TITLE PAGE

11. Über die Atomstruktur des Wolfram-und Molybdansulfids.
Atomic structure of tungsten and molybdenum sulfide.

Frame Nos. 567 - 571

Hochdruckversuche
Lu 1

567 13. Januar 1944 Schn/Sl

(II) Die Atomabstände im Wolframsulfid- und Molybdänsulfid-Gitter.

Ein Vergleich der im Wolframsulfid vorhandenen Atomabstände mit den bekannten Ionen- und Atomradien ist deshalb interessant, weil man daraus erkennen kann, ob ein Ionengitter vorliegt oder ob und welche Polarisation eingetreten ist. Insbesondere lassen sich auch Schlüsse auf die wirksamen Kräfte ziehen.

Die Abstände im Wolframsulfid und im Molybdänsulfid sind genau gleich, ebenso die bekannten Ionenradien. Dies rührt daher, weil der dem Wolfram eigentlich zukommende größere Radius durch die "Lanthaniden-kontraktion" gerade kompensiert wird. Daher gelten die folgenden Aussagen ebensogut für Molybdänsulfid.

Das Wolframsulfid-Gitter ist bekanntlich aus Schichten aufgebaut, wobei jede Schicht aus einer Doppellage von Schwefelteilchen besteht, die durch zwischengelagertes Wolfram zusammengehalten wird. Die Zusammensetzung einer Schicht entspricht der Formel WS_2. Dabei ergeben sich als kleinste Abstände:

Tabelle 1. Kleinste Abstände im WS_2.

Innerhalb einer Schicht:	
Schwefel-Schwefel, zum daneben liegenden Atom	3,18 A.E.
Schwefel-Schwefel, zum darüberliegenden Atom (Doppellage des S-Atoms)	3,12 A.E.
Schwefel-Wolfram	2,41 A.E.
Von Schicht zu Schicht:	
Schwefel-Schwefel	3,62 A.E.

Wenn Wolframsulfid ein reines Koordinationsgitter wäre, so müßten die Schwefel-Schwefel Abstände in jeder Richtung gleich sein. Die tatsächlichen Unterschiede zeigen Polarisation an. Die Unterschiede sind aber klein genug, daß es sinnvoll erscheint, die Schwefelteilchen als schwach deformierte Kugeln zu betrachten. Die sich ergebenden Abmessungen und der passende Wolframradius sind in Figur 1 dargestellt. Tabelle 2 enthält die gefundenen Teilchenradien.

Vergleicht man diese Zahlen mit den bekannten Atomradien und Ionenradien, so zeigt sich Ähnlichkeit mit den Ionenradien aber bei beide Elementen eine Abweichung in Richtung auf die Atomradien.

Tabelle 3 gibt diesen Vergleich. Es wurde hier versucht, zwischen Atomradius und Ionenradius zu interpolieren, dabei ergibt sich für Wolfram eine mittlere Ladung von + 3, für Schwefel eine mittlere Ladung von - 1,5. Bemerkenswert ist, daß sich bei dieser Rechnung Elektroäquivalenz ergibt. Es wird gleichsam 1/2 Elektron pro Schwefelteilchen vom Schwefelion zum Wolframion herübergezogen. Man wird in diesem Befund ein Maß für die Polarisation der Ionen sehen können.

Vergleich mit Zinndisulfid.

Eine ähnliche Struktur wie Wolframdisulfid hat Zinndisulfid. Beide Sulfide bilden Schichten von der Zusammensetzung MeS_2. Unterschiedlich ist der Aufbau der MeS_2 Schichten, während die beiden Schwefel-Lagen im WS_2 so aufeinander gelegt sind, daß das Wolframteilchen von 6 prismatisch angeordneten Schwefelteilchen umgeben ist, sind im SnS_2 die Schwefellagen so aufeinander, daß die 6 Schwefelteilchen das Zinnteilchen oktaedrisch umgeben. Figur 2 stellt die beiden Anordnungen dar. Die prismatische Anordnung läßt mehr Raum frei für das Kation. Der zulässige relative Kationenradius beträgt nämlich bei der prismatischen Anordnung 0,53, dagegen bei der oktaedrischen Anordnung 0,41.

Die Entfernungen im SnS_2-Gitter sind in Tabelle 4 angegeben. Im Gegensatz zu WS_2 sind obwohl die Schwefel-Schwefel Abstände in allen Richtungen dieselben, wie auch volle Übereinstimmung mit den bekannten Ionenradien besteht. Man kann daher sagen, daß hinsichtlich seiner Abstände das SnS_2 als reines Ionengitter erscheint.

Die prismatische Anordnung des WS_2 ist lockerer als die oktaedrische Anordnung, sie hat ferner zur Folge, daß innerhalb einer Schwefeldoppellage außer den vom Wolfram besetzten Hohlräumen ebensoviele, ebensogroße unbesetzte Hohlräume vorhanden sind. Diese leeren Räume sind beim ungestörten WS_2-Gitter so gut wie allseitig abgeschlossen und wohl in katalytischer Hinsicht ohne Bedeutung, ob beim gestörten WS_2 Gitter das Vorhandensein dieser Räume katalytisch von Bedeutung ist, kann nicht entschieden werden.

gez. Schneider

Tabelle 2

Gefundene Teilchenradien im WS_2 Gitter.

Schwefel	a) zum danebenliegenden Schwefelteilchen	1,59 A.E.
	b) zum darüberliegenden Teilchen derselben Schicht (Doppellage der S-Atome)	1,56 A.E.
	c) zu den nächsten Schwefelteilchen der anderen Schicht	1,81 A.E.
	d) mittlerer Radius	1,62 A.E.
Wolfram		0,84 A.E.

Tabelle 3

Vergleich der im WS_2 gefunden Radien mit den bekannten Atomradien und Ionenradien.

Element	Atom-radius	Innen-ladung	Ionenradius empirisch nach Gold-schmidt	Ionenradius theoretisch nach Pauling	interpolierte Werte Ionen-ladung	interpolierte Werte Radius	im WS_2 gefunden
Schwefel	1,04	- 2	1,74	1,84	- 1,5	1,6	1,62
Wolfram / Molybdän	1,36	+ 4	0,68	0,66	+ 3	0,8	0,84
		+ 6	-	0,62			

