

(Aus dem Pathologischen und Bakteriologischen Institut der Hauptstadt Hannover
[Ärztl. Leiter: Professor Dr. Martin Nordmann].)

Die Staublunge der Kieselgurarbeiter¹.

Von
Martin Nordmann.

Mit 7 Abbildungen (12 Einzelbilder) im Text.

(Eingegangen am 5. März 1943.)

Die Bearbeitung der Kieselgur wirbelt wegen der weichen Beschaffenheit des Gesteins große Mengen von Staub auf. Da ihr wichtigster Bestandteil die formenreichen Diatomeen und chemisch amorphe Kiesel säure darstellt, kann es für den Sachverständigen keine Überraschung bedeuten, wenn Pneumokoniosen bei Kieselgurarbeitern zur Beobachtung gelangen. Und doch gehört die Entdeckung einer derartigen Berufsschädigung der Kieselgurarbeiter erst den letzten Jahren an. Noch 1935 schrieb *Beintker*, daß er trotz eigens darauf gerichteter Aufmerksamkeit und trotz Untersuchungen mit Röntgenbildern bei den Arbeitern der Kieselgurbetriebe in der Lüneburger Heide keine charakteristischen Veränderungen habe feststellen können. Seine Arbeit schließt mit den Worten ab, daß eine Staublunge nach Einatmung von Kieselgurstaub beim Menschen noch nicht beobachtet worden sei. Wir müssen auf die wichtigen wissenschaftlichen Ergebnisse der Tierversuche, die *Beintker* seiner Zeit angestellt hat, noch unten weiter eingehen. Aber, soweit wir das Schrifttum übersehen, gibt es eine gewerbehygienische Studie von *Legge* und *Rosenkrantz* in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über klinische Beobachtungen aus dem Jahre 1932 über Pneumokoniosen in einer Kieselgurgrube in Kalifornien. Sie fanden unter 108 Männern 60mal eine Silicosis leichten Grades, 15mal mittleren und 6mal schweren Grades. Anatomische Befunde werden allerdings nicht mitgeteilt. Ich wurde durch den Gewerbeärzt unseres Regierungsbezirkes, Herrn Obermedizinalrat Dr. *Nuck* auf die Existenz der Kieselgurbetriebe in meinem Arbeitsbereich in Hannover schon früh hingewiesen und habe es auch ihm zu verdanken, daß ich das hier vorgelegte Material untersuchen konnte. *Nuck* hat in jahrelangen Studien und Untersuchungen in den Kieselgurbetrieben der Lüneburger Heide festgestellt, daß dort Staublungen vorkommen, die röntgenologisch die größte Ähnlichkeit mit einer gewöhnlichen Silikose besitzen. *Nuck* wird seine Feststellungen in einer besonderen Studie zusammenfassen, so daß wir alle die den Gewerbeärzt besonders interessierenden Angaben hier vorfinden werden. Da aber

¹ Herrn Professor Dr. A. Dietrich zum 70. Geburtstag gewidmet.

meine Publikation im Einverständnis mit *Nuck* selbständig erfolgt und ihre Veröffentlichung der seinen vorausgehen wird, ist es notwendig, ganz kurz einige wichtige Eigentümlichkeiten der Betriebe zu skizzieren.

Die in Frage kommende Kieselgurgewinnung und -verarbeitung läßt sich in mehrere Arbeitsgänge unterteilen. Die Kieselgur wird in offenen Gruben gewonnen, wo sie als weicher grüner Stein gebrochen wird. Sie wird alsdann zum Trocknen auf großen Planen ausgebreitet, wobei sie, ähnlich wie Heu, öfter gewendet werden muß. Aus dieser Schilderung geht schon hervor, daß die Kieselgur ziemlich naß aus der Grube herauskommt und erst getrocknet werden muß, daß also bei der eigentlichen Gewinnung der Kieselgur kein nennenswerter Staub entsteht, wohl aber beim Trocknen. Hierbei kommt es sehr wohl an heißen und vielleicht etwas windigen Tagen, also bei gutem Trockenwetter, zu beträchtlicher Staubentwicklung. Immerhin vollzieht sich diese Staubentwicklung im Freien, ist also wohl für die Arbeiter nicht besonders gefährlich. In den meisten Fällen liegen weit von diesen Kieselgurwerken entfernt, die Stätten der weiteren Verarbeitung. An diesen Stellen wird die Kieselgur auf allen möglichen Transportmitteln in Säcken zusammengefahren, was einen erheblichen Staub beim Verladen verursacht.

Die weitere Verarbeitung der Kieselgur vollzieht sich im Meiler und in der Mühle. Im Meiler wird die Kieselgur geglüht und wechselt ihre Farbe von schmutzig lichtgrün in lichtes kakaorot. In der Mühle wird die Kieselgur zu Staub gemahlen und kann nach diesem Prozeß wohl als Pulver angesprochen werden. Während die Bearbeitung im Meiler völlig staubfrei ist, macht die Mühle naturgemäß eine erhebliche Staubentwicklung. Nach diesem Prozeß liegen die für verschiedene Industrien wichtigen Fabrikate einer gebrannten und gemahlenden Kieselgur vor, die von ihrem ursprünglichen Sandgehalt noch nichts eingebüßt hat.

Dieser Sandgehalt wird im Durchschnitt mit 20% angegeben, jedoch wechselt er in den einzelnen Werken und Betrieben. Diese Sandbeimischung besteht aus hochprozentigem Quarz in verschiedener Körnchengröße, der bei allen bisher staubigen Vorgängen mit auffliegen dürfte, also beim Trocknen und Mahlen der Kieselgur. Eine besonders hochgeschätzte Kieselgurverarbeitung besteht noch im sog. Windsichten, d. h. die Kieselgur wird durch Zugluft abblasen und die leicht auffliegende, aus kleinsten Teilchen bestehende Kieselgur von der zu Boden sinkenden schweren Kieselgur und von dem größten Teil des Sandes getrennt. Diese windgesichtete Kieselgur hat etwa einen Sandgehalt von 2% und staubt sehr stark. Allerdings wird die gesichtete Gur in großen Behältern aufgefängen, deren Entleeren in Säcke dennoch eine staubgesättigte Arbeitsluft erzeugt.

Bei all diesen Prozessen fällt eine Staubgur aus, d. h. ein in der Industrie nicht verwerteter Abfall, der, wie der Name sagt, auch staubt.

Es gibt noch weitere Arten der Kieselgur, so z. B. eine windgesichtete und nochmals geglühte Kieselgur, ein besonders poröses Produkt von weißer Farbe, das sehr fest aneinanderhaftet und kaum staubt, ja, auch in unserer Staubmaschine nicht einmal zu einer Staubentwicklung zu bringen war. Diese als Filter verwertbare Kieselgur kann also auch für die Arbeiter als wenig gefährlich bezeichnet werden. Bei dem nochmaligen Glühen erleidet die Kieselgur nach den mikroskopischen Befunden eine gewisse Zusammensinterung und Zusammenballung, d. h. ein Teil ihrer Struktur ist zerstört und die amorphe Kieselsäure, wenn auch nur zu einem kleinen Teil, in krystallinische Kieselsäure umgewandelt.

Nach diesen kurzen Andeutungen drohen also dem Arbeiter besonders beim Mahlen und Sichten der Kieselgur Gefahren von seiten des Staubes. Er muß damit rechnen, sowohl quarzreiche als auch quarzarme Kieselgur in die Atemluft zu bekommen.

Schließlich seien noch die Betriebe genannt, in denen die Kieselgur bereits verwertet wird. Hier ist vor allem die Herstellung von Isoliermaterial als Wärmeschutz hervorzuheben, wobei Kieselgur mit Asbest und anderem Material (vgl. u.) gemischt wird. Dabei kommt die einfache geglühte und gemahlene Kieselgur zur Anwendung, die bei der Mischung sehr wohl beträchtlich staubt. Dieser Staub mischt sich mit dem des aufgekrempten Asbestes und gewinnt dadurch eine doppelte Schädlichkeit für die menschliche Lunge.

Die vorstehende und manche weiter unten genannten Angaben verdanke ich Herrn Direktor *Philippi* von den Vereinigten Kieselgurwerken Hannover, der unsere Feststellungen stets mit großem Interesse verfolgt hat und sich auch für die sanitären Maßnahmen seiner Werke einsetzt und unsere weiteren experimentellen Arbeiten fördert.

Wenn bislang nicht schon lange mit der radikalen Entstaubung der Betriebe begonnen worden war, so kam es wohl daher, daß krankhafte Folgeerscheinungen bei den Arbeitern tatsächlich noch nicht erhoben worden waren, ja, man lebte sogar in der Illusion, daß Kieselgur die Tuberkulose der Lunge günstig beeinflußte, wie man es früher auch von der Kieselsäure annahm. Wir verweisen besonders auf *Beintkers* Feststellungen, die ja nicht etwa auf flüchtiger Beobachtung beruhen. Der Grund dafür ist auch von *Nuck* sehr bald entdeckt worden, die Kieselgurbetriebe rekrutierten als Saisonbetriebe ihre Arbeiterschaft lange Jahre hindurch aus Wanderburschen und Gelegenheitsarbeitern, so daß in der Tat in den einzelnen Betrieben kaum Leute vorhanden waren, die eine Reihe von Jahren der Arbeit treu geblieben waren. Sie ist ja wegen des Staubes der Betriebe tatsächlich wenig einladend. Erst in letzter Zeit sind auch seßhafte Arbeiter in den Kieselgurbetrieben vorhanden, von denen einige schon mehrere Jahre lang dort arbeiten. An ihnen ist es denn auch alsbald gelungen, klinische, subjektive und objektive Anzeichen einer Staublunge zu erhalten.

Nuck hat mich zu der Besichtigung einer Kieselgurmühle eingeladen. Dieser Besuch hat mich bestärkt, sobald wie möglich die anatomischen Befunde der verstorbenen Arbeiter zu publizieren, weil ich mich persönlich davon überzeugen mußte, daß die Staubentwicklung gewaltig ist und daß die bisherigen Schutzmaßnahmen völlig ungenügend sind. Seinerzeit waren in Vorschlag gebrachte Gasmasken nur für einen Teil der Arbeiter vorhanden und lagen auf der Schreibstube, weil die Arbeiter diese Art des Schutzes ablehnten. Ich hatte selbst den Eindruck, daß das Tragen, Werfen, Schleudern und Ausschütten der staubigen Säcke mit einer Gasmaske auf die Dauer nicht gut durchgeführt werden kann. Über die notwendigen und inzwischen eingeleiteten sanitären Maßnahmen wird jedoch *Nuck* ausführlich berichten.

