elektrochemie, 58, 612, 1954
- [15] HERTZ, H.G. und  
E. NANN Z.f. Naturforschung 10a, 170, 1955
- [16] MARTIN, H. und  
W. KUHN Z.phys.Chem. A. 189, 219, 1940  
MARTIN, H. unveröffentlichter Bericht 1943
- [17] BRAMLEY, A. Science 92, 427, 1940
- [18] GROTH, W., NANN, E. u.  
WELGE K.H. Z.f. Naturforschung 12a, 81, 1957
- [19] COHEN, K. J.chem.Physics, 8, 538, 1940  
BECKER, E.W. und  
K. BIER Z.f. Naturforschung 7a, 651, 1942  
(siehe auch 18)
- [20] COHEN, K. The Theory of Isotope Separation to  
the Large Scale Production of  $U^{235}$ .  
National Nuclear Energy Series, Man-  
hattan Project Technical Section Di-  
vision III, Volume 1B, McGraw-Hill  
Book Company, Inc., New.York 1951
- [21] BECKER, E.W. unveröffentlichter Bericht 1956
- [22] CAMERON, A.E. Determination of Isotopic Composition  
of Uranium
- [23] National Nuclear Energy Series VIII-5;  
Katz + Rabinowitsch Chemistry of Ura-  
nium
- [24] ibid. S. 403
- [25] OLIVER, G.D.,  
MILTON, H.J. und  
J.W. GRISARD J. Am.Chem.Soc. 75, 2827, (1953)

- [26] Progress in Nuclear Energy, Series III, Process Chemistry Vol 1 Chapter 6. Pergamon Press LTD. London 1956 R.L.
- [27] JARRY, D., ROSEN, F.  
HALE and DAVIS jr., Journal Physical Chemistry 57 (1953) 905-909
- [28] SPIEGEL, L. Preparation of perfluoro solvents oils, and waxes from petroleum fractions (Ch. Slessor u. St.R.Schram, Preparation, properties and technology of fluorine and organic fluoro compounds). National Nuclear Energy Series VII - I, Mc Graw - Hill. S.485.
- [29] CANNON und FENSCKE Ind. and Eng. Chem., Analytical Edition, 10, 207, (1938).

FORSCHUNGSBERICHTE  
DES WIRTSCHAFTS- UND VERKEHRSMINISTERIUMS  
NORDRHEIN-WESTFALEN

Herausgegeben von Staatssekretär Prof. Dr. h. c. Leo Brandt

HEFT 1

*Prof. Dr.-Ing. E. Flegler, Aachen*  
Untersuchungen oxydischer Ferromagnet-Werkstoffe  
1952, 20 Seiten, DM 6,75

HEFT 2

*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
Untersuchungen über absatzfreie Teeröle  
1952, 32 Seiten, 5 Abb., 6 Tabellen, DM 10,—

HEFT 3

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Untersuchungsarbeiten zur Verbesserung des Leinenwebstuhls  
1952, 44 Seiten, 7 Abb., 3 Tabellen, DM 12,50

HEFT 4

*Prof. Dr. E. A. Müller und Dipl.-Ing. H. Spitzer, Dortmund*  
Untersuchungen über die Hitzebelastung in Hüttenbetrieben  
1952, 28 Seiten, 5 Abb., 1 Tabelle, DM 9,—

HEFT 5

*Dipl.-Ing. W. Fister, Aachen*  
Prüfstand der Turbinenuntersuchungen  
1952, 40 Seiten, 30 Abb., 3 Schaltbilder, DM 1,—

HEFT 6

*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
Untersuchungen über die Zusammensetzung und Verwendbarkeit von Schwelteeffraktionen  
1952, 36 Seiten, DM 10,50

HEFT 7

*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
Untersuchungen über emsländisches Petrolatum  
1952, 36 Seiten, 1 Abb., 17 Tabellen, DM 10,50

HEFT 8

*M. E. Meffert und H. Stratmann, Essen*  
Algen-Großkulturen im Sommer 1951  
1953, 52 Seiten, 4 Abb., 20 Tabellen, DM 9,75

HEFT 9

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Untersuchungen über die zweckmäßige Wicklungsart von Leinengarnkreuzspulen unter Berücksichtigung der Anwendung hoher Geschwindigkeiten des Garnes  
Vorversuche für Zetteln und Schären von Leinengarnen auf Hochleistungsmaschinen  
1952, 48 Seiten, 7 Abb., 7 Tabellen, DM 9,25

HEFT 10

*Prof. Dr. W. Vogel, Köln*  
„Das Streifenpaar“ als neues System zur mechanischen Vergrößerung kleiner Verschiebungen und seine technischen Anwendungsmöglichkeiten  
1953, 20 Seiten, 6 Abb., DM 4,50

HEFT 11

*Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre, Technische Hochschule Aachen*  
1. Untersuchungen über Metallbearbeitung im Fräsvorgang mit Hartmetallwerkzeugen und negativem Spanwinkel  
2. Weiterentwicklung des Schleifverfahrens für die Herstellung von Präzisionswerkstücken unter Vermeidung hoher Temperaturen  
3. Untersuchung von Oberflächenveredlungsverfahren zur Steigerung der Belastbarkeit hochbeanspruchter Bauteile  
1953, 80 Seiten, 61 Abb., DM 15,75

HEFT 12

*Elektrowärme-Institut, Langenberg (Rbid.)*  
Induktive Erwärmung mit Netzfrequenz  
1952, 22 Seiten, 6 Abb., DM 5,20

HEFT 13

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Das Naßspinnen von Bastfasergarnen mit chemischen Zusätzen zum Spinnbad  
1953, 52 Seiten, 4 Abb., 19 Tabellen, DM 10,—

HEFT 14

*Forschungsstelle für Acetylen, Dortmund*  
Untersuchungen über Aceton als Lösungsmittel für Acetylen  
1952, 64 Seiten, 10 Abb., 26 Tabellen, DM 12,25

HEFT 15

*Wäschereiforschung Krefeld*  
Trocknen von Wäschestoffen  
1953, 48 Seiten, 14 Abb., 2 Tabellen, DM 9,—

HEFT 16

*Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim a. d. Ruhr*  
Arbeiten des MPI für Kohlenforschung  
1953, 104 Seiten, 9 Abb., DM 17,80

HEFT 17

*Ingenieurbüro Herbert Stein, M.-Gladbach*  
Untersuchung der Verzugsvorgänge in den Streckwerken verschiedener Spinnereimaschinen. 1. Bericht: Vergleichende Prüfung mit verschiedenen Dickenmeßgeräten  
1952, 36 Seiten, 15 Abb., DM 8,—

HEFT 18

*Wäschereiforschung Krefeld*  
Grundlagen zur Erfassung der chemischen Schädigung beim Wäschchen  
1953, 68 Seiten, 15 Abb., 15 Tabellen, DM 12,75

HEFT 19

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Die Auswirkung des Schlichtens von Leinengarnketten auf den Verarbeitungswirkungsgrad, sowie die Festigkeit und Dehnungsverhältnisse der Garne und Gewebe  
1953, 48 Seiten, 1 Abb., 9 Tabellen, DM 9,—

HEFT 20

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Trocknung von Leinengarnen I  
Vorgang und Einwirkung auf die Garnqualität  
1953, 62 Seiten, 18 Abb., 5 Tabellen, DM 12,—

HEFT 21

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Trocknung von Leinengarnen II  
Spulenanordnung und Luftführung beim Trocknen von Kreuzspulen  
1953, 66 Seiten, 22 Abb., 9 Tabellen, DM 13,—

HEFT 22

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Die Reparaturanfalligkeit von Webstühlen  
1953, 28 Seiten, 7 Abb., 5 Tabellen, DM 5,80

HEFT 23

*Institut für Starkstromtechnik, Aachen*  
Rechnerische und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis der Metadyne als Umformer von konstanter Spannung auf konstanten Strom  
1953, 52 Seiten, 20 Abb., 4 Tafeln, DM 9,75

HEFT 24

*Institut für Starkstromtechnik, Aachen*  
Vergleich verschiedener Generator-Metadyne-Schaltungen in bezug auf statisches Verhalten  
1952, 44 Seiten, 23 Abb., DM 8,50

HEFT 25

*Gesellschaft für Kohlenteknik mbH., Dortmund-Eving*  
Struktur der Steinkohlen und Steinkohlen-Kokse  
1953, 58 Seiten, DM 11,—

HEFT 26

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Vergleichende Untersuchungen zweier neuzeitlicher Ungleichmäßigkeitsprüfer für Bänder und Garne hinsichtlich ihrer Eignung für die Bastfaserindustrie  
1953, 64 Seiten, 30 Abb., DM 12,50

HEFT 27

*Prof. Dr. E. Schratz, Münster*  
Untersuchungen zur Rentabilität des Arzneipflanzenanbaues Römische Kamille, Anthemis nobilis L.  
1953, 16 Seiten, 1 Tabelle, DM 3,60

HEFT 28

*Prof. Dr. E. Schratz, Münster*  
Calendula officinalis L. Studien zur Ernährung, Blütenfüllung und Rentabilität der Drogengewinnung  
1953, 24 Seiten, 2 Abb., 3 Tabellen, DM 5,20

HEFT 29

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Die Ausnützung der Leinengarne in Geweben  
1953, 100 Seiten, 14 Abb., 10 Tabellen, DM 17,80

HEFT 30

*Gesellschaft für Kohlenteknik mbH., Dortmund-Eving*  
Kombinierte Entaschung und Verschmelzung von Steinkohle; Aufarbeitung von Steinkohlenschlämmen zu verkokbarer oder verschwelbarer Kohle  
1953, 56 Seiten, 16 Abb., 10 Tabellen, DM 10,50

HEFT 31

*Dipl.-Ing. A. Stormanns, Essen*  
Messung des Leistungsbedarfs von Doppelsteg-Kettenförderern  
1954, 54 Seiten, 18 Abb., 3 Anlagen, DM 11,—

HEFT 32

*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Der Einfluß der Natriumchloridbleiche auf Qualität und Verwekbarkeit von Leinengarnen und die Eigenschaften der Leinengewebe unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Schützen- und Spulenwechselautomaten in der Leinenweberei  
1953, 64 Seiten, 2 Abb., 12 Tabellen, DM 11,50

HEFT 33

*Kohlenstoffbiologische Forschungsstation e. V.*  
Eine Methode zur Bestimmung von Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff in Rauchgasen und in der Atmosphäre  
1953, 32 Seiten, 8 Abb., 3 Tabellen, DM 6,50

HEFT 34

*Textilforschungsanstalt Krefeld*  
Quellungs- und Entquellungsvorgänge bei Faserstoffen  
1953, 52 Seiten, 13 Abb., 13 Tabellen, DM 9,80

- HEFT 35  
*Professor Dr. W. Kast, Krefeld*  
 Feinstrukturuntersuchungen an künstlichen Zellulosefasern verschiedener Herstellungsverfahren. Teil I: Der Orientierungszustand  
 1953, 74 Seiten, 30 Abb., 7 Tabellen, DM 13,80
- HEFT 36  
*Forschungsinstitut der feuerfesten Industrie, Bonn*  
 Untersuchungen über die Trocknung von Rohdon Untersuchungen über die chemische Reinigung von Silika- und Schamotte-Rohstoffen mit chlorhaltigen Gasen  
 1953, 60 Seiten, 5 Abb., 5 Tabellen, DM 11,—
- HEFT 37  
*Forschungsinstitut der feuerfesten Industrie, Bonn*  
 Untersuchungen über den Einfluß der Probenvorbereitung auf die Kaldruckfestigkeit feuerfester Steine  
 1953, 40 Seiten, 2 Abb., 5 Tabellen, DM 7,80
- HEFT 38  
*Forschungsstelle für Acetylen, Dortmund*  
 Untersuchungen über die Trocknung von Acetylen zur Herstellung von Dissousgas  
 1953, 36 Seiten, 11 Abb., 3 Tabellen, DM 6,80
- HEFT 39  
*Forschungsgesellschaft Blechverarbeitung e. V., Düsseldorf*  
 Untersuchungen an prägegumsterten und vorgelochten Blechen  
 1953, 46 Seiten, 34 Abb., DM 9,50
- HEFT 40  
*Landesgeologe Dr.-Ing. W. Wolff, Amt für Bodenforschung, Krefeld*  
 Untersuchungen über die Anwendbarkeit geophysikalischer Verfahren zur Untersuchung von Spateisen-gängen im Siegerland  
 1953, 46 Seiten, 8 Abb., DM 8,80
- HEFT 41  
*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
 Untersuchungsarbeiten zur Verbesserung des Leinenwebstuhles II  
 1953, 40 Seiten, 4 Abb., 5 Tabellen, DM 7,80
- HEFT 42  
*Professor Dr. B. Helferich, Bonn*  
 Untersuchungen über Wirkstoffe — Fermente — in der Kartoffel und die Möglichkeit ihrer Verwendung  
 1953, 58 Seiten, 9 Abb., DM 11,—
- HEFT 43  
*Forschungsgesellschaft Blechverarbeitung e. V., Düsseldorf*  
 Forschungsergebnisse über das Beizen von Blechen  
 1953, 48 Seiten, 38 Abb., 2 Tabellen, DM 11,30
- HEFT 44  
*Arbeitsgemeinschaft für praktische Dehnungsmessung, Düsseldorf*  
 Eigenschaften und Anwendungen von Dehnungsmeßstreifen  
 1953, 68 Seiten, 43 Abb., 2 Tabellen, DM 13,70
- HEFT 45  
*Losenhausenwerk Düsseldorfer Maschinenbau AG., Düsseldorf*  
 Untersuchungen von storenden Einflüssen auf die Lastgrenzanzeige von Dauerschwingprüfmaschinen  
 1953, 36 Seiten, 11 Abb., 3 Tabellen, DM 7,25
- HEFT 46  
*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
 Untersuchungen über die Aufbereitung von Wasser für die Dampferzeugung in Benson-Kesseln  
 1953, 58 Seiten, 18 Abb., 9 Tabellen, DM 11,20
- HEFT 47  
*Prof. Dr.-Ing. K. Krekeler, Aachen*  
 Versuche über die Anwendung der induktiven Erwärmung zum Sintern von hochschmelzenden Metallen sowie zur Anlegierung und Vergütung von aufgespritzten Metallschichten mit dem Grundwerkstoff  
 1954, 66 Seiten, 39 Abb., DM 13,90
- HEFT 48  
*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*  
 Spektrochemische Analyse der Gefügebestandteile in Stählen nach ihrer Isolierung  
 1953, 38 Seiten, 8 Abb., 5 Tabellen, DM 7,80
- HEFT 49  
*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*  
 Untersuchungen über Ablauf der Desoxydation und die Bildung von Einschlüssen in Stählen  
 1953, 52 Seiten, 19 Abb., 3 Tabellen, DM 12,40
- HEFT 50  
*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*  
 Flammenspektralanalytische Untersuchung der Ferritzusammensetzung in Stählen  
 1953, 44 Seiten, 15 Abb., 4 Tabellen, DM 8,60
- HEFT 51  
*Verein zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Werkzeugindustrie e. V., Remscheid*  
 Untersuchungen an Kreissägeblättern für Holz, Fehler- und Spannungsprüfverfahren  
 1953, 50 Seiten, 23 Abb., DM 10,—
- HEFT 52  
*Forschungsstelle für Acetylen, Dortmund*  
 Untersuchungen über den Umsatz bei der explosiblen Zersetzung von Azetylen  
 a) Zersetzung von gasförmigem Azetylen  
 b) Zersetzung von an Silikagel absorbiertem Azetylen  
 1954, 48 Seiten, 8 Abb., 10 Tabellen, DM 9,25
- HEFT 53  
*Professor Dr.-Ing. H. Opirz, Aachen*  
 Reibwert und Verschleißmessungen an Kunststoffgleitführungen für Werkzeugmaschinen  
 1954, 38 Seiten, 18 Abb., DM 8,20
- HEFT 54  
*Professor Dr.-Ing. F. A. F. Schmidt, Aachen*  
 Schaffung von Grundlagen für die Erhöhung der spez. Leistung und Herabsetzung des spez. Brennstoffverbrauchs bei Ottomotoren mit Teilbericht über Arbeiten an einem neuen Einspritzverfahren  
 1954, 34 Seiten, 15 Abb., DM 7,40
- HEFT 55  
*Forschungsgesellschaft Blechverarbeitung e. V., Düsseldorf*  
 Chemisches Glänzen von Messing und Neusilber  
 1954, 50 Seiten, 21 Abb., 1 Tabelle, DM 10,20
- HEFT 56  
*Forschungsgesellschaft Blechverarbeitung e. V., Düsseldorf*  
 Untersuchungen über einige Probleme der Behandlung von Blechoberflächen  
 1954, 52 Seiten, 42 Abb., DM 11,20
- HEFT 57  
*Prof. Dr.-Ing. F. A. F. Schmidt, Aachen*  
 Untersuchungen zur Erforschung des Einflusses des chemischen Aufbaues des Kraftstoffes auf sein Verhalten im Motor und in Brennkammern von Gasturbinen  
 1954, 70 Seiten, 32 Abb., DM 14,60
- HEFT 58  
*Gesellschaft für Kohlenteknik mbH., Dortmund*  
 Herstellung und Untersuchung von Steinkohlenschwelter  
 1954, 74 Seiten, 9 Abb., 9 Tabellen, DM 13,75
- HEFT 59  
*Forschungsinstitut der Feuerfest-Industrie e. V., Bonn*  
 Ein Schnellanalysenverfahren zur Bestimmung von Aluminiumoxyd, Eisenoxyd und Titanoxyd in feuerfestem Material mittels organischer Farbreagenzien auf photometrischem Wege  
 Untersuchungen des Alkali-Gehaltes feuerfester Stoffe mit dem Flammenphotometer nach Riehm-Lange  
 1954, 62 Seiten, 12 Abb., 3 Tabellen, DM 11,60
- HEFT 60  
*Forschungsgesellschaft Blechverarbeitung e. V., Düsseldorf*  
 Untersuchungen über das Spritzlackieren im elektrostatischen Hochspannungsfeld  
 1954, 82 Seiten, 53 Abb., 7 Tabellen, DM 17,—
- HEFT 61  
*Verein zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Werkzeugindustrie e. V., Remscheid*  
 Schwingungs- und Arbeitsverhalten von Kreissägeblättern für Holz  
 1954, 54 Seiten, 31 Abb., DM 11,40
- HEFT 62  
*Professor Dr. W. Franz, Institut für theoretische Physik der Universität Münster*  
 Berechnung des elektrischen Durchschlags durch feste und flüssige Isolatoren  
 1954, 36 Seiten, DM 7,—
- HEFT 63  
*Textilforschungsanstalt Krefeld*  
 Neue Methoden zur Untersuchung der Wirkungsweise von Textilhilfsmitteln  
 Untersuchungen über Schlichtungs- und Entschlichtungsvorgänge  
 1954, 34 Seiten, 1 Abb., 5 Tabellen, DM 6,80
- HEFT 64  
*Textilforschungsanstalt Krefeld*  
 Die Kettenlängenverteilung von hochpolymeren Faserstoffen  
 Über die fraktionierte Fällung von Polyamiden  
 1954, 44 Seiten, 13 Abb., DM 8,60
- HEFT 65  
*Fachverband Schneidwarenindustrie, Solingen*  
 Untersuchungen über das elektrolytische Polieren von Tafelmesserklingen aus rostfreiem Stahl  
 1954, 90 Seiten, 38 Abb., 9 Tabellen, DM 17,35
- HEFT 66  
*Dr.-Ing. P. Füsgen VDI †, Düsseldorf*  
 Untersuchungen über das Auftreten des Rattens bei selbsthemmenden Schneckengetrieben und seine Verhütung  
 1954, 32 Seiten, 5 Abb., DM 6,60
- HEFT 67  
*Heinrich Wächhoff o. H. G., Apparatebau, Bochum*  
 Entwicklung einer chemisch-physikalischen Apparatur zur Bestimmung kleinster Kohlenoxyd-Konzentrationen  
 1954, 94 Seiten, 48 Abb., 2 Tabellen, DM 18,25
- HEFT 68  
*Kohlenstoffbiologische Forschungsstation e. V., Essen*  
 Algengroßkulturen im Sommer 1952  
 II. Über die unsterile Großkultur von Scenedesmus obliquus  
 1954, 62 Seiten, 3 Abb., 29 Tabellen, DM 11,40
- HEFT 69  
*Wäschereiforschung Krefeld*  
 Bestimmung des Faserabbaues bei Leinen unter besonderer Berücksichtigung der Leinengarnbleiche  
 1954, 48 Seiten, 15 Abb., 3 Tabellen, DM 9,60
- HEFT 70  
*Wäschereiforschung Krefeld*  
 Trocknen von Wäschestoffen  
 1954, 52 Seiten, 18 Abb., 3 Tabellen, DM 10,—
- HEFT 71  
*Prof. Dr.-Ing. K. Leist, Aachen*  
 Kleingasturbinen, insbesondere zum Fahrzeugantrieb  
 1954, 114 Seiten, 85 Abb., DM 22,—
- HEFT 72  
*Prof. Dr.-Ing. K. Leist, Aachen*  
 Beitrag zur Untersuchung von stehenden geraden Turbinengittern mit Hilfe von Druckverteilungsmessungen  
 1954, 152 Seiten, 111 Abb., DM 36,20
- HEFT 73  
*Prof. Dr.-Ing. K. Leist, Aachen*  
 Spannungsoptische Untersuchungen von Turbinenschauelfüßen  
 1954, 66 Seiten, 46 Abb., 2 Tabellen, DM 14,60
- HEFT 74  
*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*  
 Versuche zur Klärung des Umwandlungsverhaltens eines sonderkarbidbildenden Chromstahls  
 1954, 58 Seiten, 10 Abb., DM 14,—
- HEFT 75  
*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf*  
 Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubilder als Grundlage der Wärmebehandlung der Stähle  
 1954, 44 Seiten, 13 Abb., DM 8,70
- HEFT 76  
*Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund*  
 Arbeitstechnische und arbeitsphysiologische Rationalisierung von Mauersteinen  
 1954, 52 Seiten, 12 Abb., 3 Tabellen, DM 10,20
- HEFT 77  
*Meteor Apparatebau Paul Schmeck GmbH., Siegen*  
 Entwicklung von Leuchtstoffrohren hoher Leistung  
 1954, 46 Seiten, 12 Abb., 2 Tabellen, DM 9,15
- HEFT 78  
*Forschungsstelle für Acetylen, Dortmund*  
 Über die Zustandsgleichung des gasförmigen Acetylen und das Gleichgewicht Acetylen — Aceton  
 1954, 42 Seiten, 3 Abb., 8 Tabellen, DM 8,—
- HEFT 79  
*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
 Trocknung von Leinengarnen III  
 Spinnpulven- und Spinnkopstrocknung  
 Vorgang und Einwirkung auf die Garnqualität  
 1954, 74 Seiten, 18 Abb., 10 Tabellen, DM 14,—

