

# ÜBER DIE KLINISCHE ANWENDUNG DER VERGRÖßERUNGS AUFNAHME FÜR DIE RÖNTGENOLOGISCHE DIAGNOSE DER FRÜHZEITIGEN SILIKOSE

YO ONO UND JIRO AKAGAWA

*Radiologisches Institut der Yamaguchi Medizinischen Hochschule, Ube*

*(Director : Prof. Dr. Ko Sakurai)*

*(Received June 25, 1958)*

## I. VORWORT

Man kann mit den Kenntnissen der Elementargeometrie leicht verstehen, daß je ferner der Film von Objekt gehalten wird, desto größer das Röntgenbild wird. Aber der Fokus, die Strahlenquelle, hat einen bestimmten Flächenraum, deshalb konnte bis jetzt die Vergrößerungsaufnahme im praktischen nicht gebraucht werden. Erst vor einiger Zeit wurde die direkte Vergrößerungsaufnahme der Lunge durch das Auftreten der Feinfokusröhre mit z. B. ihrem wirksamen Brennfleck von  $0,3 \times 0,3$  mm, zur klinischen Anwendung gebracht. Trotz der Anwendung dieses Verfahrens in den letzten Zeiten von vielen Forschern bleibt es noch der Klinik offen.

Die minimale Größe des Schattens, die man mit bloßem Auge erkennen kann, ist ungefähr  $10''$  in Sehwinkel oder 0,08–0,1 mm in deutlicher Sehweite. Aus diesem Grunde ist es klar, daß die Vergrößerungsaufnahme vorteilhaft ist. Aber da die zweifache Vergrößerung des Bildes ziemliche Verbiegung und Unschärfen darbietet, ist es zweifelhaft, wie weit man die Vergrößerungsaufnahme im klinischen anwenden kann.

G. Zorn anwendete dieses Verfahren für die Diagnose der frühzeitigen Silikose unter den folgenden Bedingungen : Fokusgröße  $0,3 \times 0,3$  mm (Drehantikatodenröhre), Röhrenspannung 100 bis 120 kV, Belichtungszeit 0,06 bis 0,1 Sekunden, Film-Patientmitte-Abstand 50 cm (höchstens 60 cm), und Fokus-Patientmitte-Abstand 50 cm (höchstens 60 cm). Er beschrieb : " Die charakteristische feine Wabenstruktur, die alle Lungenfelder umfaßt, kommt bei der Silikose in einer viel regelmäßigeren Form zur Darstellung. Das retikuläre Netzwerk, welches durch Verdickung der Interlobarsepten ist, erscheint bei den Vorstadium der Silikose viel feiner als bei dem tuberkulösen Geschehen". Bei solcher zweifacher Vergrößerung scheint die Kontrastbesserung, die durch Abnahme der Streustrahlen hervorgebracht wird, eine der wichtigsten Ursache der Erhöhung der Schattendarstellbarkeit zu werden.

Wir haben Kontakt- und Vergrößerungsaufnahme mit dem Lungenphantom vollgeführt und dadurch konnten die Kontrastbesserung des Vergrößerungsbildes

nachweisen. Dann haben wir die Methode zur Diagnose der frühzeitigen Silikose angewendet. Die Resultate werden in Folgenden mitgeteilt.

## II. RÖNTGENAPPARAT UND AUFNAHMETECHNIK

Ein Vergleich des Vergrößerungsbildes mit dem Standardbild ist wegen der verschiedenen Projektionsverhältnisse nicht immer möglich. Deshalb wurde bei der Vergrößerungsaufnahme nur der Objekt-Film-Abstand und nicht der Fokus-Objekt-Abstand verändert. Um möglichst gleichartige Bilder zu erhalten, wurde ein Aufnahmeapparat in liegender Stellung (ein Produkt von Toshiba Elektrizität A.G.), wie in der Abb. 1. wiedergegeben, gebracht.

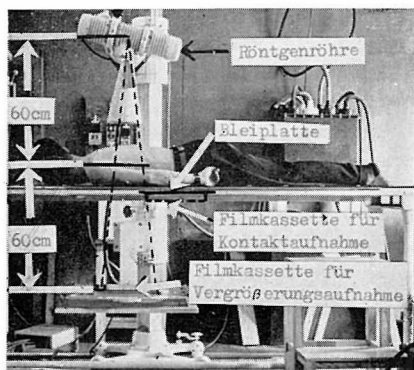


Abb. 1. Aufnahmeapparat für Kontakt- und Vergrößerungsaufnahme

Um möglichst gleichartige Bilder zu erhalten, wurde ein Aufnahmeapparat in liegender Stellung (ein Produkt von Toshiba Elektrizität A.G.), wie in der Abb. 1. wiedergegeben, gebracht.

