

Aus dem Bundesministerium für soziale Verwaltung, Wien — Sektion V (Volks-
gesundheit) (Leiter: Sektionschef Univ.-Prof. Dr. LEOPOLD BREITENECKER)

Historöntgenographische Untersuchungen bei Silikose*

Von

L. BREITENECKER

Mit 10 Textabbildungen

Obwohl in den interessierten Ländern mit dem ganzen Rüstzeug der medizinischen und naturwissenschaftlichen Forschung seit Jahrzehnten intensivst daran gearbeitet wird, ist weder die Pathogenese der Silikose nach dem heutigen Stand der Wissenschaft geklärt, noch ihre Diagnostik gesichert. Zwei große Schwierigkeiten stellen sich den Forschern am Menschen entgegen: Der Mangel eines histotopographischen Nachweises des eingeatmeten Quarzes oder seiner Verbindungen und der Mangel einer Erfassung von Frühstadien der Erkrankung. Um letzterer Schwierigkeit zu begegnen, haben wir schon auf der 12. Internationalen Tagung für Arbeitsmedizin in Helsinki 1957 vorgeschlagen, Leichen von Menschen aus silikosegefährdeten Betrieben und Bergwerken, die in jüngeren Jahren an anderen Erkrankungen oder vor allem durch Unfälle sterben, in dieser Richtung sezieren und die Lungen untersuchen zu lassen. Diese Untersuchungen müssen sich neben der histologischen Untersuchung — auch an Großschnitten — mit den einschlägigen Spezialfärbungen auch auf Polarisationsmikroskopie, Phasen-Kontrast-, Fluorescenz- und andere optische Verfahren sowie auf chemische Analyse erstrecken.

Während die histologische Untersuchung nur die Bindegewebsveränderungen und ihre Verteilung in verschiedenen Stadien der Entwicklung zeigt, können wir mit den physikalischen Untersuchungen die Staubteilchen im Gewebe annähernd lokalisieren, aber ihre chemische Beschaffenheit nicht erkennen. Die chemische Untersuchung ermöglicht zwar letzteres, aber mangels eines histochemischen Nachweises auf Quarz erlaubt sie nicht die Lokalisation der verschiedenen Teilchen anzugeben, da das Gewebe durch Lösung oder Veraschung zerstört wird. Das gleiche gilt für mineralogische Untersuchungen von ausgeschwemmt Staub. Eine solche Untersuchung im Gewebe ist wegen der Kleinheit der Teilchen, die sich unter der 5 μ -Grenze befinden, jedoch nicht möglich. Das Röntgenspekrogramm ersetzt die chemische Untersuchung, gibt aber wie diese nur eine Summenanalyse ohne Lokalisationsmöglichkeit. Schon die Auswahl der Gewebsstücke, die chemisch untersucht werden sollen,

* Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Zürich, September 1958.

bringt neue Schwierigkeiten, denn die quantitativen Werte sind verschieden, ob mikroskopisch wenig verändertes Lungengewebe oder ein derber Silikoseknoten untersucht werden. So ist es erklärlich, daß die Wertangaben in der Literatur stark voneinander abweichen und oft unvergleichbar sind. Wenn z.B. bei GONNEMANN im Handbuch der Biochemie von OPPENHEIMER zu lesen ist, daß der Normalwert des Siliciumgehaltes der Lunge sich zwischen 2,35—33,7% der Asche bewegt, so kann man daraus ersehen, daß hier noch sehr schwankender Boden vorliegt.

Nach dem Forschungsprogramm der Hohen Behörde der Montanunion laut Bericht vom Juli 1958 sollen im Rahmen der Grundlagenforschungen Erkenntnisse geschaffen werden, um wirksame Präventivmaßnahmen festzulegen. Die Forschungsrichtungen beschäftigen sich mit dem Wege des Staubes einer Korngröße von weniger als $3\text{ }\mu$ in die Lungen und deren Reinigung von eingedrungenem Staub, dem Mechanismus der schädlichen Wirkung der Kieselsäure und der Bildung des silikotischen Knötchens, mit der Frage, warum diese Fibrose progressiv ist und ob bei experimenteller Einführung von Kieselsäure allgemeine Auswirkungen zu beobachten sind.

Es ist festgestellt, daß bei nicht staubgefährdeten Berufen die Staubmenge der Lunge unter 1 g liegt, bei geringer Staubeinwirkung etwas über 1 g, bei mäßigen Staubmengen sich diese zwischen 1—2,5 g bewegen (Landarbeiter, Bewohner von Industriegebieten), daß jedoch bei staubexponierten Arbeitern (Bergarbeitern) die Grenze von 3 g überschritten und sogar eine Menge von 50 g erreicht wird, was für gerichtsmedizinische Begutachtungen von Bedeutung ist.