Das bei der Arbeit eingeatmete Material besteht also aus den Diatomeen, dem eigentlichen brauchbaren Stoff, und Sand. Es ist also wohl möglich, daß alleine der Sand, der erst durch das Sichten entfernt werden soll, für die Entstehung der Silicose beschuldigt werden müßte, denn es war ja schon gesagt, daß die Röntgenbilder der Lungen eine weitgehende Ähnlichkeit mit der echten Silicose besaßen. Auf der anderen Seite hätte man eine spezifische, der Kieselgur eigentümliche Staublunge erwarten können, haben wir doch im Asbest ein Beispiel dafür, daß ein Silicat mit eigentümlichen mineralischen Strukturen nach eigenen Gesetzen Körperreaktionen auslöst und einen ganz eigenen Typ der Lungenfibrose hervorruft, der sich sehr deutlich von der Silicosis unterscheidet. Es wäre also denkbar gewesen, daß auch die eigentümlichen Strukturen der Diatomeen besondere Eigentümlichkeiten bei der Koniose der Lungen herbeiführen würden. Die Kieselgur hat bekanntlich eine sehr interessante Struktur, die durch die Formenfülle der Diatomeen hervorgerufen wird. Die einzelnen Kieselgurerden unterscheiden sich makroskopisch und dementsprechend mikroskopisch durch ihre einzelnen Eigenschaften. Da wir unsere Beobachtungen in der Lüneburger

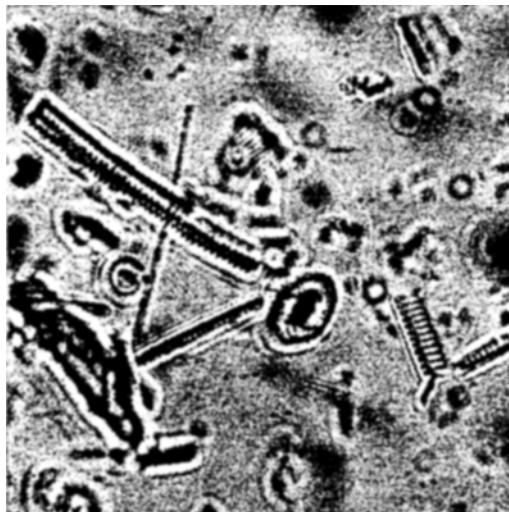


Abb. 1. Kieselgur aus der Lüneburger Heide, gemahlen, doppelt geglättet, windgesichtet. Zahlreiche Diatomeenformen und Zusammenschmelzungen, darunter fadenförmige Gebilde.

Heide gemacht haben, haben wir uns nur mit der heimischen Kieselgur befaßt und die hier vorkommenden Formen, unter denen etwa 10 verschiedene am meisten wiederkehren, in ständigem Vergleich des Produktes mit unseren Lungenbefunden studiert. Dabei hat sich als besonders wichtig herausgestellt, sich auch mit denjenigen Formen vertraut zu machen, die durch Zertrümmerung der Kieselgur beim Mahlen entstehen, bis zu den zierlichsten Eierstäben und Fäden, um diese Gebilde in der Lunge wieder zu erkennen. Hiermit kommen wir noch einmal auf die Studie von *Beintker* zurück. Er hat Kaninchen dem Kieselgurstaub ausgesetzt und mikro-anatomische Untersuchungen der Lunge nach Wochen, Monaten, längstens 20 Monaten ausgeführt. Er hat in den Lungen die Diatomeen wiedergefunden und an ihnen keine Abbauerscheinungen feststellen können, solange er auch beobachtete. Ein Präparat seiner Untersuchungen habe ich bei Professor *Beger*, Hannover einsehen können und mich von der massenhaften Einatmung von Diatomeen überzeugen können. Obwohl es sich bei *Beintker* in einem Teil seiner Versuche um eine Kieselgur gehandelt hat, die bereits einen Teil ihrer technischen Verarbeitung hinter sich hatte, also verhältnismäßig sandarm gewesen sein mag, hat *Beintker* in späteren Monaten der Beobachtung Resorptionsgranulome in den Lungen festgestellt und auch bindegewebige Verdichtungen in der Lunge gefunden, die ihn sehr an die echten Silicosisknötchen des Menschen erinnert haben. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung war also bei der Einatmung der Kieselgur eine ähnliche Entwicklung wie bei der Silicosis der Bergarbeiter im Experiment angebahnt. Aber auch *Beintker* kann keine Entscheidung treffen, ob die Veränderungen auf den beigemischten Quarz oder auf die eigentlichen Diatomeen zurückzuführen sind. Er hat versucht, auf röntgenologischem Wege sich von der Reinheit der von ihm angewandten Kieselgur zu überzeugen und ist zu dem Ergebnis gelangt, daß beide ihm zur Verfügung stehenden Arten — Kieselgur technisch und Kieselgur rein — auf Quarz verdächtige lichtbrechende Ringe erkennen ließen. Obwohl er Abbauerscheinungen an der Kieselgur in seinen Tierversuchen vermißt hat, mißt er ihr dennoch ätiologisch für die Knötchenbildung Bedeutung bei.

Es muß eingeräumt werden, daß die Beobachtung einer Silicosis bei den Kieselgurarbeitern an sich wichtig genug ist, um die volle Aufmerksamkeit der Gewerbehygieniker hervorzurufen. Und es ist für diese Frage nicht von Belang, ob die Diatomeen oder der Sand die Steinstaublunge erzeugen, denn das naturgegebene Produkt der abgebauten Erde staubt und macht krank. Aber die großen Unterschiede zwischen einer Fibrosis der Asbestarbeiter und einer gewöhnlichen Silicosis erregen das größte Interesse nach Besonderheiten der Kieselgurlunge sogar in praktischer Beziehung. Wir wissen, daß ein Teil der Asbestarbeiter einen primären Lungenkrebs (*Nordmann*) erleidet, daß aber Silicosis im

allgemeinen keinen Lungenkrebs nach sich zieht. Es ist deshalb wichtig, die Staublunge der Kieselgurarbeiter zu kennen, um gegebenenfalls auf weitere Folgeerscheinungen der Erkrankungen gefaßt zu sein.

Mit diesen Fragen sind wir an die anatomischen Untersuchungen unserer Kieselgurgeschädigten herangetreten.

In Tabelle Nr. 1 ist das vorgelegte Untersuchungsgut in Stichworte zusammengefaßt, wir beginnen etwa in der Reihenfolge, wie uns die Fälle in die Hand fielen, mit der

1. Reihe, anatomische Befunde nach mittlerer Arbeitsdauer und langfristigem Abstand zwischen der letzten Staubarbeit und dem Tod.

Fall 1. 317/41. Unsere erste Beobachtung machten wir an einem 61jährigen Arbeiter, dessen Berufsanamnese vollständig bekannt ist. Er arbeitete nach der Schule in der Landwirtschaft, dann an der Bahn, dann in einer Holzschneidemühle,

Tabelle 1.

Nr.	Name, Alter, Sektions- Nr.	Dauer der Arbeit im Kieselgur- betrieb Jahre	Erste Krankheits- erscheinungen nach Beginn der Staubarbeit	Anatomischer Befund	Zeit zwischen letzter Staubarbeit und Tod Jahre
1. Reihe.					
1	P. 61 J. 317/41	4—6	im 4. Jahre	Silicosis III. Grades	9
2	St. 42 J. 142/42	7	im 7. Jahre	Silicosis III. Grades	5
2. Reihe.					
3	J. 57 J. 452/41	2	im 2. Jahre	Silicosis I. Grades Myokardschaden	1
4	K. 47 J. 451/41	1 ³ / ₄	im 2. Jahre	Silicosis I. Grades, käsige Pneumonie	2
3. Reihe.					
5	W. 37 J. 578/41	15	im 12. Jahre	Silicosis III. Grades, Asbestosis und Tuberkulose	3
6	H. 62 J. 766/41	16	im 13. Jahre	Silicosis III. Grades, Asbestosis und Tuberkulose	3

in einer Stuhlfabrik und in einem Kalischacht. Im Weltkrieg war er Soldat und bis 1920 im Wachdienst. Im Alter von 40 Jahren finden wir ihn $\frac{1}{2}$ Jahr als Steinträger in Oberhausen und dann wieder in der Landwirtschaft. In der Zeit von 1926 bis 1931 war er in einer Kieselgurmühle, entweder 4 oder 6 Jahre tätig. Nach dieser Zeit hat er nicht mehr gearbeitet, so daß er 9 Jahre nach dem Verlassen der Kieselgurmühle starb. 7 Jahre vor seinem Tode wurde er lungenkrank, 4 Jahre vor seinem Tode zeigte die Röntgenaufnahme Verschattungen in den Mittelfeldern und Streifen und Flecken und eine netzförmige Schattenbildung im rechten Unterfeld. Zu dieser

Zeit wurde zum erstenmal die Diagnose auf schwere Steinstaublunge gestellt. 2 Jahre vor dem Tode erkannte man massive Schatten von 2—3 cm Ø im linken Obergeschoß und auf der anderen Seite Höhlenbildung. Dementsprechend hatten sich auch die klinischen Erscheinungen verstärkt.

Bei der Leichenöffnung des P. fand sich eine grobschwilige Verdichtung beider Lungen mit narbigen Einziehungen des Lungenfelles, mit Verwachsungen der Rippenwand und dem Zwerchfell, die rechts mantel- und links strangförmigen Charakter hatten. In den Unterlappen stellenweise eine feinknotige Verhärtung des Lungengewebes. Ferner bestand eine diffuse bräunliche Verdichtung des Lungengewebes und eine sehr starke Blähung der vorderen Abschnitte der Lungen mit einer gänseigroßen Emphysemblase im Bereich der rechten Lungenspitze. Die rechte Herzkammer war ungewöhnlich stark erweitert und verdickt, das rechte Herzohr thrombosiert, die rechtsseitige Lungenarterie unvollständig durch einen etwas älteren Blutpfropf ausgefüllt.

Weichteile und innere Organe zeigten Ödeme und Ergüsse bzw. eine chronische Blutstauung mit Verhärtung der Organe. An Nebenbefunden bestanden ein Magenkrebs in allen Wandschichten des Organs und eine alte Verödung des Wurmfortsatzes.

Nach diesem Sektionsbefunde konnte die klinische Diagnose einer Staublunge ohne weiteres bestätigt werden.

Mikroskopische Untersuchungen: Die Magenwand enthält eine atypische Epithelneubildung in allen Wandschichten in Form unregelmäßig aufgebauter und angeordneter Drüsenschläuche.

Die Leber zeigte eine Erweiterung der zentral gelegenen Capillaren und eine Verkleinerung und feintropfige Verfettung der ihnen anliegenden Leberzellen. Derselbe Befund befand sich entlang sog. Stauungsstraßen.

Die Milz zeigte eine erhebliche Überfüllung ihrer Bluträume mit roten Blutkörperchen und eine mäßige Verdichtung der Strombahnwände.

Der Herzmuskel zeigte links eine diffuse, feintropfige Verfettung aller Herzmuselfasern, rechts eine feintropfige Verfettung in zahlreichen Bezirken.

Die Lungen wurden an zahlreichen Stellen der Ober- und Unterlappen untersucht. Dabei konnte in allen Gebieten mit der entsprechenden Abwechslung in der Dichte, der Befund der gewöhnlichen Silicosis erhoben werden. Es handelte sich also um eine ausgedehnte Schwienbildung, in welcher auch Arterien bindgewebig verödet waren und in denen sich geradezu massenhaft die üblichen Staubteilchen fanden. Es handelte sich also um eine Silicosis, die sich eigentlich von einer gewöhnlichen Steinstaublunge nicht unterschied.

Zunächst vermißte man massenweise Kieselgurteilchen, wie sie bei experimenteller Einatmung in Tierlungen von *Beintker* gefunden worden waren. Dafür fielen als erstes eine Reihe sehr eigenartiger Fremdkörper ins Auge.

