

## Neues aus der Chemie des Fluors.

Von Prof. Dr. OTTO RUFF,

Anorganisch-chemisches Institut der Technischen Hochschule Breslau<sup>1)</sup>.

(Eingeg. 2. November 1933.)

Vortrag zur Tagung der mittel- und ostdeutschen Chemiedozenten am 20. bis 21. Oktober zu Breslau.

Es mögen vor allem diejenigen Erkenntnisse zur Geltung kommen, welche wir in den letzten Monaten gewonnen und zum größeren Teil der Öffentlichkeit noch nicht übergeben haben. Meine Mitarbeiter waren die Herren *Walter Kwasnik*, *Alfred Braida*, *Walter Menzel*, *Werner Jaenckner* und *Otto Bretschneider*.

## Rheniumfluoride.

Zunächst sei eine seltene Merkwürdigkeit gezeigt. *Walter Kwasnik* hat für diesen Abend etwas Rheniumhexafluorid und Rheniumoxytetrafluorid hergestellt aus sauerstofffreiem reinem Fluor und Rhenium in Flußspat-schiffchen. Die Apparatur ist im Institut ausgestellt. Wie das reine Fluor bereitet wird, werden Sie nachher hören.

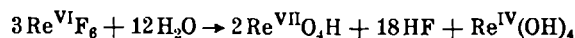
Die Eigenschaften der beiden Fluoride zeigt die folgende Tabelle 1.

Tabelle 1.

	ReF <sub>6</sub>	ReOF <sub>4</sub>
Kp <sub>760</sub>	+ 47,6° gelb	+ 62,7° farblos
F	+ 18,8° gelb	+ 39,7° weiß
D <sub>Kp</sub>	flüssig 3,61	flüssig 3,72

Das ReF<sub>6</sub> ist bei Zimmertemperatur eine leicht bewegliche gelbe, bei Verwendung von unreinem Fluor braunrote<sup>2)</sup>, das ReOF<sub>4</sub> eine farblose Flüssigkeit. Die chemischen Reaktionen der beiden Fluoride sind ähnliche: Abgeschwächte Fluorwirkung und die Reaktionen des sechswertigen Rheniums.

Die Empfindlichkeit des ReF<sub>6</sub> gegen Quarzglas ist erheblich; daß es Wasserdampf nicht verträgt, ist selbstverständlich. Immerhin ist die Reaktion mit Wasser insofern interessant, als sie zu einer Änderung der Wertigkeitsstufe führt — veranlaßt durch die größere Beständigkeit eines umschirmten Rheniumions mit 4 Sauerstoffionen in der Perrheniumsäure als eines solchen mit 6 Fluorionen im Hexafluorid.



## Halogenfluoride.

Die Gruppe der binären Halogenfluoride ist nunmehr ziemlich vollständig bekannt, vielleicht wird sie sich einst noch durch den Nachweis eines wenig beständigen JF<sub>3</sub>-Moleküls ergänzen lassen. Die folgende Tabelle 2 zeigt ihre Siede- und Schmelztemperaturen sowie Dichten bei der Siedetemperatur.

Von den festgestellten Verbindungen ist das BrF die zuletzt gefundene<sup>3)</sup>, obwohl sie zu den ersten Reaktionsprodukten der Einwirkung von Fluor auf Brom gehört. Das Verhältnis der Reaktionsgeschwindigkeiten für die Bildung der verschiedenen Bromfluoride bedingt eben das bevorzugte Auftreten des BrF<sub>3</sub> (ähnlich wie ClF und JF<sub>3</sub>).

<sup>1)</sup> Vgl. dazu auch *Ruff*, „Hochtemperaturtechnik und neue Fluoride“, diese Ztschr. 42, 807 [1929].

<sup>2)</sup> *O. Ruff* u. *W. Kwasnik*, Ztschr. anorgan. allg. Chem. 209, 113 [1932].

