

# Über die Struktur des Glanzkohlenstoffs.

Von  
G. Ruess.

Aus dem Institut für anorganische Chemie der Technischen Hochschule Wien.

Mit 4 Abbildungen.

(Eingelangt am 11. Jan. 1946. Vorgelegt in der Sitzung am 24. Jan. 1946.)

Durch thermische Spaltung stark verdünnter kohlenwasserstoffhaltiger Gase scheidet sich auf 650 bis 1000° heißen festen Flächen direkt aus der Gasphase elementarer Kohlenstoff ab, der sich durch besondere Eigenschaften auszeichnet. *K. A. Hofmann* und *C. Röchling*<sup>1</sup> haben diesen Kohlenstoff erstmalig beschrieben und untersucht und ihn wegen der unter bestimmten Abscheidungsbedingungen auftretenden hochglänzenden Formen als Glanzkohlenstoff bezeichnet.

Die äußere Erscheinung des Glanzkohlenstoffs ist weitgehend abhängig von der Art der Flächen, an welchen er zur Abscheidung gelangt. Auf glatten Flächen wie auf glasiertem Porzellan oder geschmolzenem Quarz entstehen graue bis tiefschwarze hochglänzende Überzüge, die in einer Dicke bis zu etwa  $10^{-4}$  mm festhaften, bei größerer Dicke sich wegen der ungleichen Wärmeausdehnung als beiderseits hochglänzende harte Blättchen von der Fläche ablösen. Erfolgt die Abscheidung an rauen Flächen, wie z. B. unglasiertem Porzellan, so bilden sich fester haftende Überzüge mit matterem metallisch grauem Glanz.

Zwischen den hochglänzenden schwarzen und den an rauen Flächen abgeschiedenen grauen Formen besteht, wie *K. A. Hofmann* und *U. Hofmann*<sup>2</sup> gezeigt haben, kein wesentlicher Unterschied. Sie haben bei gleicher Entstehungstemperatur dieselbe Kristallgröße und zeigen auch in chemischer Hinsicht gleiches Verhalten.

Alle Formen des Glanzkohlenstoffs zeichnen sich durch besondere

<sup>1</sup> Ber. deutsch. chem. Ges. 56, 2071 (1923).

<sup>2</sup> Ber. deutsch. chem. Ges. 59, 2433 (1926).

Härte, chemische Widerstandsfähigkeit und gutes elektrisches Leitvermögen aus. Auf Grund dieser Eigenschaften hat die von *K. A. Hofmann* und *C. Röchling*<sup>1</sup> erstmalig beschriebene Herstellung von Glanzkohlenstoffüberzügen weitgehende technische Bedeutung für die Erzeugung von Hochohmwiderständen gewonnen.

Die Struktur des Glanzkohlenstoffs zeigt nach *K. A. Hofmann* und *U. Hofmann*<sup>2</sup> das Gitter des Graphits. Die Kristallgröße wurde nach der von *Scherrer*<sup>3</sup> angegebenen Formel aus der Verbreiterung der Interferenzen zu 38 Å für den würfelförmig gedachten Kristall berechnet. Die große Härte, chemische Widerstandsfähigkeit und die glatte Oberfläche der Glanzkohlenstofflamellen wurde durch dichte und gleichmäßige, aber kristallographisch völlig ungeordnete Lagerung der einzelnen Kohlenstoffkristalle erklärt. Die auffallend starke Lichtreflexion sollte dadurch zustande kommen, daß die einzelnen Kristalle etwa hundertmal kleiner sind als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes und auf der glatten Oberfläche in gleichmäßig dicker Schicht abgelagert werden.