In unsystematischer Verteilung, jedoch innerhalb oder in der Nähe alter Steinstaubschwielchen, fanden sich braungefärbte Schollen von der Farbe und Größe des üblichen Hämosiderins. Sie waren auch in der Eisenreaktion positiv. An einzelnen Stellen lagen sie um fadenförmige Achsen von beträchtlicher Länge und erinnerten auf den ersten Blick an die sog. Asbestosiskörperchen. In einigen Fällen waren statt der

stangenartigen Hämosiderinschollen glatte Hülsen von Zylinder- oder Keulenform gebildet. Man konnte auch bei ihnen, ganz ähnlich wie bei den Asbestosiskörperchen, eine zentral gelegene, lichte Achse erkennen. Die Oberfläche dieser Körperchen konnte auch regelmäßig verteilte kleine Höcker aufweisen, so daß morgensternartige Figuren zutage traten. Die bisher beschriebenen Bilder fanden sich entweder einzeln oder in Gruppen zu mehreren, aber nirgends in größerer Menge. Im übrigen waren massenhaft eisenhaltige Blutpigmente zumal in die Steinstaubschwielen eingeschlossen. Auch dabei waren zuweilen eigenartige

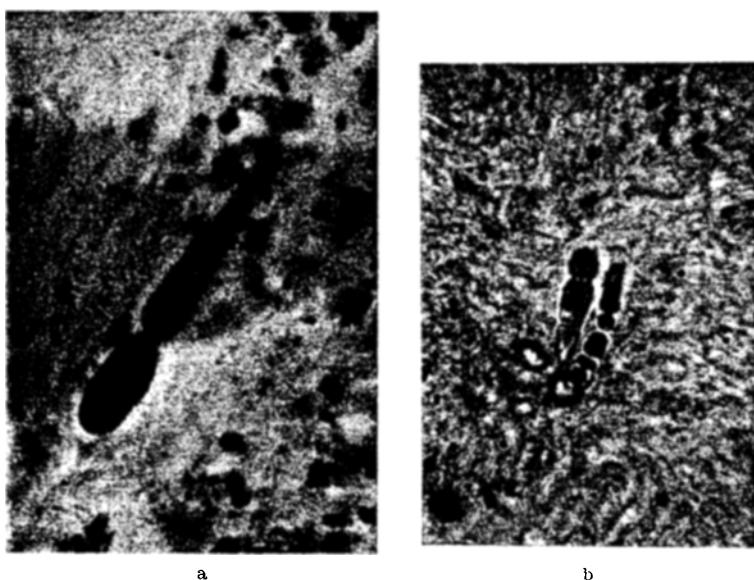


Abb. 2 a und b. a Pseudoasbestosiskörperchen in der Lunge von Fall 1.
b Pseudoasbestosiskörperchen in der Lunge von Fall 1.

Figuren gebildet, so daß man sehr wohl geriffelte Hülsen oder auch konzentrisch geschichtete Kugeln durch die braune Hülle erkennen konnte. Bei derartigen Gebilden befindet man sich auf der Grenze, wo eine einfache Hämosiderinablagerung nicht mehr abgegrenzt werden kann. Erst nach mühevolltem Suchen mit der Ölimmersion entdeckten wir spärliche Kieselgurteilchen, abgebrochenen Kämmen vergleichbar, mit deutlich hoher Lichtbrechung und angenagten Rändern. Ähnliche Befunde zeigten sich auch in den regionären Lymphknoten am Lungenhilus. Im übrigen lassen die Lungen an den weniger verstaubten Teilen ein mächtiges Emphysem erkennen. Tuberkulose ist nirgends feststellbar gewesen.

Da neben der Steinstaublunge noch ein Magenkrebs vorhanden war, mußte gutachtlich auseinandergesetzt werden, welchem dieser beiden Leiden als Todesursache der Vorrang gebührt.

Auf Grund der makroskopischen und mikroskopischen Befunde ergab sich folgende Stellungnahme:

1. Der Magenkrebs ist noch verhältnismäßig frisch. Er hat weder zu Tochterbildungen Veranlassung gegeben, noch zu einer erheblichen Blutarmut, noch zu allgemeiner Abmagerung. Dagegen zeigten die inneren Organe Zeichen einer allgemeinen chronischen Blutstauung, das Herz die chronische Überbelastung der rechten Kammer infolge der durch Steinstaubeinatmung stark eingeengten Lunge. So erscheint der Magenkrebs nicht als Todesursache, ja, kaum als beschleunigender Faktor, denn Herz und Lunge waren an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt und ihr Zustand nicht mehr mit weiterem Leben vereinbar. Tatsächlich ist also der Verstorbene an seiner Silicosis zugrunde gegangen.

2. Die Silicosis ist erworben in einem Kieselgurbetrieb im Laufe von vierjähriger Arbeit. Die Vermengung des Rohmaterials mit Sand lassen eine Trennung von den Folgeerscheinungen der Quarzeinatmung und der Kieselgureinatmung nicht zu. Jedoch zeigen die Lungen die Spuren der Kieselguratmung an, entweder in spärlichen Trümmern von Infusorienskeletten oder eingehüllten lichtbrechenden Fäden und Zapfen, die im einzelnen Beispiel dem Asbestosiskörperchen zum Verwechseln ähnlich sehen.

Durch unsere erste Beobachtung war eine Reihe von Fragen nach der Steinstaublunge der Arbeiter in Kieselgurbetrieben beantwortet und neu aufgeworfen. Zunächst stellte der Fall mit seinen klinischen und anatomischen Befunden außer jeden Zweifel, daß der Erwerb einer Silicosis 3. Grades in Kieselgurbetrieben möglich ist. Diese Silicosis kann als solche ohne weiteres im anatomischen Präparat nach ihren makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen erkannt werden, trägt also alle wesentlichen Züge der banalen Silicosis. Wir haben also bei der Kieselgurstaublunge nicht die Möglichkeit, bereits aus den makroskopischen Veränderungen der Lunge die Diagnose zu stellen, wie das bei der Asbestosis möglich ist und da in dem verarbeiteten Rohstoff Sand enthalten ist, ist die Frage nach der Rolle der Kieselgur bei der Entstehung der Schwielen überhaupt nicht direkt zu beantworten.

Die mikroskopische Untersuchung der Lungen und Lymphknoten hat nun bemerkenswerterweise neben den Befunden der einfachen Staublunge, wenn auch nur in sehr spärlicher Weise, Kieselgur erkennen lassen. Es ist allerdings so wenig, daß man sich nicht vorstellen konnte, daß niemals mehr durch Einatmung in der Lunge vorhanden gewesen sein sollte. Alles das, was *Beintker* bei seinen Versuchstieren noch nach Ablauf von Wochen und Monaten in so dicht gedrängter Fülle in der Lunge nachweisen konnte, muß also verschwunden sein, aufgesaugt, aufgelöst oder wieder ausgehustet sein. Tatsächlich machten die vorhandenen Kieselgurteile ganz den Eindruck einer in Gang befindlichen Auflösung.

Aus diesen Feststellungen geht also hervor, daß eine Kieselgurstaublunge erst nach sehr mühseliger Untersuchung, aber dann mit Sicherheit erkannt werden kann, wenigstens nach lang zurückliegender Beatmung aber noch innerhalb des ersten Jahrzehntes, soweit unsere Erfahrungen mit diesem Falle reichten.

Außer den sicheren Kieselgurteilen fanden wir allerlei inkrustierte Gebilde vor, deren abenteuerliche Figuren wir im Text des Protokolles schon angedeutet haben und bis herauf zu jenen Gebilden, die Asbestosiskörperchen zum mindesten außerordentlich ähnlich sehen. Es ergab sich also als neue Frage durch diese Beobachtungen eine Nachprüfung der Entstehung sog. Asbestosiskörperchen. Ehe wir aber auf diese Fragestellung eingehen, wollen wir unseren 2. Fall wiedergeben, der als geeignetes Gegenstück dienen kann.

Fall 2. 142/42. St. machte mit 6 Jahren eine Lungenentzündung, später eine Kinderlähmung durch und hat angeblich seitdem keine weiteren schweren Erkrankungen erlebt.

Mit dem 14. Lebensjahre lernte er 1913 ein halbes Jahr lang Glaser und war dann bis 1917 landwirtschaftlicher Arbeiter. 1917—1921 war er Soldat, zuletzt im Grenzschutz, 1921—1930 wiederum landwirtschaftlicher Arbeiter. 1930—1937 war er in einem Kieselgurwerk beschäftigt, und zwar als Arbeiter und Sichter in der Mühle und beim Verladen. Er schied aus persönlichen Gründen aus diesem Arbeitsverhältnis aus. Vom Jahre 1937 ab hat er nach den Aufzeichnungen der Allgemeinen Ortskrankenkasse wiederholt wegen Bronchitis krank gefeiert, so 64 Tage im Spätsommer und Herbst 1937 mit einer kurzen Behandlung in der Heilstätte „Erbprinzentanne“ in Clausthal-Zellerfeld, 3 Tage im Oktober 1939 und 92 Tage im ersten Vierteljahr 1940, in welcher Zeit die Anzeigen über seine Berufskrankheit, eine Staublunge, erstattet wurden.

Seit dem Abbruch seiner Arbeit bei den Kieselgurwerken im Jahre 1937 hat St. Arbeit bei einem anderen Betrieb gefunden, und zwar in frischer Luft als landwirtschaftlicher Arbeiter.

Nach der Anmeldung seiner Berufskrankheit hat er nicht mehr gearbeitet. Nunmehr setzten die erforderlichen ärztlichen Beobachtungen und Begutachtungen ein.

Jetzt, 1940, wurde er zunächst durch Dr. O. beurteilt. In dessen Gutachten wird die Arbeit in den Kieselgurwerken 1930—1937 gewürdigt. Sie vollzog sich in stark durchstaubter Luft, so daß St. immer husten müssen, ohne sich aber ernstlich krank zu fühlen. Erst im Sommer 1937, also kurz vor Beendigung seiner dortigen Arbeit, bekam er Bruststiche und Atemnot, so daß er schlapp und appetitlos wurde und an Gewicht verlor. Ärztliche Untersuchungen, auch mit Röntgenverfahren, ermittelten damals diffuse kleinfleckige Verschattung der Lungenfelder, derer wegen man ihn als Tuberkulosen zur Heilbehandlung in die Heilstätte schickte und von dort nach kurzer Untersuchung wieder entließ, weil man die Lungenerkrankung für eine Steinstaublunge hielt. Trotz des Arbeitswechsels hatten sich aber die oben genannten Beschwerden immer mehr gesteigert. Sein Arzt diagnostizierte auch 1940 eine Lungentuberkulose, obwohl Tuberkelbacillen im Sputum nicht nachgewiesen werden konnten und lehnte sogar eine Staublunge ausdrücklich ab. Auch der Gewerbeärzt Hannover (i. V. Dr. Wende) entschied sich in gleichem Sinne in Anlehnung an ein Gutachten aus Marburg, das nicht bei den Akten zu finden ist. Zwar anerkennt er silicotische Veränderungen, hält sie aber für unerheblich.

Im Januar 1941 entstehen auf Grund einer Reihe anderer Beobachtungen aus dem gleichen Arbeitsverhältnis starke Bedenken gegen diese Entscheidung, so daß auf Veranlassung des Gewerbeärztes die ärztlichen Beobachtungen wiederholt werden. Gleichzeitig sind auch bei der Berufsgenossenschaft Staublungen durch Kieselgurstaub bekannt geworden, zum Teil durch die Sektion bestätigt worden



Abb. 3. Kieselgurstaublunge des Falles 2. Schrumpfung und Verhärtung des Oberlappens und Bronchialerweiterung. Pleuraverwachsungen. Emphysem.

(Fall 1). Die neuerliche Begutachtung durch Dr. G. ist ebenfalls nicht bei den Akten, sie hat aber eine Bereitwilligkeit der Berufsgenossenschaft zur Anerkennung einer Silicosis als Berufskrankheit bei St. zur Folge. Offenbar ist das Gutachten wegen seiner grundsätzlichen Wichtigkeit an anderen Orten den Akten der Berufsgenossenschaft einverleibt.

In Zusammenfassung der Vorgeschichte ist also festzuhalten, daß St. im Alter von 43 Jahren starb. Er hat in seinem Leben stets gesunde, meist landwirtschaftliche Arbeit verrichtet mit Ausnahme von 6—7 Jahren Tätigkeit in den äußerst staubreichen Betrieben der Kieselgurwerke, und zwar vom 31.—38. Lebensjahr, so daß beim Tode die letzte Staubgefährdung 5 Jahre zurücklag.