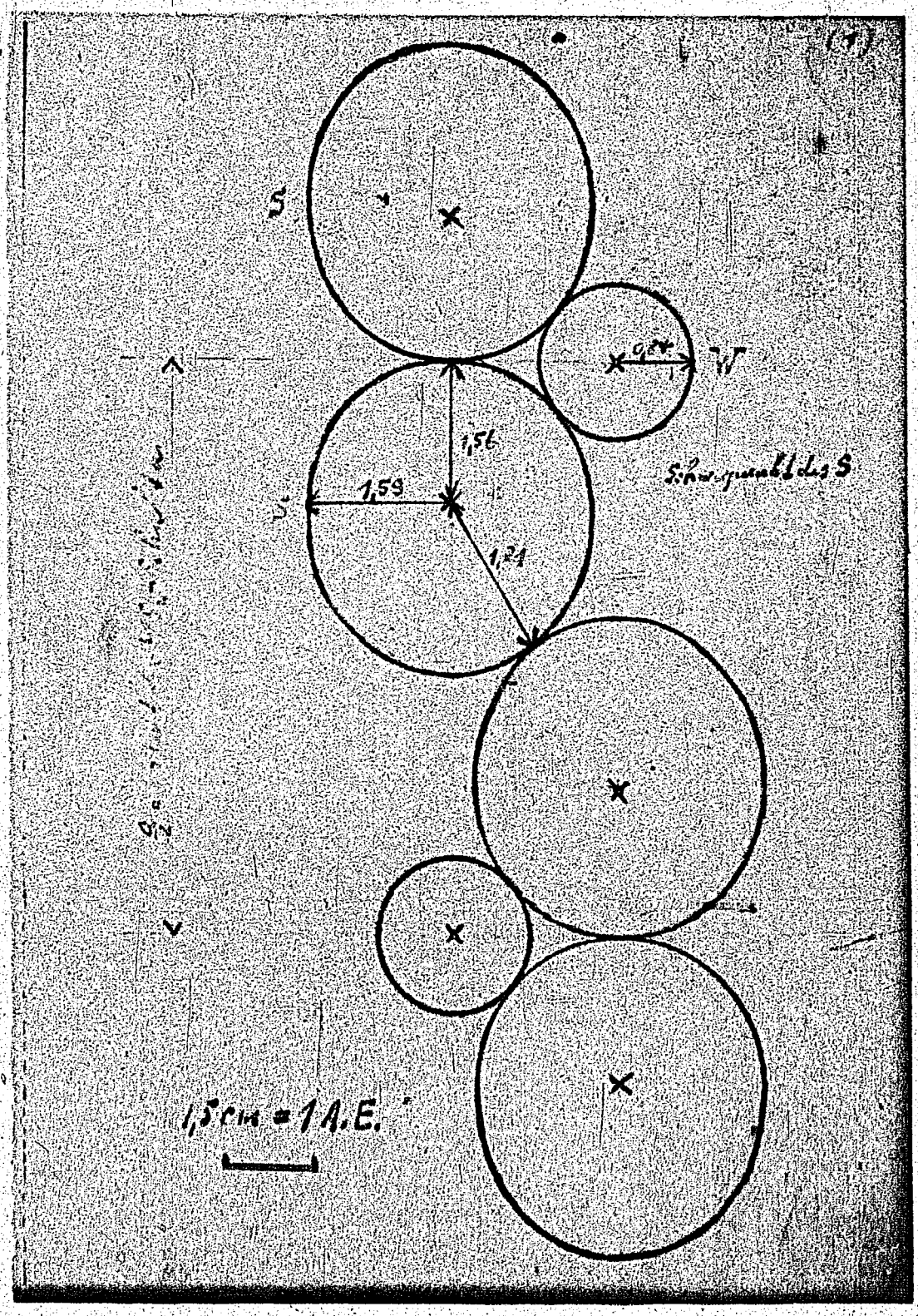
Tabelle 4

Abstände und Radien im SnS_2-Gitter.

Element und Richtung	Abstand	Radius	Ionenradius empirisch nach Gold-schmidt	Ionenradius theoretisch nach Pauling
Schwefel-Schwefel[a] in einer Schicht	3,62	1,81		
b) innerhalb der Doppellage	3,59	1,80	1,74	1,84
c) zur anderen Schicht	3,59	1,80		
Zinn-Schwefel	2,54			
Zinnradius		0,73	0,74	0,71

Figur 1

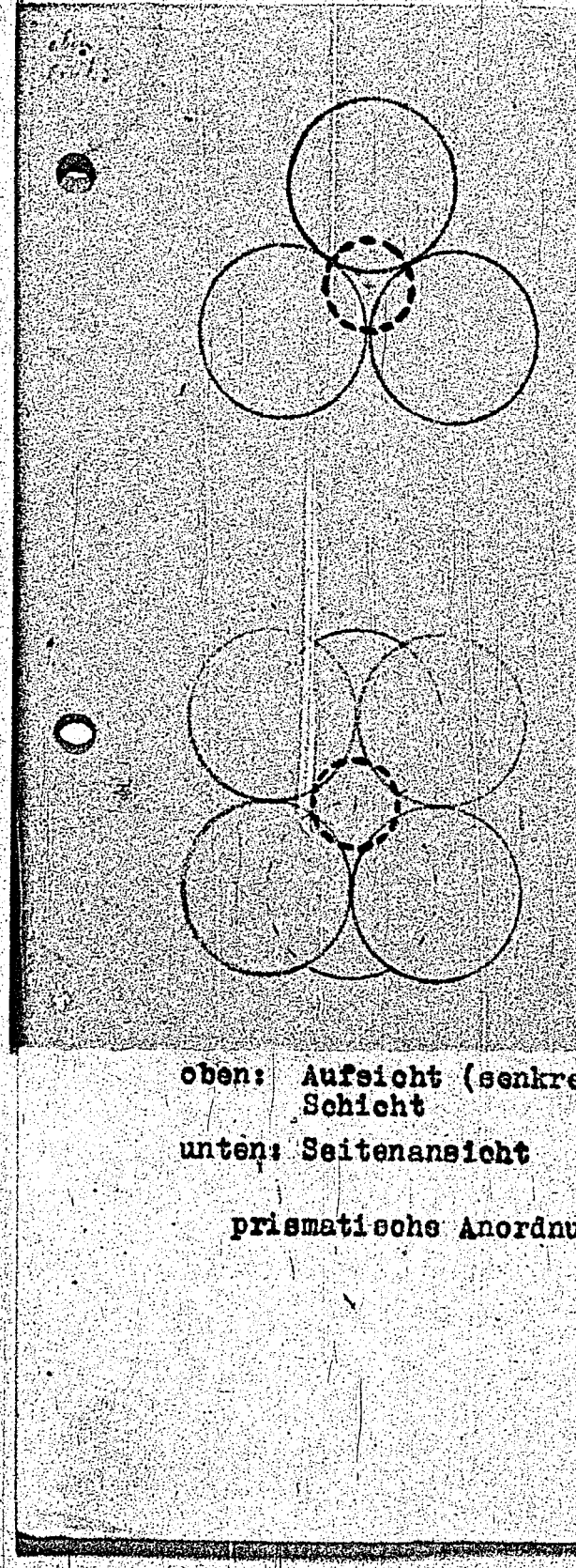
Abmessungen und Radien von Wolfram und Schwefel im WS_2.



Figur 2

Anordnung der Schwefelatome um das Metallatom.