Vor kurzem haben nun *A. H. White* und *L. H. Germer*<sup>4</sup> durch Elektronenbeugung an dünnen, aus Methan auf Quarz niedergeschlagenen Kohlenstofffilmen nachgewiesen, daß diese aus etwa  $8 \times 20$  Å großen Einzelkristallen bestehen, die weitgehend einheitlich mit den Basisflächen parallel zu der Unterlage orientiert sind. Schon viel früher hatte *P. Ramdohr*<sup>5</sup> durch mikroskopische Untersuchungen von Schliffen in polarisiertem Licht gezeigt, daß beim Retortengraphit deutlich schalenförmige Aggregate von etwa 0,1 mm Dicke erkennbar sind, die das polarisierte Licht optisch einheitlich reflektieren und daher aus gleichmäßig mit der Basis parallel zur Schalenwölbung ausgerichteten Einzelkristallen bestehen.

Da der Glanzkohlenstoff bei Erhöhung der Abscheidungstemperatur sich allmählich in Struktur und Aussehen dem Retortengraphit nähert, war es naheliegend zu prüfen, ob nicht auch hier eine solche geordnete Lagerung besteht.

#### Herstellung des Glanzkohlenstoffs.

Ein Quarzrohr wurde im Rohrofen auf eine Innentemperatur von 850° erhitzt und mit der Wasserstrahlpumpe auf etwa 10 mm Hg evakuiert. Unter gleichmäßig fortgesetztem Saugen mit der Wasserstrahlpumpe wurde nun während zwei Stunden Propan in das Vakuum einströmen gelassen, so daß sich ein Propan-Wasserdampfdruck von 15 mm Hg einstellte. Nach dem Auskühlen im Vakuum lösten sich von der Rohrwandung Glanzkohlenstoffblättchen von etwa 0,05 mm Dicke und beiderseitigem tiefschwarzem Hochglanz ab. Der so hergestellte Glanzkohlenstoff wird im folgenden mit GK 850 bezeichnet.

<sup>3</sup> *P. Scherrer in Zsigmondy*: Kolloidchemie, 4. Aufl., S. 394.

<sup>4</sup> *J. chem. Physics* 9, 492 (1941).

<sup>5</sup> *Arch. Eisenhüttenwes.* 1, 669 (1928).

In sonst gleicher Weise wurde ein zweiter Glanzkohlenstoff bei einer Rohrintemperatur von  $930^\circ$  und einem Propan-Wasserdampfdruck von 22 mm Hg hergestellt. Auf Grund der größeren Bildungsgeschwindigkeit bei der höheren Propankonzentration und der erhöhten Temperatur waren die Blättchen hier bis zu 0,1 mm dick und zeigten grauen metallischen Glanz. An der Eintrittsstelle des Propans in die heiße Rohrzone hatten sich auf den Blättchen wohl infolge der hohen Kohlenwasserstoff-Konzentration grauglänzende, bis zu 8 mm lange Nadeln von etwa 0,1 mm Durchmesser abgeschieden (Bezeichnung der Blättchen und Nadeln mit GK 930). Die röntgenographische Untersuchung zeigte völlige Übereinstimmung der bei  $930^\circ$  gebildeten Nadeln und Blättchen in den Kristallgrößen.

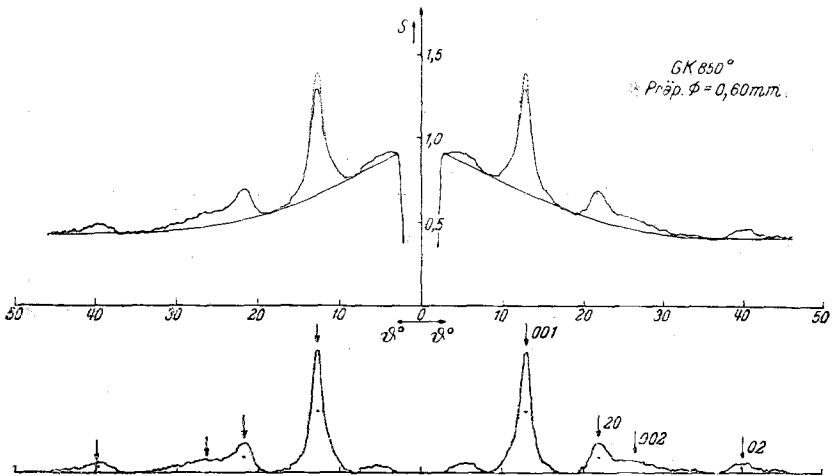


Abb. 1. Photometerkurve von GK 850.