Über die Wirkung des Quarzes stehen sich die Festkörpertheorie mit Absorption von Zelleweiß auf der Oberfläche der Kristalle und die Löslichkeitstheorie gegenüber. Histologisch sind die kollagenen Fasern des Knötchens von Globulinen umgeben, die weggedaut werden müssen, um die Faserstruktur studieren zu können. Immunologische Versuche ergaben eine Antigen/Antikörper-Reaktion. Ein Makrophagengranulom soll die erste Reaktion auf das Eindringen von Quarz sein, es folgt Nekrobiose, Anlagerung von Plasmocyten, was für eine Antigenerzeugung im Bereich des Granuloms sprechen würde. Treten Adjuvanssubstanzen (Tuberkulose) hinzu, kann die Erzeugung von Antikörpern intensiviert werden und so das Fortschreiten der Fibrosebildung auch nach Arbeitsplatzwechsel erklärt werden. Die Kieselsäure hat aber auch eine allgemeine Auswirkung auf sämtliche mesenchymatösen und epithelialen Eingeweide sowie auf das neuro-endokrine System. So neigen Tiere mit abdominaler Einverleibung von Kieselsäure zur Ausbildung von Emphysem, während inframikroskopische Kieselsäure allgemein toxisch Leber und Nieren schädigen kann.

In Helsinki konnten wir die praktischen Erfahrungen UTILAS mit der „Mikroradiographie“ kennenlernen, doch lagen seine Forschungen auf anderem Gebiete. Da wir im gleichen Jahr das erste Modell eines sehr handlichen „Mikroradiographen“ von Philips zu Versuchszwecken erhielten, haben wir dieses Verfahren auf den Nachweis von Staub in Lungen angewendet¹. Auch in Eindhoven und in Bochum wird mit der gleichen Einrichtung an diesem Problem gearbeitet, ohne daß uns bisher Ergebnisse bekanntgeworden wären. Auf die technische Seite und die Theorie des Untersuchungsverfahrens einzugehen, ist bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich, doch ist das diesbezügliche Schrifttum zur besseren Übersicht chronologisch angeführt. Es sollen unsere Forschungsergebnisse an Hand von zwei Silikosefällen dargelegt werden.

Der erste Fall betrifft einen 64jährigen Bergmann, der von seinem 18. Lebensjahr an durch 34 Jahre als Förderer und Hauer unter Tag vor Gestein gearbeitet hat und 12 Jahre nach Ausscheiden aus der Arbeit verstarb. Die ersten Erscheinungen von Staublunge wurden bei ihm 1942, nach einer 31jährigen Staubexposition, die einer Lungentuberkulose 1943 festgestellt. Er hatte seit 1947 eine Knappschafts- und seit 1952 eine Unfallrente bezogen. Sein Zustand verschlechterte sich seit 1953 zusehends und das Leiden führte 1957 zum Tode.

Bei der Leichenöffnung fand sich eine kavernöse Tuberkulose beider Oberlappen und des rechten Mittellappens bei diffuser Staublungenkrankheit, vollständige Verwachung beider Lungen mit der Brustwand, Verhärtung und Kohlenstoffeinlagerung in den Lymphknoten der Lungenpforten, Vergroßerung und Erweiterung der rechten Herzkammer, Verhärtung der Eingeweide durch chronische Blutstauung, sowie allgemeiner brauner Schwund der Organe und Auszehrung. Die mikroskopische Untersuchung ergab neben kavernöser Lungentuberkulose mit Tuberkelbacillennachweis und frischer Bronchopneumonie bei allgemeiner Lungenblähung eine Aussaat von Silikoseknötchen in den Unterlappen von Hirse- bis Pfefferkorngroße, daneben aber auch größere Herde durch zusammengeflossene Knötchen, wobei die größeren Knoten durch Bindegewebszüge untereinander verbunden erschienen.

Wir wählten für die histororöntgenographische Untersuchung möglichst kleine Knötchen aus, die in ihrem Aufbau durchaus Silikoseknötchen entsprachen. Abb. 1 zeigt eine Übersicht über einen aus drei zusammengeflossenen Knötchen bestehenden Knoten nach Paraffineinbettung und Hämalaun-Eosinfärbung. Abb. 2 gibt das Röntgenbild des gleichen Schnittes bei 50facher Vergrößerung wieder. Die Röntgenaufnahmen erfolgten bei 3 kV, 3,5 mAmp und einer Belichtungszeit von 5 min. Bei diesen Bedingungen erhielten wir die kontrastreichsten Negative.

¹ Wir haben an dieser Stelle dem Vorstand der Universitätsklinik für Geschlechts- und Hautkrankheiten, Herrn Prof. Dr. A. WIEDMANN, für die Beistellung seines histologischen Laboratoriums, seinem Assistenten Dr. G. NIEBAUER für die Unterstützung bei den Aufnahmen der Röntgenogramme und Mikroradiographien, sowie der Schwester Ph. WELSER bei der histologischen Technik bestens zu danken.