Die Untersuchung der Leiche 7 Wochen nach dem Tode ergab eine grobknotige Schwielenbildung und starke Verwachsungen in den hinteren Abschnitten beider Oberlappen mit Einsprengung großer, grauer, steinharter Bezirke rechts, im übrigen aber symmetrischer Ausbildung. Die Unterlappen erscheinen beiderseits gebläht, das rechte Herz erweitert und stark verdickt und die inneren Organe gestaut. Die Lymphknoten im Mittelfell waren beiderseits verdickt und durch Steinstaub verhärtet und geschwärzt.

Nach Härtung der Lungen wird der makroskopische Befund erweitert: Die groben Schwielen in den Oberlappen sind schwarz bis grau gefleckt und nehmen die hinteren Abschnitte der ganzen Oberlappen ein, die entsprechend geschrumpft sind.

Im Unterlappen ist nach der Härtung die Lunge recht derb, auf der Schnittfläche uneben und etwas sandig beim Abstreichen. Die Grundfarbe ist dunkelrot, darin erkennt man in feinstter Verteilung schwarze Knötchen, die einzeln und in Gruppen zusammenstehen und nach ihrer Verteilung am meisten einer Bronchopneumonie ähneln. Wo die Lunge geschrumpft ist, sind die Bronchien erweitert.

Die mikroskopische Untersuchung der Lungen erfolgte an sehr zahlreichen Schnitten. Dabei fanden sich unter kürzester Zusammenfassung der erhobenen Befunde: dem makroskopischen Befunde entsprechende Schwielenbildungen wie bei gewöhnlicher Silicosis, also faserreiche, konzentrisch geschichtete Knoten mit hochgradig verdickten bis geschlossenen Arterien, zellreiche Granulationen zwischen den Schwielen und die Reste des Alveolargerüstes. Innerhalb der Schwielen feinkörniger Staub aus Kohle, Eisen und anderer Herkunft. Außerdem kommen in nicht sehr dichter Lagerung eigentümliche Körperchen vor, die den Asbestosiskörperchen sehr ähnlich sehen. Sie sind weniger zahlreich als im Fall 1. Einige dieser Körperchen weichen überhaupt nicht von den Asbestosiskörperchen in ihrer äußeren Form ab, andere sind wesentlich plumper und bilden Keulen, Kegel oder Pyramiden. Außerdem sind noch eine Reihe von eigentümlichen Gebilden wechselnder Gestalt, meist aber in Form von Scheiben, vorhanden, die auch aus einem hellbraunem Stoff bestehen. Verkrustungen, wie sie sonst bei exhumierten Leichen das mikroskopische Bild besonders stark stören, sind nur in ganz geringem Umfange vorhanden. Neben diesen Gebilden erscheinen bei Beobachtung mit der Olimmersion echte Kieselgurbestandteile wie im Fall 1. Auch hier imponierten sie als Bruchstücke der Kieselgur und zeigten angenagte und ausgebrochene Ränder. Übrigens hatte die Kernfärbung, insbesondere der Lungen durch den längeren Aufenthalt im Grabe keine Beeinträchtigung erfahren.

In den Lymphknoten des Mittelfelles sind Stein- und Eisenstaub in größerer Menge eingelagert, meist in den Lymphsinus. Sog. Asbestosiskörperchen wurden nicht aufgefunden, wohl aber spärlicher Kieselgurstaub.

Aus diesen Befunden ergibt sich, daß St. eine Silicosis schweren Grades, also in entschädigungspflichtigem Stadium hatte und daran starb.

Diese zweite Beobachtung einer Kieselgurstaublunge bestätigte von neuem, daß eine Silicosis 3. Grades und ohne Komplikation durch Tuberkulose in Kieselgurbetrieben erworben werden kann. Mit diesen beiden Beobachtungen erhielten die klinischen Beobachtungen Nucks am gleichen Untersuchungsgut erstmalig ihre anatomische Bestätigung und eine sichere Grundlage für die Durchführung von Entschädigungs- und Rentenverfahren und eine sehr wertvolle Waffe bei den Forderungen

nach Sanierung der Staubbetriebe. Diese Sanierung ist vielleicht das wichtigste Ergebnis der klinischen Feststellungen Nucks und der anatomischen Bestätigungen durch uns, denn die Leitung der Betriebe und auch ein großer Teil der Arbeiterschaft mißachteten die Gefahr des Staubes völlig, hauptsächlich weil ihnen noch niemals medizinische Beobachtungen in dieser Richtung bekannt geworden waren. Hierzu sei im Rückblick noch einmal darauf aufmerksam gemacht, daß die Berufsanamnese der beiden Verstorbenen lückenlos bekannt ist und daß auch die ärztlichen Beobachtungen eindeutig den Beginn der Erkrankung während der Tätigkeit im Kieselgurbetrieb gesichert haben. Es kommt also tatsächlich nur der Kieselgurstaub, wie er bei der Verarbeitung auffliegt, in Frage. Diese Feststellung ist von sehr großer Wichtigkeit, auch für unsere weiteren Schlußfolgerungen nach der Rolle des Kieselgurstaubes bei der Entstehung der Silicose.

Die Krankheitsscheinungen machen sich schon im Laufe früher Jahre bemerkbar, wie unsere Fälle lehren. Aber es muß das nicht so sein, wie wir noch aus weiteren Fällen sehen werden. Es mußte offenbar erst einmal vorkommen, daß Kieselgurarbeiter besonders früh erkrankten, ehe man bei dem ständigen Wechsel der Arbeiterschaft beweiskräftige Fälle in die Hand bekam. Es ist zwar nicht ungewöhnlich bei der Silicose, aber im ganzen betrachtet nicht häufig, daß die Steinstaublunge sich verdichtet, obwohl der staubgefährdete Betrieb gemieden wird. Das ist aber in beiden Beobachtungsfällen in Erscheinung getreten, man hat sogar den Eindruck, als wäre diese Silicose unaufhaltsam fortgeschritten. Jedenfalls werden wir uns auch dieser Beobachtung zu erinnern haben, wenn wir die Rolle der Kieselgur näher umreißen.

Die beiden Fälle zeichnen sich auch noch dadurch aus, daß sie nicht durch Tuberkulose kompliziert wurden und trotzdem sehr früh in entschädigungspflichtiger Stärke aufgetreten sind. Durch diese Umstände sind sie als Grundlage für die Kieselgurstaublunge besonders wertvoll und eindeutig. Ein kleiner Schönheitsfehler haftet dem Fall 2 wohl an, weil es sich bei ihm um eine Exhumierung handelt. Jedoch glauben wir durch eine ziemlich umfangreiche Erfahrung an exhumierten Leichen diesen Nachteil überwinden zu können. Tatsächlich war der mehrwöchige Aufenthalt im Grabe im harten Winter nicht einmal in der Lage gewesen, die Kernfärbbarkeit der Organe zu beeinträchtigen. Noch einmal sei daran erinnert, daß das verarbeitete Rohmaterial unserer Kieselgurmühle bis zu 30% Sand enthielt und eine Entscheidung besonders schwer erscheint, ob diesem Sand oder die Kieselgur die Schuld an der Steinstaublunge zuzumessen ist. Daher nehmen die Nachforschungen nach dem Verbleib der zweifellos eingeatmeten Kieselgur das Hauptinteresse in Anspruch.

Die Einzelheiten des mikroskopischen Befundes gleichen denen des Falles 1 ganz außerordentlich. Der einzige Unterschied bestand wohl

darin, daß im 2. Falle die Zahl der Asbestkörperchen geringer war als im 1. Falle. Wir können also auf Grund dieser Übereinstimmung der anatomischen Befunde beide Fälle gemeinschaftlich besprechen. Zu diesem Zwecke ordnen wir die mikroskopischen Befunde in 3 Gruppen. Wir wiederholen, daß alle Beobachtungen im Rahmen einer banalen Silicosis gemacht wurden. Von ihr sei noch weiterhin bemerkt, daß sie junge und alte Schwielen umfaßt und in ihrer anatomischen Zusammensetzung dem wirklichen Alter der Veränderungen bis zu 10 Jahren entspricht. Wir werden im folgenden daher unterscheiden können zwischen dem Schwielen Gewebe und dem erhaltenen gedehnten Gewebe der Lunge. Was wir auch immer an mikroskopischen Befunden zu erwähnen haben, spielt sich so gut wie ausschließlich in den Schwielenbezirken ab.

Der wichtigste Befund bestand in der eindeutigen Auffindung von Kieselgurelementen. Es handelte sich dabei meist um kammartige Gebilde mit 2—3 Zähnen, sehr selten einmal mehr, die eine starke Lichtbrechung zeigten, die höher war als die des umgebenden Mediums, aber geringer als beim Asbest. Diese Angabe erfolgt auf Grund der Beobachtungen, die durch Betrachtung mit der homogenen Ölimmersion bei Spiel mit der Mikrometerschraube gemacht wurden. Messungen des Brechungsindex haben wir aus besonderen Gründen dem Mineralogen Professor *Beger* von der Technischen Hochschule Hannover überlassen. Seine Mitarbeit an den Problemen der Asbestlungen und Staublungen überhaupt ist hinreichend bekannt und verbindet uns seit beinahe einem Jahrzehnt. Für die obigen Feststellungen reicht aber die Übung des Pathologischen Anatomen ohne weiteres aus, so daß die Schlußfolgerungen mit großer Sicherheit gezogen werden können, daß eine Beatmung der Lunge mit Kieselgur stattgefunden hat und noch 9 Jahre bzw. 5 Jahre nach Einatmung des letzten Kieselgurstaubes beweisbar geblieben ist. Diese Kieselgurteilchen fanden sich ausschließlich in den schwieligen Bezirken der Lunge und in den Lymphknoten des Mittelfelles. Ihre Auffindung war sehr mühsam, denn in der üblichen Schnittgröße unserer anatomischen Präparate befanden sich jeweils nur 2—3 solcher Figuren. Nach allem, was bisher über die Kieselgur bekannt ist und was man sich auch gar nicht anders vorstellen kann nach den Erfahrungen mit anderen Staubarten, kann es unmöglich nur die Kieselgur darstellen, die überhaupt während der jahrelangen Tätigkeit des Verstorbenen sich in der Lunge befunden hätte. Die geradezu massenhafte Anwesenheit von Kieselgurelementen in den Versuchstieren bei *Beintker* muß auch für die Arbeitszeit der Verstorbenen angenommen werden und erlaubt den Schluß, daß die Kieselgur in großer Masse abgebaut ist und dem völligen Abbau am Ende des ersten Jahrzehnts entgegen geht. Außerdem haben wir alle anderen im Lungengewebe auffindbaren lichtbrechenden Gebilde daraufhin untersucht, ob es sich um Kieselgurreste handeln könnte. Wir haben es für eine große Anzahl von Teilchen auch bejaht, die nach

ihrer Lichtbrechung und gegenseitigen Lage zueinander als Trümmer der Kieselgur angesprochen werden konnten. Selbstverständlich ist dieser Befund für sich alleine in der Deutung unsicher, wird aber durch die Gesamtheit der von uns beobachteten Erscheinungen mehr als wahrscheinlich. Die Kieselgurteilchen, die mit Sicherheit als solche zu erkennen waren, machten ja auch schon einen angenagten Eindruck, so daß man Auflösungserscheinungen an ihnen geradezu zu sehen glaubt. Insbesondere bestärkt der Vergleich dieser Kieselgurteilchen mit den



Abb. 4. Gurkörperchen in der Lunge von Fall 1 und 5.

ursprünglichen Gebilden der Kieselgurerde, die der Betrieb der Verstorbenen abbaut und mahlt, diese Behauptung. Es taucht natürlich alsbald der Gedanke auf, daß es sich bei diesen mitgenommenen Kieselgurbestandteilen vielleicht um die Wirkung des Mahlens handeln könnte, dagegen spricht aber der Versuch, den man jederzeit mit 2 Objektträgern oder Deckgläschern an der Kieselgurerde selber machen kann, ganz abgesehen von Zwischenstadien, die wir durch Mitteilung unserer weiteren Fälle noch demonstrieren können. Aus diesen beiden Untersuchungen geht jedenfalls hervor, daß wesentlich größere Kieselgurelemente als die auffindbaren beim Mahlen übrig bleiben und in die Lunge gelangen.