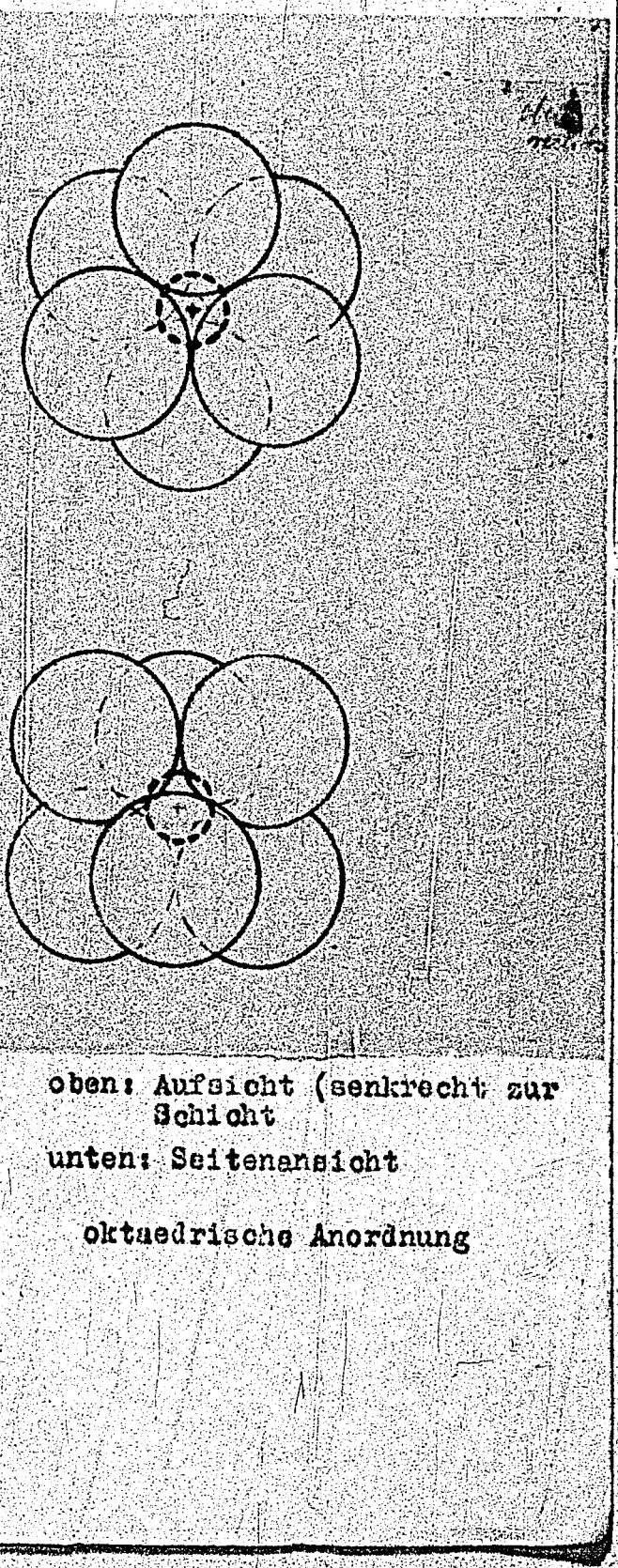
im Wolframdisulfid



oben: Aufsicht (senkrecht zur Schicht
unten: Seitenansicht

prismatische Anordnung

im Zinndisulfid



oben: Aufsicht (senkrecht zur Schicht
unten: Seitenansicht

oktaedrische Anordnung

TITLE PAGE

12. Elektroneninterferometrische Untersuchungen an Tonerde-Katalysatoren.
Electron interferometric Investigations on alumina-catalysts.

Frame Nos. 572 - 574

Hochdruckversuche
Lu 1

17.12.1943. Pr/Pf.

572

(12)

Elektroneninterferometrische Untersuchungen an Tonerde-Katalysatoren.

(Vorläufiger Bericht)

Problemstellung.

Um einen Zusammenhang zu finden zwischen der Aktivität von Hydrierungskontakten und ihrem kristallinen Aufbau, werden diese mittels Röntgen- und Elektroneninterferenzen untersucht. Während Röntgenstrahlen auch dickere Kristallschichten durchdringen und die Lage der Kerne anzeigen, beträgt die Eindringtiefe von Elektronenstrahlen bei 35 KV Spannung nur ca. 10 Å, so daß letztere zur Erforschung des Feinbaues von Grenzflächen besonders geeignet sind. Es werden daher an einer Reihe von Tonerde-Kontakten Elektronenbeugungsaufnahmen durchgeführt und die erhaltenen Aufnahmen ausgewertet. Aus Lage und Breite der Interferenzen werden Rückschlüsse gezogen auf das Kristallsystem des durchstrahlten Stoffes, auf seine Gitterkonstanten und auf Kristallitgrößen.

Experimentelles.

Die Beugungsaufnahmen wurden in einer, dem Gerät von Thiessen und Schoon (Ztschr. physik. Chem. B 36, 195 (1937) nachgebauten Elektronenbeugungsapparatur aufgenommen, für unseren speziellen Zweck wurden einige Änderungen angebracht. Die von der Glühkathode ausgesandten Elektronenstrahlen werden wegen der schlechten Energieausbeute nicht durch zwei enge Blenden ausgeblendet, das Gerät besitzt nur eine derartige Blende von ca. 0,1 mm Bohrung. Die übrige Fokussierung geschieht durch einen über die Glühkathode gestülpten Wehneltzylinder mit negativer Vorspannung und durch eine, hinter der Blende angebrachte magnetische Linse. Das Gerät besitzt je einen Objektträger für das zu untersuchende Präparat und für die Eichsubstanz, durch Ein- und Ausschalten eines Elektronenprismas kann der Elektronenstrahl jedes der beiden Präparate durchsetzen. Das Beugungsdiagramm wird schließlich auf einem Leuchtschirm beobachtet, vor den eine photographische Platte (Diapositivplatte 6,5 x 18 cm) vorgeschaltet werden kann, die sich zunächst in einer Plattenschleuse befindet.

Die Hochspannungsanlage besteht aus einem Einphasen-Hochspannungstransformator, Glühventil, Kondensator der Kapazität C 0,05 F und Dämpfungswiderstand. Ein besonderer Spannungsregler liefert primärseitig sehr konstante Spannung. Die meisten Aufnahmen wurden bei 36 KV ausgeführt, dem entspricht eine Wellenlänge = 0,064 Å. der Elektronenstrahlen.

Zur Evakuierung der Apparatur dienen drei Hg-Diffusionspumpen (für den Entladungsraum, den Objektraum und die Plattenschleuse), die an einer Vorvakuumpumpe (rotierende Ölpumpe) hängen.

./.

22128

Zur Präparatherstellung wird die feinverriebene Tonerde aus einer engen Düse durch einen kräftigen Preßluftstrom in einen Standzylinder geblasen und das entstandene Aerosol auf einem in ein Rähmchen eingespanntes Kupferdrahtnetz mit 16 000 Maschen/cm^2 aufgefangen. Kupferinterferenzen wurden nie beobachtet. Zur Festlegung der Wellenlänge der Strahlung und des Abstands Präparat-Platte muß zu jeder Aufnahme eine Eichaufnahme gemacht werden. Bei der Verwendung zweier Objektträger war jedoch die Übereinstimmung der Abstände Objekt - Platte nicht gegeben, es durfte für sehr genaue Berechnungen der Gitterkonstanten nur ein Träger verwendet werden. Es wurde versucht, die zu untersuchende Tonerde mit gepulvertem NaCl innig zu mischen und so gleichzeitig beide Diagramme zu erhalten. Die Vielzahl der hierbei auftretenden Interferenzen macht jedoch das Diagramm unübersichtlich und verwischt die Tonerdeinterferenzen. Nimmt man eine dünne Goldfolie (d = 4,064 Å) und bläst den Tonerdestaub darauf, überwiegen die Goldinterferenzen in ihrer Intensität bei weitem die Tonerdeinterferenzen. Es wurde daher mit dem oben beschriebenen Elektronenprisma in der Weise gearbeitet, daß sich Goldfolie und Tonerdestaub auf dem gleichen Träger unmittelbar nebeneinander befanden. So war es möglich, das Golddiagramm nur etwa 1 sec zu belichten, während die Tonerdepräparate unter Umständen einige Minuten durchstrahlt werden konnten.