- HEFT 80  
*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld*  
Die Verarbeitung von Leinengarn auf Webstühlen mit und ohne Oberbau  
1954, 30 Seiten, 2 Abb., 2 Tabellen, DM 6,—
- HEFT 81  
*Prüf- und Forschungsinstitut für Ziegeleierzeugnisse, Essen-Kray*  
Die Einführung des großformatigen Einheits-Gitterziegels im Lande Nordrhein-Westfalen  
1954, 54 Seiten, 2 Abb., 2 Tabellen, DM 10,—
- HEFT 82  
*Vereinigte Aluminium-Werke AG., Bonn*  
Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Veredelung von Aluminium-Oberflächen  
1954, 46 Seiten, 34 Abb., DM 9,60
- HEFT 83  
*Prof. Dr. S. Strügger, Münster*  
Über die Struktur der Propylastiden  
1954, 30 Seiten, 15 Abb., DM 8,40
- HEFT 84  
*Dr. H. Baron, Düsseldorf*  
Über Standardisierung von Wundtextilien  
1954, 32 Seiten, DM 6,40
- HEFT 85  
*Textilforschungsanstalt Krefeld*  
Physikalische Untersuchungen an Fasern, Fäden, Garnen und Geweben:  
Untersuchungen am Knickscheuergerät nach Weltzien  
1954, 40 Seiten, 11 Abb., 8 Tabellen, DM 10,—
- HEFT 86  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen*  
Untersuchungen über das Fräsen von Baustahl sowie über den Einfluß des Gefüges auf die Zerspanbarkeit  
1954, 108 Seiten, 73 Abb., 7 Tabellen, DM 22,—
- HEFT 87  
*Gemeinschaftsausschuß Verzinken, Düsseldorf*  
Untersuchungen über Güte von Verzinkungen  
1954, 68 Seiten, 56 Abb., 3 Tabellen, DM 15,30
- HEFT 88  
*Gesellschaft für Kohlenteknik mbH., Dortmund-Eving*  
Oxydation von Steinkohle mit Salpetersäure  
1954, 62 Seiten, 2 Abb., 1 Tabelle, DM 11,50
- HEFT 89  
*Verein Deutscher Ingenieure, Gleitlagerforschung, Düsseldorf und Prof. Dr.-Ing. G. Vogelppohl, Göttingen*  
Versuche mit Preßstoff-Lagern für Walzwerke  
1954, 70 Seiten, 34 Abb., DM 14,10
- HEFT 90  
*Forschungs-Institut der Feuerfest-Industrie, Bonn*  
Das Verhalten von Silikasteinen im Siemens-Martino-Ofengewölbe  
1954, 62 Seiten, 15 Abb., 11 Tabellen, DM 11,90
- HEFT 91  
*Forschungs-Institut der Feuerfest-Industrie, Bonn*  
Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen Leistung und Kohlenverbrauch von Kammeröfen zum Brennen von feuerfesten Materialien  
1954, 42 Seiten, 6 Abb., DM 8,30
- HEFT 92  
*Techn.-Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld und Laboratorium für textile Meßtechnik, M.-Gladbach*  
Messungen von Vorgängen am Webstuhl  
1954, 76 Seiten, 45 Abb., DM 15,50
- HEFT 93  
*Prof. Dr. W. Kast, Krefeld*  
Spinversuche zur Strukturfassung künstlicher Zellulosefasern  
1954, 82 Seiten, 39 Abb., 6 Tabellen, DM 16,—
- HEFT 94  
*Prof. Dr. G. Winter, Bonn*  
Die Heilpflanzen des MATTHIOLUS (1611) gegen Infektionen der Harnwege und Verunreinigung der Wunden bzw. zur Förderung der Wundheilung im Lichte der Antibiotikaforschung  
1954, 58 Seiten, 1 Abb., 2 Tabellen, DM 11,50
- HEFT 95  
*Prof. Dr. G. Winter, Bonn*  
Untersuchungen über die flüchtigen Antibiotika aus der Kapuziner- (Tropaeolum maius) und Gartenkresse (Lepidium sativum) und ihr Verhalten im menschlichen Körper bei Aufnahme von Kapuziner- bzw. Gartenkressensalat per os  
1955, 74 Seiten, 9 Abb., 25 Tabellen, DM 14,—
- HEFT 96  
*Dr.-Ing. P. Koch, Dortmund*  
Austritt von Exoelektronen aus Metalloberflächen unter Berücksichtigung der Verwendung des Effektes für die Materialprüfung  
1954, 34 Seiten, 13 Abb., DM 7,—
- HEFT 97  
*Ing. H. Stein, Laboratorium für textile Meßtechnik, M.-Gladbach*  
Untersuchung der Verzugsvorgänge an den Streckwerken verschiedener Spinnereimaschinen  
2. Bericht: Ermittlung der Haft-Gleiteigenschaften von Faserbändern und Vorgarnen  
1955, 98 Seiten, 54 Abb., DM 21,—
- HEFT 98  
*Fachverband Gesenkschmieden, Hagen*  
Die Arbeitsgenauigkeit beim Gesenkschmieden unter Hämmern  
1955, 132 Seiten, 55 Abb., 9 Tabellen, DM 24,75
- HEFT 99  
*Prof. Dr.-Ing. G. Garbotz, Aachen*  
Der Kraft- und Arbeitsaufwand sowie die Leistungen beim Biegen von Bewehrungsstäben in Abhängigkeit von den Abmessungen, den Formen und der Güte der Stähle (Ermittlung von Leistungsrichtlinien)  
1955, 136 Seiten, 53 Abb., 3 Anlagen, 18 Tabellen, DM 30,—
- HEFT 100  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen*  
Untersuchungen von elektrischen Antrieben, Steuerungen und Regelungen an Werkzeugmaschinen  
1955, 166 Seiten, 71 Abb., 3 Tabellen, DM 31,30
- HEFT 101  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen*  
Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Außenrundschleifen  
1955, 100 Seiten, 56 Abb., 3 Tabellen, DM 19,30
- HEFT 102  
*Dr. P. Hölemann, Ing. R. Hasselmann und Ing. G. Dix, Dortmund*  
Untersuchungen über die thermische Zündung von explosiblen Acetylenzersezungen in Kapillaren  
1954, 44 Seiten, 5 Abb., 4 Tabellen, DM 8,60
- HEFT 103  
*Prof. Dr. W. Weigel, Bonn*  
Durchführung von experimentellen Untersuchungen über den zeitlichen Ablauf von Funken in komprimierten Edelgasen sowie zu deren mathematischen Berechnung  
1955, 46 Seiten, 12 Abb., DM 9,10
- HEFT 104  
*Prof. Dr. W. Weigel, Bonn*  
Über den Einfluß der Elektroden auf die Eigenschaften von Cadmium-Sulfid-Widerstands-Photozellen  
1955, 48 Seiten, 12 Abb., DM 9,45
- HEFT 105  
*Dr.-Ing. R. Meldau, Harsewinkel/Westf.*  
Auswertung von Gekörn — Analysen des Musterstaubes „Flugasche Fortuna I“  
1955, 42 Seiten, 14 Abb., DM 8,50
- HEFT 106  
*ORR. Dr.-Ing. W. Küch, Dortmund*  
Untersuchungen über die Einwirkung von feuchtigkeitsgesättigter Luft auf die Festigkeit von Leimverbindungen  
1954, 60 Seiten, 10 Abb., 6 Tabellen, DM 11,40
- HEFT 107  
*Prof. Dr. H. Lange und Dipl.-Phys. P. St. Püster, Köln*  
Über die Konstruktion von Laboratoriumsmagneten  
1955, 66 Seiten, 19 Abb., 1 Tabelle, DM 12,30
- HEFT 108  
*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
Untersuchungen über neue Beizmethoden und Beizabwässer  
I. Die Entzunderung von Drähten mit Natriumhydrid  
II. Die Aufbereitung von Beizabwässern  
1955, 82 S., 15 Abb., 14 Tabellen, 1 Falltafel, DM 15,25
- HEFT 109  
*Dr. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Dortmund*  
Untersuchungen über die Löslichkeit von Azetylen in verschiedenen organischen Lösungsmitteln  
1954, 42 Seiten, 10 Abb., 8 Tabellen, DM 8,30
- HEFT 110  
*Dr. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Dortmund*  
Untersuchungen über den Druckverlauf bei der explosiblen Zersetzung von gasförmigem Azetylen  
1955, 54 Seiten, 10 Abb., 5 Tabellen, DM 11,—
- HEFT 111  
*Fachverband Steinzeugindustrie, Köln*  
Die Entwicklung eines Gerätes zur Beschickung seitlicher Feuer von Steinzeug-Einzelkammeröfen mit festen Brennstoffen  
1955, 46 Seiten, 16 Abb., DM 9,40
- HEFT 112  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen*  
Verschleißmessungen beim Drehen mit aktivierten Hartmetallwerkzeugen  
1954, 44 Seiten, 17 Abb., 6 Tabellen, DM 8,80
- HEFT 113  
*Prof. Dr. O. Graf, Dortmund*  
Erforschung der geistigen Ermüdung und nervösen Belastung: Studien über die vegetative 24-Stunden-Rhythmik in Ruhe und unter Belastung  
1955, 40 Seiten, 12 Abb., DM 8,20
- HEFT 114  
*Prof. Dr. O. Graf, Dortmund*  
Studien über Fließarbeitsprobleme an einer praxisnahen Experimentieranlage  
1954, 34 Seiten, 6 Abb., DM 7,—
- HEFT 115  
*Prof. Dr. O. Graf, Dortmund*  
Studium über Arbeitspausen in Betrieben bei freier und zeitgebundener Arbeit (Fließarbeit) und ihre Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit  
1955, 50 Seiten, 13 Abb., 2 Tabellen, DM 9,80
- HEFT 116  
*Prof. Dr.-Ing. E. Siebel und Dr.-Ing. H. Weiss, Stuttgart*  
Untersuchungen an einigen Problemen des Tiefziehens — I. Teil  
1955, 74 Seiten, 50 Abb., 5 Tabellen, DM 14,50
- HEFT 117  
*Dr.-Ing. H. Beißwänger, Stuttgart, und Dr.-Ing. S. Schwandt, Trier*  
Untersuchungen an einigen Problemen des Tiefziehens — II. Teil  
1955, 92 Seiten, 34 Abb., 8 Tabellen, DM 17,70
- HEFT 118  
*Prof. Dr. E. A. Müller und Dr. H. G. Wenzel, Dortmund*  
Neuartige Klima-Anlage zur Erzeugung ungleicher Luft- und Strahlungstemperaturen in einem Versuchsraum  
1955, 68 Seiten, 10 z. T. mehrfarb. Abb., DM 14,—
- HEFT 119  
*Dr.-Ing. O. Viertel, Krefeld*  
Wäscherei- und energietechnische Untersuchung einer Gemeinschafts-Waschanlage  
1955, 50 Seiten, 18 Abb., DM 10,20
- HEFT 120  
*Dipl.-Ing. A. Weisbecker, Lüdenscheid*  
Über Anfrassung an Reinstaluminium-Schweißnähten bei der elektrolytischen Oxydation  
Gebr. Hörstermann GmbH., Velbert  
Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Gummibandförderers  
1955, 46 Seiten, 18 Abb., DM 9,70
- HEFT 121  
*Dr. H. Krebs, Bonn*  
I. Die Struktur und die Eigenschaften der Halbmetalle  
II. Die Bestimmung der Atomverteilung in amorphen Substanzen  
III. Die chemische Bindung in anorganischen Festkörpern und das Entstehen metallischer Eigenschaften  
1955, 124 Seiten, 36 Abb., 13 Tabellen, DM 22,90
- HEFT 122  
*Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen*  
Untersuchungen zur Verbesserung der Wasseraufbereitung und Wasseranalyse:  
Über die Schnellbewertung von Ionenaustauscher  
1955, 62 Seiten, 32 Abb., DM 12,30
- HEFT 123  
*Dipl.-Ing. J. Emonds, Aachen*  
Über Bodenverformungen bei stark gestörtem und mächtigem, wasserführendem Deckgebirge im Aachener Steinkohlengebiet  
1955, 196 Seiten, 37 Abb., 10 Tabellen, DM 28,80
- HEFT 124  
*Prof. Dr. R. Seyffert, Köln*  
Wege und Kosten der Distribution der Hausratwaren im Lande Nordrhein-Westfalen  
1955, 74 Seiten, 25 Tabellen, DM 9,—