Die wie oben beschrieben hergestellten Glanzkohlenstoffe waren praktisch völlig aschefrei und ergaben bei der Verbrennung nach der Halbmikromethode einen Kohlenstoffgehalt von über 97% C. Unter Berücksichtigung der sehr langen Zeit, die zur Verbrennung des Glanzkohlenstoffs nötig ist, können diese Glanzkohlenstoffe als reiner elementarer Kohlenstoff angesehen werden.

Beide unter etwas verschiedenen Bedingungen hergestellten Glanzkohlenstoffe zeigen ähnliche Gitterkonstanten und wenig verschiedene Kristallgrößen. Merkwürdig erscheint, daß der bei niedrigerer Rohrintemperatur abgeschiedene GK 850 höhere Kristalle ausweist, als der bei höherer Temperatur entstandene GK 930, der dafür größere Blättchendurchmesser besitzt. Doch ist zu beachten, daß die Berechnung der Kristallhöhen durch eventuelle Unregelmäßigkeiten der Schichtabstände ziemlich beeinflußt werden kann, und daß die Abscheidung des GK 930 unter anderen Bedingungen, nämlich bei wesentlich höherer Propankonzentration erfolgte.

### Röntgenuntersuchung der Glanzkohlenstoffe.

*Bestimmung der Kristalldimensionen.* Die Kristallgröße der Glanzkohlenstoffe wurde nach der für schwach absorbierende Präparate gel-

tenden Formel von *v. Laue* und *Brill*<sup>6</sup> aus der Verbreiterung der Interferenzen bestimmt.

Die Glanzkohlenstoffe wurden feinst gepulvert in Glaskapillaren von etwa 0,6 mm Durchmesser eingefüllt und die Röntgenaufnahmen in Kammern mit 57,3 mm Durchmesser mit  $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung, die mit Ni gefiltert war, ausgeführt. Zur Ermittlung der Halbwertsbreiten wurden die Aufnahmen mit einem Mikrophotometer von *Schmidt* und *Haensch* mit einer Spaltbreite 0,08 mm von Hand photometriert (Ablese alle 0,2 mm). Aus den im

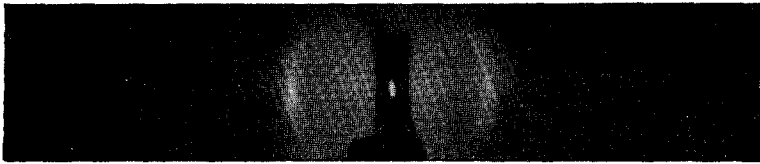


Abb. 2 a. *Debye-Scherrer*-Diagramm von GK 850 (Blättchen).

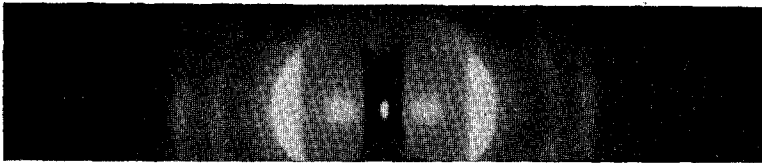


Abb. 2 b. *Debye-Scherrer*-Diagramm von GK 930 (Nadeln).  
Kameradurchmesser 57,3 mm.  $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung mit Ni-Filter.

Maßstab 1 : 10 gezeichneten Photometerkurven (s. Abb. 1) wurden nach graphischem Abzug der Streuschwärzung die Halbwertsbreiten bestimmt.