Während im Lichtmikroskop nur die obersten Schichten des Präparates zur Ansicht gelangen, haben wir bei der Röntgenaufnahme ein Summenbild gleich dem Röntgenbild am Lebenden. Werden die Schnitte

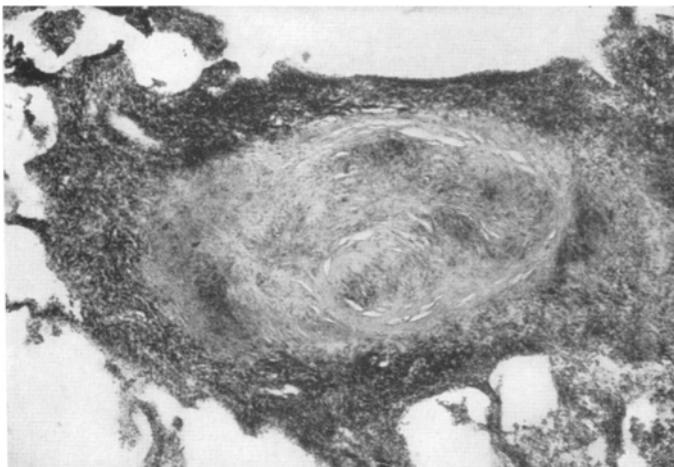


Abb. 1. 5μ dicker Schnitt nach Hämalauffärbung, Vergr. 50fach

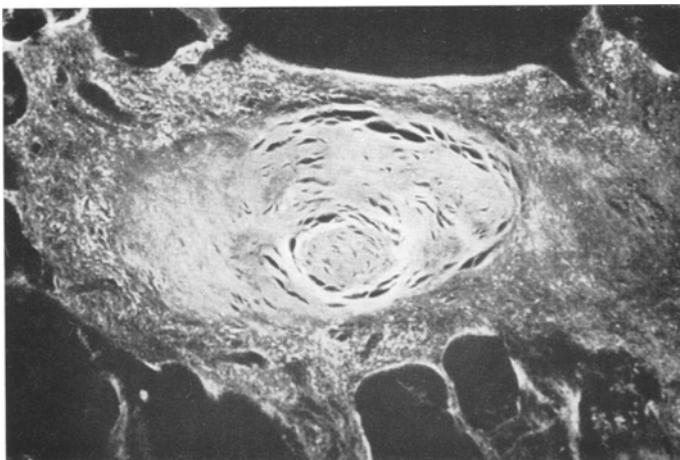


Abb. 2. Der gleiche Schnitt nach Röntgenaufnahme bei gleicher Vergrößerung der Kontaktaufnahme

aber möglichst dünn gehalten (5μ), kann die Lokalisation stärker absorbierender Einlagerungen mit genügender Genauigkeit dargestellt werden. Abb. 3 zeigt das Kontaktroentgenogramm bei einer Vergrößerung von 200 und Abb. 4 bei einer solchen von 500fach. Die Lokalisation von eingearmeten Fremdkörperchen war auch bei früheren Methoden

möglich. Die Identifizierung als Quarzbestandteile bleibt aber dem Röntgenbild vorbehalten, wenn andere Einlagerungen durch Vorbehandlung mit Salzsäure herausgelöst wurden, die letzte Beweisführung bleibt den „monochromatischen“ Röntgenstrahlen vorbehalten, die zu

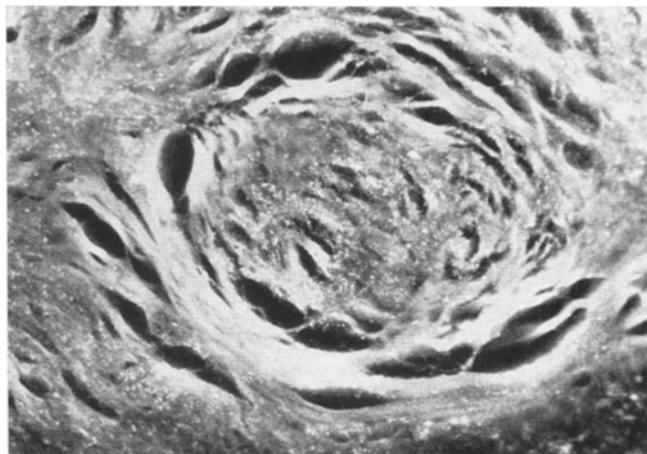


Abb. 3. Vergrößerung der Kontaktaufnahme des untersten Knötchens bei 200facher Vergr.

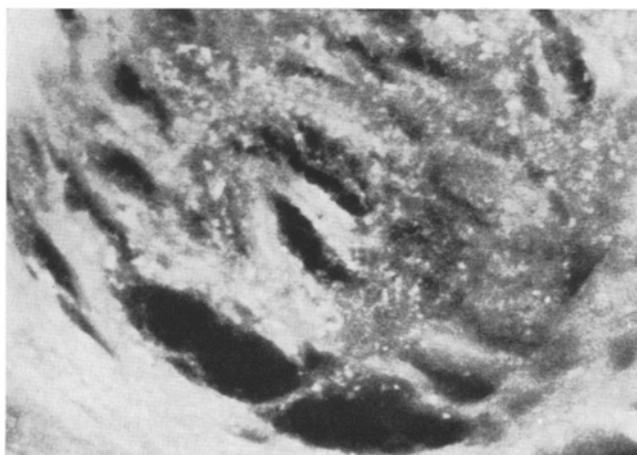


Abb. 4. Desgleichen bei 500facher Vergrößerung (Maximalvergrößerung)