Auswertung.

Die Durchmesser der erhaltenen Interferenzringe werden mit einem Meßmikroskop (Einstellgenauigkeit 0,01 mm) vermessen. Aus den Eichaufnahmen erhält man nach der Bragg'schen Gleichung zwar nicht die Wellenlänge oder den Abstand Präparat - Film für sich, man erhält jedoch das Produkt Wellenlänge x Abstand und kann diesen Wert unmittelbar zur Berechnung der gesuchten Gitterkonstanten einsetzen.

Der ungefähre Abstand Präparat - Platte beträgt 300 mm, die Ringdurchmesser 15 - 50 mm, dem entsprechen Ablenkungswinkel von 1,5 - 5°.

Ergebnisse.

Die untersuchten Kontakte K 7360 und K 7935 ergeben einheitlich das Diagramm der kubischen γ - Tonerde, wobei die Netzebenenabstände mit den, durch 4 teilbaren Indices (400, 440, 444, 800, 840, 844) bevorzugt hervortreten. Die Zusätze von MoO_3 können wegen ihrer geringen Konzentration im Diagramm nicht festgestellt werden. Kontakt 8500 ergibt das Diagramm des rhombischen Böhmits, die höher erhitzten (350°) ein Gemisch Böhmit - γ Tonerde.

Bezüglich der Linienschärfe ergeben gebrauchte Kontakte auf Grund ihrer Rekristallisation wesentlich schärfere Linien als frische Kontakte. Die Unterschiede in der Linienschärfe zwischen aktiven und inaktiven Kontakten sind - genau wie im Röntgendiagramm - unbefriedigend, es scheint jedoch, daß gute Kontakte Linien mittlerer Schärfe ergeben müssen. Scharfe Linien lassen auf zu große Kristallite schließen, erhält man dagegen ganz verschwommene Linien, so liegen die Teilchen bereits an der Grenze des Amorphen.

./.

Bei Kontakt 8500 ergab eine auf 200° erhitzte Probe schärfere Linien als eine auf 110° erhitzte Probe, was auch durch Rekristallisation bedingt ist.

Um festzustellen, ob ein Zusammenhang besteht zwischen Kontakt-Aktivität und ebentuellen Gitterdehnungen oder = kontraktionen (z.B. durch Mischkristallbildung) wurden an μ- Tonerde sehr genaue Berechnungen der Gitterkonstanten durchgeführt. Zur Bestimmung des Produktes Wellenlänge x Abstand wurden die Goldinterferenzen 111, 200, 220, 311 331 und 420 ausgewertet, die Genauigkeit beträgt dank der Schärfe der Linien im Mittel 0,05 %. Nicht so günstig liegen die Verhältnisse bei der μ-Tonerde. Hier wurden nur die stärksten Interferenzen 400 und 440 vermessen, die übrigen sind so schwach bezw. verschwommen, daß sie im Meßmikroskop selbst bei schwacher Vergrößerung (3-5-fach) nicht mehr zu erkennen sind. Bei den vermessenen Ringen beträgt die Genauigkeit im Ringduechmesser etwa 0,03 mm, die Genauigkeit der errechneten Gitterabstände etwa 0,2 %.

Nach den bisherigen Ergebnissen scheint bei K 7360 mit zunehmender Aktivitätsstärke ein Anwachsen der Gitterkonstanten verbunden zu sein. Gute Kontakte liefern Gitterkonstante d = 7,935 ± 0,010, 7,955 ± 0,008, 7,92 ± 0,01, bei schlechten Kontakten beträgt die Gitterkonstante d = 7,91 ± 0,01 und 7,90 ± 0,01. Analog geben gebrauchte Kontakte kleinere Gitterkonstante als frische, z.B. d = 7,88 ± 0,01 und 7,89 ± 0,01.

Beim Kontakt 7935 konnten vorläufig nur wenige Proben untersucht werden und die erhaltenen Werte streuen derart, daß hierfür keine Aussagen gemacht werden können. Aber auch beim Kontakt 7360 müssen weitere Untersuchungsreihen geprüft werden, bevor man sich eindeutig festlegen kann.

Wegen Zerstörung der Elektronenbeugungsapparatur kann die Arbeit vorläufig nicht fortgesetzt und beendet werden.

gez. Brode

TITLE PAGE

13. Neue Ergebnisse über die Gitterstörung des aktiven Wolframsulfides.
New results concerning the lattice disturbances of active tungsten sulfide.

Frame Nos. 575 - 579

Hochdruckversuche
Lu 558

7, 20 ~~40~~ 7. 9. 1943. Sohn/Pf.

57 f

(13)

Neue Ergebnisse über die Gitterstörung des aktiven Wolframsulfides.

(Vorläufiger Bericht).

Die exakte und eingehendere Auswertung der Röntgenaufnahmen von WS_2, insbesondere der Vergleich verschieden hocherhitzter Proben (300^0, 450^0, 700^0, 800^0 und 1000^0), führten zu präziseren Aussagen über die Gitterstörung des aktiven Wolframsulfides.

Es war bisher nach den Ergebnissen von Brill, vermutet worden, daß die Gitterstörung in einer gegenseitigen Verschiebung der WS_2-Schichten besteht. Während man dabei zunächst an eine regellose Verschiebung der Schichten gedacht hat (wie ein verrutschtes Kartenspiel), hat sich nunmehr folgendes Bild ergeben:

Jeweils eine gewisse Zahl von Schichten ist richtig aufeinandergepackt, aber dazwischen befinden sich Stellen, an denen die folgende Schicht in bestimmter Weise versetzt ist. Die versetzten Schichten folgen bei ein und derselben Probe in unregelmäßigen Abständen z.B. nach 5, 3, 6, 7 u.s.w. Schichten. Die Häufigkeit der Versetzungsstellen ist abhängig vom Erhitzungszustand. Die unregelmäßige Folge der versetzten Schichten ergibt im Kristallgitter eine eigenartige Mischung von Ordnung und Unordnung, die sich auch im Röntgenbild ausdrückt. Im Röntgenbild erscheinen bestimmte Linien besonders breit und auch in den Intensitäten treten Besonderheiten auf.

Ohne vorläufig die Ableitung aus dem Röntgendiagramm zu bringen, soll i folgenden diese eigentümliche Art einer Gitterstörung beschrieben werden. Die einzelne Schicht des WS_2 besteht bekanntlich aus einer Verbindung von zwei Schwefelschichten durch ~~eine~~ zwischenliegende Wolframatome (Bild 1 und 2). Die Bilder 3 und 4 stellen je eine solche Schicht von oben gesehen dar.