Nach der Vergrößerungsaufnahme wurde die Kontaktaufnahme sofort durchgeführt, indem man einen Film, der vorher unter der Bleiplatte gelegt war, unter das Lungenfeld durch die Schiene bewegte.

Hochspannungsapparat DG-500-B3 (500 mA, Toshiba E.A.G.), Röntgenröhre 5029 A (Inklinationsröhre, Toshiba E. A. G.) mit dem Regulierungsapparat. Der Schaltplan der veränderliche Inklinationsapparat zeigt sich in der Abb. 2.

## III. AUFNAHMESBEDINGUNGEN

Die benutzte kleinste Fokusgröße dieser Röhre war 0,3 mm  $\phi$ , die von *H. Yoshinaga*, unseres Institutes, festgestellt wurde, indem er sie bei verschiedenen Röhren- und Inklinationsspannungen mit der Nadellochkamera aufnahm.

Bedingungen der Vergrößerungsaufnahme sind folgende : Fokus-Objekt-Abstand 60 cm, Fokus-Film-Abstand 120 cm, Röhrenspannung 80 kVp, Inklinationsspannung -2050 V, Röhrenstrom 18 mA, Belichtungszeit 0,3-0,4 Sekunden. Die für Kontaktaufnahme : Fokus-Objekt-Abstand 60 cm, Fokus-Film-Abstand ca. 70 cm, Röhrenspannung 60

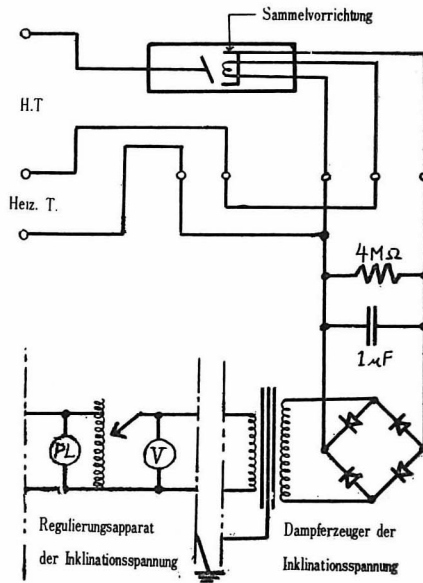


Abb. 2 Schaltplan des veränderlichen Inklinationsapparates

kVp, Inklinationsspannung -1200 V, Röhrenstrom 18 mA, Belichtungszeit 0,3-0,4 Sekunden. Verstärkungsfolien Kyokko FS, Film Sakura-Y.

Zwei Arten Röhrenspannungen (Vergrößerungsaufnahme 80 kVp, Kontaktaufnahme 60 kVp) wurden gebraucht, da sie gewöhnlich sind. Vorläufig kann man sagen : Wenn die Kontrastbesserung der Vergrößerungsaufnahme von 80 kVp nicht höher als Kontaktaufnahme von 60 kVp wäre, so würde die Vergrößerungsaufnahme nur einfache optische Vergrößerung des Bildes sein, und zwar wäre die klinischen Bedeutungen dieser Vergrößerungsaufnahme weit geringere.

#### IV. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUß DER STREUSTRAHLEN AUF DEN KONTRAST DES RÖNTGENBILDES

Der Einfluß der Streustrahlen auf den Kontrast des Vergrößerungs- und Kontaktbildes, und auf die Darstellbarkeit der feinen Schatten wurde untersucht.