erreichen die Forschung auf bestem Wege ist. Die Röntgenaufnahmen erlauben wegen des Kernes der photographischen Schichte nur eine Vergrößerung bis zum 500fachen. Es sind aber nicht nur die Einlagerungen fremder Körnchen zu sehen, sondern auch die verschieden starke Absorption der sehr weichen Röntgenstrahlen durch das Schwielengewebe. Aus einer Schnittserie ergibt sich, daß für diese Erscheinung nicht eine

verschiedene Schnittdicke verantwortlich gemacht werden kann, sondern daß diese durch verschiedene Gewebsdichte bedingt ist. Es ist anzunehmen, nachdem der Löslichkeitstheorie heute allgemein der Vorzug gegeben wird, daß wir es hier entweder mit einer Durchtränkung des Gewebes mit gelöster Kieselsäure oder aber mit einem Umbau der Eiweißkörper des hyalinen Bindegewebes zu tun haben, wie er durch die Historörntgenographie entsprechend der relativen Verteilung der Trokkensubstanz ebenfalls dargestellt werden kann.

Aus den Abb. 1—4 ergibt sich im einzelnen, daß im Lungengewebe um den Knoten, aber auch im Schwielengebebe der einzelnen Knötchen neben den Kohleinelagerungen stark absorbierende, daher weiß erscheinende Körnchen eingelagert sind, die sich an die Bindegewebszüge und -fasern angelagert erweisen. Daraus kann mit Vorsicht der Schluß gezogen werden, daß eben diese Teilchen an der Veränderung des Bindegewebes maßgebend beteiligt sind, die Bindegewebsveränderungen somit eine Reaktion auf diesen Reiz der Quarzteilchen darstellen. Außerdem zeigt der Vergleich zwischen dem gefärbten Schnitt und dem Röntgenogramm, daß neue Strukturdetails sichtbar werden und die Kohleinelagerungen nicht zeichnen. Wenn auch die Gruppierung der Kohleteilchen mit einer Ansammlung von Quarzteilchen parallel geht, so sind letztere weniger dicht als erstere. Die Erklärung hierfür ergibt sich zwanglos, weil nicht reiner Quarz- oder Kohlestaub, vielmehr Mischstaub von Kohle- und Quarzteilchen vorliegt. Sie zu trennen und zu identifizieren bleibt dem Röntgenbild des Schnittes vorbehalten.

Der zweite Fall betrifft eine sog. Apatit-Silikose, bei der es zur Ablagerung von Calciumphosphat, -chlorid und -fluorid bzw. -hydroxyl mit oder ohne Verknöcherung kommt und die zu dem Bild der Lungensteine und der Steinspucker führt.

Ein 56jähriger Bergmann war seit seinem 20. Lebensjahre Hauer. Nach 10-jähriger Tätigkeit traten die ersten Lungenbeschwerden auf. Im Alter von 47 Jahren wurde bei ihm eine Silikose II festgestellt. Fünf Jahre später stellte Prof. WINKLER-Enzenbach eine „Apatit-Silikose“ fest. Es fanden sich schrotkorngroße harte Schatten, die 2 Jahre später als weit über knochendicht beschrieben wurden. Weitere 2 Jahre später verschied der Mann unter Eintritt wäßriger Lungenschwellung an Herzlähmung. Bei der Leichenöffnung wurde nur das Herz-Lungenpräparat der Leiche entnommen und zur mikroskopischen Untersuchung der Lungen eingeschickt¹. Die Untersuchung mit freiem Auge ergab Zeichen größerer Verwachsungen fast der ganzen Lunge mit der Brustwand, erhebliche Vergrößerung und Erweiterung des Herzens, Einmauerung der Luftröhre in eine sehr harte, kleinaufstgroße Gewebsmasse, in der sich verbackene Lymphknoten nachweisen ließen. Die Lungen waren gebläht und zeigten zahlreiche bis bohnengroße, kalkharte Knoten eingelagert.

¹ Die pathologisch-anatomische, histologische und chemische Untersuchung von Silikosefällen und anderen Stauberkrankungen ist in Österreich im Auftrage der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt bei uns zentralisiert. Es darf hier allen Prosektoren für die bereitwillige Überlassung des Materials bestens gedankt werden.

Die mikroskopische Untersuchung stellte neben eitriger Bronchitis und beginnender Lobulärpneumonie zahllose Knötchen und Knoten von Schwielengewebe fest, die im Zentrum ausgedehnt verkalkt waren. Die kleineren, bis pfefferkorn-großen Knötchen bestanden aus Schwielen Gewebe vom typischen Bau der Silikoseknötchen. Weiter fanden sich zahlreiche kalkharte Knötchen und einzelne Knoten