Die richtige oder normale Schichtfolge erhält man durch Aufeinanderlegen der Umrandung der Bilder. Man sieht, daß die Schwefelatome der folgenden Schicht in die Mulden der vorhergehenden Schicht zu liegen kommen. Es sind aber zweierlei Mulden vorhanden, erstens solche, die sich über Wolframatomen befinden und zweitens solche, die sich über leeren Stellen befinden. Die Schwefelatome fügen sich nun in die über den W-Atomen liegenden Mulden, offenbar weil vom Wolframatom, das in erster Sphäre von nur 6 Schwefelatomen umgeben ist, noch koordinative Kräfte ausgehen.

Die versetzte Schichtfolge erhält man dagegen, wenn man Bild 4 erst um 180^0 dreht und dann auflegt, wobei die Beschriftungen „Bild 4 a" und „Bild 3" aufeinanderfallen. Jetzt liegen die Schwefelatome der folgenden Schicht in den „leeren" Mulden. Ein Gitter, das durchweg diese Schichtfolge hätte, ergäbe eine andere Modifikation von WS_2. Anscheinend ist aber diese Schichtfolge nur wenig stabil, sodaß sie nur als Störung vorkommt und verhältnismäßig leicht in die normale Folge überspringt.

Eine in zweiter Art versetzte Schichtfolge ergibt sich, wenn man, ausgehend von der normalen Schichtfolge, die Bilder 3 und 4 so verschiebt, daß die Wolframatome übereinander zu liegen kommen. Nach dem bisherigen Stand der Auswertung kommt diese Art wohl weniger in Frage.

In Bild 5 ist in einem senkrechten Schnitt die normale und die versetzte Schichtfolge dargestellt. Es sind 5 Schichten gezeichnet, die in der in Bild 3 eingezeichneten Richtung durchschnitten sind.

Die beschriebene Struktureigentümlichkeit des Wolframsulfides ist bisher noch nicht bekannt gewesen. Dagegen kennt man einen gewissen Analogiefall beim Cadmiumbromid und einen in anderer Hinsicht analogen Fall beim Kobaltmetall.

Die Cadmiumhalogenide kristallisieren in Schichtgittern, wobei die einzelne Cd Hal_2-Schicht ungefähr so gebaut ist, wie die WS_2-Schicht. Während nun die Schichtenfolge des Cadmiumchlorids etwa der „normalen" Schichtenfolge des WS_2 vergleichbar ist, entspricht die Schichtenfolge des Cadmiumjodids der „in zweiter Art versetzten" Schichtfolge (Metallatome übereinander).

Cadmiumbromid dagegen existiert in einer Form, in der die „Schichtfolge nach Cd Cl_2" mit der „Schichtfolge nach CdJ_2" unregelmäßig wechselt. Daher spricht man von Wechselstruktur. Beim Erhitzen der Substanz ordnen sich die Schichten zu einer regelmäßigen Folge.

Es muß aber bemerkt werden, daß im Gegensatz zur Analogie des Bauprinzips von $CdBr_2$ und WS_2 die Äußerungen im Röntgenbild aus geometrischen Gründen verschieden sind. Die Wechselstruktur des $CdBr_2$ äußert sich einfach im Fehlen einiger Interferenzlinien, während beim WS_2 bestimmte Linien verbreitert sind und wahrscheinlich auch typisch Intensitätsverschiebungen vorliegen.

Einen mehr im Röntgenbild analogen Fall stellt Kobalt dar. Kobalt hat hexagonale dichteste Kugelpackung. Oft wird aber beobachtet, daß bestimmte Interferenzen verbreitert sind. O.S.Edwards [1]) konnte diese Erscheinung durch die Annahme deuten, daß ein Teil der Kugeln schichtweise nach Art der kubischen dichtesten Kugelpackung versetzt ist.

Zusammenfassung.

Im aktiven Wolframsulfid sind zwischen richtig aufeinanderliegende WS_2-Schichten versetzt liegende Schichten eingestreut. Eine regellose gegenseitige Verschiebung der Schichten, wie bisher angenommen wurde, liegt nicht vor.

gez. Schneider

1) O.S.Edwards u.a. Nature 148 165, 9.VIII.41

577

Bilder

Bild 1. Modell einer WS_2-Schicht.

Bild 2. Modell einer WS_2-Schicht von oben gesehen. } nur im Original.

Die Orte der Wolframatome sind durch Einstiche markiert.

Bild 3. Zeichnung einer WS_2-Schicht entsprechend Bild 2. Wolframatome rot.

Bild 4. WS_2-Schicht: Durch Auflegen auf Bild 3 ergibt sich die normale Schichtfolge: Je ein Schwefelatom über einem W-Atom.

Bild 4a. ist Bild 4 um 180° gedreht. Durch Auflegen auf Bild 3 ergibt sich die versetzte Schichtfolge: Die Schwefelatome in den „leeren" Mulden.

Bild 5. Normale und versetzte Schichtfolge. Schnitt senkrecht zur Schichtebene gezeichnet. Die durchgeschnittenen Schwefelatome als Vollkreise gezeichnet. Fünf Schichten in der Folge: (von unten nach oben) normal - normal - versetzt - normal. Schnitt gerade in Bild 3 eingezeichnet.