<sup>3)</sup> *O. Ruff* u. *A. Braida*, ebenda 214, 81 [1933].

Tabelle 2.

	F <sub>2</sub>	ClF	BrF	
F	—223 (?)	—155,6	ca. —33	
Kp <sub>760</sub>	—188,2	—100,1	ca. +20	
D <sub>Kp</sub>	1,108	1,62		
		ClF <sub>3</sub>	BrF <sub>3</sub>	
F		— 82,6	+ 8,8	
Kp <sub>760</sub>		+ 12,1	+127	
D <sub>Kp</sub>		1,77	2,51	
			BrF <sub>5</sub>	JF <sub>5</sub>
F			— 61,3	+ 8,5
Kp <sub>760</sub>			+ 40,5	+97
D <sub>Kp</sub>			2,41	
				JF <sub>7</sub>
F				+ 4,5
Kp <sub>760</sub>				+ 55
D <sub>Kp</sub>				2,80

Die Abstufung der Molekularvolumina entspricht den Erwartungen.

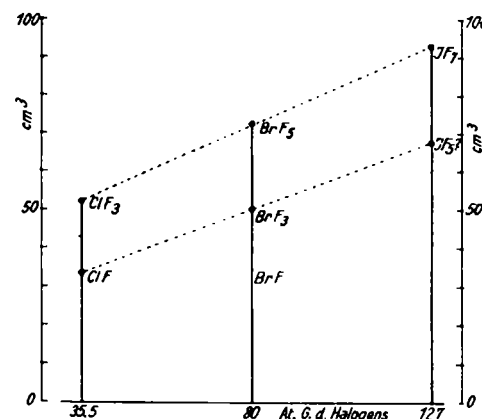


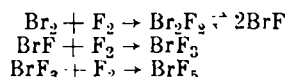
Abb. 1. Molekularvolumina am Siedepunkt.

Dreierlei fällt an Tabelle 2 auf: Die Betätigung nur ungerader Valenzzahlen, das Fehlen der Verbindungen ClF<sub>5</sub>, ClF<sub>7</sub>, BrF<sub>7</sub>, JF und JF<sub>5</sub>, und die verschiedene Flüchtigkeit der einzelnen Fluoride. Für die erste Erscheinung haben wir keine zureichende Erklärung. Bezüglich der zweiten erweist sich der Gedanke, daß das Fehlen der höheren Verbindungen durch ein ungünstiges räumliches Größenverhältnis des zentralen Halogenions zu den Fluorionen bestimmt sein könnte, bei näherer Prüfung als nicht haltbar. Die Dimensionen des fünf-, ja selbst des siebenwertigen Chlorions, des siebenwertigen Bromions wären groß genug, um die entsprechende Anzahl von Fluorionen festzuhalten. Darum dürfte der andere Gedanke der Wahrheit näher kommen, daß die Dichte der Valenzelektronen im Gesamtmolekül einen gewissen Betrag nicht überschreiten kann.

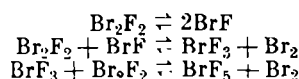
Das Fehlen der niederen Verbindungen JF und JF<sub>5</sub>, die geringe Beständigkeit des BrF erklären sich mit der größeren Beständigkeit besser abgeschirmter

Moleküle ( $\text{BrF}_3$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{JF}_3$ ,  $\text{JF}_7$ ) gegenüber weniger gut abgeschirmten ( $\text{BrF}$ ,  $\text{JF}_3$ ,  $\text{JF}$ ). Wir glauben, Andeutungen für die Existenz auch niedrigerer Jodverbindungen beobachtet zu haben und verfolgen diese zur Zeit weiter. Auch für die Verschiedenheiten der Flüchtigkeit scheint neben der Abschirmung die Elektronendichte von Bedeutung zu sein.