- HEFT 125  
Prof. Dr. E. Kappler, Münster  
Eine neue Methode zur Bestimmung von Kondensations-Koeffizienten von Wasser  
1955, 46 Seiten, 11 Abb., 1 Tabelle, DM 9,10
- HEFT 126  
Prof. Dr.-Ing. J. Mathieu, Aachen  
Arbeitszeitvergleich  
Grundlagen, Methodik und praktische Durchführung  
1955, 70 Seiten, DM 13,—
- HEFT 127  
Güteschutz Betonstein e. V., Arbeitskreis Nordrhein-Westfalen, Dortmund  
Die Betonwaren-Gutesicherung im Lande Nordrhein-Westfalen  
1955, 58 Seiten, 15 Abb., 3 Tabellen, DM 11,50
- HEFT 128  
Prof. Dr. O. Schmitz-DuMont, Bonn  
Untersuchungen über Reaktionen in flüssigem Ammoniak  
1955, 96 Seiten, 11 Abb., 6 Tabellen, DM 17,75
- HEFT 129  
Prof. Dr.-Ing. J. Mathieu und Dr. C. A. Roos, Aachen  
Die Anlernung von Industriearbeitern  
I. Ergebnisse einer grundsätzlichen Untersuchung der gegenwärtigen Industriearbeiter-Kurzanlernung  
1955, 106 Seiten, DM 19,70
- HEFT 130  
Prof. Dr.-Ing. J. Mathieu und Dr. C. A. Roos, Aachen  
Die Anlernung von Industriearbeitern  
II. Beiträge zur Methodenfrage der Kurzanlernung  
1955, 108 Seiten, DM 19,90
- HEFT 131  
Dr. W. Hoerburger, Köln  
Versuche zur Biosynthese von Eiweiß aus Kohlenwasserstoff  
1955, 34 Seiten, 2 Abb., DM 6,90
- HEFT 132  
Prof. Dr. W. Seith, Münster  
Über Diffusionserscheinungen in festen Metallen  
1955, 42 Seiten, 19 Abb., 4 Tabellen, DM 9,10
- HEFT 133  
Prof. Dr. E. Jenckel, Aachen  
Über einen für Schwermetalle selektiven Ionenaustauscher  
1955, 48 Seiten, 8 Abb., 13 Tabellen, DM 9,50
- HEFT 134  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterhager, Aachen  
Über die elektrochemischen Grundlagen der Schmelzfluß-Elektrolyse von Bleisulfid in geschmolzenen Mischungen mit Bleichlorid  
1955, 54 Seiten, 20 Abb., 5 Tabellen, DM 11,80
- HEFT 135  
Prof. Dr.-Ing. K. Krekeler und Dr.-Ing. H. Peukert, Aachen  
Die Änderung der mechanischen Eigenschaften thermoplastischer Kunststoffe durch Warmrecken  
1955, 54 Seiten, 27 Abb., DM 11,10
- HEFT 136  
Dipl.-Phys. P. Pilz, Remscheid  
Über spezielle Probleme der Zerkleinerungstechnik von Weichstoffen  
1955, 58 Seiten, 19 Abb., 2 Tabellen, DM 11,50
- HEFT 137  
Prof. Dr. W. Baumeister, Münster  
Beiträge zur Mineralstoffernährung der Pflanzen  
1955, 64 Seiten, 6 Tabellen, DM 11,80
- HEFT 138  
Dr. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Dortmund  
Untersuchungen über die Zersetzungswärme von gasförmig und in Azeton gelostem Azetylen  
1955, 54 Seiten, 8 Abb., 7 Tabellen, DM 10,40
- HEFT 139  
Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen  
Studien über die thermische Zersetzung der Kohle und die Kohlendestillatprodukte  
1955, 64 Seiten, 20 Abb., 22 Tabellen, DM 11,80
- HEFT 140  
Dr.-Ing. G. Hausberg, Essen  
Modellversuche an Zyklonen  
1955, 78 Seiten, 24 Abb., DM 15,70
- HEFT 141  
Dr. J. van Calker und Dr. R. Wienecke, Münster  
Untersuchungen über den Einfluß dritter Analysenpartner auf die spektrochemische Analyse  
1955, 42 Seiten, 15 Abb., DM 9,10
- HEFT 142  
Dipl.-Ing. G. M. F. Wiebel, Hannover, A. Konermann und A. Ottenheim, Sennelager  
Entwicklung eines Kalksandleichtsteines  
1955, 38 Seiten, 4 Abb., DM 8,—
- HEFT 143  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. A. Rose und Dipl.-Ing. W. Straßburg, Düsseldorf  
Härtbarkeit und Umwandlungsverhalten der Stähle  
1955, 50 Seiten, 12 Abb., 3 Tabellen, DM 10,70
- HEFT 144  
Prof. Dr. H. Wurmback, Bonn  
Steuerung von Wachstum und Formbildung  
1955, 48 Seiten, 19 Abb., DM 10,30
- HEFT 145  
Dr. G. Hennemann, Werdohl (Westf.)  
Beitrag zur Interpretation der modernen Atomphysik  
1955, 34 Seiten, DM 10,—
- HEFT 146  
Dr.-Ing. F. Groß, Düsseldorf  
Sterilisation mit Heißluft  
1955, 34 Seiten, 10 Abb., DM 7,70
- HEFT 147  
Dr.-Ing. W. Rudisch, Unna  
Untersuchung einer drehelastischen Elektromagnet-Synchronkupplung  
1955, 82 Seiten, 65 Abb., DM 17,70
- HEFT 148  
Prof. Dr. H. Bittel u. Dipl.-Phys. L. Storm, Münster  
Untersuchungen über Widerstandsrauschen  
1955, 40 Seiten, 5 Abb., DM 8,40
- HEFT 149  
Dipl.-Ing. K. Konopicky und Dipl.-Chem. P. Kampa, Bonn  
I. Beitrag zur flammenphotometrischen Bestimmung des Calciums.  
Dr.-Ing. K. Konopicky, Bonn  
II. Die Wanderung von Schlackenbestandteilen in feuerfesten Baustoffen  
1955, 54 Seiten, 10 Abb., 5 Tabellen, DM 11,—
- HEFT 150  
Prof. Dr.-Ing. O. Kienzle und Dipl.-Ing. W. Timmerheil, Hannover  
Das Durchziehen enger Kragen an ebenen Fein- und Mittelblechen  
1955, 52 Seiten, 20 Abb., 8 Tabellen, DM 11,30
- HEFT 151  
Dipl.-Ing. P. Karabasch, Aachen  
Feststellung des optimalen Gasgehaltes von Bronzen zur Erzielung druckdichter Gußstücke  
1956, 64 Seiten, 31 Abb., 5 Tabellen, DM 13,90
- HEFT 152  
Dipl.-Ing. G. Müller, Köln  
Ermittlung der Laufeigenschaften (Vergießbarkeit) von Bronze und Rotguß mittels der Schneider-Gießspirale  
1955, 60 Seiten, 33 Abb., DM 13,30
- HEFT 153  
Prof. Dr. F. Wever, Dr.-Ing. W. A. Fischer und Dipl.-Ing. J. Engelbrecht, Düsseldorf  
I. Die Reduktion sauerstoffhaltiger Eisenschmelzen im Hochvakuum mit Wasserstoff und Kohlenstoff  
II. Einfluß geringer Sauerstoffgehalte auf das Gefüge und Alterungsverhalten von Reineisen  
1955, 54 Seiten, 15 Abb., 2 Tabellen, DM 12,40
- HEFT 154  
Prof. Dr.-Ing. P. Bardenheuer und Dr.-Ing. W. A. Fischer, Düsseldorf  
Die Verschlackung von Titan aus Stahlschmelzen im sauren und basischen Hochfrequenzofen unter verschiedenen Schlacken  
1955, 36 Seiten, 10 Abb., 1 Tabelle, DM 7,95
- HEFT 155  
Dipl.-Phys. K. H. Schirmer, München  
Die auf Grau abgestimmte Farbwiedergabe im Dreifarbenbuchdruck  
1955, 46 Seiten, 17 Abb., 2 Farbtafeln, DM 10,—
- HEFT 156  
Prof. Dr.-Ing. B. von Borries und Mitarbeiter, Düsseldorf  
Die Entwicklung regelbarer permanentmagnetischer Elektronenlinsen hoher Brechkraft und eines mit ihnen ausgerüsteten Elektronenmikroskopes neuer Bauart  
1956, 102 Seiten, 52 Abb., DM 22,55
- HEFT 157  
Dr. W. Jawtuschk, Dr. G. Schuster und Prof. Dr.-Ing. R. Jaeckel, Bonn  
Untersuchungen über die Stoßvorgänge zwischen neutralen Atomen und Molekülen  
1955, 48 Seiten, 15 Abb., 3 Tabellen, DM 10,50
- HEFT 158  
Dipl.-Ing. W. Rosenkranz, Meinerzhagen  
Ein Beitrag zum Problem der Spannungskorrosion bei Preßprofilen und Preßteilen aus Aluminium-Legierungen  
1956, 112 Seiten, 61 Abb., 5 Tabellen, DM 27,40
- HEFT 159  
Dr.-Ing. O. Viertel und O. Oldenroth, Krefeld  
Das Bleichen von Weißwasche mit Wasserstoffsperoxyd bzw. Natriumhypochlorit beim maschinellen Waschen  
1955, 54 Seiten, 23 Abb., 2 Tabellen, DM 11,45
- HEFT 160  
Prof. Dr. W. Klemm, Münster  
Über neue Sauerstoff- und Fluor-haltige Komplexe  
1955, 50 Seiten, 13 Abb., 7 Tabellen, DM 10,80
- HEFT 161  
Prof. Dr. W. Weltzien und Dr. G. Hanschild, Krefeld  
Über Silikone und ihre Anwendung in der Textilveredlung  
1955, 162 Seiten, 22 Abb., 10 Tabellen, DM 27,—
- HEFT 162  
Prof. Dr. F. Wever, Prof. Dr. A. Kochendorfer und Dr.-Ing. Chr. Robrbach, Düsseldorf  
Kennzeichnung der Spordbruchneigung von Stählen durch Messung der Fließspannung, Reißspannung und Bruchbeanspruchung an dreiachsigen beanspruchten Proben  
1955, 58 Seiten, 26 Abb., DM 13,—
- HEFT 163  
Dipl.-Ing. W. Robs und Text.-Ing. H. Griese, Bielefeld  
Untersuchungsarbeiten zur Verbesserung des Leinenwebstuhls III  
1955, 80 Seiten, 15 Abb., 18 Tabellen, DM 15,80
- HEFT 164  
Dr.-Ing. H. Schmachtenberg, Köln  
Neuartige Prüfeinrichtungen für Kraftfahrzeuge  
1955, 44 Seiten, 23 Abb., DM 9,60
- HEFT 165  
Dr.-Ing. W. Wilhelm, Aachen  
Instationäre Gasströmung im Auspuffsystem eines Zweitaktmotors  
1955, 62 Seiten, 31 Abb., 8 Tabellen, DM 13,60
- HEFT 166  
Prof. Dr. M. v. Stackelberg, Dr. H. Heindze, Dr. H. Hübschke und Dr. K. H. Frangen, Bonn  
Kolloidchemische Untersuchungen  
1955, 106 Seiten, 8 Abb., 13 Tabellen, DM 21,25
- HEFT 167  
Prof. Dr.-Ing. F. Schuster, Essen  
I. Über die Heißkarburierung von Brenngasen mit Ölen und Teeren  
II. Die Strahlungsvorgänge in brennstoffbeheizten Öfen bei verschiedenen Verbrennungsumgebungen  
1955, 38 Seiten, 8 Abb., DM 8,30
- HEFT 168  
Prof. Dr.-Ing. F. Schuster, Essen  
I. Luftvorwärmung an Gasfeuerungen  
II. Heizwerthöhe von Brenngasen und Wirkungsgrad sowie Gasverbrauch bei der Gasverwendung  
III. Sauerstoffangereicherte Luft und feuerungstechnische Kenngrößen von Brenngasen  
1955, 60 Seiten, 18 Abb., DM 12,50
- HEFT 169  
Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke, Stuttgart  
Arbeiten über die Bestimmung des Gebrauchswertes von Lackfilmen durch physikalische Prüfungen  
1955, 70 Seiten, 23 Abb., 4 Tabellen, DM 15,—
- HEFT 170  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. A. Rose und Dipl.-Ing. L. Rademacher, Düsseldorf  
Anwendung der Umwandlungsschaubilder auf Fragen der Werkstoffauswahl beim Schweißen und Flamhartnen  
1955, 64 Seiten, 25 Abb., DM 13,70



- HEFT 171  
*Wäschereiforschung Krefeld*  
Untersuchung der Wäscheentwässerung mit Hilfe von Zentrifugen und Pressen  
1955, 42 Seiten, 16 Abb., 4 Tabellen, DM 9,70
- HEFT 172  
*Dipl.-Ing. W. Robs, Dr.-Ing. G. Satlow und Text.-Ing. G. Heller, Bielefeld*  
Trocknung von Hanfgarnen. Kreuzspulrocknung  
1955, 60 Seiten, 7 Abb., 4 Tabellen, DM 10,30
- HEFT 173  
*Prof. Dr. R. Hosemann und Dipl.-Phys. G. Schoknecht, Berlin, vorgelegt von Prof. Dr. W. Kast, Krefeld*  
Lichtoptische Herstellung und Diskussion der Faltungsquadrate parakristalliner Gitter  
1956, 108 Seiten, 63 Abb., 6 Tabellen, DM 24,70
- HEFT 174  
*Prof. Dr. W. von Fragstein, Dr. J. Meingast und H. Hoch, Köln*  
Herstellung von Solen einheitlicher Teilchengröße und Ermittlung ihrer optischen Eigenschaften  
1955, 78 Seiten, 80 Abb., 4 Tabellen, DM 18,25
- HEFT 175  
*Dr.-Ing. H. Zeller, Aachen*  
Beitrag zur eindimensionalen stationären und nichtstationären Gasströmung mit Reibung und Wärmeleitung, insbesondere in Rohren mit un stetigen Querschnittsänderungen.  
1956, 138 Seiten, 56 Abb., DM 29,30
- HEFT 176  
*Dipl.-Ing. H. Schöberl, Duisburg*  
Über die Methoden zur Ermittlung der Verbrennungstemperatur von Brennstoffen und ein Vorschlag zu ihrer Verbesserung  
1955, 30 Seiten, 3 Abb., DM 6,50
- HEFT 177  
*Dipl.-Ing. H. Stüdemann, Solingen, und Dr.-Ing. W. Müchler, Essen*  
Entwicklung eines Verfahrens zur zahlenmäßigen Bestimmung der Schneideigenschaften von Messerklingen  
1956, 104 Seiten, 68 Abb., 4 Tabellen, DM 22,20
- HEFT 178  
*Prof. Dr. M. von Stackelberg u. Dr. W. Hans, Bonn*  
Untersuchungen zur Ausarbeitung und Verbesserung von polarographischen Analysemethoden  
1955, 46 Seiten, 14 Abb., DM 10,50
- HEFT 179  
*Dipl.-Ing. H. F. Reineke, Bochum*  
Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Meß- und Regeltechnik  
1955, 46 Seiten, 10 Abb., DM 10,—
- HEFT 180  
*Dr.-Ing. W. Piepenburg, Dipl.-Ing. B. Bibling und Bauing. J. Behnke, Köln*  
Putzarbeiten im Hochbau und Versuche mit aktiviertem Mörtel und mechanischem Mörtelauftrag  
1955, 116 Seiten, 31 Abb., 68 Tabellen, DM 23,—
- HEFT 181  
*Prof. Dr. W. Franz, Münster*  
Theorie der elektrischen Leitvorgänge in Halbleitern und isolierenden Festkörpern bei hohen elektrischen Feldern  
1955, 28 Seiten, 2 Abb., 1 Tabelle, DM 6,20
- HEFT 182  
*Dr.-Ing. P. Schenk u. Dr. K. Osterloh, Düsseldorf*  
Katalytisch-thermische Spaltung von gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen zur Spitzengaserzeugung  
1955, 50 Seiten, 11 Abb., 11 Tabellen, DM 10,90
- HEFT 183  
*Dr. W. Bornheim, Köln*  
Entwicklungsarbeiten an Flaschen- und Ampullen-Behandlungsmaschinen für die pharmazeutische Industrie  
1956, 48 Seiten, 24 Abb., DM 11,70
- HEFT 184  
*Dr.-Ing. E. Prinz, Kettwig*  
Vollhydraulische Parallel-Kupplung für Ackerschlepper  
1955, 32 Seiten, 4 Abb., DM 7,80
- HEFT 185  
*Dipl.-Ing. W. Robs und Text.-Ing. G. Heller, Bielefeld*  
Studien an einem neuzeitlichen Kreuzspulrockner für Bastfasergarne mit Wiederbefeuchtungszone  
1955, 52 Seiten, 9 Abb., 3 Tabellen, DM 10,70
- HEFT 186  
*Dr. E. Wedekind, Krefeld*  
Untersuchungen zur Arbeitsbestgestaltung bei der Fertigstellung von Oberhemden in gewerblichen Wäschereien  
1955, 124 Seiten, 28 Abb., 6 Tabellen, 2 Faltaf., DM 12,—
- HEFT 187  
*Dipl.-Ing. F. Göttgens, Essen*  
Über die Eigenarten der Bimetall-, Thermo- und Flammenionisationsicherungsmethode in ihrer Anwendung auf Zündsicherungen  
1955, 40 Seiten, 6 Abb., 4 Tabellen, DM 8,40
- HEFT 188  
*W. Kinnebrock, Langenberg (Rhld.)*  
Der Einfluß des Austausches gleicher Gaskochbrenner bzw. Gaskochbrennerenteile auf den Wirkungsgrad und insbesondere auf den CO-Gehalt der Verbrennungsgase  
1955, 42 Seiten, 7 Tabellen, DM 8,70
- HEFT 189  
*Fa. E. Leybold's Nachfolger, Köln*  
I. Ausgewählte Kapitel aus der Vakuumtechnik  
II. Zum Verlust anorganisch-nichtflüchtiger Substanzen während der Gefriertrocknung  
1955, 52 Seiten, 16 Abb., 3 Tabellen, DM 11,20
- HEFT 190  
*Prof. Dr. A. Neubaus, Prof. Dr. O. Schmitz-DuMont und Dipl.-Chem. H. Reckhard, Bonn*  
Zur Kenntnis der Alkalitanate  
1955, 60 Seiten, 13 Abb., 1 Tabelle, DM 12,20
- HEFT 191  
*Dr. H. Söhngen, Darmstadt*  
Schwingungsverhalten eines Schaufelkranzes im Vakuum  
1955, 36 Seiten, 7 Abb., DM 7,80
- HEFT 192  
*Dipl.-Phys. E. M. Schneider, München*  
Kohlebogenlampen für Aufnahme und Kopie  
1955, 48 Seiten, 21 Abb., 3 Tabellen, DM 10,60
- HEFT 193  
*Prof. Dr. O. Schmitz-DuMont, Bonn*  
Untersuchungen über neue Pigmentfarbstoffe  
1956, 50 Seiten, 16 Abb., 8 Tabellen, DM 11,20
- HEFT 194  
*Dr. K. Hecht, Köln*  
Entwicklung neuartiger physikalischer Unterrichtsgeräte  
1955, 42 Seiten, 16 Abb., DM 9,90
- HEFT 195  
*Dr.-Ing. E. Rößger, Köln*  
Gedanken über einen neuen deutschen Luftverkehr  
1955, 342 Seiten, 29 Abb., 122 Tabellen, DM 50,—
- HEFT 196  
*Dipl.-Ing. W. Robs und Text.-Ing. H. Griese, Bielefeld*  
Auswirkungen von Garnfehlern bei der Verarbeitung von Leinengarnen  
1955, 36 Seiten, 3 Abb., 6 Tabellen, DM 7,80
- HEFT 197  
*Dr. E. Wedekind, Krefeld*  
Untersuchungen zur Bestimmung der optimalen Arbeitsplatzgröße bei Mehrstuhlarbeit in der Weberei  
1955, 92 Seiten, 34 Abb., DM 18,50
- HEFT 198  
*Prof. Dr. J. Weissinger, Karlsruhe*  
Zur Aerodynamik des Ringflügels. Die Druckverteilung dünner, fast drehsymmetrischer Flügel in Unterschallströmung  
1955, 42 Seiten, 5 Abb., DM 9,—
- HEFT 199  
*Text.-Forschungsanstalt Krefeld*  
Die Messung von Gewebetemperaturen mittels Temperaturstrahlung  
1955, 50 Seiten, 12 Abb., DM 10,90
- HEFT 200  
*R. Seipenbusch, Langenberg (Rhld.)*  
Spitzengas durch Zusatz von Flüssiggas-Wassergas- und Flüssiggas-Generatorgas-Gemischen zu Stadtgas  
1955, 48 Seiten, 21 Tabellen, DM 10,35
- HEFT 201  
*Dr.-Ing. E. W. Pleines, Frankfurt/Main*  
Die Sicherheit im Luftverkehr  
1956, 194 Seiten, 39 Abb., 19 Tabellen, DM 39,50
- HEFT 202  
*Dipl.-Ing. D. Fiecke, Stuttgart/Zuffenhausen*  
Die Bestimmung der Flugzeugpolaren für Entwurfszwecke. I Teil: Unterlagen  
1956, 216 Seiten, 171 Diagr., DM 59,70
- HEFT 203  
*Dr. G. Wandel, Bonn*  
Uferbewachung und Lebendverbauung an den Nordwestdeutschen Kanälen und ihren Zuflüssen sowie an der Ruhr  
1956, 122 Seiten, 88 Abb., DM 25,70
- HEFT 204  
*Dipl.-Ing. B. Naendorf, Langenberg (Rhld.)*  
Bestimmung der Brenneigenschaften und des Brennverhaltens verschiedener Gasarten und Einfluß verschiedener Düsengestaltung  
1955, 32 Seiten, DM 7,10
- HEFT 205  
*Dr. C. Schaarwächter, Düsseldorf*  
Über plastische Kupfer-Eisen-Phosphor-Legierungen  
1936, 36 Seiten, 10 Abb., 10 Tabellen, DM 8,30
- HEFT 206  
*Dr. P. Hölemann, Ing. R. Hasselmann und Ing. G. Dix, Dortmund*  
Untersuchungen über die Vorgänge bei der Zersetzung von in Azeton gelöstem Azetylen  
1956, 74 Seiten, 7 Abb., 7 Tabellen, DM 15,55
- HEFT 207  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Dipl.-Ing. K. H. Fröblich und Dipl.-Ing. H. Siebel, Aachen*  
Richtwerte für das Fräsen von unlegierten und legierten Baustählen mit Hartmetall. I. Teil  
1956, 48 Seiten, 27 Abb., 3 Tabellen, DM 11,10
- HEFT 208  
*Prof. Dr.-Ing. H. Müller, Essen*  
Untersuchung von Elektrowärmegegeräten für Laienbedienung hinsichtlich Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit. I. Untersuchungen an Kochplatten  
1956, 100 Seiten, 76 Abb., 7 Tabellen, DM 22,70
- HEFT 209  
*Dr. K. Bunge, Leverkusen*  
Materialabbau in Funkenentladungen. Untersuchungen an Zinkkathoden  
1956, 54 Seiten, 10 Abb., 5 Tabellen, DM 11,40
- HEFT 210  
*Dr. W. Porschen und Prof. Dr. W. Riezler, Bonn*  
Langlebige Alphaaktivitäten bei natürlichen Elementen  
1955, 40 Seiten, 5 Abb., 4 Tabellen, DM 8,80
- HEFT 211  
*Prof. Dipl.-Ing. W. Sturtzel und Dr.-Ing. W. Graff, Duisburg*  
Die Versuchsanstalt für Binnenschiffbau, Duisburg  
1956, 48 Seiten, 22 Abb., 11,—
- HEFT 212  
*Dipl.-Ing. H. Spodig, Selm*  
Untersuchung zur Anwendung der Dauermagnete in der Technik  
1955, 44 Seiten, 25 Abb., DM 9,80
- HEFT 213  
*Dipl.-Ing. K. F. Rittinghaus, Aachen*  
Zusammenstellung eines Meßwagens für Bau- und Raumakustik  
1957, 96 Seiten 17 Abb., 7 Tabellen DM 19,80
- HEFT 214  
*Dr.-Ing. J. Endres, München*  
Berechnung der optimalen Leistungen, Kraftstoffverbräuche und Wirkungsgrade von Einkreis-Turbolader-Strahltriebwerken am Boden und in der Höhe bei Fluggeschwindigkeiten von 0—2000 km/h  
1956, 72 Seiten, 18 Abb., 8 Tabellen, DM 15,40
- HEFT 215  
*Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dr.-Ing. G. Weber, Aachen*  
Einfluß der Wärmebehandlung von Baustählen auf Spanenstehung, Schnittkraft- und Standzeitverhalten  
1956, 80 Seiten, 30 Abb., 10 Tabellen, DM 18,40
- HEFT 216  
*Dr. E. Kloth, Köln*  
Untersuchungen über die Ausbreitung kurzer Schallimpulse bei der Materialprüfung mit Ultraschall  
1956, 90 Seiten, 60 Abb., 4 Tabellen, DM 19,40
- HEFT 217  
*Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW), Frankfurt/Main*  
Typenvielzahl bei Haushaltgeräten und Möglichkeiten einer Beschränkung  
1956, 328 Seiten, 2 Abb., 181 Tabellen, DM 49,50
- HEFT 218  
*Dr. F. Keune, Aachen*  
Bericht über eine Theorie der Strömung um Rotationskörper ohne Anstellung bei Machzahl Eins  
1955, 40 Seiten, 8 Abb., 5 Formelblätter, DM 8,80