573

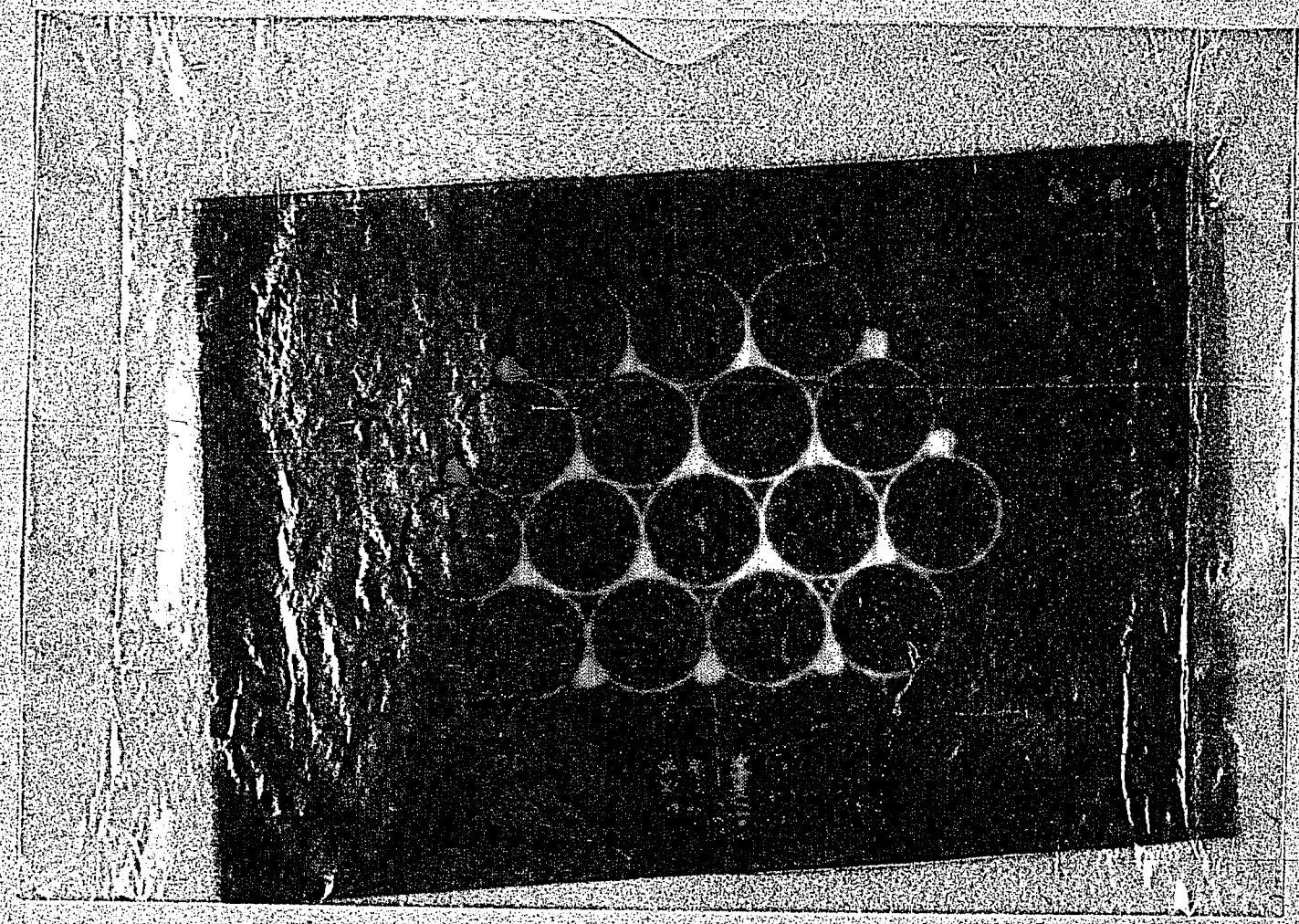
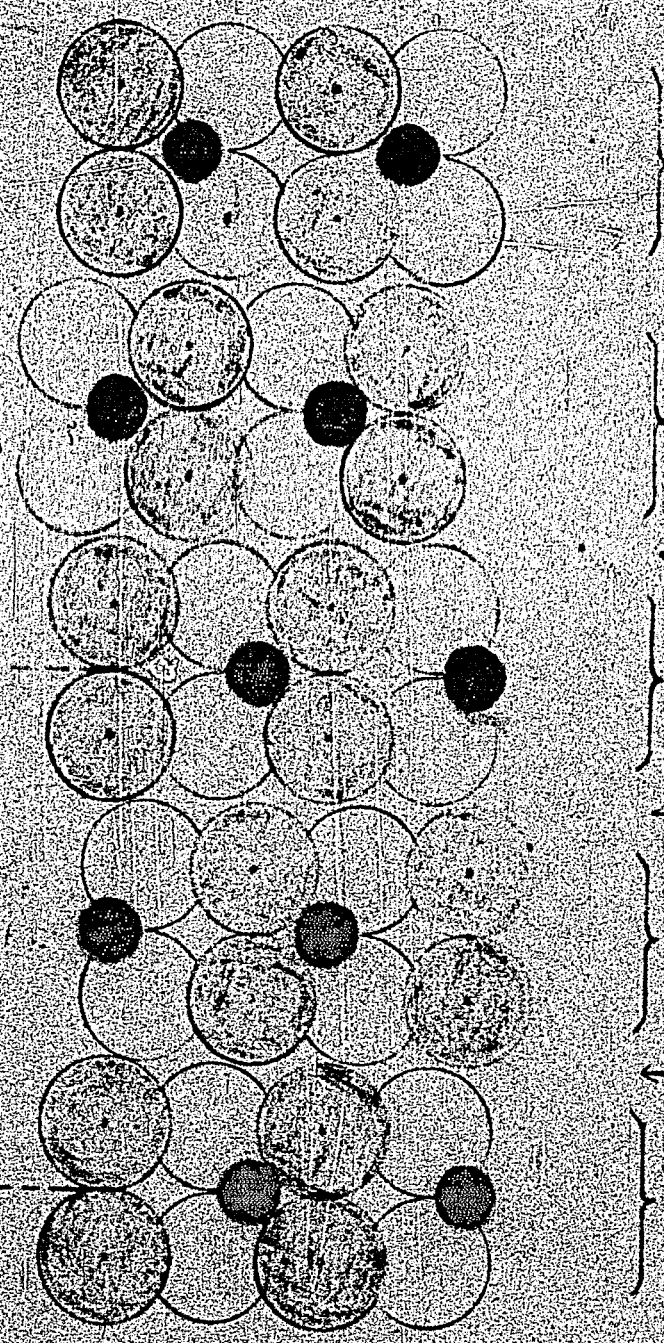


Bild 5. Normale und versetzte Schichtfolge.
Schraffierte (110).



GENERAL SUBJECT

HOCHDRUCKVERSUCHE LABORATORIES, FILES OF DR. PETERS, PAPERS ON TTH (LOW-TEMPERATURE HYDROGENATION), PHYSICAL PROPERTIES OF PURE HYDROCARBONS, PAPERS ON MOTOR FUELS, PAPERS ON GASES FORMED DURING COAL HYDROGENATION PROCESSES, PAPERS ON CATALYTIC THEORIES AND GAS PHASE CATALYSTS.

Reel No.

Source of Documents: Griesheim Central I.G. Library

Folder Nos. S-33/I-D-1
S-33/I-B-3
S-33/I-B-2
S-33/I-B-8
S-33/I-B-7

Filmed by: JIOA

Date: January , . 1946

REEL NO.

INDEX

FRAME NOS.

I. Hochdruckversuche Laboratories. Papers on TTH (low-temperature hydrogenation): Files of Dr. Peters. Folder No: S33/I-C-1.

1. Verarbeitung von Braunkohlenteer und Fraktionen daraus in DHD-Anlagen.
   Working of brown coal tar and fractions therefrom in DHD-plants. 1 - 2

2. Verarbeitung von Marineheizöl.
   Working up of navy fuel oil. 3 - 4

3. Gasphase und Schweröl-verarbeitung über festangeordnetem Kontakt.
   Gas phase and working of heavy oil over solid-bed catalyst. 5 - 10

4. Kontaktfestigkeit beim TTH-Verfahren.
   Stability of catalysts in the TTH process. 11 - 12

5. TTH-Schweröl aus Puertollano Schieferöl.
   TTH heavy oil from Puertollano shale oil. 13 - 15

6. Schmieröl aus Vakuumfraktionen aus Braunkohlen-Extrakt.
   Lubricant from vacuum fractions from brown coal extract. 16 - 18

7. Autoklavenversuche zur Entfernung des Arsens aus Brüxer Teerprodukten.
   Autoclave experiments aiming at the removal of arsenic compounds from Brüx tar products. 19 - 22

8. Versuche über Arsen im Brüxer Teer.
   Experiments on arsenic in Brüx tar. 23

9. Verarbeitung von mitteldeutschem Braunkohlenteer bei 600 atm.
   Working up of brown coal tar from Central Germany at 600 atm. 24 - 25

10. Notiz über die Verarbeitung von mitteldeutschen Teeren und Brüxer Teer über festangeordnetem Kontakt 8376.
    Note on the working up of tars from Central Germany and Brüx over solid-bed catalyst 8376. 26 - 28

REEL NO.

FRAME NOS.