Wir haben also einen offensichtlichen Abbau der Kieselgur vor uns und ein Modell gewonnen, an dem wir uns weit besser als am Quarz und der Asbestfaser über die Geschwindigkeit und die Art des Abbaues von Kieselsäure in der Lunge des Menschen unterrichten können, sowie erst einmal ausreichendes Material von Sektionen zur Verfügung steht. Jeden-

falls gelangen wir bereits durch die Beobachtung unserer ersten beiden Fälle zu dem Ergebnis, daß die Kieselsäure-Skelete der Infusorien innerhalb der zweiten Hälfte des ersten Jahrzehntes nach Aussetzung neuer Bestaubung praktisch völlig abgebaut werden. Dieser Abbau der Kieselsäure ist infolge der besonderen Struktur der Kieselgur leicht zu ermitteln, handelt es sich doch um *nackte Diatomeengebilde*, welchen Ausdruck wir von der Asbestosis her übernehmen.

Sehr große Schwierigkeiten hat uns aber die nächste Gruppe mikroskopischer Befunde gemacht, nämlich die sog. „eingehüllten“ Kieselgure. Auch diesen Ausdruck gebrauchen wir in Anlehnung an die Asbestosiskörperchen, die sich aus einer Reihe von Asbestfasern in der Lunge bilden und werden sie *Gurkörperchen* nennen. Der grobe Aufbau der Gebilde macht es besonders schwierig, das Eigenartige an ihnen photographisch darzustellen, weshalb wir zur Zeichnung zurückgegriffen haben, in der mit wenigen Strichen das Wesentliche ausgedrückt werden kann. Zunächst sahen wir Stangen, manchmal mit Brüchen und Abknickungen, manchmal auch nur Fasern mit einer rauen Oberfläche, wie bei einem ersten oder, falls es sich um Abbau handeln sollte, letzten Niederschlag darauf. In anderen Fällen sahen die Gebilde aus wie von oben betrachtete Blüten mit 3 oder 4 Blütenblättern und einem Stempel in der Mitte oder zerteilte Torten. Sie zeigten aber nicht mehr die Lichtbrechung der Kieselgur, sondern machten einen offenbar eingehüllten Eindruck. An anderen Stellen lagen braune Schollen oder runde Gebilde von bräunlicher Farbe, die nicht ständig eine positive Eisenreaktion gaben, in konzentrischen Ringen geschichtet sind und eine wechselnd starke Lichtbrechung haben. Solche Gebilde kamen so zahlreich innerhalb von den Lungenschwielen vor, daß sie sofort als etwas Ungewöhnliches in den Präparaten auffielen und auch zunächst der einzige Anhaltpunkt der Besonderheiten dieser Lungen war. Wir haben von vornherein in ihnen inkrustierte Kieselsäureskelete vermutet und sind, wenigstens für einige Formen, auf anatomischem Wege zu der Überzeugung gelangt, daß es sich tatsächlich um inkrustierte Skelete handelt. Es waren Gebilde in denen nur Teile der Kieselgur bedeckt waren, während andere, insbesondere die Zähne der Kämme, in eindeutiger



Abb. 5. Gurkörperchen in der Lunge von Fall 2.

Lichtbrechung am Rande hervorschauten. Bei der Nachprüfung solcher Befunde sei gewarnt vor einer ganzen Menge von Befunden, die wegen Farbe und Gestalt in Verdacht kommen, ebenfalls mit der Kieselgur etwas zu tun zu haben, die aber auf alle mögliche Weise ante et post mortem entstanden sein dürften. Dem geübten Morphologen werden sie von anderen Präparaten her bekannt sein und keine Schwierigkeiten bereiten.

Es bleiben weiterhin noch Formen zu besprechen, deren Oberfläche glatt oder sogar abgerundet ist und deren Kern recht schwer oder gar nicht genau erkannt werden kann. Solche Gebilde reichen schon in ihrer äußereren Form an jene „Asbestosiskörperchen“ heran, die wir in einer 3. Gruppe besprechen wollen. Die beigegebenen photographischen Aufnahmen dieser Gebilde geben die Wirklichkeit nur sehr unvollkommen wieder und reichen auch nicht aus, um etwa mit völliger Sicherheit eine Differentialdiagnose zwischen Gurkörperchen und Asbestosiskörperchen zu treffen. Wir stehen damit schon mitten in der Besprechung der 3. Gruppe, nämlich der einstweilen *Pseudoasbestosiskörperchen* zu nennenden Gebilde. Tatsächlich enthalten die Lungen unserer beiden ersten Beobachtungen Körperchen die auf Anhieb als Asbestosiskörperchen bezeichnet werden könnten. Nur die Überlegung, daß die Verstorbenen mit Asbeststaub nicht in Berührung gekommen sind und die als 2. Gruppe dargestellten Übergangsgebilde zu ihnen mahnten zu großer Vorsicht, diese Körperchen mit Asbestosiskörperchen zu bezeichnen, worunter ja eine spezifische Eigenschaft verstanden werden will. Wir bezeichnen sie daher als *Pseudoasbestosiskörperchen* auf die Gefahr hin, daß sich im Laufe der Untersuchungen herausstellen würde, daß die Achse aus Asbest und nicht aus Kieselgur besteht. Das eingehende Studium der Kieselgur hat nun gezeigt, daß Faden tatsächlich bei Zertrümmerung der Gur vorkommen, die manchmal breiter sind als Asbestfasern, aber oft auch von ihnen gar nicht unterschieden werden können. Wenn tatsächlich auch fadenförmige Bestandteile der Kieselgur das Substrat für derartige Körperchen abgeben könnte, würde es in jedem Falle einer sehr umständlichen mineralogischen Untersuchung bedürfen, um die wahre Natur der Körperchen zu erkennen, denn nur durch Bestimmung des Brechungsindex wäre die Natur des Achsenfadens zu unterscheiden nach Asbest oder Kieselgur und auch hierbei sind große Vorsichtsmaßregeln bei der Einbettung und dem verwendeten Canadabalsam anzuwenden, um zu klaren Resultaten zu kommen. Wir haben diesen Teil der Arbeit, die sich sofort als notwendig herausstellte, dem Fachmann Herrn Professor *Beger* überlassen, der das Ergebnis seiner mühevollen Arbeit später selbst veröffentlichen wird. Wie auch diese Untersuchungen ausfallen mögen, wird man als Patholog. Anatom immer wieder vor die Differentialdiagnose geführt werden und müßte die Lichtbrechung selbst messen müssen. Wo das aus äußeren Gründen nicht möglich ist oder die Übung fehlt,

können alle übrigen Umstände des Falles herangezogen werden, um diese oder jene Entscheidung zu fällen. Ohne den Ausführungen und Untersuchungen *Begers* vorwegzugreifen, wollen wir nur andeuten, welche Fragen der Beantwortung harren. Wenn der Achsenfaden der Körperchen Asbest ist und derartige Gebilde immer als Asbest anzusehen sind, dann muß angenommen werden, daß die beiden Träger, ohne es zu wissen und ohne daß es nachträglich noch ermittelt werden könnte, mit Asbest in Berührung gekommen sind. In diesem Zusammenhang weisen wir auf die Publikation von *Stewart* hin, wo man bei einer Person Asbestfasern in der Lunge festgestellt hat, die nur in der Nähe einer Asbestfabrik gewohnt hat.

Auf der anderen Seite, wenn die Körperchen Gurkörperchen sind, müssen wir zu einer Erweiterung unserer Ansichten über die Entstehung der Asbestosiskörperchen kommen. Auch der allererste Fall, den *Marchand* auf der Pathologentagung 1906 vorgestellt hat, zeigte sehr viele Asbestosiskörperchen in der Lunge, ohne daß man sich damals die Zusammenhänge erklären konnte. *Versé*, der diesen Fall in Leipzig mit erlebt hat, versicherte auf der Westdeutschen Pathologentagung in Göttingen 1938, daß die Frau mit einer Asbestfabrikation bestimmt nichts zu tun gehabt habe. Weiterhin hat auch *di Bissi* „Asbestosiskörperchen“ vorgefunden als gelegentliche Erscheinungen bei der Untersuchung anderer Silicosen. Es würden also vereinzelte Asbestosiskörperchen für eine Beatmung der Lunge mit Asbest nicht mehr pathognomisch sein, sondern Zufallsbefunde, vorwiegend bei Steinstaublungen. Es ist dann nicht allein das Gittergerüst der Asbestfaser für die Ausbildung des Asbestosiskörperchen von Belang (*Beger*), sondern die Gestalt des Kernes. Wo also fadenförmige Gebilde von der Gestalt einer Asbestfaser in der Lunge vorhanden sind, kann es zur Ausbildung eines „Asbestosiskörperchens“ oder ähnlicher Gebilde kommen. Es würden also Kräfte der Adsorption unter Umständen bereits ausreichen, um einen Niederschlag auf der Faser herbeizuführen. Ihre Häufigkeit bei Bergarbeitern und insbesondere die hier gezeigte Häufigkeit bei Kieselgurarbeitern würde allerdings die chemische Rolle der Kieselsäure nicht vernachlässigen dürfen. Was man in diesem Zusammenhange von der Strukturformel des Asbestes abgeleitet hat, müßte mutatis mutandis auch für die reine Kieselsäure verständlich gemacht werden.

Ein Umstand spricht von vornherein dafür, daß es sich nicht um echte Asbestfasern handelt, die in den Körperchen den Achsenfaden bilden, sondern Kieselgur. Zu einem Asbestosiskörperchen gehören bei der Asbestlunge bekanntlich eine ganz große Zahl von nackten Asbestfasern. In einem gewöhnlichen Schnittpräparat durch eine Asbestlunge gehen die Zahlen der Asbestnadeln und Asbestosiskörperchen in die Hunderttausende und Millionen (*Beger*), in der Regel übertreffen die Zahlen der Nadeln die der Körperchen erheblich. Aber auch selbst wenn

das Verhältnis umgekehrt ist, gehen die Zahlen noch immer in die Hunderte und Tausende. In unseren Lungenpräparaten der Kieselgurarbeiter finden wir aber keine Asbestnadeln, geschweige denn in der Menge wie bei der Asbestlunge. Deshalb erscheint es wahrscheinlicher, daß unsere Körperchen Gurkörperchen sind. In diesem Falle würde auch einschließlich aller Rudimente wieder ein ähnliches Mengenverhältnis zwischen nackter Kieselgur und Kieselgurkörperchen hergestellt sein, wie wir es von der Asbestlunge gewöhnt sind.

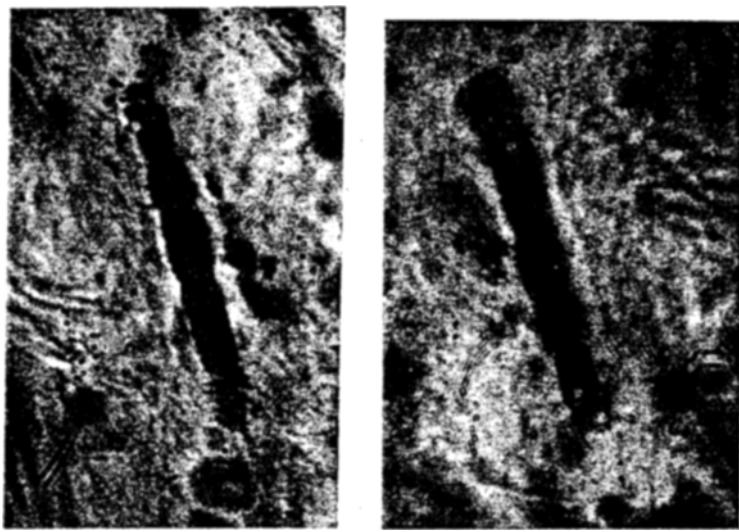


Abb. 6. a Pseudoasbestosiskörperchen in der Lunge von Fall 2 bei scharfer Einstellung der Ränder. b Pseudoasbestosiskörperchen in der Lunge des Falles 2 bei breitesten Einstellung der Achse.