Das Lungenphantom wurde mit Paraffin wie aus Abb. 3. ersichtlich hergestellt. Zuerst wurde ein Nylonfaden (0,4, 0,7, 0,9, 1,2 mm Durchmesser) in die Mitte des Phantoms gelegt, und aufgenommen. Der kleinste Nylonfaden, der als Schatten unterscheidbar war, war von 0,9 mm Durchmesser. Dann wurde ein Nylonnetz aus diesen Fasern hergestellt und in dem Lungenphantom gelegt. Je eine Bleiplatte (15 mm Durchmesser und 3mm Dicke) wurde auf dem Nylonnetz und auf den beiden Filmkassetten für Kontakt- und Vergrößerungsaufnahme gelegt, und zwar Bleiplatte A auf dem Netz und B auf der Kassette zur Achse des Fokus symmetrisch aufgenommen zu werden. Während die Schwärzung des Schattens von der ersteren Bleiplatte (A) auf dem Schleier des Filmes selbst und der Streustrahlen beruht, stammt die des letzteren nur von dem Filmschleier ab. Auf diese Weise kann man den ungefähren Einfluß der Streustrahlen wissen. Die Versuchs-Anordnung ist in Abb. 4. gezeigt.

Man kann den Einfluß der Streustrahlen auf die Darstellbarkeit des feineren Schattens durch Vergleich des Kontakt- und Vergrößerungsbildes mit Schwärzungen des Schattens der Nylonfaden wissen.

Die unter verschiedene Bedingungen aufgenommen ungefähr 20 Blatt Filme wurden auf einmal entwickelt, und die der Vergrößerungs- und Kontaktaufnahme, deren Grundschrwarzungen in der Nähe der Schwärzungswert 1,0 lagen und annähernd gleich waren, wurden verglichen, indem man die Schwärzungen durch den Mikrophotometer maß. Die Resultate zeigen sich in Tab.1.

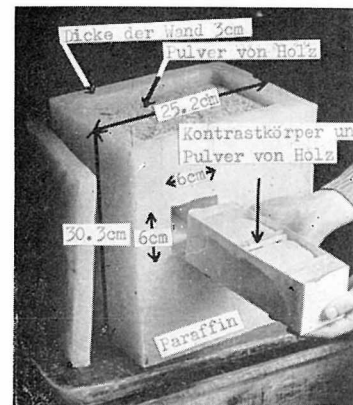


Abb. 3. Lungenphantom

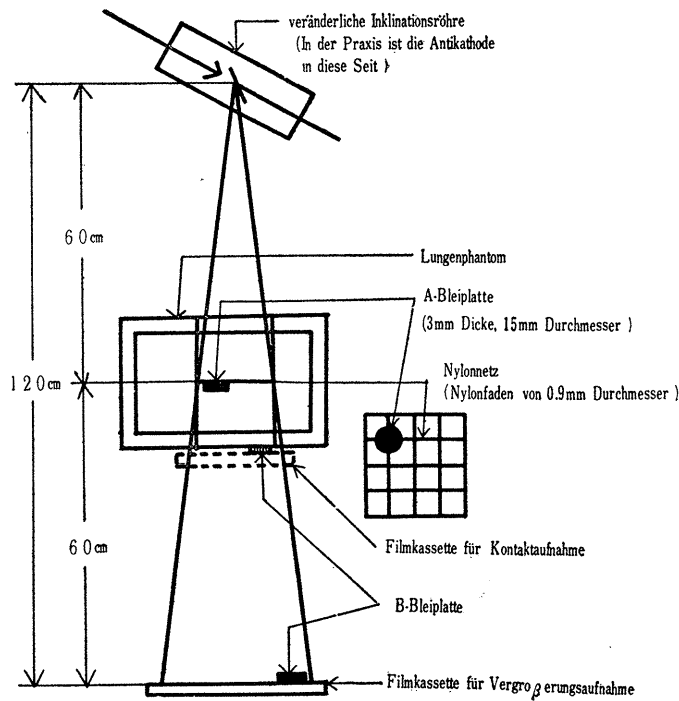


Abb. 4. Versuchsmethode über den Einfluß der Streustrahlen auf das Röntgenbild mit dem Lungenphantom

Tabb. 1. Kontrastbesserung Bleiplattenschattens bei Vergrößerungsaufnahme

|   |     | Kontaktaufnahme | Vergrößerungsaufnahme | Bemerkungen               |
|---|-----|-----------------|-----------------------|---------------------------|
| Filmschleier und Schleier der Streustrahlen | (A) | S 0.41          | S 0.28                | Schatten der A-Bleiplatte |
| Filmschleier                                | (B) | S 0.18          | S 0.18                | Schatten der B-Bleiplatte |
| Grundschwärzung                             | (C) | S 0.94          | S 0.86                |                           |
| $\frac{C-A}{C}$ (Prozentkontrast)           |     | 56.4            | 67.4                  |                           |

Aus den Resultaten erhellt, daß der Einfluß der Streustrahlen auf dem kontaktbild von 60 kVp größer ist als auf dem Vergrößerungsbild von 80 kVp.