- HEFT 219  
Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen  
Untersuchungen zur Holzabfallverwertung und zur Chemie des Lignins  
1955, 54 Seiten, 11 Abb., 15 Tabellen DM 11,40
- HEFT 220  
Prof. Dr. W. Fuchs, Aachen  
Die Entwicklung neuer Regel- und Kontroll-Apparate zur coulometrischen Analyse  
1956, 17 Abb., 23 Tabellen, DM 15,50
- HEFT 221  
Dr. W. Meyer-Eppler, Bonn  
Experimentelle Untersuchungen zum Mechanismus von Stimme und Gehör in der lautsprachlichen Kommunikation  
1955, 56 Seiten, 24 Abb., DM 13,45
- HEFT 222  
Dr. L. Köllner, Münster, und Dipl.-Volkswirt M. Kaiser, Bochum  
Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der westdeutschen Wollindustrie  
1956, 214 Seiten, DM 39,50
- HEFT 223  
Dr.-Ing. K. Alberti und Dr. F. Schwarz, Köln  
Über das Problem Hartbrand-Weichbrand  
1956, 54 Seiten, 25 Abb., 14 Tabellen, DM 12,10
- HEFT 224  
Dipl.-Ing. H. Studemann und Ing. R. Bäu, Solingen  
Verfahren zur Prüfung der Korrosionsbeständigkeit von Messerklingen aus rostfreiem Stahl  
1956, 82 Seiten, 28 Abb., DM 16,90
- HEFT 225  
Dr.-Ing. E. Barz, Remscheid  
Der Spannungszustand von Gattersägeblättern  
1956, 74 Seiten, 54 Abb., DM 16,50
- HEFT 226  
Technisch-wissenschaftliches Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld  
Untersuchungen zur Verbesserung des Leinenwebstuhles IV  
Die Wirkung verschiedener Kettbaumbremsen auf die Verwebung von Leinengarnen  
1956, 64 Seiten, 9 Abb., 4 Tabellen, DM 13,50
- HEFT 227  
Prof. Dr. F. Wever, Düsseldorf und Dr. W. Wepner, Köln  
Untersuchung der Alterungsneigung von weichen unlegierten Stählen durch Härteprüfung bei Temperaturen bis 300 Grad C  
1956, 34 Seiten, 20 Abb., 3 Tabellen, DM 7,95
- HEFT 228  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. W. Koch, Düsseldorf, und Dr. B. A. Steinkopf, Dortmund  
Spektrochemische Grundlagen der Analyse von Gemischen aus Kohlenmonoxyd, Wasserstoff und Stickstoff  
1956, 42 Seiten, 18 Abb., 1 Tabelle, DM 9,90
- HEFT 229  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. W. Koch und Dr.-Ing. H. Malissa, Düsseldorf  
Über die Anwendung disubstituierter Dithiocarbamate der analytischen Chemie  
1956, 44 Seiten, 30 Abb., 5 Tabellen, DM 10,50
- HEFT 230  
Prof. Dr. F. Wever, Düsseldorf, und Dr. W. Wepner, Köln  
Bestimmung kleiner Kohlenstoffgehalte im Alpha-Eisen durch Dämpfungsmessung  
1956, 34 Seiten, 5 Abb., 2 Tabellen, DM 7,70
- HEFT 231  
Dr.-Ing. W. Küch, Dortmund  
Über die Wechselwirkung zwischen Holzschutzbehandlung und Verleimung  
1956, 48 Seiten, 10 Abb., 8 Tabellen, DM 10,40
- HEFT 232  
Prof. Dr.-Ing. O. Kienzle, Hannover, und Dr.-Ing. H. Mümmich, Schweinfurt  
Feststellung der Spannungen und Dehnungen und Bruchdrehzahlen der unter Flichkraft und Bearbeitungskraft beanspruchten Schleifkörper  
in Vorbereitung
- HEFT 233  
Dr. H. Haase, Hamburg  
Infrarot-Bibliographie  
1956, 90 Seiten, DM 17,80
- HEFT 234  
Dr.-Ing. K. G. Speith und Dr.-Ing. A. Bumgeroth, Duisburg  
Versuche zur Steigerung des Kokillen-Schluckvermögens beim Stranggießen von Stahl  
1956, 26 Seiten, 5 Abb., DM 6,15
- HEFT 235  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. W. Dettmering, Aachen  
Turbinenschaukeln aus Kunststoff für Kaltluftversuchsanlagen  
1956, 46 Seiten, 43 Abb., 3 Tabellen, DM 12,30
- HEFT 236  
Dr.-Ing. O. Viertel und S. Lucas, Krefeld  
Ergebnisse einer Hausfrauenbefragung über Wascheinrichtungen und Waschmethoden in städtischen Haushaltungen  
1956, 34 Seiten, 4 Abb., DM 7,60
- HEFT 237  
Dr. P. Endler und Dr. H. Ludes, Köln  
Bericht über eine Studienreise zur Orientierung der heutigen Behandlung der Lungentuberkulose in den Vereinigten Staaten von Nordamerika  
1956, 32 Seiten, DM 7,10
- HEFT 238  
Institut für textile Meßtechnik, M.-Gladbach, e. V.  
Untersuchungen der Verzugsvorgänge an den Streckwerken verschiedener Spinnereimaschinen. 3. Bericht: Theoretische Betrachtungen über den Einfluß schlagender Zylinder und Druckrollen  
1956, 66 Seiten, 21 Abb., DM 14,10
- HEFT 239  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist, Dipl.-Ing. H. Scheele, Aachen, und Dipl.-Ing. F. H. Floitmann, Herne  
Versuche an einem neuartigen luftgekühlten Hochleistungs-Kolbenkompressor  
1956, 72 Seiten, 19 Abb., 7 Tabellen, DM 14,40
- HEFT 240  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. H. Scheele, Aachen  
Temperaturmessungen an einem einstufigen luftgekühlten 4-Zylinder-Kolbenkompressor mit Kühlgebläse  
1956, 74 Seiten, 36 Abb., DM 14,80
- HEFT 241  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. M. Pötke, Aachen  
Leistungsversuche an einem Kuhlluftgebläse  
1956, 60 Seiten, 13 Abb., DM 11,70
- HEFT 242  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. K. Graf, Aachen  
Straßenfahrzeuge mit Gasturbinenantrieb  
1956, 82 Seiten, 63 Abb., DM 17,20
- HEFT 243  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. S. Förster, Aachen  
Die französische Kleingasturbine Artouste — 1. Teil  
1956, 80 Seiten, 41 Abb., DM 15,85
- HEFT 244  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. W. Koch und Dr. S. Eckhard, Düsseldorf  
Erfahrungen mit der spektrochemischen Analyse von Gefügebestandteilen des Stahles  
1956, 32 Seiten, 8 Abb., 2 Tabellen, DM 7,80
- HEFT 245  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Aachen  
Das Verbinden von Metallen durch Kunstharzkleber. Teil I: Eigenschaften und Verwendung der Metallklebstoffe  
1956, 48 Seiten, 8 Abb., DM 10,25
- HEFT 246  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Aachen  
Das Verbinden von Metallen durch Kunstharzkleber. Teil II: Untersuchungen an geklebten Leichtmetallverbindungen  
1956, 80 Seiten, 40 Abb., DM 17,50
- HEFT 247  
Dr. H. Söhngen, Darmstadt  
Stromung vor einem Überschall-Laufrad  
1956, 26 Seiten, 4 Abb., DM 7,60
- HEFT 248  
Rheinische Aktiengesellschaft für Braunkohlenbergbau und Brikkettfabrikation, Köln  
Untersuchung der Bindemittelleigenschaften von Braunkohlenfilteraschen  
1956, 176 Seiten, 26 Abb., 30 Tabellen, DM 35,60
- HEFT 249  
Dr. M.-E. Meffert, Essen  
Weitere Kulturversuche Scenedesmus obliquus  
1956, 36 Seiten, 5 Abb., 10 Tabellen, DM 8,—
- HEFT 250  
Dr. F. Schwarz und Dr.-Ing. K. Alberti, Köln  
Entwicklung von Untersuchungsverfahren zur Gütebeurteilung von Industriealkalen  
1956, 36 Seiten, 9 Abb., DM 16,50
- HEFT 251  
Prof. Dr. H. Bittel, Münster  
Zur Statistik der ferromagnetischen Elementarvorgänge und ihren Einfluß auf das Barkhausenrauschen  
1956, 52 Seiten, 14 Abb., DM 11,65
- HEFT 252  
Dipl.-Ing. H. Frings, Geilenkirchen  
Die Wirkung abfallender Wetterführung auf Wettertemperatur, Grubengasgehalt und Staubbildung  
1957, 126 Seiten, 23 Abb., 13 Falttafeln, 38 Tab., DM 35,70
- HEFT 253  
Dipl.-Ing. S. Schirmanski, Berghausen  
Stand und Auswertung der Forschungsarbeiten über Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzen bei der bergmännischen Arbeit  
1957, 80 Seiten, 24 Abb., 12 Tab., DM 17,10
- HEFT 254  
Prof. Dr. R. Danneil, Bonn  
Quantitative Untersuchungen über die Entwicklung des Ehrlich-Ascitestumors bei Inzuchtmäusen  
1956, 52 Seiten, 17 Tabellen, DM 11,75
- HEFT 255  
Ing. B. v. Schlippe, Bad Nauheim  
Strömung von Flüssigkeiten mit temperaturabhängiger Zähigkeit (Kühlung von Öfen)  
1956, 54 Seiten, 12 Abb., 4 Tabellen, DM 11,70
- HEFT 256  
Prof. Dr. C. Schmieden und Dipl.-Math. K. H. Müller, Darmstadt  
Die Strömung einer Quellstrecke im Halbraum — eine strenge Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen  
1956, 40 Seiten, 9 Abb., DM 8,80
- HEFT 257  
Prof. Dr. G. Lehmann und Dr. J. Tamm, Dortmund  
Die Beeinflussung vegetativer Funktionen des Menschen durch Geräusche  
1956, 48 Seiten, 25 Abb., 3 Tabellen, DM 11,20
- HEFT 258  
Dr. H. Paul, Linz (Rhein), und Prof. Dr. O. Graf, Dortmund  
Zur Frage der Unfälle im Bergbau  
1956, 52 Seiten, 9 Abb., 22 Tabellen, DM 11,20
- HEFT 259  
Prof. D. W. Linke, Aachen  
Strömungsvorgänge in künstlich belüfteten Räumen  
1956, 52 Seiten, 37 Abb., 1 Tabelle, DM 11,80
- HEFT 260  
Prof. Dr. W. Kast, Freiburg (Br.), Prof. Dr. A. H. Stuart und Dipl.-Phys. H. G. Fendler, Hannover  
Lichtzerstreuungsmessungen an Lösungen hochpolymerer Stoffe  
1956, 70 Seiten, 25 Abb., 5 Tabellen, DM 15,60
- HEFT 261  
Prof. Dr. W. Kast, Freiburg (Br.)  
Feinstruktur-Untersuchungen an künstlichen Zellulosefasern verschiedener Herstellungsverfahren. Teil II: Der Kristallisationszustand  
1956, 80 Seiten, 27 Abb., 11 Tabellen, DM 17,20
- HEFT 262  
Dr.-Ing. W. Batel, Aachen  
Untersuchungen zur Absiebung feuchter, feinkorniger Haufwerke und Schwingsieben  
1956, 100 Seiten, 45 Abb., 5 Tabellen, DM 23,40
- HEFT 263  
Prof. Dr. H. Lange und Dipl.-Phys. R. Kohlhaas, Köln  
Über die Wärmeleitfähigkeit von Stählen bei hohen Temperaturen: Teil I: Literaturbericht  
1956, 48 Seiten, 26 Abb., 8 Tabellen, DM 10,70
- HEFT 264  
Prof. Dr. W. Weizel, Bonn  
Durch schnelle Funkenzusammenbrüche ausgelöste Signale auf einer Leitung  
1956, 26 Seiten, 4 Abb., 3 Tabellen, DM 6,10
- HEFT 265  
Prof. Dr. F. Mischeel und Dr. R. Engel, Münster  
Eine Apparatur zur elektrophoretischen Trennung von Stoffgemischen  
1956, 38 Seiten, 21 Abb., DM 9,20
- HEFT 266  
Fliesen-Beratungsstelle Bad Godesberg-Mehlem  
Güteeigenschaften keramischer Wand- und Bodenfliesen und deren Prüfmethoden  
1956, 32 Seiten, DM 7,10
- HEFT 267  
Prof. Dr. W. Weizel und B. Brandt, Bonn  
Zur Stabilität stromstarker Glimmentladungen  
1956, 36 Seiten, 7 Abb., DM 8,40