Die Feststellung der Eigenschaften des Brommonofluorids, dessen Existenz bereits bei der Arbeit über das Brom-5-fluorid von uns vermutet worden ist<sup>a)</sup>, hat uns erhebliche Schwierigkeiten gemacht. Es entsteht und vergeht nach den folgenden Reaktionsschemata:



Der Zersetzung wird das folgende Reaktionsschema gerecht:



Da die Reaktionsgeschwindigkeiten für die Bildung der einzelnen Bromfluoride ähnlicher Größenordnung

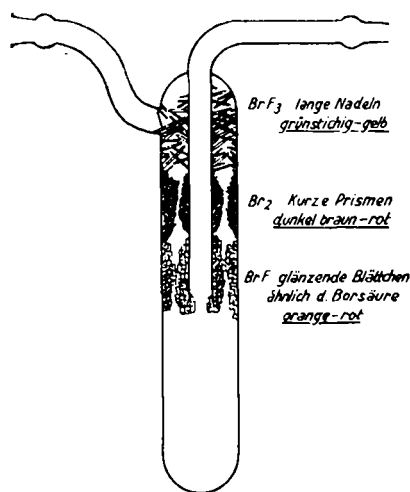
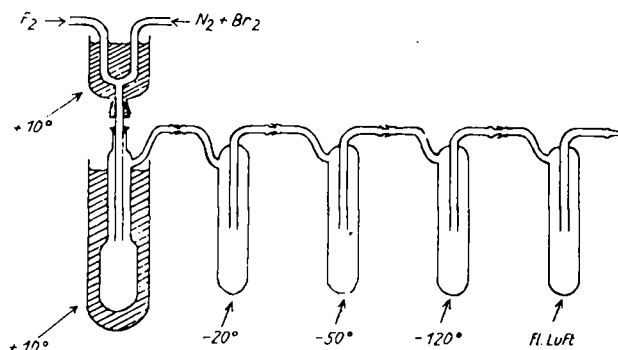


Abb. 2.

sind, erhält man alle drei stets nebeneinander, wie bestehende Abb. 2 zeigt, in der nacheinander, unten die orangeroten  $\text{BrF}$ -Blättchen, darüber derbere braunrote  $\text{Br}_2$ -Kristalle und ganz oben grünlich-gelbe  $\text{BrF}_3$ -Nadeln zu sehen sind. Die verhältnismäßig kurze Zeit, welche für die Fraktionierung der Reaktionsprodukte nötig ist, genügt, um die weitere Umsetzung des  $\text{BrF}$  entsprechend den 3 letzten Gleichungen in erheblichem Umfang zu veranlassen.

Ein Bild von den Quarzapparaturen, die wir für die Darstellung des  $\text{BrF}$  benutzt haben, geben die nachstehenden Abbildungen.

Abb. 3. Apparat zur Darstellung von  $\text{BrF}$ .

<sup>a)</sup> O. Ruff u. W. Menzel, Ztschr. anorgan. allg. Chem. 202, 60 [1931].

Es würde zu weit führen, über mehr Einzelheiten dieser umfangreichen Arbeit, die Bestimmungsweise der Dampfdrucke und Siedetemperaturen, des Schmelzpunkts des neuen Fluorids zu berichten.

#### Sauerstofffluoride.

Neben dem von Lebeau und Damiens<sup>b)</sup> aufgefundenen und von Ruff und Menzel<sup>c)</sup> rein dargestellten Sauerstoffdifluorid  $\text{OF}_2$  bestehen noch das dem  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  entsprechende Disauerstoffdifluorid  $\text{O}_2\text{F}_2$  und ein Sauerstoffmonofluorid  $\text{OF}$ . Die Bildung des  $\text{O}_2\text{F}_2$  erfolgt so leicht und vollständig beim Durchgehen einer elektrischen Entladung durch ein Gemisch von Sauerstoff und Fluor, daß wir sie zur Entfernung des Sauerstoffs aus dem Rohfluor benutzen. (Dem.)