Die Form der Kristalle wurde im Anschluß an *U. Hofmann* und *D. Wilm*<sup>7</sup> als die hexagonaler Prismen mit abgerundeten Kanten durch Kristallhöhe und Durchmesser bestimmt. Die Kristallhöhe wird aus der Halbwertsbreite der (00*l*) Interferenz bei 3,46 Å ermittelt, die in der Photometerkurve direkt ausgemessen werden kann. Da bei Glanzkohlenstoff keine (*hkl*) Interferenzen mehr auftreten und daher keine regelmäßige Orientierung der einzelnen Schichtebenen zueinander in *a*- und *b*-Richtung mehr vorliegt, wird nach *U. Hofmann*<sup>8</sup> diese Interferenz wie bei allen feinkristallinen Kohlenstoffen mit (001) indiziert. Zur Bestimmung des Kristalldurchmessers können die Halbwertsbreiten von (20) und (02) verwendet werden, die hier an Stelle der (200) und (020) Interferenzen auftreten. Das Maximum der (02) Interferenz, das sich graphisch schwer genau ermitteln ließ, wurde durch die Beziehung  $\sin \vartheta (20) \cdot \sqrt{3} = \sin \vartheta (02)$  rechnerisch festgestellt. (20) läßt sich bei allen feinkristallinen Kohlenstoffen sehr gut auswerten, da die nahe benachbarte Interferenz (201) nicht mehr störend in Erscheinung tritt. Dagegen war bei Glanzkohlenstoff die Auswertung von (02) schon

<sup>6</sup> *M. v. Laue*, Z. Kristallogr., Mineral., Petrogr. **64**, 115 (1926); *R. Brill*, vgl. Übersicht in Kolloid-Z. **55**, 164 (1931).

<sup>7</sup> Z. Elektrochem. angew. physik. Chem. **42**, 504 (1936).

<sup>8</sup> Wien. Chemiker-Ztg. **46**, 97 (1943).

unsicher. Ebenso war die Ausmessung von (002) nicht mehr mit hinreichender Sicherheit möglich. Da (20) und (02) als Kreuzgitterinterferenzen einzelner Schichtebenen einen nach größerem  $\theta$  hin stark abgeflachten Abfall zeigen, wurde der Abfall der Interferenzen nach großem  $\theta$  zur Ausmessung der Halbwertsbreite symmetrisch zum Anstieg von kleineren Winkeln gezeichnet.

Die aus den so ermittelten Halbwertsbreiten nach der Formel von *v. Laue* und *Brill*<sup>6</sup> unter Berücksichtigung aller Korrekturen berechneten Kristallgrößen und die aus der Lage von (001) bzw. (20) berechneten Gitterkonstanten zeigt Tabelle 1. Die Werte weichen nur wenig von den von *K. A. Hofmann* und *U. Hofmann*<sup>2</sup> ermittelten Daten ab.

*Ermittlung der Textur.* Glanzkohlenstoffblättchen wurden in etwa 0,3 mm breite Streifen geschnitten und ebenso wie Nadeln zur Röntgenaufnahme in Glaskapillaren von 0,5 mm Durchmesser eingefüllt, und mit Ni gefilterten  $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung aufgenommen. Während der Aufnahme wurden die Präparate um eine in der Blättchenebene oder in der Nadelachse liegende Achse gedreht. Die Drehachse stand senkrecht zum Primärstrahl.

Tabelle 1.

Präparat	Gitterkonstanten in Å		Halbwerts- breiten in mm		Kristalldimensionen in Å			
					aus der Interferenz- verbreiterung		aus der Kleinwinkel- streuung von	
	Schicht- abstand	$\alpha$ -Achse	(001)	(20)	Höhe (001)	Durch- messer (20)	Blättchen Höhe	Pulver mittl. Teil- chengröße
GK 850	3,47	4,16	1,70	2,35	31	21,5	22,0	17,6
GK 930	3,46	4,16	2,60	1,80	18	31,0	19,6	25,9

Die Röntgendiagramme der Blättchen und Nadeln (Abb. 2) zeigen deutliche Textur der (001) Interferenzen, und zwar ist die Intensität dieser Interferenzen auf den Äquator der Aufnahme zusammengezogen. Daraus folgt, daß die Basisflächen der hexagonalen Kristalle in den Glanzkohlenstoffblättchen parallel zur Blättchenebene und in den Nadeln parallel zur Nadelachse liegen.<sup>9</sup>