Die beigegebenen photographischen Bilder sind allerdings nicht geeignet für die Differentialdiagnose. Immerhin erkennt man an den beiden dargestellten Körperchen einmal einen sehr breiten und einmal einen sehr schmalen Achsenfaden (Abb. 6). Oder, und zwar bei breitem Faden, plumpes Körperchen, auf der anderen Seite, bei schlankem Faden, ein außerordentlich geschmeidiges, glattes Gebilde (Abb. 3 und 5).

Nach dieser Ausschweifung über die eingekleideten und nackten Kieselgurteile in der Lunge und die allgemeine Bedeutung dieser Befunde für das Problem der Asbestosiskörperchen kehren wir zurück zu der Hauptfrage der heutigen Arbeit, wie weit die Beobachtungen ausreichen, um der Kieselgur als solcher und nicht dem beigemischten Sand eine ursächliche Bedeutung für die Silicosis zuzumessen. Nach allen anatomischen Anzeichen ist die Kieselgur nach ihrer Resorption in Lunge und Lymphknoten bis auf wenige Reste zusammengeschmolzen. Es ist

außerdem sehr wahrscheinlich, daß auch der Quarz ziemlich schnell in der Lunge zur Auslösung gelangt und seinen Beitrag bei der Entstehung der Silicosis hat. Seine Auflösung geht vielleicht noch rascher vor sich als bei der Kieselgur. Diese Übereinstimmung bei der Resorption und endgültigen Auflösung macht es auch verständlich, wenn derselbe Typ der Silicosis im Endergebnis hervortritt. Im einzelnen ist also sowohl der Kieselgur als auch dem beigemischten Sand eine ursächliche Bedeutung zuzuerkennen. Da der Prozentsatz der Kieselgur immerhin 70% und mehr beträgt, ist ihr Einfluß überragend. Die außerordentliche Verdichtung der Lungenschwielen bei den Betroffenen, lange, nachdem der Staubbetrieb von ihnen verlassen worden war, könnte sehr wohl damit erklärt werden, daß die Kieselgur langsamer aufgelöst wird als der Quarz, von dem man kaum je größere krystallinische Stücke in Steinstaublungen vorfindet. Jedenfalls bleibt es also dabei, daß wir nur 2 Arten von Kieselsäure-Staublungen zunächst zu unterscheiden haben, die einfache Silicose und die Asbestosis. Unter der Silicosis verbergen sich eine ganze Reihe ätiologisch wirksame Staubarten, während bei der Asbestosis ein spezifisches Lungenleiden entsteht.

Schon an anderer Stelle habe ich den Unterschied zwischen Silicosis und Asbestosis im wesentlichen auf die Schwierigkeiten zurückgeführt, die im Körper bei der Resorption der Asbestnadeln entstehen. Sie sind erstens aus der tausendfachen Bespickung der Alveolarwände mit Asbestnadeln zu schließen, ferner aus der Masse der Asbestosiskörperchen und schließlich aus den spärlichen Funden von Asbest in den Lymphknoten am Lungenhilus. Alle diese Merkmale verhalten sich bei der Kieselgur, ähnlich wie beim Quarz, entgegengesetzt. Es bleiben von der anfänglich dichten Bestäubung nur noch Trümmer der Kieselgur zurück und ihre spärlichen Reste verteilen sich in der Lunge und in den Lymphknoten. Außerdem ist die Kieselgur hauptsächlich innerhalb der Schwielen aufzufinden, d. h. sie werden zusammengeschwemmt, während die Asbestfasern dort blieben, wo sie sich nach der Einatmung einspießen. So kommt es bei der einfachen Silicose schon aus kreislauftechnischen Gründen beim Abstrom der Lymphe aus der Lunge zu einer Massierung, an welchen Stellen die Knötchen der Silicosis entstehen. So gelangen auch Kieselgur und verwandte Staubarten sehr wahrscheinlich zu Anfang massenhaft in die Lymphknoten, wo sie mit oder ohne Beihilfe des Quarzes eine Fibrosis erzeugen. Die gewebsvernichtende Wirkung der Kieselsäure und der narbige Ersatz, der in den Schwielen zum Ausdruck kommt, sprechen für eine konzentrierte chemische Wirkungsweise, die sich sowohl aus der Massierung der Staubelemente, als auch aus der schnellen Resorption des Staubes erklärt. Das ist alles ganz anders bei der Asbestosis, wo erstens die Resorption sehr langsam vorstatten geht und auch niemals mechanisch an irgendeiner Stelle durch Abschwemmung das Staubmaterial massiert wird. Daher ergibt sich eine

gleichmäßige Fibrose der Lungen und der Mangel von Asbest in den Lymphknoten des Mittelfelles.

Nach all den Feststellungen am anatomischen Präparat wäre es widersinnig, sich bei der hervorragenden Eignung des Materials zur Entstehung einer Silicosis gegen die führende Rolle der eigentlichen Kieselgurelemente bei der Berufskoniose der Kieselgurarbeiter zu sperren. Wir können also aus der Mitteilung unserer ersten Reihe folgende Zusammenfassung machen:

1. Jahrelange (in unseren Fällen 4—7 Jahre währende) Tätigkeit in einem Kieselgurbetrieb kann eine Silicosis III. Grades noch innerhalb der genannten Arbeitszeiten hervorrufen, und eine, trotz Aussetzen der Arbeit stetig fortschreitende Lungenerkrankung bewirken. Diese bereits klinisch feststellbaren Erscheinungen werden durch den anatomischen Befund mit unbewaffnetem Auge bestätigt.

2. Bei der mikroskopischen Untersuchung ergaben sich Reste der eingearbeiteten Kieselgur in den Steinstaubschwielen der Lunge und Lymphknoten des Mittelfelles.

a) als nackte arrodierte, durch Struktur und Lichtbrechung aber noch charakteristische Bruchstücke von Diatomeen.

b) als eingehüllte Gebilde, deren großer Formenreichtum dem der Kieselgur entspricht: Gukörperchen.

c) als Pseudoasbestosiskörperchen, die den Asbestosiskörperchen zum verwechseln ähnlich sehen.

3. Die Befunde beweisen eine sehr starke Aufsaugung der Kieselsäure aus der Kieselgur und sichern der Kieselgur neben dem Quarzgehalt des beigemischten Sandes im Rohprodukt eine ausschlaggebende Rolle bei der Entstehung der Silicosis.

4. Die Ähnlichkeit der Pseudoasbestosiskörperchen und Asbestosiskörperchen lassen nicht nur die chemisch reine Kieselsäure für das Zustandekommen der Gebilde in beiden Fällen wesentlich erscheinen, sondern auch die Fadenform der Achse, so daß gelegentliche Befunde solcher Gebilde bei einfachen Steinstaublungen erklärlich sind.

Wir gelangen nunmehr zu der

2. Reihe anatomischer Befunde nach kurzer Arbeitsdauer und kurzfristigem Abstand zwischen der letzten Staubarbeit und Tod.

In diesem Abschnitt können wir wiederum zwei Fälle vorführen.

Fall 3 (452/41) handelt von einem 56jährigen Arbeiter, dessen Berufsanamnese sich nicht bis auf seine Jünglingsjahre zurückführen lässt. Nach seinen eigenen Angaben war er Saisonarbeiter in der Landwirtschaft und gehörte nur knapp 2 Jahre der Kieselgurindustrie an, nach den amtlichen Erhebungen vom 13. 7. 38 bis zum 21. 5. 40. In den letzten 6, laut Krankenkassenaufliezeichnungen überwachten Jahren seines Lebens hat er erst im vorletzten Lebensjahr als Kieselgurarbeiter wegen Bronchitis seine Kasse beansprucht. Der Verstorbene verließ seine Arbeit in der Kieselgurindustrie wegen einer Steinstaublunge, die man auf Grund

der Röntgenuntersuchung diagnostiziert hatte. Man hatte eine ausgedehnte kleinfleckige Verschattung in beiden Ober- und Mittelfeldern bemerkt, außerdem bestanden Husten, Luftmangel und eine deutliche Bronchitis. Soweit er trotz dieser Erkrankung in seinem letzten Lebensjahr gearbeitet hat, war er als Wachmann tätig. Er starb knapp ein Jahr nach Beendigung seiner Arbeiten in der Kieselgur-industrie im Mai 1941. Seine tödliche Erkrankung hatte man während des Lebens

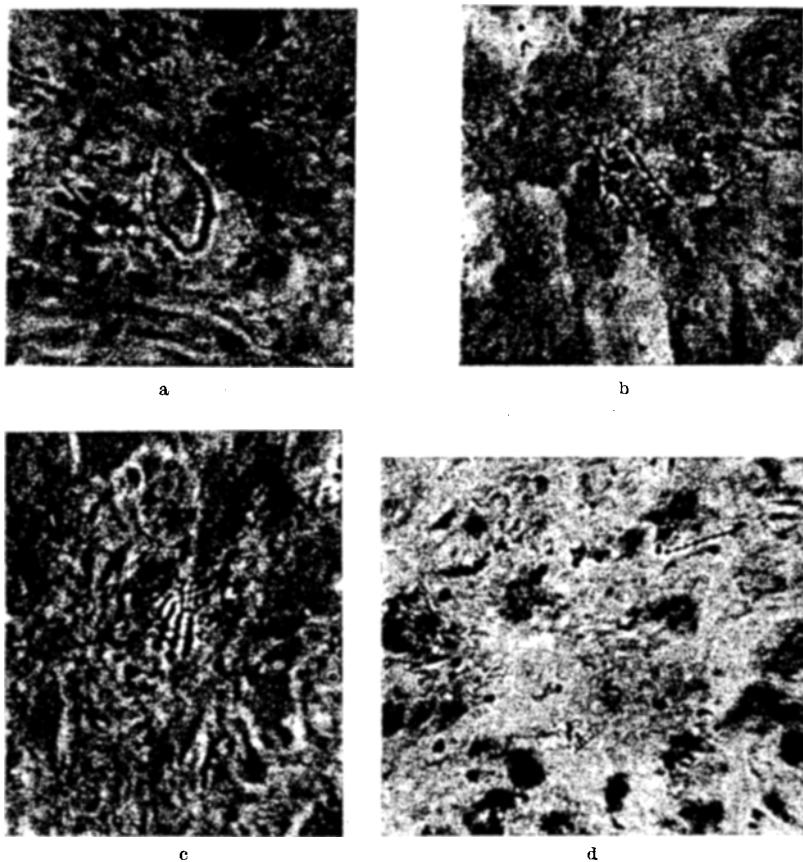


Abb. 7. a Völlig erhaltene Diatomee Fall 4. b Völlig erhaltene Diatomee Fall 3. c In Auflösung begriffene Diatomee Fall 4. d In Auflösung begriffene Diatomee Fall 3.

ärztlicherseits wegen der Verbreiterung und unregelmäßigen Tätigkeit des Herzens in einer Herzmuskelkrankung gesehen. Diese und die übrigen Leiden führte man auf die Silicosis zurück und glaubte, eine solche dritten Grades annehmen zu müssen. Der Gewerbeärzt hat allerdings diese Silicosis nur für 1.—2. Grades erklärt und noch während des Lebens nicht für entschädigungspflichtig gehalten. Eine vorgeschlagene Nachuntersuchung wurde durch den eingetretenen Tod überholt.