- HEFT 268  
Prof. Dr.-Ing. G. Vogelpohl, Göttingen  
Über die Tragfähigkeit von Gleitlagern und ihre Berechnung  
1956, 76 Seiten, 24 Abb., 7 Tabellen, DM 16,85
- HEFT 269  
Markescheider R. Bals, Bochum  
Eignung des Gebirgsankerausbaus zur Erleichterung des Streckenvortriebs im Steinkohlenbergbau  
1956, 84 Seiten, 41 Abb., DM 18,75
- HEFT 270  
Dr. H. Krebs und Mitarbeiter, Bonn  
Die Trennung von Racematen auf chromatographischem Wege  
1956, 62 Seiten, 18 Tabellen, DM 12,95
- HEFT 271  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. H. Axer, Aachen  
Beeinflussung des Verschleißverhaltens bei spanenden Werkzeugen durch flüssige und gasförmige Kühlmittel und elektrische Maßnahmen  
1956, 46 Seiten, 28 Abb., DM 10,70
- HEFT 272  
Prof. Dr. W. Fuchs und Dr. H. Dresia, Aachen  
Untersuchungen über die Schnellverbrennung und Schnellvergasung fester Brennstoffe  
1956, 56 Seiten, 14 Abb., 3 Tabellen, DM 11,90
- HEFT 273  
Fa. K. W. Tacke G.m.b.H., Wuppertal-Barmen  
Erfahrungen beim Verspinnen von Perlonfasern und bei der Herstellung von Trikotagen aus gesponnenem Perlon  
1956, 36 Seiten, DM 7,90
- HEFT 274  
Prof. Dr.-Ing. K. Krekeler, Aachen  
Qualitative Untersuchungen bei Verbindungsschweißungen mittels Lichtbogenschweißautomaten unter Verwendung von Blankdraht und Zugabe von ferromagnetischem Pulver als Umhüllung  
1956, 68 Seiten, 40 Abb., 8 Tabellen, DM 15,45
- HEFT 275  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Aachen, und Dipl.-Ing. H. Verboeven, Aachen  
Quantitative Untersuchungen von Punktschweißverbindungen an Tiefzieh- und Aluminiumblechen, die nach dem Argonarc-Punktschweißverfahren hergestellt werden  
1956, 64 Seiten, 45 Abb., DM 14,60
- HEFT 276  
Fa. E. Haage, Mülheim (Ruhr)  
Entwicklungsarbeiten im Apparatebau für Laboratorien  
1956, 48 Seiten, 18 Abb., DM 10,50
- HEFT 277  
Dr.-Ing. W. Mächler, Essen  
Untersuchung und zahlenmäßige Bestimmung der Schneideigenschaften von Messern mit besonderer Berücksichtigung rostfreier Messerstähle  
1956, 60 Seiten, 27 Abb., 5 Tabellen, DM 13,20
- HEFT 278  
Dipl.-Ing. J. Stelter und Dipl.-Ing. H. Kickert, Aachen  
I. Sichtbarmachung von Ultraschallfeldern unter Verwendung photographischer Emulsionsschichten  
II. Methode zur Bestimmung der wirklichen Temperaturverhältnisse in Flüssigkeiten während der Beschallung (Nach einer Diplom-Arbeit von H. Schnitzler)  
1956, 54 Seiten, 24 Abb., DM 12,75
- HEFT 279  
Dr. F. Keune, Aachen  
Der gewölbte und verwundene Tragflügel ohne Dicke in Schallnähe  
1956, 42 Seiten, 15 Abb., DM 9,25
- HEFT 280  
Dipl.-Ing. J. Stelter und Dipl.-Ing. E. Pfende, Aachen  
Über Störerscheinungen bei Schallgeschwindigkeitsmessungen mittels der Interferometermethode  
1956, 42 Seiten, 13 Abb., DM 9,60
- HEFT 281  
Prof. Dr.-Ing. K. Liirenbaum, Aachen  
Der Meßwagen des Instituts für Maschinen-Dynamik der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Aachen  
1956, 34 Seiten, 17 Abb., DM 8,60
- HEFT 282  
Bergrat a. D. Scherer, Bochum  
Das B. T.-Schwefelverfahren und seine Anwendung auf der Anlage Marienau  
1956, 44 Seiten, 7 Abb., DM 9,60
- HEFT 283  
Prof. Dr. F. Wever und Dr.-Ing. W. Lueg, Düsseldorf  
Warmstauchversuche zur Ermittlung der Formänderungsfestigkeit von Gesenkschmiede-Stählen  
1956, 44 Seiten, 19 Abb., DM 9,90
- Heft 284  
Prof. Dr. F. Wever, Düsseldorf, Dr.-Ing. H. J. Wiester, Essen, Dr.-Ing. F. W. Straßburg, Duisburg, Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen, und Dr.-Ing. K. H. Fröblich, Köln  
Einfluß des Gefüges auf die Zerspanbarkeit von Einsatz- und Vergütungsstählen  
1957, 88 Seiten, 126 Abb., 11 Tab., DM 22,45
- HEFT 285  
Prof. Dr.-Ing. O. Kienzle, Dr.-Ing. K. Lange, Hannover, und Dipl.-Ing. H. Meinert, Osterode  
Einfluß der Oberfläche auf das Verschleißverhalten von Schmiedegesenken  
1956, 62 Seiten, 29 Abb., 8 Tabellen, DM 14,60
- HEFT 286  
Dr.-Ing. K. Lange, Hannover, Dipl.-Ing. H. Meinert, Osterode, unter Mitarbeit von Dr.-Ing. H. Arend, Mülheim (Ruhr)  
Verschleißverhalten hartverchromter Schmiedegesenke  
1956, 74 Seiten, 53 Abb., 6 Tabellen, DM 17,65
- HEFT 287  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Aachen  
Änderungen der mechanischen Eigenschaftswerte thermoplastischer Kunststoffe bei Beanspruchung in verschiedenen Medien  
1956, 62 Seiten, 23 Abb., 5 Tabellen, DM 13,70
- HEFT 288  
Dr. K. Brücke-Steinkuhl, Düsseldorf  
Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren in der Industrie  
1956, 103 Seiten, 27 Abb., 14 Tabellen, DM 24,20
- HEFT 289  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterbager, Aachen  
Kombinierter Widerstands- und Lichtbogen-Vakuumofen zur Verarbeitung von Titanschwamm  
Prof. Dr. Dr. h. c. R. Schwarz, Aachen  
Erforschung neuer Wege zur Darstellung von Titanmetall  
1957, 42 Seiten, 18 Abb., DM 9,70
- HEFT 290  
Dr. D. Horstmann, Düsseldorf  
I. Der verstärkte Angriff des Zinks auf Eisen im Temperaturgebiet um 500° C  
II. Einfluß eines Antimonhaltes auf den Angriff von Zinkschmelzen auf Eisen  
1956, 48 Seiten, 33 Abb., 3 Tabellen, DM 11,90
- HEFT 291  
Dr.-Ing. H. J. Wiester und Dr. D. Horstmann, Düsseldorf  
Der Angriff eisenengesättigter Zinkschmelzen auf silizium- und manganhaltiges Eisen  
1956, 52 Seiten, 45 Abb., 8 Tabellen, DM 12,60
- HEFT 292  
Dipl.-Ing. W. Robs und Text.-Ing. H. Griese, Bielefeld  
Webversuche an Leinenwebstühlen mit verbesserter Schaffbewegung  
1956, 34 Seiten, 3 Abb., 2 Tabellen, DM 7,60
- HEFT 293  
Prof. J. W. Korte, unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. P. A. Mäcke und Dipl.-Ing. W. Leutzbach, Aachen  
Die Leistungsfähigkeit von Verkehrsanlagen des motorisierten städtischen Straßenverkehrs  
1956, 98 Seiten, 35 Abb., 5 Tabellen, 1 Falltafel, DM 22,50
- HEFT 294  
Dipl.-Ing. B. Naendorf, Essen  
Untersuchungen industrieller Gasbrenner  
1956, 58 Seiten, 6 Abb., 3 Tabellen, DM 12,40
- HEFT 295  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. H. Axer, Aachen  
Untersuchung und Weiterentwicklung neuartiger elektrischer Bearbeitungsverfahren  
1956, 42 Seiten, 27 Abb., DM 10,30
- HEFT 296  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
I. Untersuchungen an elektronischen Regelantrieben  
II. Statische Untersuchungen zur Ausnutzung von Drehbänken  
1956, 46 Seiten, 18 Abb., DM 10,40
- HEFT 297  
Dr. K. Schaarwächter, Düsseldorf  
Die Reduktion von Siliziumtetrachlorid im Lichtbogen zur nachfolgenden Silizierung von Eisenblechen  
in Vorbereitung
- HEFT 298  
Prof. Dr.-Ing. E. Oehler, Aachen  
Untersuchung von kritischen Drehzahlen, die durch Kreiselmomente verursacht werden  
1956, 50 Seiten, 35 Abb., DM 13,15
- HEFT 299  
Dr. J. Fassbender und W. Hoppe, Bonn  
Eine photoelektrische Nachlaufeinrichtung für Analoge-Rechenmaschinen  
1956, 20 Seiten, 8 Abb., DM 7,65
- HEFT 300  
Prof. Dr. E. Schütz und Privatdozent Dr. H. Caspers, Münster  
Tierexperimentelle Untersuchungen über die Alkoholwirkungen auf Erregbarkeit und bioelektrische Spontanaktivität der Hirnrinde  
1956, 44 Seiten, 6 Abb., 1 Tabelle, DM 9,55
- HEFT 301  
Prof. Dr. W. Weltzien, Dr. G. Cossmann und P. Diehl, Krefeld  
Über die fraktionierte Füllung von Polyamiden (II)  
1956, 54 Seiten, 1 Abb., 16 Tabellen, DM 11,30
- HEFT 302  
Prof. Dr.-Ing. W. Wegener und Dipl.-Ing. W. Zahn, Aachen  
Untersuchungen von gesponnenen Garnen auf ihre Gleichmäßigkeit nach verschiedenen Meßmethoden  
1957, 58 Seiten, 34 Abb., DM 15,20
- HEFT 303  
Prof. Dr. Ing. S. Kiesskalt, Aachen  
Das Institut der Forschungsgesellschaft Verfahrenstechnik e. V. an der Technischen Hochschule Aachen  
1956, 76 Seiten, 20 Abb., 3 Tabellen, DM 16,40
- HEFT 304  
Prof. Dr.-Ing. K. Krekeler, Düsseldorf, und Dipl.-Ing. A. Kleine-Albers, Aachen  
Beitrag zur thermoelastischen Warmformbarkeit von Hart-PVC  
1957, 72 Seiten, 29 Abb., DM 17,70
- HEFT 305  
Prof. Dr.-Ing. K. Krekeler, Düsseldorf, Dr.-Ing. H. Peukert, Aachen, und Dipl.-Ing. W. Schmitz, Siegburg  
Heißgas-Schweißung von Hart-Polyvinylchlorid mit Zusatzwerkstoff  
1956, 44 Seiten, 27 Abb., 5 Tabellen, DM 12,50
- HEFT 306  
Prof. Dr. B. Rensch, Münster  
Elektrophysiologische Untersuchungen zur Analyse der Bildung von Assoziationen und Gedächtnisspuren in Gehirn und Rückenmark  
Prof. Dr. A. Loeser, Münster  
Akute und chronische Giftwirkungen sauerstoffhaltiger Lösungsmittel  
1956, 36 Seiten, 9 Abb., DM 8,90
- HEFT 307  
Privatdozent Dr. J. Juilfs, Krefeld  
Vergleichende Untersuchungen zur elastischen und bleibenden Dehnung von Fasern  
1956, 36 Seiten, 11 Abb., DM 8,30
- HEFT 308  
Privatdozent Dr. J. Juilfs, Krefeld  
Zur Messung der Fadenglätte  
1956, 22 Seiten, 10 Abb., 2 Tabellen, DM 8,—
- HEFT 309  
Prof. Dr. K. Cruse und Mitarbeiter, Clausthal-Zellerfeld  
Aufbau und Arbeitsweise eines universell verwendbaren Hochfrequenz-Titrationsgerätes  
1957, 48 Seiten, 29 Abb., DM 11,90
- HEFT 310  
Dr. P. F. Müller, Bonn  
Die Integrieranlage des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Instrumentelle Mathematik in Bonn  
1956, 62 Seiten, 6 Abb., 30 Satzskizzen, DM 14,45
- HEFT 311  
Prof. Dr. F. Wever und Dr. M. Hempel, Düsseldorf  
Dauerschwingfestigkeit von Stählen bei erhöhten Temperaturen  
Teil I: Erkenntnisse aus bisherigen Dauerschwingversuchen in der Wärme  
1956, 48 Seiten, 19 Abb., 2 Tabellen, DM 10,90
- HEFT 312  
Prof. Dr. F. Wever und Dr. M. Hempel, Düsseldorf  
Dauerschwingfestigkeit von Stählen bei erhöhten Temperaturen  
Teil II: Zug-Druck-Dauerschwingversuche an zwei warmfesten Stählen bei Temperaturen von 500 bis 650°  
1956, 48 Seiten, 20 Abb., 3 Tabellen, DM 13,—

- HEFT 313  
Prof. Dr. F. Wever, Dr. W. Koch und  
Dipl.-Phys. H. Rohde, Düsseldorf  
Änderungen des Babitus und der Gitterkonstanten des  
Zementits in Chromstählen bei verschiedenen Wärme-  
behandlungen  
1956, 88 Seiten, 29 Abb., 8 Tabellen, DM 20,90
- HEFT 314  
Prof. Dr. F. Wever, Dr.-Ing. A. Krisch, Düsseldorf,  
und Dr.-Ing. H.-J. Wiester, Essen  
Veränderungen im Gefügeaufbau von Chrom-Nickel-  
Molybdän-Stählen bei langzeitiger Beanspruchung im  
Zeitstandversuch bei 500°  
1956, 48 Seiten, 26 Abb., 5 Tabellen, DM 11,70
- HEFT 315  
Prof. Dr. F. Wever und Dr.-Ing. A. Krisch, Düsseldorf  
Metallkundliche Untersuchungen an Zeitstandproben  
1956, 38 Seiten, 12 Abb., DM 9,15
- HEFT 316  
Dr. F. Keune, Aachen  
Zusammenfassende Darstellung und Erweiterung des  
Äquivalenzsatzes für schallnahe Stromung  
1956, 80 Seiten, 22 Abb., DM 17,90
- HEFT 317  
Dr.-Ing. J. Stelter, Aachen  
Mikrobiologische Ultraschallwirkungen  
1957, 106 Seiten, 41 Abb., 12 Tab., DM 23,90
- HEFT 318  
Dipl.-Ing. H. Kickert, Aachen  
Über die Ausbreitung von Ultraschall in Luft  
1957, 78 Seiten, 51 Abb., 7 Tab., DM 19,20
- HEFT 319  
Prof. Dr. C. Kröger, Aachen  
Gemengereaktionen und Glasschmelze  
1957, 118 Seiten, 53 Abb., 16 Tab., DM 26,—
- HEFT 320  
Dr. H.-E. Caspary, Köln  
Verwendung von Szintillationszählern an Stelle von  
Zählrohren zur zerstörungsfreien Materialprüfung  
1956, 42 Seiten, 13 Abb., 2 Tabellen, DM 10,10
- HEFT 321  
Prof. Dr. F. Wever, Düsseldorf, und  
Dr. W. Wepner, Köln  
Gleichzeitige Bestimmung kleiner Kohlenstoff- und  
Stickstoffgehalte im  $\alpha$ -Eisen durch Dämpfungsmessung  
1956, 30 Seiten, 3 Abb., 4 Tabellen, DM 6,80
- HEFT 322  
Prof. Dr.-Ing. F. Bollenrath und  
Dipl.-Ing. W. Domke, Aachen  
Eigenspannungen in vergüteten, dickwandigen Stahl-  
zylindern nach Oberflächenhärtung mit induktiver Er-  
wärmung  
1956, 30 Seiten, 9 Abb., 2 Tabellen, DM 6,90
- HEFT 323  
Prof. Dr. R. Seyffert, Köln  
Wege und Kosten der Distribution der Textilien, Schuh-  
und Lederwaren  
1956, 98 Seiten, 37 Tabellen, 1 Faltpf., DM 12,—
- HEFT 324  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Dr.-Ing. E. Salje und  
Dipl.-Ing. K. E. Schwartz, Aachen  
Richtwerte für das Außenrund-Längs- und Einstech-  
schleifen  
1956, 62 Seiten, 44 Abb., 2 Tabellen, DM 13,85
- HEFT 325  
Prof. Dr. E. Schratz, Munster  
Pharmakognostische Untersuchungen am Medizinal-  
Rhabarber  
1957, 62 Seiten, 29 Abb., 3 Tabellen, DM 17,90
- HEFT 326  
Prof. Dr.-Ing. E. Essers und Mitarbeiter, Aachen  
Deichselkräfte an Lastzügen  
1957, 96 Seiten, 34 Abb., DM 22,10
- HEFT 327  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler und  
Dr.-Ing. H. Peukert, Aachen  
Beitrag zur thermoelastischen Formbarkeit von Poly-  
äthylen  
1956, 56 Seiten, 49 Abb., 9 Tabellen, DM 12,80
- HEFT 328  
Dr. H. Maeder, Belo Horizonte  
Schweißen von Temperguß  
1957, 92 Seiten, 59 Abb., 42 Tabellen, DM 25,50
- HEFT 329  
Dipl.-Ing. A. Kruger, Karlsruhe, und Feuerwehr-Ing.  
R. Radosch, Dortmund  
Wasserzerstäubung im Strahlrohr  
1956, 86 Seiten, 21 Abb., 3 Tabellen, DM 18,65
- HEFT 330  
Dipl.-Physiker E. Pepping, Aachen  
Die Durchflußzahl des Rechteckschlitzes in einer sehr  
großen Wand  
1957, 54 Seiten, 21 Abb., DM 12,35
- HEFT 331  
Dipl.-Ing. G. Bretschneider, Ruit  
Die Messung der wiederkehrenden Spannung mit Hilfe  
des Netzmodelles  
1957, 46 Seiten, 21 Abb., 2 Tab., DM 11,20
- HEFT 332  
Prof. Dr.-Ing. R. Jaeckel und Dr. G. Reich, Bonn  
Messung von Dampfdrücken im Gebiet unter  $10^{-2}$  Torr  
1956, 42 Seiten, 16 Abb., 2 Tabellen, DM 10,40
- HEFT 333  
Prof. Dipl.-Ing. W. Sturtzel und  
Dr.-Ing. W. Graff, Duisburg  
I. Der Flachwassereinfluß auf den Form- und Reibungs-  
widerstand von Binnenschiffen  
II. Der Flachwassereinfluß auf die Nachstrom- und  
Sogverhältnisse bei Binnenschiffen  
1956, 44 Seiten, 14 Abb., DM 9,80
- HEFT 334  
Prof. Dr. W. Weizel und Dr. G. Meister, Bonn  
Spektralanalyse durch Messung des Interferenz-Kon-  
trastes  
1956, 42 Seiten, DM 9,80
- HEFT 335  
Prof. Dr. W. Weizel und H. Hornberg, Bonn  
Untersuchungen der anodischen Teile einer Glüh-  
entladung  
1957, 62 Seiten, 14 Farbbabb., 21 Abb., 1 Tab., DM 32,80
- HEFT 336  
Dr. Tung-ping Yao, Aachen  
Die Viskosität metallischer Schmelzen  
1957, 64 Seiten, 28 Abb., 2 Tab., DM 14,40
- HEFT 337  
Dr. R. Hoepfener und Dr. W. Bierther, Bonn  
Tektonik und Lagerstätten im Rheinischen Schiefer-  
gebirge  
1957, 66 Seiten, 14 Abb., DM 16,25
- HEFT 338  
Prof. Dr.-Ing. W. Wegener, Aachen, und  
Dipl.-Ing. J. Schneider, M.-Gladbach  
Die Bedeutung der Knotenart für die Herabminderung  
der Fadenbrüche  
1957, 40 Seiten, 6 Abb., DM 11,90
- HEFT 339  
Prof. Dr.-Ing. W. Wegener und  
Dipl.-Ing. W. Zahn, Aachen  
Vergleich des normalen mit verschiedenen abgekürzten  
Baumwollspinnverfahren in bezug auf Gleichmäßigkeit  
und Sortierungsstreuung der Garne  
1956, 56 Seiten, 17 Abb., 17 Tabellen, DM 12,70
- HEFT 340  
Dipl.-Ing. W. Robs und Dipl.-Ing. R. Otto, Bielefeld  
Das Naßspinnen von Bastfasergarnen mit Spinnbad-  
zusätzen unter Ausnutzung einer zentralen Spinnwasser-  
versorgungsanlage  
1956, 56 Seiten, 2 Abb., 6 Tabellen, DM 11,60
- HEFT 341  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterbager und Dipl.-Ing. L. Werner,  
Aachen  
Präzisions-Meßverfahren zur Bestimmung des elek-  
trischen Leitvermögens geschmolzener Salze  
1956, 44 Seiten, 19 Abb., 1 Tabelle, DM 10,60
- HEFT 342  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterbager und Dipl.-Ing. W. Barthel,  
Aachen  
Die Gewinnung von Titanschlackenkonzentraten aus  
eisenreichen Ilemniten  
1957, 60 Seiten, 30 Abb., 6 Tab., DM 13,30
- HEFT 343  
Prof. Dr.-Ing. W. Petersen, Aachen, und Dipl.-Ing.  
S. Wawroschek, Aachen  
Die zweckmäßigsten Gütebestimmungsverfahren und  
Brikettierungsbedingungen bei der Erzeugung von  
Braunkohlen-Eisenerz-Briketts  
1956, 64 Seiten, 28 Abb., DM 13,95
- HEFT 344  
Prof. Dr.-Ing. W. Fucks, Aachen  
Zur Deutung einfachster mathematischer Sprach-  
charakteristiken  
1956, 38 Seiten, 12 Abb., DM 7,80
- HEFT 345  
Dipl.-Ing. G. Cerbe und Dipl.-Ing. H. Monstadt, Essen  
Konvektive Trocknung mit gasbeheizter Luft und  
Trocknung durch Gasstrahler  
1957, 46 Seiten, 16 Abb., DM 10,40
- HEFT 346  
Dipl.-Ing. O. Arnold, Aachen  
Erfahrungen mit Kernbohrungen zur Lagerstätten-  
untersuchung im Erzbergbau  
1957, 36 Seiten, 2 Abb., 3 Faltpf. 6 Tab., DM 8,80
- HEFT 347  
S. Ruff, F. Kipp, H. Hansteen und G. Müller, Bonn  
Untersuchungen zur Frage der Gehörschädigungen des  
fliegenden Personals der Propellerflugzeuge  
1957, 50 Seiten, 27 Abb., 3 Tab., DM 11,10
- HEFT 348  
Prof. Dr.-Ing. E. Piwowarsky  
und Dr.-Ing. E. G. Nickel, Aachen  
Metallurgie eines hochwertigen Gußeisens mit kom-  
pakter bis kugelförmiger Graphitausbildung  
1957, 54 Seiten, 27 Abb., 5 Tab., DM 13,30
- HEFT 349  
Dr.-Ing. W. A. Fischer, Dr.-Ing. H. Treppschub  
und Dr.-Ing. K. H. Köhlemann, Dusseldorf  
Tiegel aus Schmelzmagnesia für Vakuuminduktions-  
öfen  
1957, 34 Seiten, 14 Abb., DM 8,40
- HEFT 350  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler  
und Dr.-Ing. H. Peukert, Aachen  
Das Spannungsverhalten der Kunststoffe bei der Ver-  
arbeitung  
in Vorbereitung
- HEFT 351  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Dipl.-Ing. H. Axer und  
Dipl.-Ing. H. Rhode, Aachen  
Zerspanbarkeit hochwärmfester und nichtrostender  
Stähle. Teil I  
1957, 96 Seiten, 73 Abb., 2 Tab., DM 21,80
- HEFT 352  
Dipl.-Ing. H. Fauser, Aachen  
Fahrndynamik und Batterie-Arbeitsverbrauch von  
Akkumulatorenlokomotiven im Untertagebetrieb  
1957, 152 Seiten, 78 Abb., DM 36,10
- HEFT 353  
Forschungsinstitut für Rationalisierung, Aachen  
Schlagwortregister zur Rationalisierung  
1957, 376 Seiten, DM 56,—
- HEFT 354  
Dipl.-Ing. D. Wagener, Aachen  
Auswirkungen neuer Gaserzeugungs-Verfahren unter  
Berücksichtigung der Auswirkung auf den Kokerei-  
betrieb  
in Vorbereitung
- HEFT 355  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Dr.-Ing. H. Peukert und  
Dipl.-Ing. A. Kleine-Albers, Aachen  
Heißgas-Schweißungen von Weich-Polyvinylchlorid  
mit Zusatzwerkstoff  
1957, 44 Seiten, 19 Abb., DM 11,—
- HEFT 356  
Dipl.-Phys. G. Gurke, Aachen  
Aufbau einer Meßanlage für Untersuchungen elek-  
trischer Gasentladung im Bereiche großer p. d.-Werte  
1956, 38 Seiten, 13 Abb., DM 8,65
- HEFT 357  
Prof. Dr.-Ing. W. Fucks, Aachen  
Mathematische Analyse der Formalstruktur von Musik  
in Vorbereitung
- HEFT 358  
Prof. Dr. rer. nat. W. Weltzien, Dipl.-Chem. P. Ringel  
und Text.-Ing. H. Kirchhoff, Krefeld  
Die Waschechtheit von Färbungen. Vergleichende Un-  
tersuchungen auf dem Gebiete der Echtheitsprüfung  
in Vorbereitung
- HEFT 359  
Dr.-Ing. F. J. Meister, Düsseldorf  
Veränderung der Hörschärfe, Lautheitsempfindung  
und Sprachaufnahme während des Arbeitsprozesses bei  
Lärmarbeitern  
1957, 84 Seiten, 11 Abb., 40 Audiogramme,  
41 Tab., DM 19,90
- HEFT 360  
Dr.-Ing. E. Barz, Remscheid  
Fertigungsverfahren und Spannungsverlauf bei Kreis-  
sägeblättern für Holz  
1957, 72 Seiten, 40 Abb., DM 17,—
- HEFT 361  
Dipl.-Ing. H. F. Klein, Aachen  
Die nichtstationären Strömungsvorgänge und der  
Wärmeübergang in einem Schwingfeuergerät  
1957, 84 Seiten, 34 Abb., 4 Faltpf., DM 25,90
- HEFT 362  
Prof. Dr. med. G. Lehmann und Dipl.-Phys.  
D. Dieckmann, Dortmund  
Die Wirkung mechanischer Schwingungen (0,5 bis  
100 Hertz) auf den Menschen  
1957, 100 Seiten, 53 Abb., 6 Tab., DM 22,50