Der Prozentkontrast des Nylonfadenschattens war 3,3 bei dem Vergrößerungsbild und 2,1 bei dem Kontaktbild, wie die Tabb. 2. zeigt. Hierdurch kann man die Kontrastbesserung des feineren Schattens bei der Vergrößerungsaufnahme merken.

Tabb. 2. Kontrastbesserung des Nylonfadenschattens bei Vergrößerungsaufnahme

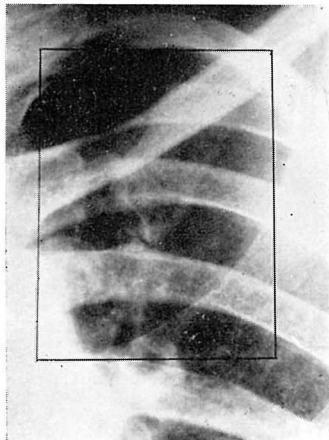
|                                 | Kontaktaufnahme<br>(60 kVp) | Vergrößerungsaufnahme<br>(80 kVp) |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Nylonfadenschatten (D)          | S 0.95                      | S 0.87                            |
| Grundschwärzung (C)             | S 0.97                      | S 0.90                            |
| $\frac{C-D}{C}$ Prozentkontrast | 2.1                         | 3.3                               |

Der minimale Prozentkontrast, den man erkennen kann, ist 1.0 – 2.0 bei Grundschwärzungswert von 0.5 – 1.0 und Prozentkontrast 4.0 bei Grundschwärzung 1,5, obwohl die Helligkeit des Schaukastens dabei einflussen kann.

Deshalb ist es begreiflich, daß ein feinerer Schatten des Vergrößerungsbildes, den man auf Kontaktbilde oder Normogramme nicht erkennen konnte, durch optische Vergrößerung des Bildes und Kontrastbesserung, die durch Abnahme des Einflusses der Streustrahlen herbeigeführt wurde, auftrat.

#### V. KLINISCHE ANWENDUNG DER VERGRÖßERUNGS-AUFNAHME

Die Silikosekranken und die langjährigen Minenarbeiter, die keine deutliche Silikosebefunde hatten, wurden unter den obengenannten Bedingungen aufgenommen, und die Vergrößerungsbilder wurden mit Kontaktbildern verglichen (Abb. 5. 6. 7. 8.)

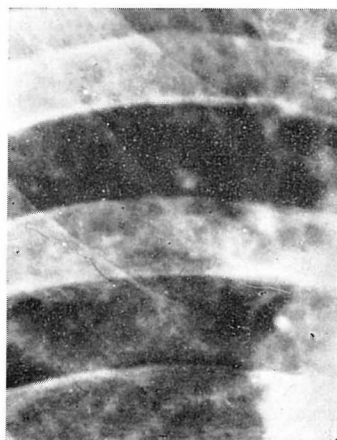


Kontaktbild  
0-1

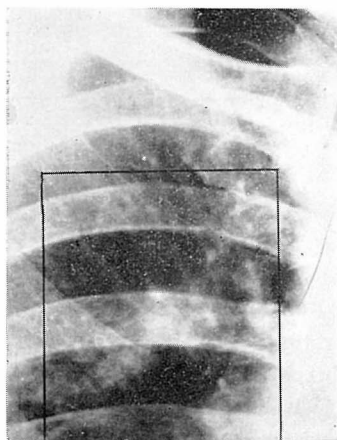


Vergrößerungsbild  
Deutliche Körnerschatten und Spornbildung  
am Gefäßschattenrand.

Abb. 5. H.K. 30-jähriger Kohlenbergbauarbeiter. 10 Jahre als Aushöhlmann tätig.

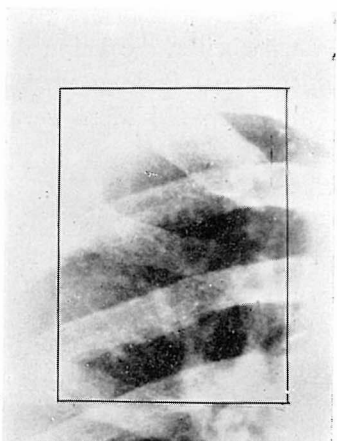


Kontaktbild  
R<sub>1</sub>



Vergrößerungsbild  
Erscheinen des Strangschattens und der  
feiner Wabenstruktur, und Vermehrung  
des Körnerschattens.