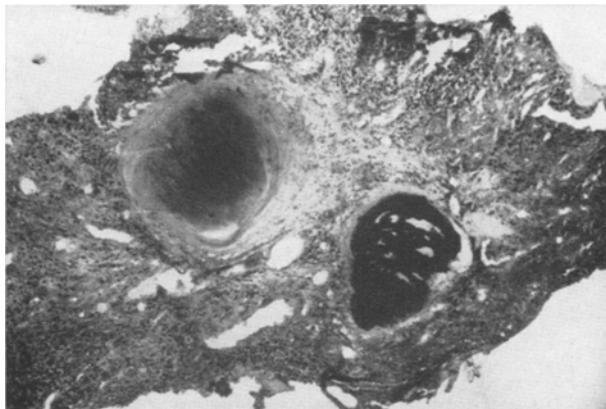


Abb. 5. Apatit-Silikose mit einem silikotischen und einem verkalkten Knoten,
Hämalaun-Eosinfärbung

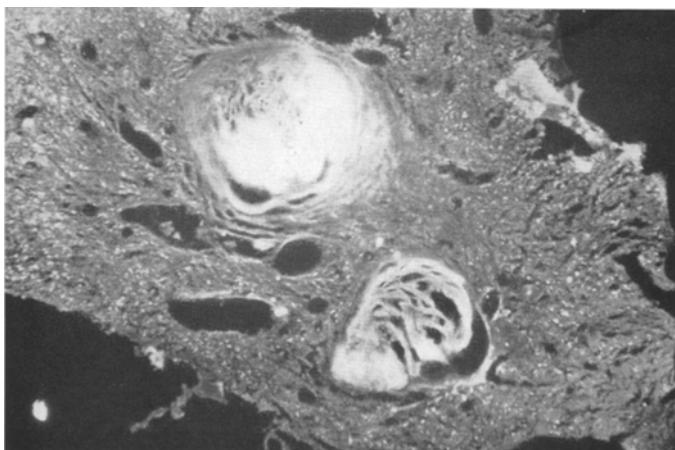


Abb. 6. Der gleiche Schnitt im Röntgenbild, Vergrößerung der Kontaktaufnahme 50fach

zeigten im Bereich der Kalkeinlagerungen bereits Knochenbildung. Auch in den Lymphknoten fanden sich silikotische Schwielenknötchen nebst Einlagerungen von Kohlepigment und Hämosiderin.

Die Herstellung von Großschnitten (9×12 cm) stieß auf große Schwierigkeiten, weil die verkalkten Knötchen ohne Entkalkungsverfahren nicht geschnitten werden konnten. Abb. 5 zeigt eine Übersicht eines verkalkten und eines silikotischen Knötchens ohne vorherige Ent-

kalkung nach Paraffineinbettung und Hämalaun-Eosinfärbung. Abb. 6 zeigt den gleichen Schnitt im Röntgenbild. Es fällt auch hier die bei lichtmikroskopischer Betrachtung nicht erkennbare Differenzierung in der Struktur durch verschiedene Absorption auf, während in dem ver-

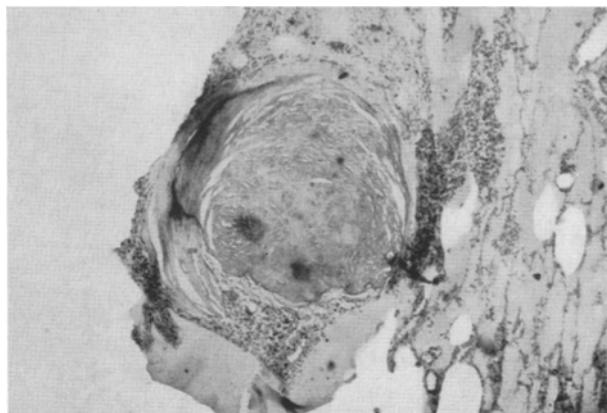


Abb. 7. Ein solcher Knoten nach Entkalkung, Hämalaun-Eosinfärbung

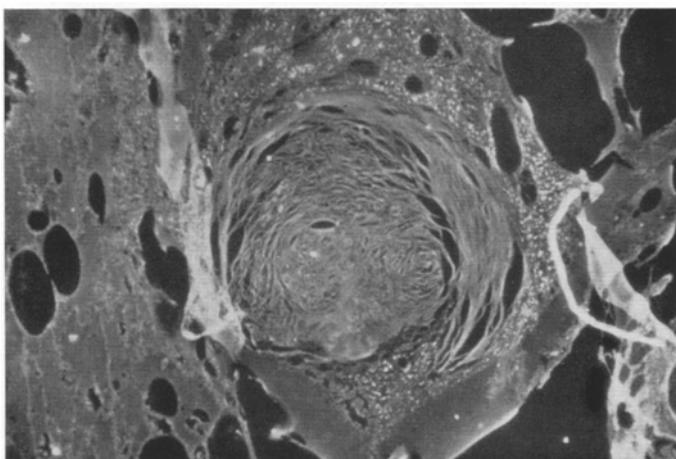


Abb. 8. Röntgenogramm nach Entkalkung. Es bleiben nur die unlöslichen „Quarzteilchen“ sichtbar (links-rechts seitenverkehrt)

kalkten Knoten eine hochgradige Absorption der Röntgenstrahlen vorliegt. Es wurde nun ein Lungenstück nach Entkalkung eingebettet und geschnitten. Abb. 7 zeigt die Mikrophotoaufnahme des gefärbten Schnittes und Abb. 8 des Röntgenogramms. Durch Herauslösung des Kalkes fehlt die Absorption im Vergleich zu früheren Röntgenogrammen, doch sieht man in der Umgebung wieder jene weißen Körnchen, die also

nicht vom Kalk, sondern offenbar vom Silicium herrühren, da andere Staubbestandteile in Lösung gegangen sind. Abb. 9 und 10 zeigen einen Knoten mit Knocheneinlagerung bei Färbung und im Röntgenbild. Auch hier sind im nicht, oder nur wenig veränderten Lungengewebe die