Die im Gebiet der elektrischen Entladung auftretenden  $\text{O}_2\text{F}_2$ -Moleküle werden an der durch flüssige Luft gekühlten Wand ausgefroren und auf diese Weise erhalten. Sie bilden hier einen orangeroten Beschlag (Dem.), der mit etwas  $\text{O}_3$  und wohl auch noch einer anderen Verbindung verunreinigt bei etwa  $-160^\circ$  zu einer blutroten Flüssigkeit schmilzt. W. Menzel hat von dieser Substanz die physikalischen Konstanten und chemischen

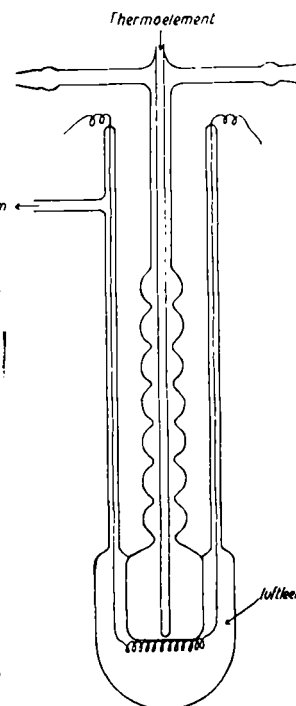
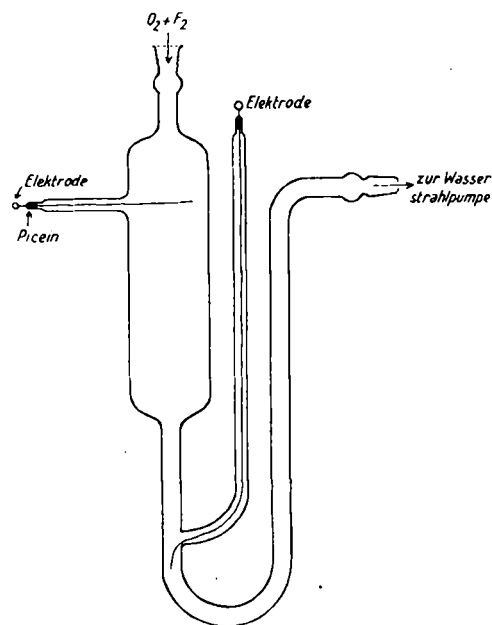


Abb. 4.  
Destillationskolonne aus Quarz für Halogen- und andere Fluoride.

Abb. 5. Entladungsrohr zur Entfernung von  $\text{O}_2$  aus Fluor.

Eigenschaften bestimmt. Sie sind in der bestehenden Tabelle 3 wiedergegeben, die auch die entsprechenden Zahlen für das  $\text{OF}_2$  und  $\text{OF}$  zeigt.

<sup>b)</sup> P. Lebeau u. A. Damiens, Compt rend. Acad. Sciences 185, 652 [1927]; 188, 1253 [1928].

<sup>c)</sup> O. Ruff u. W. Menzel, Ztschr. anorgan. allg. Chem. 190, 257 [1930]; 198, 39, 375 [1931].

Tabelle 3.

	OF <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	OF
K <sub>p</sub> <sub>760</sub>	-144,8	-57	-185,4
F	-223,8	-160	-223
d <sub>Kp</sub>	1,53	1,45	1,32

Das Sauerstoffmonofluorid OF entsteht aus dem Disauerstoffdifluorid O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, wenn dieses bei tiefer Temperatur vergast und dann nicht allzu rasch auf Zimmertemperatur gebracht wird (Exp.). Der Übergang des Disauerstoffdifluorids in das Sauerstoffmonofluorid ist durch eine Verfärbung der Gase gekennzeichnet. Das Disauerstoffdifluorid liefert einen braunen Dampf, der, wenn die Temperatur steigt, rasch farblos wird. Geschieht die Temperatursteigerung zu rasch, so entstehen neben OF auch O<sub>2</sub> und F<sub>2</sub>. Während das OF von Jodwasserstoffsäure völlig absorbiert wird, wird von dem Gemisch nur das Fluor absorbiert und der Sauerstoff hinterbleibt. Aber auch die Reaktion mit Jodwasserstoffsäure muß vorsichtig durchgeführt werden; andernfalls veranlaßt die Reaktionswärme einen Selbstzerfall des OF.