Diese geordnete Lage im Verein mit gleichmäßig dichter Packung erklärt die spiegelnde Glätte und den hohen Glanz der Glanzkohlenstoffblättchen besser und zwangloser als die alte Annahme nur gleichmäßiger aber regelloser Lage unsichtbarer Kristalle und gibt auch für die große

<sup>9</sup> Eine weitere Bestätigung dafür ergab sich aus einer uns erst kürzlich, längere Zeit nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit, zugänglichen Untersuchung von *J. Gibson*, *H. L. Riley* und *J. Taylor* [Nature (London) 154, 544, (1944)], die an Hand der Röntgenuntersuchung von aus Methan abgeschiedenen Kohlenstoffnadeln darauf hingewiesen haben, daß hier der erste Fall vorliegt, in dem ein fadenförmiges Aggregat aus lamellenförmigen Einheiten, deren Schichtebenen parallel zur Nadelachse liegen, aufgebaut ist.

Härte eine sehr gute Erklärung, wie dies *U. Hofmann*<sup>2</sup> für Retortengraphit und Koks begründet hat, bei denen in der harten Oberfläche dieselbe Kristallordnung herrscht.

*Interferenz bei doppeltem Schichtabstand.* Bei allen orientierten Aufnahmen von Glanzkohlenstoffen tritt innerhalb von (001) eine weitere stark verbreiterte Interferenz wesentlich geringerer Intensität auf, die ebenfalls (001) Textur aufweist (vgl. Abb. 2 und 3b). Photometerkurven

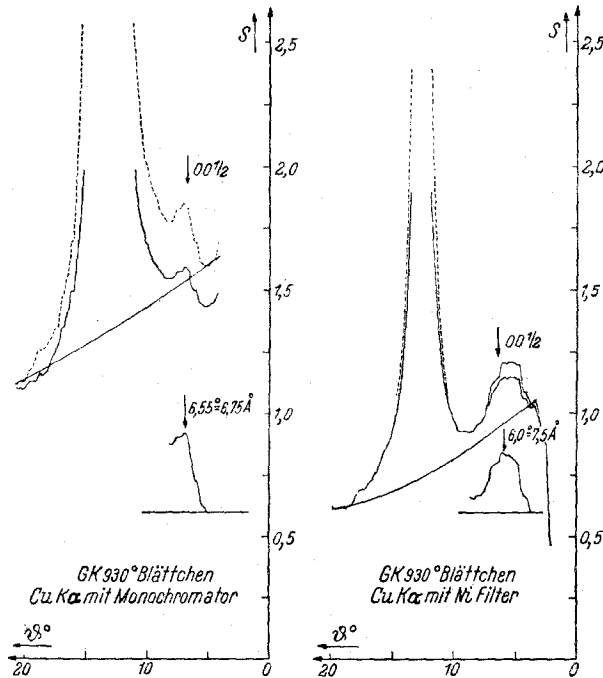


Abb. 3a mit monochromatischer CuK $\alpha$ -Strahlung.

Abb. 3b mit Ni-gefilterter CuK $\alpha$ -Strahlung.

Abb. 3. Photometerkurven von GK 930.

dieser Interferenz ergeben ein Maximum bei  $7,5 \text{ \AA}$  ( $\delta = 6,0^\circ$ ). Da nicht mit monochromatischem Röntgenlicht gearbeitet worden war, war es nicht ausgeschlossen, daß diese Interferenz nur durch kurzwelligere Röntgenstrahlung, wie sie bei länger im Gebrauch stehenden Röhren auftritt, vorgetäuscht wurde. Es wurde daher eines dieser Präparate, das die Schwärzung bei etwa  $7,5 \text{ \AA}$  besonders deutlich zeigte, mit monochromatisierter CuK $\alpha$ -Strahlung aufgenommen. Auch die monochromatische Aufnahme (Abb. 3a) zeigte diese Interferenz mit (001) Textur. Beim Photometrieren wurde ein wesentlich schärferes Maximum bei  $6,75 \text{ \AA}$  ( $\delta = 6,55^\circ$ ) gefunden. Die Verlagerung des Maximums nach

großen Winkeln zeigt, daß die nur mit Ni gefilterte Strahlung eine durch kurzwelliges Röntgenlicht verursachte Streuung gibt, die mit der Interferenz zusammenfließt und das Maximum nach kleinen Winkeln verschiebt. Die Lage dieser Interferenz bei Verwendung monochromatischer Strahlung entspricht ziemlich gut dem doppelten Abstand der Schichtebenen von 3,46 Å.