11. Verarbeitung von Böhlener Teer P 1238 bei 250 atü über Kat. 8376.
Working of Böhlen tar P 1238 at 250 atm. over catalyst 8376. 29 - 30

12. Ausscheidungen bei der Druckerhitzung von Brüxer Teer.
Separation of benzene insoluble solids during the pressure heating of Brüx tars. 31

13. Spaltende Verarbeitung von Kulkwitzer Teer P 1380 bei 250 atü über Kat. 8376.
Splitting of Kulkwitz tar P 1380 at 250 atm. over catalyst 8376. 32 - 36

14. TTH-Verarbeitung von Lurgischwelteer aus Puertollano-Ölschiefer.
Working of Lurgi low temperature carbonization tar from Puertollano shale oil by the TTH process. 37 - 49

15. Versuche zur spaltenden Hydrierung von Brüxer Teer bei 250 at über festangeordnetem Kontakt 8376.
Experiments aiming at the splitting hydrogenation of Brüx tar at 250 atm. over solid-bed catalyst 8376. 50 - 58

16. Vergleichende TTH-Versuche.
Comparative TTH-experiments. 59 - 62

17. Verarbeitung von Brüxer Teer.
Working of Brüx tar. 63 - 68

18. TTH-Verarbeitung von Druckdestillat aus Deubener Teer über Kontakt 6719.
Working of pressure distillate from Deuben tar over catalyst 6719 by the TTH process. 69 - 75

19. Bericht über die Verarbeitung von Nattavaara-Torfteer.
Report on the working of Nattavaara peat tar. 76 - 85

20. Verarbeitung von Böhlener Teer a-Mittelöl auf Auto- und L-Benzin.
Working of Böhlen tar plus a-middle oil for automobile and aviation gasoline. 86 - 99

21. Versuchsbericht über die Verarbeitung von Nattavaara-Torfteer.
Experimental report on the working of Nattavaara peat tar. 100 - 115

REEL NO. FRAME NOS.

22. Dehydrierende Raffination von Böhlener Mittelöl mit Kontakt 7360 bei 50 atm.
Dehydrogenating refining of Böhlen middle oil with catalyst 7360 at 50 atm. 116 - 125

23. Verarbeitung von schottischem Schieferöl (P 475) in S-Phase über festem Kontakt mit anschliessender Hochdruckspaltung.
Working of Scotch shale oil (P 475) in the Sumpf phase over solid-bed catalyst with subsequent high pressure splitting. 126 - 129

24. Spaltende Verarbeitung von rumänischer Pacura über Katalysator 8376 bei 250 und 600 at.
Working of Romanian Pacura by splitting over catalyst 8376 at 250 and 600 atm. 130 - 135

25. Verarbeitung von Erdöl-Druckdestillat über festangeordnetem Kontakt (7878) und 6434 auf 87er-Kraftstoff.
Working of crude oil pressure distillate over solid-bed catalyst (7878) and 6434 for motor fuel of O.N. 87. 136 - 148

26. Verarbeitung von Erdöl-Rohölen, Erdölschwerölen und Erdöl-Druckdestillation über festangeordnetem Kontakt.
Working of crude petroleum oils, petroleum heavy oil and petroleum pressure distillation over solid-bed catalyst. 149 - 162

27. Hydrierversuche mit Pechelbronner Öl.
Hydrogenation experiments with Pechelbronn oil. 163 - 166

28. Tieftemperaturhydrierung von Erdölen.
Low temperature hydrogenation of petroleum oils. 167 - 169

29. Verarbeitung von Rhenania-Ossag-Erdöl Vakuumdestillat auf L-Benzin und Autobenzin.
Working of Rhenania-Ossag petroleum vacuum distillate for aviation and automobile gasoline. 170 - 179

REEL NO. FRAME NOS.

30. Verarbeitung von Sumpfphasemittelöl auf Laguinillas-Rohöl-Krackrückstand (P1307) auf Auto und L-Benzin über 6719/6434.
Working of Sumpf phase middle oil from the cracking residue of Laguinillas crude oil (P1307) for automobile and aviation gasoline over 6719/6434. 180 - 187

31. Verarbeitung von Wietzer Erdöl über 5058/6434 bezw. 7019/6434.
Working of Wietzer petroleum over 5058/6434 or 7019/6434, resp. 188 - 196

II. Hochdruckversuche Laboratories. Physical properties of pure hydrocarbons. Files of Dr. Peters. Folder No: 833/I-B-3.

1. Klopfverhalten und Stockpunkte der individuellen Kohlenwasserstoffe der Dieselkraftstoffe.
Knocking behavior and pour point of individual hydrocarbons in the Diesel motor fuels. 197 - 207

2. Auszug aus: Oktanzahl-Beziehungen von aliphatischen, alicyclischen, einkernigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Äthern und Ketonen.
Extract from: Octane number relations of aliphatic, alicyclic, mono-nuclear aromatic hydrocarbons, alcohols, ethers and ketones. 208 - 227

3. Physikalische Daten einiger Kohlenwasserstoffe.
Physical data of some hydrocarbons. 228

4. Die wichtigsten Daten und Herstellungsweisen einiger Isoparaffine unter besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung als Motortreibstoffe.
The most important data and methods of preparation of some isoparaffines, with particular regard to their use as motor fuels. 229 - 237

5. Dampfdrucke einiger Kohlenwasserstoffe in Abhängigkeit von der Temperatur.
Vapour pressures of some hydrocarbons as a function of temperature. 238 - 244

6. Überladefähigkeit verschiedener Aromaten.
Overloading capacity of various aromatics. 245

REEL NO.

FRAME NOS.

7. Über die Abhängigkeit der Mischoktanzahl vom Grundbenzin.
The dependence of the mixed octane number from the starting gasoline. 246 - 249

8. Temperaturabhängigkeit von Naphtenen.
The dependence of naphthenes on temperatures. 250

9. Klopfverhalten von Mischungen.
Knocking properties of mixtures. 251

10. Oktanzahlen von Aromaten.
Octane numbers of aromatics. 252 - 261

11. Oktanzahlen der Naphtene.
Octane numbers of naphthenes. 262 - 274

12. Oktanzahlen der Paraffine.
Octane numbers of paraffines. 275 - 285

13. Verbindungen in den leichten Fraktionen des Steinkohlenteeres.
Compounds contained in the light fractions of bituminous coal tar. 286 - 304

14. Verbindungen in den Benzinfraktionen des Erdöls.
Compounds contained in the gasoline fractions of petroleum. 305 - 313

15. Über das motorische Verhalten der Aromaten.
Engine behavior of aromatics. 314 - 321

16. Einfluss der leichtsiedenden Anteile (unter 100°) auf den Klopfwert der Restbenzine.
Influence of the low-boiling fractions (below 100°C) on the knocking value of the residual gasolines. 322 - 323

17. 2.2.3-Trimethylbutan und anders verzweigte Kohlenwasserstoffe durch Hydrierung von Trialkylessigsäure.
2,2,3-trimethylbutane and differently branched hydrocarbons by hydrogenation of trialkyl-acetic acid. 324 - 326

18. Über die Herstellung von Isoparaffinen, insbesondere Isooktanen.
Preparation of isoparaffines, particularly isooctanes. 327 - 329

REEL NO. FRAME NOS.