Trotz der geschilderten Schwierigkeiten ist es möglich gewesen, nicht bloß vom O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, sondern auch vom OF die physikalischen Konstanten zu ermitteln, wie die Tabelle 3 zeigt. Sie liegen ziemlich genau in der Mitte zwischen denen des reinen Sauerstoffs und des reinen Fluors, d. h. das Sauerstoffmonofluorid wird sich unterhalb etwa 300 mm Druck in flüssiger Luft nicht verdichten. Bei höherem Druck erhält man es als gelbe Flüssigkeit, deren Farbe von derjenigen des Sauerstoffdifluorids und des Fluors nicht wesentlich verschieden ist.

#### Schwefelfluoride.

Unsere Arbeiten über die Schwefelfluoride sind immer noch nicht abgeschlossen. Wir können auf Grund der Versuche von W. Jaenckner<sup>7)</sup> mit einiger Sicherheit nur sagen, daß zumindest die Verbindungen SF<sub>6</sub>, SF<sub>4</sub>, SF<sub>2</sub> und S<sub>2</sub>F<sub>2</sub> neben SOF<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> zu erhalten sind mit den physikalischen Konstanten der folgenden Tabelle 4.

Jede dieser Verbindungen glauben wir schon praktisch rein in Händen gehabt zu haben. Trotzdem haben sich die Versuchsbedingungen in allen Einzelheiten noch nicht so weit festlegen lassen, daß wir eine Mitteilung an die Öffentlichkeit über diejenige in den Diplom- und Doktorarbeiten hinaus gewagt hätten. Gemische von SF<sub>4</sub> mit SF<sub>2</sub> und S<sub>2</sub>F<sub>2</sub> sind leicht zu erhalten. Ihre Trennung ist vor allem deshalb schwer, weil die Reaktionsfähigkeit der Gase mit der Glaswand unter Bildung von SiF<sub>4</sub> und SOF<sub>2</sub> und wohl auch SO verhältnismäßig groß ist und weil, wie auch die Tabelle 4 zeigt, die Dampfdrucke all der in Betracht kommenden Gase sehr nahe beieinander liegen. Gemische der Gase erhält man z. B. aus Fluor und Chlorfluorid mit Schwefel, Schwefelbromür mit Fluor, oder auch aus Schwefel gelöst in Schwefelbromür mit Fluor. Einen für derartige Umsetzungen besonders

Tabelle 4.

	SF <sub>6</sub>	SF <sub>4</sub>	SF <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	SOF <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
K <sub>p</sub>	-63,8°	-40°	ca. -35°	-38,4°	-30°	-52°
F	-50,8°	-124°		-120,5°	-110°	-120°

geeigneten Apparat aus Platin haben wir in der Ztschr. anorgan. allg. Chem. **193**, 179 [1930] beschrieben (Dem.). Das S<sub>2</sub>F<sub>2</sub> verrät seine Gegenwart dadurch, daß es mit Wasser sofort unter Abscheidung großer Schwefelmengen reagiert.

#### Stickstofffluoride.

Besonders viel ließe sich über die Stickstofffluoride sagen, über das wenig reaktionsfähige und darum beständige NF<sub>3</sub> und die wenig beständigen Fluoride NHF<sub>2</sub> und NH<sub>2</sub>F, von denen wir bereits auch substituierte Formen kennen. Die Darstellung von NHF<sub>2</sub> ist G. Mitschitzky aus Cyanursäure und Fluor so weit möglich gewesen, daß er es mit einem Reinheitsgrad von 70–80% als sehr explosives Gas gewinnen konnte; das NH<sub>2</sub>F haben wir bis jetzt mit einem Reinheitsgrad von höchstens etwa 40–50% erhalten. Die Darstellung dieser Gase für den Vortrag war zu mühevoll, hätte apparativ prinzipiell auch kaum etwas Neues gebracht. Ich schließe den Vortrag deshalb mit einer Mitteilung über die Fluorierung von Kohlenstoff.