Die Leiche mußte wieder zur Sektion ausgegraben werden, was genau 4 Wochen nach dem Tode geschah, jedoch war der Leichenbefund einwandfrei zu erheben. Die Lungen zeigten eine diffuse und mäßige Verdichtung von blaßgrauer Farbe.

Die rechte Lunge ist bedeutend voluminöser als die linke. Sie ist ringsherum verwachsen und mit dem Herzen nach links verzogen. Im Bereich des rechten Unterlappens findet sich ein großer Sehnenspiegel der Pleura. Der Unterlappen ist auffallend luftarm. Im linken Oberlappen finden sich Bronchialerweiterungen. Knötchen von höchstens Erbsgröße sind im Oberlappen nur in weiten Abständen tastbar und stehen in den Unterlappen noch lockerer. Von den übrigen Organen sei nur eine Herzerweiterung und -verdickung auf 4 mm im rechten Ventrikel ohne Schwienen und eine chronische Blutstauung der übrigen Organe erwähnt. Nach dem makroskopischen Anblick bestand also eine *Silicosis höchstens 1. Grades*, so daß die gutachtliche Entscheidung des Falles ebenfalls das Herzleiden, eine Arrhythmia perpetua als Todesursache in den Vordergrund stellte und eine entschädigungspflichtige Silicosis mit tödlichem Ausgang ablehnen mußte.

Die *mikroskopische Untersuchung* der Lungen zeigte eine mäßige Schwienbildung, die nur zum Teil zu runden narbigen Knoten geführt hatte, zum Teil nur zu einer fibrillären Verdichtung einzelner Gewebspartien in dreieckigen Querschnitten. Diese zeichneten sich durch einen stärkeren Kohlegehalt aus. Die Kernfärbung war entsprechend dem längeren Aufenthalte im Grabe etwas mangelhaft, jedoch gewann man durch die Darstellung der elastischen Fasern ein ziemlich genaues Bild von der Lungenstruktur. Im übrigen machte die Lunge den Eindruck einer Stauungslunge infolge faserreicher Verdickung der Septen.

Die *mikroskopische Untersuchung* mit den stärksten Mitteln der Auflösung ergab eine Unmenge von Kieselgurbestandteilen, die so dicht angeordnet waren, daß man in jedem Gesichtsfeld, zumal, wo sie sich in den Bezirken der Schwien gehäuft hatten, mehrere solche Teilchen entdecken konnte. Von diesen Kieselgurbestandteilen sind eine Reihe etwa in der Form vorhanden, wie man sie auch bei der Mikroskopie des pulverisierten Rohmaterials wahnnimmt. Jedoch sind nicht ganz so viel große Stücke zu sehen, wie in der ursprünglichen Kieselgurerde. Außerdem viel solcher Stückchen sehen aber wie angenagt aus. Die Kämme und Zapfen sind unvollständig, ungleichmäßig und am Rande wie abgeschmolzen. Von diesen Gebilden führt eine ganze Kette von Zwischenbefunden bis zu jenen einfachen Formen, die wir auch in unseren ersten langjährigen Fällen als Trümmer der Kieselgur betrachtet haben. Außerdem zeigte sich noch eine ganze Reihe von eigenartigen Gebilden, die nach ihrer Struktur und Lichtbrechung zur Kieselgur gerechnet werden konnten, die aber nach Farbe und Oberfläche den Eindruck der Einhüllung machten. Es waren auch viele dabei, die eine ausgesprochen braune Farbe hatten und in den verschiedensten Formen vorlagen und aussahen wie jene eingehüllten Kieselgurteilchen, die wir schon bei unseren ersten Fällen gesehen haben. Diese Gruppe von Veränderungen war besonders spärlich im Vergleich zu der massenhaften Anhäufung der Kieselgur im sonstigen Gewebe. Die 3. Gruppe, nämlich die Pseudoasbestosiskörperchen, war trotz langen Suchens nicht zu ermitteln, auch nackte Asbestfasern waren *nicht* im Präparat zu erkennen.

Die Lymphknoten am Lungenhilus zeigten analoge Befunde. Diejenigen Stellen der Lymphknoten, die durch Ansammlung von Fasern und Kohle auch im mikroskopischen Präparat fast undurchdringlich erschienen, also sehr alte antraktotische Schwien, enthielten keine Kieselgurbestandteile, wohl aber die jüngeren Schwien, in denen Kohle und Staub in lockerer Anordnung erschienen.

Fall 4 (451/41) von einem weiteren Arbeiter des gleichen Kieselgurbetriebes, von dem die ersten 3 Fälle herstammen, zeigt ähnliche Daten in der Vorgeschichte, wie Fall 3. Seine Berufsanamnese ist fast ganz bekannt, jedenfalls hat er in den letzten 13 Jahren in der Hauptsache Straßenbauarbeiten gemacht. Erst in den letzten Lebensjahren hat er, nunmehr Anfang der Vierziger, in der Kieselgurmühle und im Mischraum Dienst versehen. Wenn man eine $1\frac{1}{2}$ -monatige Unterbrechung durch Krankheit abzieht, ergeben sich im ganzen $19\frac{1}{2}$ Monate Arbeitszeit im

Kieselgurstaub. Gegen Ende dieser Tätigkeit mußte er sich wegen einer Lungenerkrankung zum Arzt begeben, der auf einen sofortigen Wechsel der Arbeit drängte, da er das Lungenleiden für eine Tuberkulose hielt. Nachdem sich der Kranke erholt hatte, machte er eine 8wöchige Übung bei der Wehrmacht und im Anschluß daran noch $\frac{3}{4}$ Jahre Dienst als Wachmann. 2 Monate vor seinem Tode wurde er erneut schwer krank und mußte in das Krankenhaus gebracht werden. Hier hielt man seine Erkrankung für eine Staublunge, zumal man hier schon 2 Jahre vorher diese Diagnose bei einer Begutachtung gestellt hatte.

Die *Sektion* ergab eine außerordentlich umfangreiche Tuberkulose beider Lungen, eine Kehlkopftuberkulose und Brustfelltuberkulose. Fast die ganze linke Lunge und der rechte Oberlappen boten das Bild der käsigen Pneumonie bzw. eines frischen cavernösen Zerfalles. Der Körper war sehr stark abgemagert und das linke Bein wegen einer Thrombose der Schenkelvenen geschwollen.

Die *mikroskopische Untersuchung der Lunge* ließ sich besser und erfolgreicher durchführen, als man bei dem Stande der Tuberkulose erwarten konnte. Die Silicosis war nach ihrer ganzen Ausdehnung außerordentlich geringfügig. Man erkannte bei einem gewöhnlichen Schnitt eine oder mehrere kleinste Schwielen mit locker verteilem Staub darin. Sie wirkten wie Inseln im übrigen nekrotischen Lungengewebe, deren elastisches Fasergerüst noch gut zu erkennen war. Die Betrachtung mit der Olimmersion ließ die Kieselgur leicht auffinden, blieb durchaus nicht auf die Schwielen beschränkt, man fand die Kieselgur fast überall. Von den im Rahmen dieser Arbeit mitgeteilten Fällen war der mikroskopische Befund des letzten, 4. Falles, der stärkste. Die Kieselgur war in gut erhaltenen Stücken erkennbar. Man erkannte die Diatomeen, die in verschiedenen Einstellungen wie Spiralen, Kämme, Maiskolben, wie Muscheln oder Ordenssterne aussehen und daneben eine Unmenge von Trümmern und Bruchstücken von Diatomeen. Auch in den Lymphknoten war die Kieselgur leicht aufzufinden, obwohl die Lymphknoten zum Teil verkäst waren. Sie sind allerdings spärlicher als in der Lunge und präsentieren sich hier vorzugsweise in kleineren Bruchstücken. Eingehüllte Kieselgur war aber nicht in vielen Exemplaren zu sehen, Pseudoasbestosiskörperchen oder gar Asbestfasern fehlten.

Im Rückblick auf die 2. Reihe unserer anatomischen Fälle ist also der Schluß erlaubt, daß die Beschäftigung im Kieselgurbetrieb nur kurze Zeit anzuhalten braucht und sich doch schon die ersten sicheren Zeichen einer Silicosis entwickeln können. Im vierten Falle war die Beschäftigung $1\frac{3}{4}$ Jahre lang und die Silicosis ersten Grades, im dritten Falle 2 Jahre mit dem gleichen Resultat. Allerdings sind beide Menschen nicht gesund gewesen. Bei Fall 3 handelte es sich um einen 57jährigen Arbeiter mit einem erheblichen funktionellen Herzschaden, der auch als Todesursache galt, im anderen Fall stand eine Lungentuberkulose im Vordergrund des Krankheitsbildes. Es ist sehr wohl möglich, daß die Kreislaufstörungen in der Lunge infolge der versagenden Herzkraft, bzw. der gewaltigen tuberkulösen Entzündung die Ansiedlung des Staues besonders begünstigt haben und auch ihren Einfluß auf die Resorption der Kieselgur genommen haben. In gutachtlicher Hinsicht waren beide Silicosen nicht entschädigungspflichtig, was im Hinblick auf die kurze Beschäftigung durchaus verständlich erscheint. Die Kombination mit Tuberkulose, die uns in unserer Reihe jetzt zum ersten Male entgegentritt, ist auch bei der Kieselgurkoniose schon in unserem kleinen Zahlen-

material groß. Von den 6 Fällen, die hier mitgeteilt werden, haben allein 3 diese Kombination (s. u.). Hier war allerdings der Verlauf der Tuberkulose nach klinischen und anatomischen Gesichtspunkten derartig froudroyant und die Silicosis noch so leicht, daß der Verlauf der Tuberkulose einen selbständigen Charakter trug.

Was wir bei der Besprechung unserer ersten Reihe für die Schlußfolgerungen als Lücken bezeichnen mußten, ist durch die neuen Beobachtungen wenigstens für einen Teil geschlossen. In der 2. Reihe haben wir kurzfristige Arbeitsperioden und auch noch eine verhältnismäßig kurze Zeit zwischen der letzten Arbeit im Staub und dem Tod, diese beträgt im 3. Falle ein Jahr und im 4. Falle zwei Jahre. Damit ist zugleich die kürzeste Zeit erreicht, die wir überhaupt sezieren konnten. Ein Todesfall eines Arbeiters mitten aus dem Betriebe heraus ist uns nicht bekannt geworden, so daß wir einstweilen darauf verzichten müssen.

Die Kieselgur war in beiden Fällen in reichlicher Menge vorhanden, und zwar in allen Größen, von den winzigsten Staubmengen an der Grenze der Sichtbarkeit bis hinauf zu zwei- oder dreizelligen Diatomeen oder 30μ langen Spiralen oder Büscheln vom Durchmesser bis zu 20μ . Abbildungen, Text und das selbst in Augenschein genommene mikroskopische Präparat der Beobachtungsreihe von *Beintker* lassen vermuten, daß die Menge der Kieselgur etwa die gleiche gewesen ist bei seinen Tieren, abgesehen von den vollgepfropften Bronchien und Alveolen, die *Beintker* für eines seiner Tiere beschreibt. Aus diesen Tierversuchen und unseren Beobachtungsfällen am Menschen läßt sich sehr wohl schließen, daß der Kieselgurstaub noch ziemlich große Teilchen enthält, die auch in die Lunge gelangen. Die übrigen Staubteilchen, die aus Trümmern von Diatomeen bestehen, bilden natürlich schon außerhalb des Körpers den allergrößten Teil des Staubes, so daß die Betrachtung dieser Fälle allein noch nicht ausreichen würde, um den Abbau der Kieselsäure für bewiesen zu halten. *Beintker* hat jedenfalls bei seinen Kaninchen diesen Schluß nicht ziehen können. Dennoch verleitet die eingehende Beachtung dieser Kieselgurteilchen immer wieder dazu, in diesen Resten abgeschmolzene Staubteilchen zu erblicken. Aber in Verbindung mit der ersten Beobachtungsreihe wird die Tatsache des Kieselgurabbaues im größten Stile zur Gewißheit. Die viel längere Tätigkeit der Arbeiter der 1. Reihe lassen ohne weiteres vermuten, daß auch in diesen Fällen sehr große Mengen von Kieselgur vorhanden gewesen sein müssen, wenn schon so kurze Beschäftigungszeiten zu einer so intensiven Bespückung führen können wie bei der 2. Reihe. Es ist also gar kein Zweifel an der Resorption der Kieselgur mehr möglich.