- HEFT 363  
Dr.-Ing. U. Donn, Frankenthal (Pfalz)  
Über eine Hypothese, die den Mechanismus der Turbulenz-Entstehung betrifft  
1956, 28 Seiten, 4 Abb., DM 6,45
- HEFT 364  
Prof. Dr. Th. Beste, Köln  
Die Mehrkosten bei der Herstellung ungängiger Erzeugnisse im Vergleich zur Herstellung vereinheitlichter Erzeugnisse  
1957, 352 Seiten, DM 50,—
- HEFT 365  
Sozialforschungsstelle an der Universität Münster, Dortmund  
Standort und Wohnort  
1957, Textband: 350 Seiten, 28 Karten, 73 Tab.  
Anlageband: 15 Karten, 21 Tab., DM 99,—
- HEFT 366  
Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg  
Bei Flachwasserfahrten durch die Strömungsverteilung am Boden und an den Seiten stattfindende Beeinflussung des Reibungswiderstandes von Schiffen  
1957, 96 Seiten, 39 Abb., 28 Tab., DM 20,40
- HEFT 367  
Dr. rer. nat. D. Horstmann, Düsseldorf  
Der Angriff eisengesättigter Zinkschmelzen auf kohlenstoff-, schwefel- und phosphorhaltiges Eisen  
1957, 52 Seiten, 22 Abb., 6 Tab., DM 12,85
- HEFT 368  
Prof. Dr. phil. H. Kaiser, Dortmund  
Entwicklung betriebsmäßiger spektrochemischer Analysenverfahren für technische Gläser  
1957, 40 Seiten, 11 Abb., DM 9,10
- HEFT 369  
Prof. Dr.-Ing. R. Jaeckel und Dipl.-Phys. F. J. Schittko, Bonn  
Gasabgabe von Werkstoffen ins Vakuum  
1957, 48 Seiten, 20 Abb., 6 Tab., DM 13,30
- HEFT 370  
Dr. phil. habil. F. Schwarz, Köln  
Physikochemische Grundlagen der Bildsamkeit von Kalken unter Einbeziehung des Begriffes der aktiven Oberfläche  
in Vorbereitung
- HEFT 371  
Dr. phil. W. Lejeune, Köln  
Beitrag zur statistischen Verifikation der Minderheiten-Theorie  
in Vorbereitung
- HEFT 372  
Prof. Dr. phil. M. von Stackelberg, Bonn  
Untersuchungen zur Ausarbeitung und Verbesserung von polarographischen Analysemethoden. 2. Bericht  
1957, 44 Seiten, 9 Abb., 7 Tab., DM 10,10
- HEFT 373  
Dipl.-Ing. H. J. Koch, Essen  
Druckgasfeuerung — ein Verfahren zum Betrieb von Gasfeuerstätten  
1957, 38 Seiten, 8 Abb., 10 Tab., DM 8,50
- HEFT 374  
Dr. E. Paproth, Krefeld  
Paläontologische Bearbeitung der in den devonischen Schichten des Siegerlandes enthaltenen Faunen  
1957, 38 Seiten, 3 Tab., DM 8,30
- HEFT 375  
Technischer Überwachungsverein e. V., Essen  
Wanddickenmessungen mittels radioaktiver Strahlen und Zählrohrgerät  
in Vorbereitung
- HEFT 376  
Technischer Überwachungsverein e. V., Essen  
Wasserumlaufprobleme an Hochdruckkesseln  
in Vorbereitung
- HEFT 377  
Technischer Überwachungsverein e. V., Essen  
Versuche an Wanderrostkesseln mit befeuchteter Verbrennungsluft  
in Vorbereitung
- HEFT 378  
Oberingenieur H. Stein, M.-Gladbach  
Beobachtung und maßtechnische Erfassung der Vorgänge im Spinn- und Aufwindfeld von Ringspinn- und Ringzwirnmaschinen  
1957, 104 Seiten, 88 Abb., 3 Tabellen, DM 26,90
- HEFT 379  
Laboratorium für textile Meßtechnik, M.-Gladbach  
Schußfadenspannung beim Weben  
1957, 76 Seiten, 17 Abb., 3 Tabellen, DM 18,60
- HEFT 380  
Dipl.-Phys. R. Trappenberg, Karlsruhe  
Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Staubverteilung einer Rauchfahne  
1957, 64 Seiten, 7 Abb., 18 Tabellen, DM 14,90
- HEFT 381  
Dr. J. Juilfs, Krefeld  
Zur Dichtbestimmung von Fasern. Methoden und Beispiele der praktischen Anwendung  
1957, 76 Seiten, 34 Abb., 18 Tabellen, DM 17,—
- HEFT 382  
Dr. phil. habil. P. Hölemann, Ing. R. Hasselmann und Ing. G. Dix, Dortmund  
Die Messung von Flammen und Detonationsgeschwindigkeiten bei der explosiven Zersetzung von Acetylen in Rohren  
1957, 36 Seiten, 7 Abb., 4 Tab., DM 8,10
- HEFT 383  
Dr. phil. habil. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Dortmund  
Verlauf von Azetylenexplosionen in Rohren bei Gegenwart von porösen Massen  
1957, 68 Seiten, 10 Abb., 15 Tabellen, DM 16,60
- HEFT 384  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
Schwingungsuntersuchungen an Werkzeugmaschinen  
in Vorbereitung
- HEFT 385  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
Zerspanbarkeit hochwarmfester und nichtrostender Stähle. Teil II  
1957, 86 Seiten, 54 Abb., 5 Tabellen, DM 19,30
- HEFT 386  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
Standzeituntersuchungen und Verschleißmessungen mit radioaktiven Isotopen  
in Vorbereitung
- HEFT 387  
Prof. Dr. med. W. Kikuth und Dozent Dr. med. L. Grün, Düsseldorf  
Die Verhütung von Infektion durch Desinfektion des Raumes und der Raumluft  
1957, 96 Seiten, 14 Abb., 20 Tab., DM 22,50
- HEFT 388  
Prof. Dr. rer. nat. habil. W. Baumeister und Dr. rer. nat. H. Burghard, Münster  
Die Bedeutung der Elemente Zink und Fluor für das Pflanzenwachstum  
1957, 48 Seiten, 17 Tab., DM 10,20
- HEFT 389  
Prof. Dr.-Ing. habil. H. Fink und K. W. Hoppenhaus, Köln  
Die biologische Eiweiß-Synthese von höheren und niederen Pilzen und die alimentäre Lebernekrose der Ratte  
1957, 76 Seiten, 2 Abb., 24 Tab., DM 15,60
- HEFT 390  
Dr.-Ing. J. Endres und Dr.-Ing. G. Hiebel, München  
Berechnung der optimalen Leistungen, Kraftstoffverbräuche und Wirkungsgrade von Luftfahrt-Gasturbinen-Triebwerken am Boden und in der Höhe bei Fluggeschwindigkeiten von 0—2000 km/h und bei vorgegebenen Düsenausströmgeschwindigkeiten  
in Vorbereitung
- HEFT 391  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr. phil. W. Koch und Dipl.-Chem. F. Stricker, Düsseldorf  
Die quantitative spektrographische Analyse von Gasgemischen aus Kohlenmonoxyd, Wasserstoff und Stickstoff  
1957, 48 Seiten, 21 Abb., 3 Tab., DM 11,30
- HEFT 392  
Prof. Dr. phil. F. Wever u. a., Düsseldorf  
Untersuchungen über den Konvertiererrauch im Hinblick auf die spektrale Überwachung des Thomasprozesses  
1957, 48 Seiten, 14 Abb., 4 Tab., DM 12,10
- HEFT 393  
Dr.-Ing. O. Viertel und S. Brückner-Lucas, Krefeld  
Arbeitszeitstudien an Haushaltwaschmaschinen  
1957, 74 Seiten, 8 Abb., 13 Tab., DM 17,30
- HEFT 394  
Privatdozent Dr. med. W. Koch, Münster  
Die Ablagerung radioaktiver Substanzen im Knochen  
in Vorbereitung
- HEFT 395  
Dipl.-Ing. L. Hahn, Clausthal-Zellerfeld  
Untersuchungen zur Frage des optimalen Bohrloch- und Patronendurchmessers  
1957, 132 Seiten, 49 Abb., 19 Tab., DM 31,25
- HEFT 396  
Prof. Dr.-Ing. F. Schultz-Grunow, Dr.-Ing. A. Jogerich, Essen, Dipl.-Ing. H. Meyer, cand. ing. P. Sand, Aachen  
Untersuchungen des Luftwiderstandes von Güterwagen  
1957, 42 Seiten, 18 Abb., 5 Tab., DM 10,90
- HEFT 397  
Techn.-Wissenschaftliches Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld  
Ungleichmäßigkeiten in Bändern von Bastfaserkarden, ihre Ursachen und Auswirkungen  
1957, 60 Seiten, 18 Abb., 1 Tab., DM 14,80
- HEFT 398  
Prof. Dr. habil. H. E. Schwiete, Aachen, u. a.  
Einlagerungsversuche an synthetischem Mullit I. — Die Zusammensetzung der Schmelzphase in Schamottesteinen I  
1957, 58 Seiten, 6 Abb., 9 Tab., DM 14,40
- HEFT 399  
Prof. Dr. habil. H. E. Schwiete und Dr.-Ing. R. Vinkeloe, Aachen  
Möglichkeiten der quantitativen Mineralanalyse mit dem Zählrohrgerät unter besonderer Berücksichtigung der Mineralgehaltsbestimmung von Tonen  
in Vorbereitung
- HEFT 400  
Prof. Dr. phil. W. Fuchs und Dipl.-Chem. H. Weyerstrass, Aachen  
Entwicklung eines Heißfilters zur Reinigung von Gichtgas eines mit Kohle betriebenen Niederschachtofens  
1958, 88 Seiten, 30 Abb., DM 20,20
- HEFT 401  
Prof. Dr.-Ing. M. Lipp und Dipl.-Chem. G. Frielingsdorf, Aachen  
Darstellung reaktionsfähiger Verbindungen des Camphansystems und Versuche zu deren Fluorierung  
1957, 84 Seiten, DM 17,—
- HEFT 402  
Prof. Dr. W. Linke, Aachen  
Die Wärmeübertragung durch Thermopane-Fenster  
in Vorbereitung
- HEFT 403  
Prof. Dr.-Ing. P. Denzgel und Dipl.-Ing. W. Cremer, Aachen  
Verbesserung der Benutzungsdauer der Höchstlast in ländlichen Netzen durch Anwendung elektrischer Geräte in der Landwirtschaft  
1957, 46 Seiten, 23 Abb., DM 12,10
- HEFT 404  
Prof. Dr. R. Jaeckel und Dipl.-Phys. F. Gross, Bonn  
Die Löslichkeit von Gasen in schwerflüchtigen organischen Flüssigkeiten  
1957, 46 Seiten, 17 Abb., 1 Tab., DM 11,50
- HEFT 405  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. H. Schuler, Aachen  
Untersuchungen für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich der Feinbearbeitungsverfahren  
in Vorbereitung
- HEFT 406  
W. Kirsch, Remscheid  
Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete des Korrosionsschutzes  
1957, 86 Seiten, 28 Abb., 11 Tabellen, DM 19,—
- HEFT 407  
Prof. Dr.-Ing. H. Schenke, Aachen, und Dr.-Ing. W. Wenzel, Bad Godesberg  
Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Verhüttung von Erzstaub in Schmelzkammern  
1957, 82 Seiten, 9 Abb., 18 Tabellen, DM 17,10
- HEFT 408  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr.-Ing. W. Lueg und Dr.-Ing. H. G. Müller, Düsseldorf  
Kraft- und Arbeitsbedarf beim Warmischen von Stahl in Abhängigkeit von Temperatur und Schnittgeschwindigkeit  
1957, 46 Seiten, 15 Abb., 3 Tab., DM 11,35