#### Kohlenstofffluoride.

Ordnungsgrad des Kohlenstoffs und Reaktionstemperatur bestimmen die Zusammensetzung der gasförmigen Reaktionsprodukte, die entstehen, wenn oberhalb etwa 450° gearbeitet wird. Außer dem CF<sub>4</sub> tritt stets C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, etwas C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> und C<sub>2</sub>F<sub>4</sub> neben höheren Kohlenstofffluoriden auf<sup>8)</sup>. Die Fraktionierung der Gemische derart, daß die Herstellung von reinem C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> und C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> möglich wird, geschieht am besten unter Verwendung von Aktivkohle. Die Eigenschaften der neuen Gase — mit Ausnahme des C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> — zeigt die folgende Tabelle 5.

Das CF<sub>4</sub> läßt sich durch sorgsames Fraktionieren so rein gewinnen, daß es zur Füllung von Dampfdruckthermometern Verwendung finden kann (Dem.). Das zur

<sup>8)</sup> P. Lebeau u. A. Damiens, Compt. rend. Acad. Sciences **182**, 1340 [1926]; **191**, 939 [1930]. O. Ruff u. R. Keim, Ztschr. anorgan. allg. Chem. **192**, 249 [1930]; **201**, 245 [1931]. O. Ruff u. O. Bretschneider, ebenda **210**, 173 [1933].

Tabelle 5.

	CF <sub>4</sub> <sup>*)</sup>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>
log p	$= 5,04420 - \frac{701,73}{T} + 1,75 \cdot \log T - 0,0076715 \cdot T$	$7,376 - 875,7 \cdot \frac{1}{T}$	$7,618 - 931,9 \cdot \frac{1}{T}$	$7,768 - 1567,0 \cdot \frac{1}{T}$
Siedepunkt K <sub>p</sub> 760 ° abs.	145,2	194,9	196,7	320,6
Verdampfungswärme cal/Mol	2947	4004,6	4262	7165,9
TROUTONSche Konstante	20,3	20,5	21,7	22,3
Schmelzpunkt ° abs.	89,5	172,5	130,5	161,5
Dichte d. Flüssigkeit = d <sub>fl.</sub> =	1,62 (f. 143° abs.)	$2,399 - 0,00406 \cdot T$	$2,333 - 0,00414 \cdot T$	$3,055 - 0,00304 \cdot T$
Dichte d. festen Stoffe beim Schmelzpunkt	d <sub>fest</sub> = 1,96 (f. 81° abs.)	1,85	2,13	2,75

<sup>7)</sup> Dissert. W. Jaenckner, Techn. Hochschule Breslau, 1933 (im Druck).

<sup>\*)</sup> W. Menzel und F. Mohry, Ztschr. anorgan. allg. Chem. **210**, 257 [1933]. O. Ruff und R. Keim, ebenda **201**, 245 [1931].

Temperaturmessung geeignetste Gebiet seines Dampfdruckes fällt in die Lücke zwischen den entsprechenden Gebieten des Äthylen- und Sauerstoffthermometers. Mit Rücksicht auf diese Verwendungsmöglichkeit sind gemeinsam mit *W. Menzel* die Konstanten des  $\text{CF}_4$  besonders sorgsam ermittelt worden.