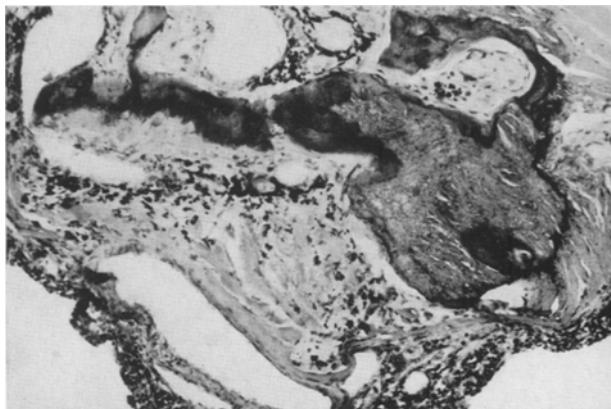


Abb. 9. Ein Silikoseknoten mit Verknöcherung, Hämalaun-Eosinfärbung

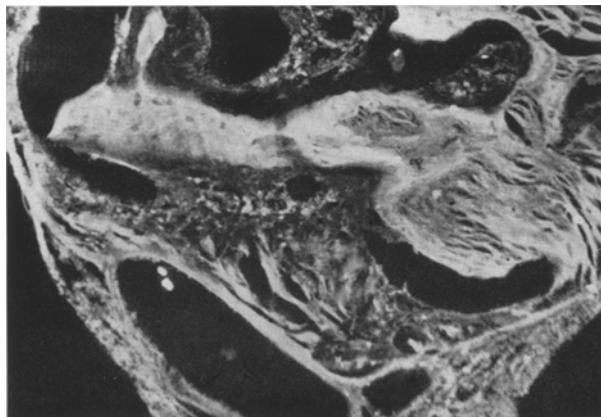


Abb. 10. Derselbe im Röntgenogramm, Vergr. 200fach, die Knochenzellen deutlich erkennbar

feinen Körnchen von vermutlich Quarzeinlagerungen zu sehen. Es sind die Knochenzellen im Röntgenogramm deutlich sichtbar geworden. Wieder sind die Quarzkörnchen und verschieden dichtes, teils hyalinisiertes Bindegewebe unterscheidbar. Im polarisierten Licht ist erkennbar, daß auch andere Substanzen zur Darstellung kommen, das Röntgenverfahren somit der polarisationsmikroskopischen Untersuchung bei der Differenzierung von Einlagerungen überlegen ist.

Das neue Verfahren verdient aber auch Beachtung für gerichtsmedizinische und kriminalistische Untersuchungen, so bei Strommarken,

Schwermetallvergiftungen, Nahschußspuren, aber auch bei pathologischen Veränderungen von Eiweißmolekülen, zur Darstellung von durch Färbung schwer unterscheidbarer Strukturen u. a. m.

Die Entwicklung der Apparatur geht weiter. Die Bildfläche des Röntgenogramms ist derzeit nur 3,5 mm im Durchmesser. Es wäre wünschenswert, mindestens einen Durchmesser von 10 mm zu erreichen, um eine größere Übersicht in den Schnitten zu gewinnen. Daß dies möglich ist, zeigen die Apparaturen von ENGSTRÖM-Stockholm, UTILA-Helsinki und im Anatomischen Institut in San Francisco, die wir zu besichtigen Gelegenheit hatten.

Wenn wir heute die Diagnose „Quarz“ noch per exclusionem stellen und andere mineralische Substanzen durch Lösung entfernen, so geht die Bestrebung dahin, „monochromatische“ Röntgenstrahlen bestimmter Wellenlänge zu erzeugen, um schließlich durch dieses Verfahren zur Elementaranalyse zu kommen, wie es heute schon möglich ist, durch Schwärzungsmessung und Vergleich mit bekannten Substanzen verschiedener Schichtdicke eine Trockengewichtsbestimmung röntgenologisch durchzuführen.

Wir haben uns daher erlaubt, auf die „Mikroradiographie“ aufmerksam zu machen und im Falle von Silikoseuntersuchungen auf die praktische Bedeutung für die Diagnostik hinzuweisen, wobei wir vorschlagen, das Verfahren besser als Mikro- oder Historöntgenographie zu bezeichnen, um Irrtümer mit der Auto-„Radiographie“ zu vermeiden, während die Bezeichnung Röntgenmikroskopie (KIRKPATRICK) den Untersuchungen mit dem Röntgenmikroskop vorbehalten werden sollte. Über das Ergebnis weiterer Untersuchungen wird berichtet werden.