Eine Deutung dieser Interferenz könnte so erfolgen, daß die Kristallplättchen zum Teil eine ungerade Anzahl von Schichtebenen haben. Bei den sehr dünnen Kristallplättchen erfolgt dann keine vollständige Auslöschung der von jeder zweiten Schichtebene ( $d = 6,9$  Å) reflektierten Röntgenstrahlung mehr. Bei einem Kristall von etwa 17 Å Höhe mit fünf übereinander liegenden Schichtebenen haben die beiden gegeneinander wirkenden Netzebenenscharen ( $d = 6,9$  Å) ein Verhältnis an Ebenen von 3 : 2, so daß also eine Interferenz auftreten kann, die freilich gegenüber (001) ( $d = 3,46$  Å) wesentlich weniger intensiv sein muß, wie es aber auch dem experimentellen Befund entspricht. Da die Interferenz nur bei sehr feinkristallinen Kohlenstoffen auftritt, ihre Lage bei monochromatischer Röntgenstrahlung gut dem doppelten Schichtabstand entspricht und sie deutlich (001) Textur zeigt, dürfte diese Deutung sehr wahrscheinlich sein. Formal würde dann diese Interferenz die Indizierung ( $00\frac{1}{2}$ ) erhalten.

Die andere Annahme, daß es sich um eine Überstrukturinterferenz handelt, die durch eine regelmäßige Störung der Schichtebenenabstände hervorgerufen wäre, ist weniger wahrscheinlich, da sonst keine Gründe für eine solche Störung sprechen.

#### Ermittlung der Kristalldimensionen aus der Kleinwinkelstreuung.

Bei allen feinkristallinen Kohlenstoffen tritt in der Umgebung des Primärstrahles bei  $\delta = 1$  bis  $3^\circ$  ein verhältnismäßig starker Anstieg der Streuschwärmungskurve auf. Diese Streuschwärmung hat *P. Krishnamurti*<sup>10</sup> untersucht und eine Schwärmung bei 13 Å ( $\delta = 3,3^\circ$ ) als interkristalline Interferenz gedeutet.

Die Untersuchungen von *O. Kratky*<sup>11</sup> über die Auswertung der Kleinwinkelstreuung zur Größen- und Formbestimmung submikroskopischer Teilchen gaben den Anlaß, die bei Glanzkohlenstoff auftretende starke Streuschwärmung näher zu untersuchen.

In einer Kamera von 114,6 mm Durchmesser wurde der Primärstrahl durch ein möglichst schmales Schirmchen ausgeblendet und so kurz belichtet, daß nur die sonst stärkste (00l) Interferenz mit vermeßbarer Intensität auftrat, die Streuschwärmung bei kleinen Winkeln aber

<sup>10</sup> Indian J. Physics Proc. Indian Assoc. Cultivat. Sci. 5, 473 (1930).

<sup>11</sup> Naturwiss. 26, 94 (1938); 30, 542 (1942).

nicht über den gut vermeßbaren Bereich der Schwärzung anstieg. Aus diesem Grund blieb auch  $(00\frac{1}{2})$  unsichtbar. Um möglichst gleichmäßige Schwärzung zu erzielen, wurden die Filme in Agfa Atomal Feinkornentwickler entwickelt.

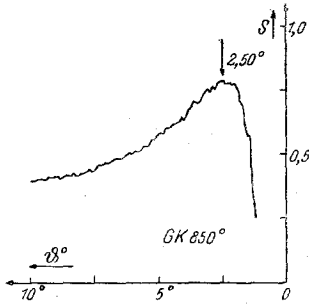


Abb. 4 a. Glanzkohlenstoff 850 Pulver

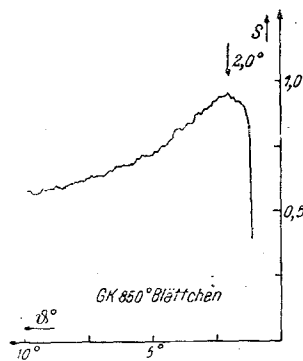


Abb. 4 b. Glanzkohlenstoff 850 Blättchen.