Gemeinsam mit *O. Bretschneider* habe ich die Zusammensetzung der bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Kohlenstoff-Formen sich bildenden Gase untersucht und festgestellt, daß vor allem bei niedrigerer Temperatur der Anteil an den höheren Fluoriden ein wesentlich größerer ist als bei höherer, und daß auch das Siliciumcarbid größere Mengen an höheren Fluoriden liefert als Graphit, der Graphit aber größere Mengen als Norit. Die von *v. Wartenberg* ermittelte Bildungswärme für  $\text{CF}_4$  hat deshalb nur die Bedeutung eines Minimalwertes und die Bildungswärme von Siliciumcarbid, die er aus den Verbrennungswärmen von Graphit, Silicium und Siliciumcarbid in Fluor hergeleitet hat, ist mit noch größeren Fehlern behaftet.

Aber interessanter als diese Feststellungen sind die Beobachtungen, die wir bei der Fluorierung unserer Kohlenstoff-Formen bei niedrigerer Temperatur gemacht haben. Leitet man über Graphit oder Norit bei Zimmertemperatur Fluor, so wird das Fluor zum Teil adsorptiv, zum Teil fester gebunden. Damit der Norit sich dabei nicht selbst entzündet, muß er zuvor von seiner Oberflächenbedeckung mit Kohlenstoffoxyden und Wasserdampf befreit werden; auch darf das Fluor nur unter vermindertem Druck, z. B. mit 25 mm, verwendet werden. Eine hierfür geeignete Apparatur zeigt Abb. 6.

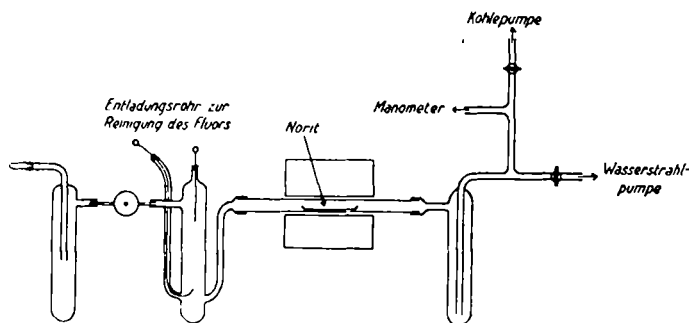


Abb. 6. Norit im  $\text{O}_2$ -freien Fluor bei 25 mm Druck.

Das adsorptiv gebundene Fluor läßt sich z. B. durch Jodwasserstoffsäure wieder von der Oberfläche wegnehmen, das fester gebundene nur durch energisches Behandeln mit Zinkstaub und Eisessig. Die Bindung an Graphit vollzieht sich bei Zimmertemperatur so langsam, daß ein Ende nicht abgewartet werden kann; sie läßt sich aber gegen  $420^\circ$  schon im Verlaufe einiger Stunden praktisch zu Ende führen. Die beistehende Kurve zeigt die Geschwindigkeit, mit der das Fluor bei  $420^\circ$  von Graphit aufgenommen wird.

Man erkennt, daß der Grenzwert dieser Bindung dann erreicht ist, wenn auf 1 Kohlenstoffatom im Graphitgitter oder im Norit 1 Fluoratom aufgenommen worden ist, entsprechend der Formel  $\text{CF}$ . Bei Norit führt der-

selbe Vorgang schon gegen  $280^\circ$  in etwa 1 Stunde zur Bildung dieses Endprodukts. Das gebundene Fluor geht auch beim Erhitzen als solches nicht mehr heraus, sondern bildet, je nach der Art, wie das Erhitzen geleitet wird, Kohlenstofffluoridgemische verschiedener Zusammensetzung, aber stets mit  $\text{CF}_4$  als wesentlichem Bestandteil.

Erhitzt man das Kohlenstoffmonofluorid, welches im Gegensatz zum reinen Kohlenstoff grau gefärbt ist (Dem.) in gutem Vakuum und bei sehr langsamer Temperatursteigerung, so hinterbleibt reiner Graphit. Beim raschen Erhitzen werden die Graphitblättchen zerblasen zu einem feinen Ruß, der auch im Röntgenogramm keine graphitische Struktur mehr zeigt (Exp.). Bei unserem Norit, der von Anfang an keine graphitische Struktur hat, ist auch nach dem Zerblasen seines Kohlenstoffmonofluorids keine Struktur festzustellen.