Abb. 6. I.A. 39-Jähriger Kohlenbergbauarbeiter. 10 Jahre als Pfahlmann unter Tage.



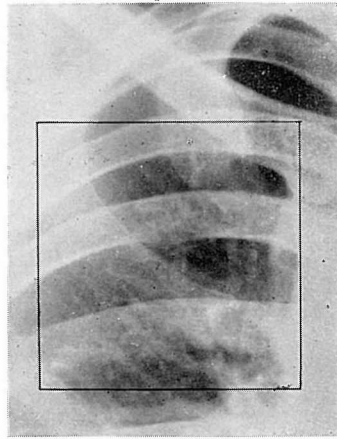
Kontakt bild  
0-1



Vergrößerungsbild  
Erscheinen und Vermehrung des  
Körnerschattens.

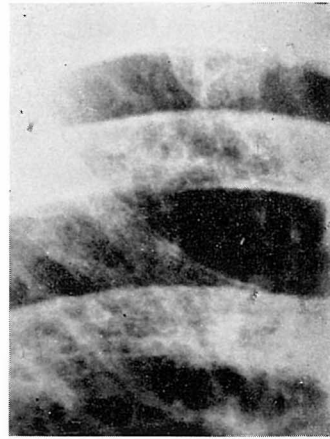
Abb. 7. T.T. 38-Jähriger Kohlenbergbauarbeiter.  
1 Jahr als Kohlenhauer, 4 Jahre als Aushöhlmann.

Es tritt aus den Abbildungen klar hervor, daß bei der Vergrößerungsaufnahme sowohl die geometrische Unschärfe als auch die Unschärfe wegen der Organbewegung eine große Rolle spielen. Bei den benützten Belichtungszeiten von 0.3-0.4 Sekunden, die nicht immer genügend waren, traten einige neue Befunde auf,



Kontaktbild

0-1



Vergrößerungsbild

Erscheinen der feinen Wabenstruktur.

Abb. 8. S.W. 42-Jähriger Kohlenbergbauarbeiter.  
3 Jahre als Pfahlmann in Metallmine, 5 Jahre als Kohlhauer  
in Kohlengrube.

Tabb. 3. Wichtige neue Befunde der Vergrößerungsbildern (29 Fälle)

| Kontaktbild                                 | 0 | 0-1 | R <sub>1</sub>          | R <sub>2</sub>          | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> | Summe |
|---|---|-----|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|-------|
| Zahl der Fälle                              | 2 | 10  | 7<br>(T <sub>+1</sub> ) | 5<br>(T <sub>+3</sub> ) | 4              | 1              | 29    |
| Vergrößerungsbild                           |   |     |                         |                         |                |                |       |
| Ohne Unterschied zwischen beiden Bildern    | 2 | 1   | 1                       |                         |                | 1              | 5     |
| Erscheinen von undeutlichen Körnerschatten  |   | 2   |                         |                         |                |                | 2     |
| Erscheinen u. Vermehrung von Körnerschatten |   | 7   | 6                       | 4                       | 3              |                | 20    |
| Erscheinen u. Vermehrung von Strangschatten |   | 5   | 3                       |                         | 1              |                | 9     |
| Erscheinen von feinen Wabenstrukturen       |   | 1   | 2                       | 1                       | 2              |                | 6     |
| Veränderungen von Gefäßschatten             |   | 2   |                         | 1                       |                |                | 3     |

R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> : Japanische Klassifikation, 1955.

O : Ohne Befund.

O-1 : Röntgenbefund erreicht nicht bis R<sub>1</sub>.

T : Komplikation mit der Tuberkulose

Alle Röntgenbefunde, die in R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> gerichtet werden, sollen unter R<sub>4</sub> stehen, falls sie mit Tuberkulose kompliziert sind. Hier aber wurde Tuberkulosekomplikation außeracht gelassen.

die auf Kontaktbildern und Normogrammen nicht bemerkt werden konnten. Die wichtigen neuen Befunde der Vergrößerungsbildern zeigen sich in Tab. 3.