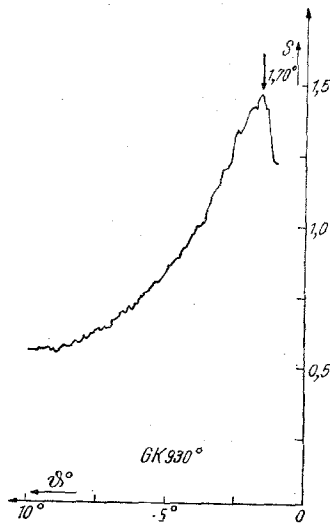


Abb. 4 a. Glanzkohlenstoff 930 Pulver.

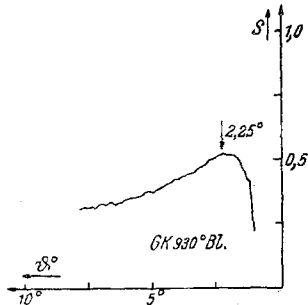


Abb. 4 d. Glanzkohlenstoff 930 Blättchen.

Abb. 4. Photometerkurven der Kleinwinkelstreuung.

Die Photometrierung einer so hergestellten Aufnahme eines feinst gepulverten GK 930 (Abb. 4 c) zeigte ein deutliches Maximum der Streuschwärzung bei  $\delta = 1,70^\circ$  entsprechend  $d = 25,9 \text{ \AA}$ . Bei einer Deutung dieses Intensitätsmaximums als interkristalline Interferenz der einzelnen dicht aneinander gelagerten Kohlenstoffkristalle, müßte dieser bei den Pulveraufnahmen gefundene Wert, dem Mittelwert aus Kristallhöhe



und Kristalldurchmesser entsprechen, was mit den aus den Halbwertsbreiten ermittelten Kristalldimensionen überraschend gut übereinstimmt. Bei einer in derselben Weise ausgeführten Aufnahme von einem Blättchenpräparat des GK 930, bei dem infolge der Orientierung die interkristalline Interferenz bevorzugt den mittleren Abstand der Kristalle senkrecht zu den Basisflächen ergeben müßte, erschien ein deutliches Schwärzungsmaximum bei  $\delta = 2,25^\circ$  ( $d = 19,6 \text{ \AA}$ ) in guter Übereinstimmung mit der Höhe der Kristalle (Abb. 4 d).

Aufnahmen des GK 850 gaben weniger gute aber doch noch befriedigende Übereinstimmung. Insbesondere war hier das Maximum der Kleinwinkelstreuung beim Übergang vom Pulver zum Blättchenpräparat in entgegengesetzter Richtung verlagert (von  $17,6$  auf  $22,0 \text{ \AA}$ ), wie es die große Höhe der Kristalle verlangt (Abb. 4 a und b, s. a. Tabelle 1).

Diese Ergebnisse dürfen wohl als Beweis dafür angesehen werden, daß die bei den feinkristallinen Kohlenstoffen auftretende besonders intensive Streuschwärzung bei  $\delta \sim 2^\circ$  auf interkristalline Interferenz zurückzuführen ist. Sie geben zugleich eine unabhängige Bestätigung der aus der Halbwertsbreite errechneten Kristalldimensionen. Da die Auswertung der Halbwertsbreite die Teilchengröße selbst ergibt, während die Kleinwinkelstreuung auf den mittleren Abstand der Teilchenmittelpunkte schließen läßt, stützt diese gute Übereinstimmung andererseits die zur Erklärung der chemischen Eigenschaften naheliegende Annahme dichter Lagerung der Einzelkristalle im Glanzkohlenstoff.