Die röntgenographische Untersuchung der einzelnen Phasen dieser Vorgänge, welche *F. Ebert* vorgenommen hat, beweist, daß die Einwanderung der Fluoratome ohne eine „wesentliche“ Änderung der Abstände der in den Basisebenen befindlichen Kohlenstoffatome stattfindet, diese Ebenen selbst aber so weit voneinander entfernt und durch Einbau von Fluorbausteinen derart unterteilt sind, daß der Reflektionswinkel für die Basisebene bei Anwendung von Cu-Strahlung nicht mehr erfaßt wird. Wir finden also im Röntgenogramm nur die Interferenzen der Prismenflächen ( $10\bar{1}0$ ,  $11\bar{2}0$  usw.).

Beim Erhitzen ermöglicht die Wärmebewegung einen Platzwechsel der Fluorbausteine. Bei niedrigerer Temperatur und bei niedrigerem Druck führt dieser lediglich in der Randzone der Graphitkristalle zur Bildung und Absplittung gasförmiger Kohlenstofffluoride. Bei raschem Erhitzen ist die Wanderungsgeschwindigkeit der Fluorbausteine zu klein; die Bildung der gasförmigen Fluoride erfolgt schon im Innern der Kristalle und zerstört das Gitter.

Daß es sich bei dem Kohlenstoffmonofluorid um eine richtige chemische Verbindung handelt, beweisen auch unsere Versuche über das elektrische Leitvermögen des Fluorids; es ist etwa 100 000 mal kleiner als dasjenige des Graphits. Unser Fluorid und dessen Eigenschaften entsprechen weitgehend denjenigen des von *U. Hofmann*<sup>9)</sup> studierten Graphitoxys.

Es liegen noch andere Arbeiten über Fluorverbindungen des Kohlenstoffs vor, die noch nicht veröffentlicht hier zur Sprache kommen konnten. Ihr Ergebnis ist für Demonstrationen aber weniger geeignet; deshalb verzichte ich auf die Wiedergabe. Ich hoffe, daß Sie auch ohne diese einen zureichenden Eindruck von den Arbeitsverfahren gewonnen haben, die in meinem Institut benutzt werden.

[A. 109.]

<sup>9)</sup> *U. Hofmann*, Ber. Dtsch. chem. Ges. **65**, 1821 [1932].

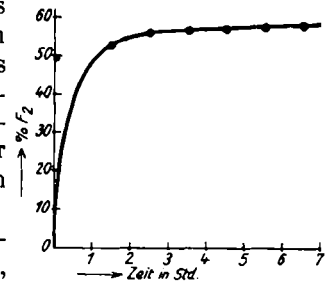


Abb. 7. Aufnahme von  $\text{F}_2$  durch Graphit.

## Über Fließkohle aus Braunkohle.

Von Dr. G. BENTHIN, Bergakademie Freiberg/Sa.

(Eingeg. 8. Juni 1933.)

Vorgetragen in der Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralölchemie auf der 46. Hauptversammlung des V. d. Ch. zu Würzburg, 8. Juni 1933.

Auf drei Hauptwegen suchte man die Verflüssigung der Kohle zu erreichen, auf dem der vorsichtigen destruktiven Destillation, dem der Hydrierung und dem der synthetischen Umwandlung der Kohle in Verbindung mit vorheriger Vergasung. In der letzten Zeit hat ein

vierter Weg an Bedeutung gewonnen, aus Kohle einen Brennstoff zu gewinnen, der die Vorzüge des Öles in bezug auf leichte Transportfähigkeit, leichte maschinelle Verfeuerbarkeit, leichte Entzündbarkeit und Regelfähigkeit auch in sich vereinigt, ja nachteilige Eigenschaften