19. Versuche zur Herstellung von "Triptan" und einiger anderer Isoparaffine.
Experiments aiming at the preparation of triptane and some other isoparaffines. 330 - 338

20. Selten vorkommende Stoffe im Steinkohlenteer.
Compounds rarely occurring in bituminous coal tar. 339 - 350

21. Über einige Kondensationsreaktionen bei den Hydrierungs-und Druckhydrierungsverfahren.
Some condensation reactions taking place in the hydrogenation processes both under pressure and at atmospheric pressure. 351 - 352

III. Hochdruckversuche Laboratories. Papers on Motor Fuels. Files of Dr. Peters. Folder No. S33/L-B-2.

1. Einige Wünsche der Kraftstoffhersteller an den Flugmotor.
Some suggestions for aviation engine design by the fuel manufacturer. 353 - 365

2. Vorschlag für die Zusammensetzung synthetischen Kraftstoffmischungen als Eichkraftstoff für die Überlademotorprüfung.
Suggestions for the composition of synthetic motor fuel mixtures as standard fuel for engine over-loading tests. 366 - 373

3. Untersuchungen über die Zusammensetzung von Benzinen.
Investigations into the composition of gasolines. 374 - 390

4. Klopfgrenzkurven in Alkoholbenzingemischen.
Knock limit curves in alcohol gasoline mixtures. 391 - 395

5. Zur Beurteilung des Überladeprüfverfahrens der DVL mit veränderlichen und mit konstanter Zündung.
Evaluation of the CVL method for testing overloads by means of variable and constant ignition. 396 - 400

REEL NO.

FRAME NOS.

6. Zur Frage der Auswertung von Überladekurven: Über die Fehlergrenze bei der Bestimmung von Überladekurven.
Concerning the question of utilization of overload curves: The margin of error in the determination of overloading curves. 401 - 405

7. Über die Berechnung der Kompressions-und Verbrennungsendtemperaturen von Benzol-und Iso-Oktan-Luftgemischen in Abhängigkeit von der Luftüberschusszahl.
Calculation of the compression and combustion temperatures of benzene-and isooctane-air mixtures, as dependent on the excess air. 406 - 416

8. Zur theoretischen Deutung von Überladenkurven.
Theoretical evaluation of overload curves. 417 - 428

IV. Hochdruckversuche Laboratories. Papers on gases formed during coal hydrogenation processes. Files of Dr. Peters. Folder No: 833/I-B-8.

1. Über die Vergasung bei der Kohlehydrierung.
Gasification during coal hydrogenation. 429 - 432

2. Über die Hydrierabgase.
Hydrogenation flue gases. 433 - 435

3. Gashydrate.
Gas hydrates. 436 - 446

4. Vergasungszusammensetzung bei Benzinierung und Aromatisierung.
Composition of gases in benzination and aromatisation. 447 - 459

5. Gesamtbutan-und Isobutangehalt der Vergasung in Abhängigkeit von verschiedenen Arbeitsbedingungen bei der katalytischen Druckhydrierung.
Total butane and isobutane content of the gaseous products as dependent on the different conditions under which catalytic pressure hydrogenation is carried out. 460 - 467

6. Verteilung der Kohlenwasserstoff-Vergasung in der Sumpf-und Gasphase.
Distribution of hydrocarbon gasification in the Sumpf and gas phase. 468 - 470

	FRAME NOS.
7. Besprechung der Kohlenwasserstoffkommission in Lu. 16-18.3.1942. Conference of the Hydrocarbons Commission at Ludwigshafen 16.-18.3.1942.	471 - 475
8. Wolframsulfid als Isomerisierungskatalysator für Buten. Tungsten sulfide as isomerisation catalyst for butane.	476
9. Hygas-Anfall bei Ruhrkohlehydrierung auf Benzin oder Heizöl und Benzin. Accumulation of hy-gas in the hydrogenation of Ruhr coal to gasoline or fuel oil plus gasoline.	477 - 480
10. Isomerisieren von n-Butan und n-Pentan. Isomerisation of n-butane and n-pentane.	481 - 489
11. Drucklose Dehydrierung von n-Butan mit Gasumwälzung. Dehydrogenation of n-butane at atmospheric pressure with gas circulation.	490 - 495
12. Drucklose n-Butanhydrierung mit Oppauer Kontakt. Atmospheric n-butane hydrogenation with Oppau catalyst.	496 - 500
13. Adsorption und Desorption. Absorption and Desorption.	501 - 522
V. Hochdruckversuche Laboratories. Papers on catalytic theories and gas phase catalysts. Files of Dr. Peters. Folder No: S-33/I-B-7.	
1. Molybdän als Beschleuniger. Molybdenum as accelerator.	523 - 524
2. Hydrierung, Dehydrierung, Spaltung an Ni, Pt, Pd, Fe, Co, Cu. Hydrogenation, dehydrogenation, splitting over Ni, Pt, Pd, Fe, Co, Cu.	525 - 530
3. Wolframoxyde. Tungsten oxides.	531 - 536

REEL NO.		FRAME NOS.
4.	Mechanismus der Aktivierung von katalytischen Oberflächen. Mechanism of the activation of catalytic surfaces.	537 - 538
5.	Eine Theorie der katalytischen Oberfläche. Theory of the catalytic surface.	539 - 547
6.	Mehrstoffkatalysatoren. Catalytic substances, which - apart from the catalyst proper - also contain either activators or stabilisers or both.	548 - 551
7.	Trocknung von CV_2b mit Kieselgel. Drying of CV_2b with silica gel.	551 - 552
8.	Literaturzusammenstellung über die Oxydation von Kohlenwasserstoffen in Gegenwart von Katalysatoren. Survey of the literature on the oxidation of hydrocarbons in the presence of catalysts.	553 - 561
9.	Katalysatorenstudium für Kohlenwasserstoffumsetzungen. Study of suitable catalysts for use in the conversion of hydrocarbons.	562 - 564
10.	Beobachtungen über Kontakte, insbesondere Krackkontakte. Catalysts, particularly cracking catalysts.	565 - 566
11.	Über die Atomstruktur des Wolfram-und Molybdänsulfids. Atomic structure of tungsten and molybdenum sulfide.	567 - 571
12.	Elektroneninterferometrische Untersuchungen an Tonerde-Katalysatoren. Electron interferometric investigations on alumina-catalysts.	572 - 574
13.	Neue Ergebnisse über die Gitterstörung des aktiven Wolframsulfides. New results concerning the lattice disturbances of active tungsten sulfide.	575 - 579

GENERAL SUBJECT

HOCHDRUCKVERSUCHE LABORATORIES, FILES OF DR. PETERS, PAPERS ON TTH (LOW-TEMPERATURE HYDROGENATION), PHYSICAL PROPERTIES OF PURE HYDROCARBONS, PAPERS ON MOTOR FUELS, PAPERS ON GASES FORMED DURING COAL HYDROGENATION PROCESSES, PAPERS ON CATALYTIC THEORIES AND GAS PHASE CATALYSTS.

Reel No.

Source of Documents: Griesheim Central I.G. Library

Folder Nos. S-33/I-D-1
S-33/I-B-3
S-33/I-B-2
S-33/I-B-8
S-33/I-B-7

Filmed by: JIOA

Date: January , 1946

END OF ROLL

REEL NO. LF-100