Auffallend ist, daß hier das Maximum der Kleinwinkelstreuung direkt auf den nach den Winkeln aufgetragenen Photometerkurven sichtbar war, während nach der von *O. Kratky*<sup>11</sup> angegebenen Auswertung zur Erkennung des Maximums die Änderung der Interferenzenergie mit linear ansteigenden  $\delta$ -Werten aufgetragen werden soll. Der Grund dafür liegt wohl darin, daß einerseits beim Glanzkohlenstoff das Maximum infolge der Kleinheit der Kristalle bei viel größeren  $\delta$ -Winkeln liegt, als in den von *Kratky* untersuchten organischen Hochpolymeren und andererseits die Teilchengröße beim Glanzkohlenstoff wohl ziemlich einheitlich ist. Die Auswertung der Kleinwinkelstreuung nach  $\delta$ -Werten ergibt hier keinen Vorteil, da bei dem großen  $\delta$ -Wert des Maximums Luftstreuung und Bremsstrahleffekt eine solche Auswertung stark stören.<sup>19</sup> Der sehr langsame Abfall der Kleinwinkelstreuung nach großem  $\delta$  ist auffallend. Dies kann außer durch Luftstreuung durch verschiedene andere Faktoren, wie z. B. Streuungen an ungeordneten Atomen oder vielleicht höhere Ordnungen der Kleinwinkelstreuung verursacht sein.

Dieser Schwärzungszug der Kleinwinkelstreuung entkräftet den Einwand, den *U. Hofmann* und *D. Wilm*<sup>7</sup> gegen die Auslegung der Streuschwärzung von *P. Krishnamurti*<sup>10</sup> als interkristalline Interferenz anführten, daß auch Retortengraphit, bei dem eine interkristalline Inter-

ferenz erst bei  $\delta = 1,1^\circ$  (40 Å) auftreten kann, den starken Anstieg der Streuschwärzung bereits bei 15 bis 20 Å zeigt. Auch beim Retortengraphit kann der lange Anstieg der Streuschwärzung von großem  $\delta$  her beobachtet werden, nur läßt er sich wegen des kleinen Winkels nicht so leicht bis zum Intensitätsmaximum verfolgen.

### Zusammenfassung.

Die Kristalldimensionen des Glanzkohlenstoffs wurden aus der Interferenzverbreiterung berechnet. Dabei wurden etwas kleinere als die früher<sup>2</sup> angegebenen Werte gefunden. Der Glanzkohlenstoff bleibt aber nach seiner Kristallgröße in der Reihe der feinkristallinen Kohlenstoffe, entsprechend seiner Entstehungstemperatur zwischen den Russen und dem Retortengraphit.

Durch Röntgenaufnahmen orientierter Blättchen und Nadeln von zwei verschiedenen Glanzkohlenstoffen, die deutlich (001) Textur zeigen, wurde nachgewiesen, daß die Einzelkristalle weitgehend einheitlich mit den Basisflächen parallel zur Oberfläche der Glanzkohlenstoffblättchen gelagert sind. Durch diese Ordnung werden die besonderen Eigenschaften, wie Hochglanz, Härte und chemische Widerstandsfähigkeit, erklärt.

Das Auftreten einer Interferenz, die dem doppelten Schichtabstand ( $d = 6,9$  Å) entspricht, wurde durch die ungerade Zahl der Schichtebenen bei den sehr kleinen Kristallen zu deuten gesucht.

Die starke Streuschwärzung feinkristalliner Kohlenstoffe bei sehr kleinen Winkeln (Kleinwinkelstreuung) läßt sich als interkristalline Interferenz deuten und ebenfalls zur Bestimmung der Kristallgröße auswerten. Die so ermittelten Werte und ihre Änderung bei orientierten Blättchen waren in guter Übereinstimmung mit den aus der Interferenzverbreiterung errechneten Werte. Diese Übereinstimmung stützt gleichzeitig die Annahme dichter Lagerung der Einzelkristalle im Glanzkohlenstoff.

Herrn Prof. *U. Hofmann* bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für die eingehende Diskussion der Ergebnisse besonderen Dank schuldig.