Neben der Vergrößerungsaufnahme wurden gleichzeitig die Normogramme, als Kontrolle, unter den folgenden Bedingungen aufgenommen: Röhre XDO-R-70 (Drehantikathodenröhre, Toshiba E.A.G. wirksamer Brennfleck,  $2 \times 2$  mm), Röhrespannung 55 kVp, Röhrenstrom 300 mA, Belichtungszeit 0,05 Sekunden, d.h. 15 mAs, Fokus-Film-Abstand 150 cm.

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Vergrößerungsaufnahme der Silikosekranken wurden, mit der Kontrolle von Kontaktaufnahmen unter den gleichen Bedingungen von Fokus und Objekt, versucht.

Kein Vergrößerungsbild zeigte deutliche silikotische Veränderungen auf, wo das Kontaktbild ganz normal war. In meisten Fällen, auf welchen Kontaktbildern auf Silikose verdächtige oder leicht silikotische Schatten vorhanden waren, erschienen auf den Vergrößerungsbildern die feinen Wabenstruktur-, Körner- oder Strangschatten, oder nahmen sie zu. Wenn reichliche Befunde auf Kontaktbildern vorhanden waren, auf den Vergrößerungsbildern nur geringe neue Befunde zu finden.

Die Vergrößerungsaufnahme durch die veränderliche Inklinationsröhre, die wir gebrauchten, bewiesen sich brauchbar für die Diagnostik der frühzeitigen Silikose.

Der Vorteil der Vergrößerungsaufnahme liegt in der optischen Vergrößerung des Bildes und der Kontrastbesserung, wegen der Abnahme der Streustrahlen.

*(Es ist uns eine angenehme Pflicht Herrn Prof. Dr. K. Sakurai den verbindlichsten Dank für seine freundliche Leitung beider Arbeit auszudrücken.)*

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1) ADACHI, T.: *Röntgenbild der Lunge*. Igakushoin, Tokyo, 1951.
- 2) HUKAZU, H. ET AL.: *Forschungsmaterial für Röntgenapparat*, II, 9, 1955.
- 3) IRIE, H. ET AL.: *Fukuoka Acta Med.*, **46**, 372, 1955.
- 4) KOMIYAMA, K.: *Nippon Acta Radiol.*, **14**, 487, 1954.
- 5) KOMIYAMA, K. ET AL.: *Nippon Acta Radiol.*, **15**, 1028, 1956.
- 6) MISONOU, K.: *Sammerung, Tuberkulose in Japan*. **4**, Nr. 2, 65, Kanahara-Kokuseido, Tokyo, 1956.
- 7) MATSUMOTO, M. ET AL.: *Jap. J. Clin. Tbc.*, **15**, 535, 1956.
- 8) JAPANISCHE GESELLSCHAFT FÜR INDUSTRIELLE HYGIENE: *Silikose*. Tokyo, 1953.
- 9) JAPANISCHES ARBEIT-MINISTERIUM: *Textbuch für Prüfungen der Silikose*. 1955.
- 10) JAPANISCHES ARBEIT-MINISTERIUM: *Standardröntgenbild der Silikose*. 1955.
- 11) ONO, Y.: *Bull Yamaguchi Med. School*, **3**, 145, 1956.
- 12) SAKURAI, K. ET AL.: *Yamaguchi Igaku*, **5**, 23, 1957.
- 13) TANABE, S. ET AL.: *Shimadzu Review*, **12**, 75, 1957.



- 14) TAKAHASHI, S. ET AL : *Nippon Acta Radiol.*, **14**, 220, 1954.
- 15) TAKAHASHI, S. : *Sammerung, Tuberkulose in Japan*. **4**, Nr.1, 152, Kanahara-Kokuseido, Tokyo, 1956.
- 16) TESCHENDORF, W. : *Lehrbuch der röntgenologischen Differentialdiagnostik*. Bd. I, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1952.
- 17) YOSHINAGA, H. : *Nippon Acta Radiol.* **16**, 1008, 1957
- 18) ZORN, O. ET AL : *Staublungen im Röntgenbild*. Staufen Verlag, Köln-Krefeld, 1952.
- 19) ZORN, O. : *Beiträge zur Silikose-Forschung*, Heft **21**, 3, 1951.
- 20) WORTH, G. ET AL : *Die Pneumokoniosen*, Staufen Verlag, Köln-Krefeld, 1954.