- HEFT 409  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr. phil. W. Koch, Dr. rer. nat. Ch. Ilse-Gensch und Dipl.-Phys. H. Rohde, Düsseldorf  
Das Auftreten eines kubischen Nitrids in aluminiumlegierten Stählen  
1957, 38 Seiten, 12 Abb., 3 Tabellen, DM 10,10
- HEFT 410  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Prof. Dr. rer. techn. A. Kochendorfer, Dr. phil. nat. M. Hempel, Düsseldorf und Dipl.-Phys. E. Hillenbagen, Köln  
Biegewechselversuche mit Flachproben aus Alpha-Eisen-Einkristallen zur Bestimmung der Wechselfestigkeit und der Gleitspuren  
1957, 112 Seiten, 58 Abb., 3 Tabellen, DM 30,—
- HEFT 411  
Prof. Dr. W. Halbsguth und Dr. L. Sommer, Frankfurt/M.  
Grundlegende Versuche zur Keimungsphysiologie von Pilzsporen  
1957, 100 Seiten, 13 Abb., 32 Tabellen., DM 22,70
- HEFT 412  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
Kennwerte und Leistungsbedarf für Werkzeugmaschinengetriebe  
in Vorbereitung
- HEFT 413  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Aachen  
Richtwerte für das Fräsen von unlegierten und legierten Baustählen mit Hartmetall, Teil II  
1957, 56 Seiten, 35 Abb., 4 Tabellen, DM 14,40
- HEFT 414  
Dr. med. H. K. Parchwitz und Dr. med. C. Winkler, Bonn  
Speicherung organischer Farbstoffe und künstlich radioaktiver Substanzen in Geschwulsten  
1958, 46 Seiten, 14 Abb., DM 13,35
- HEFT 415  
Prof. Dr.-Ing. W. Paul, Dr. rer. nat. O. Osberghaus und Dipl.-Phys. E. Fischer, Bonn  
Ein Ionenkäfig  
in Vorbereitung
- HEFT 416  
Oberreg.-Gewerberat Dipl.-Ing. G. Steinicke, Hamburg  
Die Wirkung von Lärm auf den Schlaf des Menschen  
1957, 46 Seiten, 14 Abb., 8 Tab., DM 11,60
- HEFT 417  
Prof. Dr.-Ing. habil. E. Rößler, Berlin  
I. Teil: Die Entwicklung des Weltluftverkehrs, Ergänzungsbilanz 1954  
II. Teil: Die zivile Luftfahrtspolitik der USA  
1957, 230 Seiten, 6 Abb., 83 Tab., DM 48,—
- HEFT 418  
O. Gdaniec, Mülheim/Ruhr  
Über die Randlochkarte als Hilfsmittel in der Dokumentation  
1957, 44 Seiten, 15 Abb., 8 Tab., DM 10,10
- HEFT 419  
Dipl.-Ing. K. Brooks  
Die Messungen der Reflexionseigenschaften künstlicher und natürlicher Materialien mit quasi-optischen Methoden bei Mikrowellen  
1957, 78 Seiten, 52 Abb., DM 20,35
- HEFT 420  
Dipl.-Ing. M. Vogel, Oberpaffenhofen  
Das Spektralgebiet zwischen dem langwelligen Ultrarot und Mikrowellen  
1957, 66 Seiten, 2 Abb., DM 13,50
- HEFT 421  
ORR Dipl.-Volkswirt Dr. H. Rogmann, Düsseldorf  
Die Erforschung der Verkehrskonjunktur und der langzeitigen Dynamik in der Verkehrswirtschaft (Zusammenfassung der eingegangenen Stellungnahmen und Vorschläge)  
1957, 168 Seiten, 3 Faltafeln, DM 26,60
- HEFT 422  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. W. Dettmering, Aachen  
Prüfstände zur Messung der Druckverteilung an rotierenden Schaufeln  
in Vorbereitung
- HEFT 423  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dr.-Ing. O. Thun, Aachen  
Strömungsmessungen über Brennkammer-Wirkungsgrade  
in Vorbereitung
- HEFT 424  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und Dipl.-Ing. I. Weber, Aachen  
Spannungsoptische Untersuchungen von rotierenden Scheiben mit exzentrischen Bohrungen  
in Vorbereitung
- HEFT 425  
Dipl.-Ing. H. Lübke, Hamburg  
Gasturbinen und Strahlantriebe für Hubschrauber  
in Vorbereitung
- HEFT 426  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. W. Scholz, Aachen  
Untersuchungen über den Räumvorgang  
1957, 74 Seiten, 36 Abb., 7 Tab., DM 16,55
- HEFT 427  
Dr.-Ing. J. Endres, München  
Kinematische Untersuchung eines Zweitakt-Hochleistungs-Dieselmotors mit achsparallelen Zylindern und gegenläufigen Kolben  
in Vorbereitung
- HEFT 428  
Dr.-Ing. J. Endres, München  
Untersuchungen der Beschleunigungsverhältnisse eines Zweitakt-Hochleistungs-Dieselmotors mit achsparallelen Zylindern und gegenläufigen Kolben  
in Vorbereitung
- HEFT 429  
Prof. Dr. O. Kuhn, Köln  
Selektive Wirkung verschiedener Stoffgruppen auf tierische Gewebe  
1957, 54 Seiten, 32 Abb., DM 13,15
- HEFT 430  
Prof. Dr. G. Garbotz, Aachen und Dr.-Ing. G. Dress, Cadix  
Untersuchungen über das Kräftespiel an Flachbagger-Schneidwerkzeugen in Mittelsand und schwach bindigem, sandigem Schluff unter besonderer Berücksichtigung der Planierschilde und ebenen Schürfkübel-schneiden  
in Vorbereitung
- HEFT 431  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterhager, Dr.-Ing. R. Kammel und Dipl.-Ing. W. Barthel, Aachen  
Fortschritte auf dem Gebiet der Titanmetallurgie 1950—1955  
1957, 160 Seiten, DM 34,50
- HEFT 432  
Dipl.-Phys. R. Werx, Bonn  
Die Entwicklung einer Synchrozyklotron-Ionenquelle  
in Vorbereitung
- HEFT 433  
Dr.-Ing. G. Satlow, Aachen  
Über einige physikalische und chemische Eigenschaften der Wolle von der gewaschenen Wolle bis zum Kammszug  
1957, 72 Seiten, 15 Abb., 19 Tab., DM 15,25
- HEFT 434  
Dipl.-Ing. W. Robs und Dr. J. Geurten, Bielefeld  
Schichten für Baumwollgarne  
1957, 108 Seiten, 3 Abb., zahlreiche Tab., DM 23,70
- HEFT 435  
Dipl.-Ing. W. Robs und Dipl.-Ing. L. Steinmetz, Bielefeld  
Die Masseungleichmäßigkeit von Flachstreckenbändern in Abhängigkeit von Verzug und Dopplung  
1957, 42 Seiten, 4 Abb., 2 Tabellen, DM 9,90
- HEFT 436  
Priv.-Doz. Dr. habil. J. Juifis, Krefeld  
Zur Bestimmung der Reißzug (Zugfestigkeit) von Fasern, Fäden und Garnen  
in Vorbereitung
- HEFT 437  
Prof. Dr. G. Schmolders und Dr. I. Meyer, Köln  
Geldwertbewußtsein und Münzpolitik. — Das sogenannte Gresham'sche Gesetz im Lichte der ökonomischen Verhaltensforschung  
1957, 92 Seiten, DM 20,30
- HEFT 438  
Prof. Dr.-Ing. H. Winterhager und Dr.-Ing. L. Werner, Aachen  
Bestimmung des elektrischen Leitvermögens geschmolzener Fluoride  
1957, 52 Seiten, 18 Abb., 10 Tab., DM 11,90
- HEFT 439  
Prof. Dr. phil. H. Lange, Köln und Dr. rer. nat. R. Kohlhaas, Neuß/Rh.  
Anwendung der thermomagnetischen Analyse zum Studium des Umwandlungsverhaltens von Eisenwerkstoffen im Temperaturbereich von  $-150^{\circ}\text{C}$  bis  $+1500^{\circ}\text{C}$   
in Vorbereitung
- HEFT 440  
Dr.-Ing. H. Wolf, Aachen  
Gekoppelte Hochfrequenzleitungen als Richtkoppler  
in Vorbereitung
- HEFT 441  
Dr. phil. habil. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Düsseldorf  
Messung des Temperatur- und Druckverlaufes beim Füllen und Entspannen von Dissousgas  
1957, 52 Seiten, 6 Abb., 7 Tab., DM 11,25
- HEFT 442  
Dipl.-Ing. W. Robs, Text.-Ing. Griese und Text.-Ing. W. Lauer, Bielefeld  
Die Auswirkungen der Trocknungsart naßgesponnener Leinengarne auf deren Verarbeitungswirkungsgrad sowie auf die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften der Garne und Gewebe  
1957, 28 Seiten, 2 Abb., 3 Tab., DM 6,50
- HEFT 443  
Prof. Dr. phil. W. Weizel und K. Kluth, Bonn  
Über die Struktur der positiven Gleitentladungen  
1957, 44 Seiten, 30 Abb., DM 12,20
- HEFT 444  
Dr.-Ing. W. Wilhelm, Aachen  
Einfluß der Saugrohrabmessung, der Einlaßsteuerlage und der Größe des Kurbelkastenvolumens auf den Ladungswechsel eines Einzylinder-Zweitakt-Dieselmotors  
in Vorbereitung
- HEFT 445  
Dr.-Ing. E. Barz, Remscheid  
Fertigungs- und Prüfverfahren für Feilen  
vergriffen
- HEFT 446  
Dr. med. G. Schäfer  
Glutationsstoffwechsel und Sauerstoffmangel  
1957, 28 Seiten, 5 Tab., DM 6,40
- HEFT 447  
Prof. Dr.-Ing. F. Bollenrath, Aachen, Dr.-Ing. H. Füllenschach, Seesen/Harz und Dipl.-Ing. J. Schumacher, Neubeckum/Westf.  
Entwicklung rationell arbeitender Spritzkabinen  
in Vorbereitung
- HEFT 448  
Dr. med. C. Winkler, Bonn  
Ein Koinzidenz-Szintillometer zum Zwecke der Schilddrüsenfunktionsdiagnostik und der Tumordiagnostik  
1957, 32 Seiten, 12 Abb., DM 8,35
- HEFT 449  
Priv.-Doz. Oberbaurat Dr.-Ing. W. Meyer zur Capellen und Mitarbeiter, Aachen  
Bewegungsverhältnisse an der geschränkten Schubkurbel  
in Vorbereitung
- HEFT 450  
Prof. Dr.-Ing. W. Paul, Bonn, und Dipl.-Phys. H. P. Reinhard, M.-Gladbach  
Das elektrische Massenfilter als Isotopentrenner  
in Vorbereitung
- HEFT 451  
Prof. Dr. G. Schmolders, Köln  
Rationalisierung und Steuersystem  
1957, 78 Seiten, DM 17,15
- HEFT 452  
Prof. Dr. rer. nat. W. Weltzien und Dr. phil. K. Windeck, Krefeld  
Veränderungen an Fasern bei der Bleiche mit Natriumchlorid und über einige Vergilbungserscheinungen  
1957, 64 Seiten, 3 Abb., 13 Tabellen, DM 14,85
- HEFT 453  
Forschungsinstitut der Feuerfest-Industrie, Bonn  
Die Arbeiten der technisch-wissenschaftlichen Kommission der PRE (Vereinigung der europäischen Feuerfest-Industrie)  
1957, 62 Seiten, 9 Abb., 18 Tabellen, DM 14,75
- HEFT 454  
Dr.-Ing. W. Piepenburg, Dipl.-Ing. B. Bübling und Bauing. J. Behne, Köln  
Haftfestigkeit der Putzmörtel  
in Vorbereitung

- HEFT 455  
Dr.-Ing. W. A. Fischer, Dr.-Ing. H. Treppschub und Dipl.-Phys. K. H. Köthemann, Düsseldorf  
Erschmelzung von Reinsteinen nach dem Kohlenstoffproduktionsverfahren und Kerbschlagzähigkeit-Temperatur-Kurven dieses Eisens  
1957, 38 Seiten, 7 Abb., 6 Tabellen, DM 9,35
- HEFT 456  
Priv.-Doz. Dir. Dr.-Ing. K. Bungardt, Essen  
Zeitstandsversuche an austenitischen Stählen und Legierungen  
in Vorbereitung
- HEFT 457  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Düsseldorf und Dr. phil. W. Wepner, Köln  
Dämpfungsmessungen an schwach gereckten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen  
1957, 34 Seiten, 7 Abb., 3 Tab., DM 8,40
- HEFT 458  
Prof. Dr.-Ing. H. Schenck und Dr.-Ing. E. Schmidtman, Aachen  
Das Frischen von Thomas-Roheisen mit Sauerstoff-Wasserdampf-Gemischen und die Eigenschaften der damit erblasenen Stähle  
1957, 62 Seiten, 56 Abb., DM 16,35
- HEFT 459  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr. phil. O. Krisement und Hanna Schädlar, Düsseldorf  
Ein isothermes Mikrokolorimeter zur kinetischen Messung von Umwandlungs- und Ausscheidungsvorgängen in Legierungen  
1957, 44 Seiten, 14 Abb., DM 10,75
- HEFT 460  
Prof. Dr. phil. F. Wever und Dr. rer. nat. B. Iltschner, Düsseldorf  
Ein isothermes Lösungskalorimeter zur Bestimmung thermo-dynamischer Zustandsgrößen von Legierungen  
1957, 44 Seiten, 7 Abb., 4 Tabellen, DM 10,40
- HEFT 461  
Prof. Dr.-Ing. habil. E. Piwowarski †, Prof. Dr.-Ing. W. Patterson und Dipl.-Ing. F. W. Iske, Aachen  
Verbesserung der Zähigkeitseigenschaften von Bessemer-Stahlguß  
1958, 54 Seiten, 15 Abb., 16 Tabellen, DM 12,75
- HEFT 462  
Prof. Dr. rer. nat. J. Weisinger  
Zur Aerodynamik des Ringflügels — II. Die Ruderwirkung  
Zur Aerodynamik des Ringflügels — III. Der Einfluß der Profildicken  
1957, 82 Seiten, 7 Abb., 6 Tabellen, DM 18,20
- HEFT 463  
Dipl.-Ing. G. Plüss, Essen-Steele  
Die Aufteilung der verbrennlichen Bestandteile in Verbrennungsgasen auf CO und H<sub>2</sub> bei Verbrennung mit Luftunterschuß und bei Luftüberschuß und künstlicher Flammenkühlung  
1957, 34 Seiten, 7 Abb., 2 Tabellen, DM 8,40
- HEFT 464  
Dr. phil. habil. P. Hölemann und Ing. R. Hasselmann, Dortmund  
Die Möglichkeit der Zündung von Acetylen in Rohrleitungen beim Ausbleiben mit Stickstoff  
1957, 38 Seiten, 6 Abb., 6 Tabellen, DM 9,20
- HEFT 465  
Dr.-Ing. R. Koch, Köln  
Amerikanische Fertigungsunterlagen und ihre Werkstattreifemachung für deutsche Betriebe  
in Vorbereitung
- HEFT 466  
Prof. Dr.-Ing. J. Mathieu, Aachen  
Überbetrieblicher Verfahrensvergleich  
in Vorbereitung
- HEFT 467  
Prof. Dr. Dr. b. c. E. Klenk und Dr. phil. H. Faillard, Köln  
Neue Erkenntnisse über den Mechanismus der Zellinfektion durch Influenzavirus  
Die Bedeutung der Neuraminsäure als Zellreceptor für das Influenzavirus  
1957, 52 Seiten, 5 Abb., DM 14,40
- HEFT 468  
Prof. Dr. med. Dr. med. dent. G. Korkhaus und Dr. med. R. Alfter, Bonn  
Die Vakuumwurzelpflege  
in Vorbereitung
- HEFT 469  
Dr. sc. agr. F. Riemann und Dipl.-Volksw. R. Hengstenberg, Göttingen  
Zur Industrialisierung kleinbäuerlicher Räume  
1957, 138 Seiten, 4 Karten, 23 Tab., DM 27,—
- HEFT 470  
O. Webrmann  
Hitzdrahtmessungen in einer aufgespaltenen Kärmschenen Wirbelstraße  
1957, 42 Seiten, 14 Abb., 4 Tabellen, DM 10,90
- HEFT 471  
Prof. Dr. phil. habil. A. Naumann, Dr.-Ing. A. Heyser und Dr. phil. Dipl.-Ing. W. Trommsdorf, Aachen  
Der Überdruck-Windkanal in Aachen  
1957, 44 Seiten, 20 Abb., DM 11,—
- HEFT 472  
Dipl.-Ing. A. Freitag, Essen-Steele  
Verhalten von Katalyststrahlern bei Betrieb mit Luftvormischung zum Gas und der Verbrennung von Luft gegen eine Gasatmosphäre  
in Vorbereitung
- HEFT 473  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr.-Ing. W. Lueg und Dipl.-Ing. P. Funke jr. Düsseldorf  
Versuche an einer hydraulischen 25 t-Stangenziehbank  
1957, 34 Seiten, 11 Abb., DM 8,95
- HEFT 474  
Dr.-Ing. R. Ibing und Dipl.-Ing. G. Meier, Hannover  
Eichung und Entwicklung von Staubentnahmesonden  
in Vorbereitung
- HEFT 475  
Prof. Dipl.-Ing. W. Sturtzel, Obering. Helm und Dipl.-Ing. Heuser, Duisburg  
Systematische Ruderversuche mit einem Schleppkahn und einem Binnenselbstfahrer vom Typ „Gustav Koenigs“  
in Vorbereitung
- HEFT 476  
Prof. Dipl.-Ing. W. Sturtzel und Dipl.-Ing. Schmidt-Stiebitz, Duisburg  
Einfluß der Hinterschiffform auf das Manövrieren von Schiffen auf flachem Wasser  
in Vorbereitung
- HEFT 477  
Dr. K. Utermann, Dortmund  
Freizeitprobleme bei der männlichen Jugend einer Zechengemeinde  
1957, 56 Seiten, DM 12,75
- HEFT 478  
Prof. Dr.-Ing. habil. W. Petersen und Dr.-Ing. S. Wawroschek, Aachen  
Brikettierungsversuche zur Erzeugung von Möllerbriketts unter Verwendung von Braunkohle  
1957, 102 Seiten, 42 Abb., 6 Tabellen, DM 24,25
- HEFT 479  
Prof. Dr.-Ing. W. Wegener, Aachen, und Dipl.-Ing. H. Fourré, Bochum  
Ursachen des Überschreitens der Toleranzgrenze nach oben oder unten (Meter pro Gramm) an der Strecke  
1958, 60 Seiten, 17 Abb., 3 Tabellen, DM 14,60
- HEFT 480  
Dr. phil. K. Brückner-Steinkuhl, Düsseldorf  
Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren bei der Fabrikationsüberwachung  
in Vorbereitung
- HEFT 481  
Oberbaurat Dr.-Ing. W. Meyer zur Capellen, Aachen  
Fünf- und sechspunktige Geradführung in Sonderlagen des ebenen Gelenkvierecks  
in Vorbereitung
- HEFT 482  
Dipl.-Ing. R. Pels-Leusden und Dr. K. Bergmann, Essen  
Die Frostbeständigkeit von Ziegeln; Einflüsse der Materialzusammensetzung und des Brandes  
in Vorbereitung
- HEFT 483  
Prof. Dr.-Ing. habil. F. A. F. Schmidt, Aachen  
Gemischbildungs-, Selbstzündungs- und Verbrennungsvorgänge als Grundlage für Entwicklungsarbeiten an Gasturbinenbrennkammern  
in Vorbereitung
- HEFT 484  
Prof. Dr. habil. H. E. Schwiete und Dr. G. Schwiete, Aachen  
Beitrag zur Struktur des Montmorillonit  
in Vorbereitung
- HEFT 485  
Prof. Dr. phil. E. Jenckel, Aachen, Dr. H. Wilsing, Dormagen, Dr. H. Dörffurt, Wesseling/Bez. Köln und Dipl.-Phys. H. Rinkens, Eschweiler  
Kristallisation und Hochpolymeren  
in Vorbereitung
- HEFT 486  
Doz. Dr. med. E. Lerche und Dr. med. J. Schulze, Aachen  
Hörermüdung und Adaptation im Tierexperiment  
in Vorbereitung
- HEFT 487  
Prof. Dipl.-Ing. W. Blume, Duisburg  
Festigkeitseigenschaften kombinierter Leichtbaustoffe im Hinblick auf die Verkehrstechnik, insbesondere des Flugzeugbaus  
in Vorbereitung
- HEFT 488  
Prof. Dr. habil. H. E. Schwiete und Dipl.-Chem. H. Westmark  
Beitrag zur Kennzeichnung der Texturen von Schmottesteinen  
in Vorbereitung
- HEFT 489  
Dipl.-Math. K. H. Müller  
Strenge Lösungen der Navier-Stokes-Gleichung für rotationssymmetrische Strömungen  
1957, 64 Seiten, 23 Abb., DM 14,85
- HEFT 490  
Hauptstelle für Staub- und Silikosebekämpfung des Steinkohlenbergbauvereins, Essen-Rüttenscheid  
Zur Staub- und Silikosebekämpfung im Steinkohlenbergbau  
in Vorbereitung
- HEFT 491  
Prof. Dr. Fr. Lotze und K. Kötter, Münster  
Chloridgehalte des oberen Emsgebietes und ihre Beziehungen zur Hydrogeologie  
in Vorbereitung
- HEFT 492  
Prof.-Dr. phil. J. Meixner und B. Mang, Aachen  
Zur Theorie der irreversiblen Prozesse in  $\alpha$ -Eisen  
in Vorbereitung
- HEFT 493  
Prof. Dr. phil. habil. A. Naumann und Dipl.-Ing. H. Pfeiffer, Aachen  
Versuche an Wirbelstraßen hinter Zylindern bei hohen Geschwindigkeiten  
in Vorbereitung
- HEFT 494  
Dipl.-Ing. W. Robs und Text.-Ing. Griese, Bielefeld  
Entwicklung und Erprobung eines verbesserten elektrischen Kettfadentagesgeräts für die Leinen- und Halbleinweberei  
1957, 56 Seiten, 9 Abb., 11 Tabellen, DM 13,—
- HEFT 495  
Prof. Dr. phil. E. Asmus und Dr. rer. nat. H.-F. Kurandt, Berlin  
Einige analytische Anwendungen der Zincke-Königschen Reaktion  
in Vorbereitung
- HEFT 496  
Dipl.-Chem. P. Vogel, Krefeld  
Färberische Eigenschaften von zur Herstellung von Verdickungen in der Stoffdruckerei bestimmten Sorten  
1957, 38 Seiten, 3 Abb., 3 Tabellen, DM 9,30
- HEFT 497  
Oberarzt Dr. med. G. Mußgnug, Bottrop  
Die Knochenveränderungen und der Knochenstoffwechsel beim Sudeck-Syndrom  
1958, 58 Seiten, 18 Abb., DM 13,85
- HEFT 498  
Prof. Dr.-Ing. H. Zahn und Dr. rer. nat. W. Gerstner, Aachen  
Herstellung säurefester technischer Gewebe  
1957, 40 Seiten, 8 Tabellen, DM 9,65
- HEFT 499  
Priv.-Doz. Dr. J. Juilfs, Krefeld  
Die Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens (bzw. des Quellwertes) von Fasern  
in Vorbereitung