Summary

It is pointed out to the difficulties of the localization of quartz dust in the tissues, the identification of which and the clarification of pathogenicity of the silicosis as well as of the diagnosis and of the expert opinion. As quartz does not permit a histochemical reaction the localization and identification of the quartz dust was tried by contact microradiography of histological sections.

On the basis of a series of photos of the same lung-sections with silicosis knots in *Durchlichtmikroskop* and with microradiography the interstitial tissues of the lungs as well as in the sphere of tylosis are shown first of all in the surrounding of absorbing rays which apparently seem to be little parts of quartz. In a case of apatitsilicosis and at the same time with the existence of calcium which likewise effects absorbing it is shown that calcium will be dissolved out of this section by weak hydrochloric acid so that only the not soluble dust parts are to be proved. At ossiferous silicosis knots the bone cells are shown up well. The cristal parts are accumulated on the connective tissue fiber. Their identifi-

cation as quartz will still be made "per exclusionem". Should the tendency to "monochromatical"—X-rays lead to a result then an elementary analysis will be possible as well as it is just now possible to carry out a determination of the dry weight of tissue out of the density of dark portions. This procedure promises new valuable results on other fields of research of the pathology and of the legal medicine.

Literatur

- in chronologischer Reihenfolge (mit Ausschluß der Anwendung des Verfahrens in der Technik)
- 1913: GOBY, P.: C. R. Acad. Sci. (Paris) **156**, 686.
 1936: LAMARQUE, P.: l'Historadiographie. Presse méd. 478.
 1939: ARDENNE, M. v.: Zur Leistungsfähigkeit des Elektronen-Schattenmikroskopes und über ein Röntgenstrahlenmikroskop. Naturwiss. **27**, 485.
 1940: ARDENNE, M. v.: Elektronen-Übermikroskopie, S. 72. Berlin: Springer.
 1942: TURCHINI, J.: Un nouveau moyen d'investigation physique appliquée à l'histologie: La radiographie histologique. Schweiz. Z. Path. **5**, 137—149.
 1946: KOPP, C., u. G. MÖLLENSTEDT: Feinkornemulsion für Radiographie. Optik **1**, 327. — ENGSTRÖM, A.: Quantitative micro- and histochemical elementary analysis by röntgen absorption spectrography. Acta radiol. (Stockh.) Suppl. 63.
 1947: ENGSTRÖM, A., and B. LINDSTRÖM: The photographic action of X-rays of wave-lengths 2,5—25 Å. Experientia (Basel) **3**, Nr 10. — Histochemical analysis by X-rays of long wave-lengths. Experientia (Basel) **3**, 191. — ENGSTRÖM, A.: A new differential X-ray absorption method for elementary chemical analysis. Rev. sci. Instrum. **18**, 681—682.
 1948: KIRKPATRICK, P., and A.V. BAER: Formation of optical images by X-rays. J. Optical Soc. Amer. **38**, 766.
 1949: KIRKPATRICK, P.: X-rays images by refractive focusing. J. opt. Soc. Amer. **39**, 796. — ENGSTRÖM, A.: Microradiography. Acta radiol. (Stockh.) **31**, 503. — ENGSTRÖM, A., and B. LINDSTRÖM: A new method for determining the weight of cellular structures. Nature (Lond.) **163**, 563.
 1950: ENGSTRÖM, A., and R. AMPRINO: X-ray diffraction and X-ray absorption studies of immobilized bones. Experientia (Basel) **6**, 267. — MITCHELL, G. A. G.: Microradiographic demonstration of tissues treated by metallic impregnation. Dep. of Anat., Univ. Manchester. Nature (Lond.) **165**, 429—430.
 1951: COSSLETT, V. E., and W. C. NIXON: X-ray shadow microscope. Nature (Lond.) **168**, 24. — ENGSTRÖM, A., and B. LINDSTRÖM: The properties of fine-grained photographic emulsions used for microradiography. Acta radiol. (Stockh.) **33**, 33 bis 44. — ENGSTRÖM, A.: Stereomicroradiography. Acta radiol. (Stockh.) **36**, 305 bis 310. — GLICK, D., A. ENGSTRÖM and B. G. MALMSTRÖM: A critical evaluation of quantitative histo and cytochemical microscopic techniques. Science **114**, 253—258. — ENGSTRÖM, A.: Note on the cytochemical analysis of elements by röntgen-rays. Acta radiol. (Stockh.) **36**, 393—396. — TIRMAN, WALLACE S., CHARLES E. CAYLOR, HARRY W. BANKER and TRUMAN E. CAYLOR: Microradiography. Radiology **57**, 70—80.
 1952: ENGSTRÖM, A.: Microradiography and micro X-ray diffraction, transactions of instr. and measurements conference. Stockholm. — LINDSTRÖM, B.: The accuracy of cytologic mass determination by röntgen absorption. Acta radiol. (Stockh.) **38**, 355—360. — BRATTGARD, S. O., and H. HYDEN: Mass, Lipids, pentose nucleoproteins and proteins determined in nerve cells by X-ray microradiography. Acta radiol. (Stockh.) Suppl. 94. — ENGSTRÖM, A.: X-ray absorption

methods in histochemistry. *Lab. Invest.* **1**, 278—285. — Das Röntgenmikroskop. *Nord. Med.* **47**, 126—129. — ANIANSÖN, G., and NAFTALI STEIGER: Microradiography with alpha rays. *Nature (Lond.)* **170**, 201—202.