- HEFT 500  
Priv.-Doz. Dr. J. Juilfs, Krefeld  
Vergleichende Untersuchungen am Schopper-Scheuer-  
prüfgerät  
*in Vorbereitung*
- HEFT 501  
Dipl.-Ing. W. Robs und Dr. J. Geurten, Bielefeld  
Untersuchungen in der Leinengarnbleiche  
*in Vorbereitung*
- HEFT 502  
Prof. Dr. M. Diem und Dr. R. Trappenberg, Karlsruhe  
Berechnung der Ausbreitung von Staub und Gas  
1957, 200 Seiten, mit zahlreichen Diagr., DM 37,30
- HEFT 503  
Dr. rer. nat. J. Faßbender, Bonn  
Untersuchungen über die Eigenschaften von Cad-  
miumsulfid-Sandwich-Zellen  
1957, 36 Seiten, 8 Abb., DM 8,80
- HEFT 504  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr. phil. W. Wink und  
Dr. rer. nat. W. Jellinghaus, Düsseldorf  
Versuchsanordnung zur Messung der Suszeptibilität  
paramagnetischer Stoffe und Meßergebnisse an Nickel-  
Chrom- und Kobalt-Nickel-Chrom-Werkstoffen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 505  
Prof. Dr.-Ing. F. A. F. Schmidt und  
Dipl.-Ing. H. Heitland, Aachen  
Einfluß des Selbstzündungsverhaltens der Kraftstoffe  
auf den Verbrennungsablauf, Wirkungsgrad und  
Druckverlust von Hochleistungsbrunnkammern  
*in Vorbereitung*
- HEFT 506  
Prof. Dr.-Ing. W. Meyer zur Capellen, Aachen  
Der Flächeninhalt von Koppelkurven. — Ein Beitrag  
zu ihrem Formenwandel  
*in Vorbereitung*
- HEFT 507  
Prof. Dr. H. Kaiser, Dr. G. Bergmann und  
Dr. G. Gresze, Dortmund  
Kartei zur Dokumentation in der Molekülspektro-  
skopie  
*in Vorbereitung*
- HEFT 508  
Dr. H. Schmidt-Ries, Krefeld  
Limnologische Untersuchungen des Rheinstromes I  
(Hydrobiologische und physiographische Unter-  
suchungen)  
*in Vorbereitung*
- HEFT 509  
Dr. Schmidt-Ries, Krefeld  
Limnologische Untersuchungen des Rheinstromes I  
(Tabellenwerk)  
*in Vorbereitung*
- HEFT 510  
Prof. Dr. rer. nat. W. Groth und Dr.-Ing. K. Bayerle,  
Bonn  
Anreicherung der Uranisotope nach dem Gaszentrif-  
ugenverfahren  
*in Vorbereitung*
- HEFT 511  
H. Wahl, G. Kantenwein und W. Schäfer, Essen  
Gesteinsbohr-Modellversuche zur Frage des Dreh-  
bohrens, Schlagbohrens und Drehschlagbohrens  
*in Vorbereitung*
- HEFT 512  
Prof. Dr. H. Strassl, Bonn  
Azimut-Monogramme für alle Stundenwinkel und  
Deklinationen im Bereich der geographischen Breiten  
von  $-80^\circ$  bis  $+80^\circ$   
*in Vorbereitung*
- HEFT 513  
Prof. Dr. W. Schmitz und Dr. rer. F. Schmitt,  
Mülheim/Ruhr  
Die Verwendung des Magnetbandgerätes zur Speiche-  
rung des Kurvenverlaufs elektrischer Ströme  
*in Vorbereitung*
- HEFT 514  
Dr. rer. nat. M.-E. Meffert, Essen  
Die Kultur von Scenedesmus obliquus in Abwasser  
1957, 46 Seiten, 7 Abb., 7 Tabellen, DM 10,85
- HEFT 515  
Prof. Dr. habil. H. E. Schwiete und  
Dr.-Ing. Cbr. Hummel, Aachen  
Thermochemische Untersuchungen im System  $\text{SiO}_2$   
und  $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$   
*in Vorbereitung*
- HEFT 516  
Prof. Dr.-Ing. H. Müller, Dipl.-Ing. F. Reinke und  
Dipl.-Ing. W. Sorgenicht, Essen  
Gesamtstrahlungsmessungen der Temperaturstrahlung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 517  
Prof. Dr. med. G. Lehmann und Dr. med. J. Meyer-  
Delius, Dortmund  
Gefäßreaktionen der Körperperipherie bei Schallein-  
wirkung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 518  
Dr.-Ing. H. Scheffler, Dortmund  
Funktionelle Zusammenhänge der dynamischen Ein-  
flußgrößen beim handgeführten Druckluft-Abbau-  
hammer und ihre Berücksichtigung für die Konstruk-  
tion rückstoßarmer Hämmer  
*in Vorbereitung*
- HEFT 519  
Prof. Dr. phil. F. Wever, Dr. phil. W. Koch und  
Dr. phil. S. Eckhard, Düsseldorf  
Die spektrographische Bestimmung der Spurenele-  
mente in Stahl ohne vorherige Abbrennung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 520  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Dipl.-Ing. H. Obrig und  
Dipl.-Ing. P. Kips, Aachen  
Untersuchung neuartiger elektrischer Bearbeitungs-  
verfahren  
*in Vorbereitung*
- HEFT 521  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. K. E. Schwartz,  
Aachen  
Das Abrichten von Schleifscheiben mit Diamanten  
*in Vorbereitung*
- HEFT 522  
J. Lorentz und K. Brocks  
Elektrische Meßverfahren in der Geodäsie  
*in Vorbereitung*
- HEFT 523  
K. Eberts  
Entwicklungen einiger Meßverfahren und einer Fre-  
quenz- und amplitudenstabilisierten Meßeinrichtung  
zur gleichzeitigen Bestimmung der komplexen Dielek-  
trizitäts- und Permeabilitätskonstante von festen und  
flüssigen Materialien im rechteckigen Hohlleiter und  
im freien Raum bei Frequenzen von 9200 und 33000  
MHz  
*in Vorbereitung*
- HEFT 524  
Dr. rer. nat. S. Lockau, Emlichheim  
Versuche zur Gewinnung von Kartoffeljeißel  
*in Vorbereitung*
- HEFT 525  
Prof. Dr. Dr. h.c. H. P. Kaufmann und  
Dr. F. Weghorst, Münster  
Beiträge zur Chemie und Technologie der Fetthärtung I  
*in Vorbereitung*
- HEFT 526  
Dr. phil. habil. P. Hölemann und  
Ing. R. Hasselmann, Dortmund  
Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der Wandung  
auf den Ablauf von Azetylenexplosionen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 527  
Dr. rer. nat. K. G. Müller, Hanau/W.  
Wärmeübertragung auf eine Flugstaubströmung im  
senkrechten Rohr sowie auf eine durchströmte Schüt-  
tuschicht  
*in Vorbereitung*
- HEFT 528  
Dr. P. Ney und Dr. F. Schwarz, Köln  
Physikochemische Grundlagen der Bildsamkeit von  
Kalken unter Einbeziehung des Begriffs der aktiven  
Oberfläche  
Kristallchemische Betrachtung der Bildsamkeit  
*in Vorbereitung*
- HEFT 529  
Dr. phil. G. Riedel, Dortmund  
Messung und Regelung des Klimazustandes durch eine  
die Erträglichkeit für den Menschen anzeigende Klima-  
sonde  
*in Vorbereitung*
- HEFT 530  
Prof. Dr. med. O. Graf, Dortmund  
Nervöse Belastung im Betrieb — I. Teil: Nacharbeit  
und nervöse Belastung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 531  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Dipl.-Ing. H. Ver-  
hoeven und Dipl.-Ing. H. Ernenpitsch, Aachen  
Autogenes Entspannen bei niedrigen Temperaturen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 532  
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Krekeler, Dipl.-Ing. H. Ver-  
hoeven und Dipl.-Ing. W. Krieweth, Aachen  
Schutzgasschweißen mit kontinuierlich abschmelzender  
Elektrode von niedriglegierten Kohlenstoffstählen  
(Sigma-Schweißen)  
*in Vorbereitung*
- HEFT 533  
Prof. Dr.-Ing. H. Opitz und Dipl.-Ing. W. Hölken, Aachen  
Untersuchung von Ratterschwingungen an Drehbänken  
*in Vorbereitung*
- HEFT 534  
Oberbergamtsdirektor H. Sanders, Dortmund  
Seismische Forschungsarbeiten im Ostteil des Gruben-  
feldes König Ludwig  
*in Vorbereitung*
- HEFT 535  
Dr.-Ing. J. Lennertz, Köln  
Einfluß des Ausbaugrades und Benutzungsgrades  
nachrichtentechnischer Einrichtungen auf die Gesamt-  
wirtschaft  
*in Vorbereitung*
- HEFT 536  
Dr. rer. nat. C. W. Czernin-Chudenitz, Krefeld  
Limnologische Untersuchungen des Rheinstromes. —  
Quantitative Phytoplanktonuntersuchungen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 537  
Dr.-Ing. N. Gössl, Frankfurt/M.  
Probleme der Zuförderung im Zusammenhang mit  
der Ausnutzung der Atom-Energie  
*in Vorbereitung*
- HEFT 538  
Prof. Dr. K. Hinsberg, Düsseldorf  
Reaktion zur Frühdiagnose von Krebserkrankungen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 539  
Prof. Dr. L. v. Ubisch, Norwegen  
Die phylogenetischen Symmetrieveränderungen bei den  
Seiegeln  
*in Vorbereitung*
- HEFT 540  
Prof. Dr. rer. nat. H. Krebs, Bonn  
Die katalytische Aktivierung des Schwefels  
*in Vorbereitung*
- HEFT 541  
Prof. Dr. O. Schmitz-DuMont, Bonn  
Reaktionen in flüssigem Ammoniak zur Gewinnung  
von 1. Titanylamid, 2. Oxykobalt (III)-amiden,  
3. Ammonobasischen Kobalt (III)-benzylaten  
*in Vorbereitung*
- HEFT 542  
Dr. phil. nat. G. Zapf, Schwelm  
Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von  
Formteilen aus Sintermessing  
*in Vorbereitung*
- HEFT 543  
Prof. Dr. phil. habil. H. E. Schwiete, Dr. phil. H. Müller-  
Hesse und Dipl.-Ing. G. Gelsdorf, Aachen  
Einlagerungsversuche an synthetischem Mullit.  
Teil II  
*in Vorbereitung*
- HEFT 544  
Prof. Dr. phil. habil. H. E. Schwiete, Dr.-Ing. A. K. Bose  
und Dr. phil. H. Müller-Hesse, Aachen  
Die Schmelzphase in Schamottesteinen. — Teil II  
*in Vorbereitung*
- HEFT 545  
Prof. Dr. phil. habil. H. E. Schwiete, Dr. rer. nat.  
G. Ziegler und Dipl.-Ing. Cb. Khesch, Aachen  
Thermochemische Untersuchungen über die Dehydra-  
tion des Montmorillonits  
*in Vorbereitung*
- HEFT 546  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist und K. Graf, Aachen  
Vergleich von Gleichdruck- und Verpuffungsgas-  
turbinen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 547  
Prof. Dr.-Ing. K. Leist, K. Graf und D. Stojek, Aachen  
Das betriebliche Verhalten von Gasturbinen-Fahr-  
zeugen  
*in Vorbereitung*



- HEFT 548  
*Prof. Dr.-Ing. K. Leist und J. Weber, Aachen*  
 Spannungsoptische Untersuchungen von Turbinenscheiben mit angefrästen und eingesetzten Schaufeln  
*in Vorbereitung*
- HEFT 549  
*Dr.-Ing. R. Merten, Duisburg*  
 Resonanzanpassung bei einem Tiefpaß  
*in Vorbereitung*
- HEFT 550  
*Dr. H. Stephan, Bonn*  
 Elektrisches Standhöhenmeßgerät für Flüssigkeiten  
*in Vorbereitung*
- HEFT 551  
*Prof. Dr. phil. W. Weizel und Dipl.-Phys. B. Brandt, Bonn*  
 Betriebsbedingungen einer stromstarken Glümladung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 552  
*Dr.-Ing. G. Leiber und Dipl.-Ing. D. Schauwinbold, Duisburg-Hamborn*  
 Versuche zur Erzeugung halbberühigten Stahles  
*in Vorbereitung*
- HEFT 553  
*Prof. Dr. rer. pol. G. Garbotz und Dipl.-Ing. J. Theiner, Aachen*  
 Untersuchungen der Walzverdichtungs Vorgänge auf Lößlehm, Kies und Schotter  
*in Vorbereitung*
- HEFT 554  
*Prof. Dr.-Ing. H. Müller, Essen*  
 Untersuchung von Elektrowärmegegeräten für Laienbedienung hinsichtlich Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit. — Teil II: Temperaturen an und in schmiegsamen Elektrogeräten  
*in Vorbereitung*
- HEFT 555  
*Prof. Dr. med. H. Elbel und Dipl.-Phys. K. Sellier, Bonn*  
 Der Nachweis kleinster CO-Mengen in Körperflüssigkeiten  
*in Vorbereitung*
- HEFT 556  
*Prof. Dr. A. Güitemann und Dr. med. G. Karcher, Bonn*  
 Klinische und experimentelle Untersuchungen mit Hilfe einer künstlichen Niere  
*in Vorbereitung*
- HEFT 557  
*Dr.-Ing. H. Schiffers, Dipl.-Ing. D. Ammann, Dipl.-Ing. E. Brugger und R. Dicke, Aachen*  
 Härtebarkeit von Gußeisen mit Lamellen- und Kugelform in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Gefüge  
*in Vorbereitung*
- HEFT 558  
*Dr. phil. C. A. Roos, Aachen*  
 Menschlich bedingte Fehlleistungen im Betrieb und Möglichkeiten ihrer Verringerung  
*in Vorbereitung*
- HEFT 559  
*Prof. Dr. H. E. Schwiete und Dipl.-Chem. R. Gauglitz, Aachen*  
 Die Verflüssigung von Montmorillonitschlammern  
*in Vorbereitung*
- HEFT 560  
*Prof. Dr. med. J. Vonkennel und Dr. G. Froitzheim, Köln*  
 Zur Prüfung silikohaltiger Hautschutzsalben  
*in Vorbereitung*
- HEFT 561  
*Prof. Dipl.-Ing. W. Sturtzel und Dr.-Ing. Schmidt-Stiebitz, Duisburg*  
 Verbesserung des Wirkungsgrades von Düsenpropellern durch zusätzlich angeordnete Mischdüsen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 562  
*Prof. Dr.-Ing. H. Schenck, Prof. Dr. phil. habil N. G. Schmal und Dr.-Ing. G. Funke, Aachen*  
 Die Reduzierbarkeit von Eisenerzen  
*in Vorbereitung*
- HEFT 563  
*Dr. D. v. Oppen, Dortmund*  
 Beiträge zur Soziologie der Gemeinde im Ruhrgebiet. — II. Familien in ihrer Umwelt  
*in Vorbereitung*
- HEFT 565  
*Dr. K. Hahn und Dr. R. Mackensen, Dortmund*  
 Beiträge zur Soziologie der Gemeinde im Ruhrgebiet. — IV. Die kommunale Neuordnung des Ruhrgebietes, dargestellt am Beispiel Dortmunds  
*in Vorbereitung*
- HEFT 566  
*Dr. H. Klages, Dortmund*  
 Der Nachbarschaftsgedanke und die nachbarliche Wirklichkeit in der Großstadt  
*in Vorbereitung*