1953: ENGSTRÖM, A.: X-ray methods in histochemistry. *Embryol. exp. Morph.* **1**, 307—311. — X-ray methods in histochemistry. *Physiol. Rev.* **35**, 190. — CLEMMONS, J. J., and M. H. APRISON: An improved historadiographic apparatus. *Rev. Sci. Instrum.* **24**, 444. — BELLMANN, S.: Microangiography. *Acta radiol. (Stockh.) Suppl.* **102**. — BELLMANN, S., E. BLOCK and E. ODEBLAD: A microradiography study of the minute ovarian blood vessels in albino rats. *Brit. J. Radiol.* **26**, 584. — CARLSTRÖM, D., B. ENGFELDT, A. ENGSTRÖM and N. RINGERTZ: Studies on the chemical composition of normal and abnormal blood vessels walls. I Chemical nature of vascular calcified deposits. *Lab. Invest.* **2**, 325. — LINDSTRÖM, B.: The reference system and its influence on the accuracy of cytological mass determination by X-rays. *Biochim. biophys. Acta* **10**, 186. — DAVIES, H. G., A. ENGSTRÖM and B. LINDSTRÖM: A comparison between the X-ray absorption and optical interference methods for the mass determination of biological structures. *Nature (Lond.)* **172**, 1041. — ENGSTRÖM, A., and B. ENGFELDT: Lamellar structure of osteons demonstrated by microradiography. *Experientia (Basel)* **9**, 19. — ENGSTRÖM, A., and J. B. FINEAN: Micro X-ray diffraction in histochemistry. *Exp. Cell Res.* **4**, 484—486. — ENGSTRÖM, A.: X-ray methods in histochemistry. *Physiol. Uev.* **33**, 190—201.

1954: A symposium on microradiography and autoradiography. *Nature (Lond.)* **173**, 378. — ENGFELDT, B., A. ENGSTRÖM and H. BOSTRÖM: The localisation of radiosulfate in bone tissue. *Exp. Cell Res.* **6**, 251—253. — ENGFELDT, B.: Biophysical studies on bone tissue. *Cancer* **7**, 815. — BOHATIRCHUK, F.: Some microradiographical data on bone ageing. *Brit. J. Radiol.* **27**, 177. — LANGE, J. W.: The distribution of the components in the plant cell-wall. Thesis, Stockholm. — COMBEÉ, B., and A. ENGSTRÖM: A new device for microradiography and a simplified technique for the determination of the mass of cytological structures. *Biochim. biophys. Acta* **14**, 432.

1955: ENGSTRÖM, A., S. BELLMANN and B. ENGFELDT: Microradiography. *Brit. J. Radiol.* **28**, 517—532. — NIXON, W. C., and V. E. COSSLETT: Microradiography. *Brit. J. Radiol.* **28**, 532—536. — COMBEÉ, B., J. HOUTMAN and A. RECOURT: Microradiography. *Brit. J. Radiol.* **28**, 537—542.

1956: ORLANDINI, I., e R. STARCICH: Studio microradiografico delle alterazioni ossee nel morbo di Hodgkin. *G. Clin. med.* **37**, 69—101. — MOSLEY, V. M., D. B. SCOTT and RALPH W. G. WYCKOFF: X-ray microscopy of thin tissue sections. *Science* **683**—684.

1957: ENGSTRÖM, A., and B. LUNDBERG: A simple midget X-ray tube for high resolution microradiography. *Exp. Cell Res.* **12**, 198—200. — BOHATIRCHUK, F. P.: Stain historadiography. *Stain Technol.* **32**, 64—74. — COMBEÉ, B., and A. RECOURT: A simple apparatus for contact microradiography between 1.5 and 5 kV. *Philips Techn. Rev. No 7—8*. — ENGSTRÖM, A., B. LUNDBERG and G. BERGENDAHL: High resolution microradiography with ultrasoft X-rays. *J. Ultrastructure Res.* **1**, 147—157. — HOLMSTRAND, KAJ: Biophysical investigations of bone transplants and bone implants. *Acta orthop. scand. Suppl. Nr XXVI*.

1958: BREITENECKER, L.: Zur Diagnose der Silikose. Sichere Arbeit H. 3, 28 (1958). — BREITENECKER, L.: Historöntgenographische Untersuchungen bei Silikose. *Wien. klin. Wschr.* **70**, 998 (1958). *Sitzungsber. der Path. Anatomen Wiens v.* **28**. 10. 58.

Prof. Dr. LEOPOLD BREITENECKER,
Institut für gerichtliche Medizin der Universität Wien