Noch einmal lohnt es sich auf die Verteilung der Kieselgur einzugehen. Tatsächlich liegen sie in dem einen Falle (Fall 4) fast über die ganze Lunge verteilt, während sie sich im anderen Falle (Fall 3) bereits auf die Schwielen konzentriert hatten. Weniger dicht war die Anordnung

der Kieselgur in den Lymphknoten. Wir können also die Kieselgur bei unseren Fällen auf ihrem Abtransport von der ehemaligen diffusen Verteilung in die Gegend der Schwielen und endlich die Lymphknoten verfolgen. Wir glauben allerdings nicht, wie *Beintker*, daß hier die mechanische Bewegung der Lunge bei der Atmung die Hauptrolle spielt, sondern Richtung und Stärke des Lymphstromes, während die Bewegung der Lunge nur insofern Bedeutung hat, als sie den Lymphstrom fördert oder hemmt. Und, wie wir oben schon ausgeführt haben, erblicken wir in der Dynamik des Lymphstromes zugleich die Ursache für Ansiedlung und Verteilung der Schwielen. Die ursprünglichste Form sind die kleinen Knötchen und später netzförmige Stränge mit knötchenhafter Verdickung der Maschenecken, also entsprechend der Lymphstrombahn mit den naturgegebenen Stauungen am Zusammenfluß mehrerer Lymphgefäße.

Der relative Mangel an eingekleideter Gur und die gänzliche Abwesenheit von „*Pseudoasbestosiskörperchen*“ möchten wir in Zusammenhang mit den kurzfristigen Perioden seit dem Beginn der Staubarbeit bis zum Tode bringen. Denn es gehört auch nach den Erfahrungen mit der Asbestosis zur Entstehung der Asbestosiskörperchen eine gewisse Zeit. Die interessanteste Tatsache bei dieser Frage ist die völlige Abwesenheit von nackten Asbestnadeln auch bei diesen Zwischenstadien. Diese Beobachtung bestärkt die Gewißheit, daß eine Beatmung der Lunge mit Asbest bei allen 4 Fällen überhaupt nicht in Frage kommt und die Körperchen der Gur ihre Entstehung verdanken.

Die Schlußfolgerungen, die wir nach Abschluß der beiden ersten Beobachtungsreihen machen können, sind also folgende:

1. Durch Einatmung von Kieselgur kann schon innerhalb der ersten beiden Jahre der Beschäftigung eine Silicosis leichten Grades hervorgerufen werden, wobei Herzkrankheiten und Tuberkulose die Entwicklung in unseren Fällen wahrscheinlich begünstigt haben.

2. Durch die Beobachtung von Todesfällen nach kurzer Arbeitszeit in Kieselgurstaub und alsbaldigem Tod ist an Hand der großen Mengen von Kieselgurresten der letzte Zweifel beseitigt, daß die Abwesenheit der Kieselgur trotz langfristiger Arbeit in Kieselgurstaub und spätem Tod auf einer fast völligen Resorption von Kieselgur beruht.

3. An Hand von kurz- und langfristigen Beobachtungen läßt sich der Weg der Kieselgur von der anfänglich gleichmäßigen Verteilung in der ganzen Lunge auf dem Wege des Lymphstromes verfolgen. Die pathologisch-anatomische Struktur der einfachen Silicosis ist die Folge dieses Resorptionsganges.

4. Die Bruchstücke der Diatomeen in den Lungen sind nicht nur durch mechanische Zertrümmerung beim Mahlen, außerhalb des Körpers, entstanden, sondern beruhen auf Abschmelzung und Aufsaugung der Gebilde in der Lunge selbst.

5. Im Gegensatz zu langfristiger Arbeitszeit sind bei den kurzfristigen Arbeitszeiten die Anzahl der eingekleideten Gurteilchen viel geringer und Gebilde, die mit Asbestosiskörperchen verwechselt werden können, überhaupt nicht vorhanden, so daß die Bildung der Gukkörperchen und Pseudo-Asbestosiskörperchen erst einem späteren Stadium der Entwicklung anzugehören scheint.

3. Reihe. Anatomische Befunde langfristiger Arbeitsdauer und kurzfristigem Abstand zwischen letzter Staubarbeit und Tod, jedoch im Mischstaub von Kieselgur und Asbest.

Die beiden letzten Fälle, die wir beobachteten, betreffen Arbeiter, die nicht in reinem Kieselgurstaub gearbeitet haben, sondern deren Arbeit auch im Asbeststaub vor sich ging.

Fall 5 (578/41). Unsere erste hierher gehörige Beobachtung vollzog sich an einem 37jährigen Mann, der 15 Jahre lang in einer Kieselgurfabrik als Arbeiter und später als Werkmeister tätig war. Er hatte Isoliermaterial zunächst selbst herzustellen und später seine Fabrikation zu beaufsichtigen. Das Isoliermaterial wurde aus einer Mischung von Kieselgur, Asbest, Ton, Korkstaub, Schweineborsten, Kuhhaaren und Dextrin hergestellt. Bei dieser Mischung entstand Staub, dem er auch noch als Meister ausgesetzt blieb. Erst in den letzten zwei Jahren seiner Tätigkeit hat er in frischer staubfreier Luft arbeiten können, so daß seine Staubarbeit im ganzen 13 Jahre betragen hat.

Im 4. Jahre seiner Tätigkeit hatte er eine Rippenfellentzündung. Das war beinahe 12 Jahre vor seinem Tode. Etwa 4 Jahre vor seinem Tode begann er unter Husten und Auswurf zu leiden und wegen einer chronischen Bronchitis laufend behandelt zu werden. Wiederholt war er in Heilstätten, ohne daß dieses Leiden endgültig dadurch beseitigt werden konnte. Ein Jahr vor seinem Tode zwang ihn die Erkrankung schließlich seine Arbeit niederzulegen. Erst jetzt erging von seinem behandelnden Arzte die Anzeige auf Steinstaublunge und zwar erfolgte die Diagnose auf Grund der Röntgenplatten der Lungen, die zwar auch gewisse Anzeichen für Tuberkulose aufwies, ohne daß aber Tuberkelbacillen im Sputum je hätten bei ihm nachgewiesen werden können. Die nächste Untersuchung kam bereits zu dem Resultat einer schweren Steinstaublunge und einer aktiven fortschreitenden Lungentuberkulose bei einer hochprozentigen Erwerbsunfähigkeit.

Wiederum mußte die Leiche exhumiert werden und gelangte genau 4 Wochen nach dem Tode im Spätsommer zur Obduktion. Infolge der Ungunst der Jahreszeit war die Leiche für die makroskopische Untersuchung die ungünstigste unserer Beobachtungsreihe, jedoch stellte sich im Laufe der mikroskopischen Untersuchungen heraus, daß das Wesentliche, insbesondere die Kieselgur und der Asbest durchaus deutlich zu erkennen waren. Die Lungen waren beide verwachsen und geschrumpft, besonders im Gebiet der Oberlappen. Diese waren zu derben Schwielen und unscharf begrenzter Knotenbildung verwandelt und auf der linken Seite zum Teil zu Höhlenbildungen eingeschmolzen. Im Bereich der Unterlappen war eine gitterförmige Fibrose festzustellen ohne umschriebene Knotenbildungen. Der Befund war durchaus symmetrisch mit Ausnahme der Höhlenbildung. Im übrigen waren die Lungen außerordentlich stark gebläht, die Lymphknoten im Mittelfell vergrößert, sehr derb und staubreich. Das rechte Herz war deutlich erweitert und verdickt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab eine Schwielenbildung nach Art der einfachen Silicosis, außerdem Granulationen, die nach ihrem Sitz und ihrer Anordnung sehr wohl für Tuberkulose gelten konnten, ohne daß im Hinblick auf die stark

vorgeschrittene Fäulnis dieser Befund als sicher angesprochen werden konnte, auf alle Fälle aber einen völlig nebensächlichen Charakter trug.

Das weitere eingehende Studium nach der Kieselgur und dem Asbest war erfolgreich durch die Auffindung von sehr vielen Trümmern der Kieselgur, einer großen Reihe von eingehüllten Kieselgurkörperchen, zahlreichen Asbestnadeln und sehr deutlichen Asbestosiskörperchen wie wir sie in unseren anderen Fällen a. a. O. ausführlich beschrieben und abgebildet haben. Der zahlenmäßige Befund der Asbestnadeln und Aspestosiskörperchen stand weit zurück hinter den mir bekannten Asbeststaublungen aus der Asbestfabrikation selbst und leider war auch der Zustand der Lungen für die wichtige Frage nicht mehr gut genug, nämlich den Typ der diffusen Fibrose der Lungen, wie er für Asbest typisch ist, herauszuerkennen. Makroskopisch und mikroskopisch stand die banale Silicosis völlig im Vordergrund.

Ehe wir uns mit den Einzelheiten dieses Falles weiter befassen, kommen wir zur Darstellung des 6. Falles (766/41), eines 62jährigen Arbeiters, der 16 Jahre in einem Asbest- und Kieselgurwerk beschäftigt war, das sich ebenfalls mit der Herstellung von Isoliermaterial befaßt. Die Werkleitung beteuerte, noch niemals einen Fall von StaUBLunge erlebt zu haben. Der Verstorbene hat zunächst das Verladen von Kieselgurerde besorgt und später die Mühle bedient, in der Kieselgur und aufgekrempteter Asbest gemischt werden. Erst 3 Jahre vor seinem Tode fühlte er die ersten Beschwerden und wurde alsbald von der Arbeit im Staube zurückgezogen.

Diesmal verstrichen 2 Monate zwischen Tod und Obduktion, allerdings im Winter, so daß das Resultat keine wesentliche Beeinträchtigung durch die Fäulniserscheinungen erlitt. Man fand bei der Leichenöffnung wiederum eine typische Silicosis schwersten Grades mit grobknotiger Verdichtung des Oberlappens und netzförmiger Verdichtung des Unterlappens. Die linke Lunge war durch Verwachsungsstränge narbig eingezogen. Die rechte Lunge zeigte eine großartige Einschmelzung durch tuberkulösen Zerfall im Bereich des Oberlappens. Das Herz war in seinem rechten Teil sehr stark verdickt. Im Darm fanden sich einige tuberkulöse Geschwüre, in der Gallenblase Steine, im Arteriensystem eine mäßige Sklerose und am ganzen Körper eine allgemeine Abmagerung.

Die *mikroskopische Untersuchung* läßt sich dahin zusammenfassen, daß der makroskopische Befund in seiner Eigenart als Steinstaubnarben überall bestätigt werden konnte und daß diese überall mit Tuberkeln durchsetzt waren, auch da, wo sie makroskopisch nicht hervortraten. Andererseits fehlten auch nirgends die Reste der Steinstaubknoten, wo die Tuberkulose im Vordergrund stand. Diese Tuberkulose trat in Knötchenform oder diffuser Verkäsung auf. Bestandteile der Kieselgurerde waren sehr wohl festzustellen, wenn auch mit einiger Mühe und zwar in Form nackter Diatomeen und Trümmern davon. Es fehlte auch nicht an eingekleideten Gürkörperchen, ja, sie waren sogar zahlreicher als die Befunde in der ersten Reihe dieser Studie. Eine ganze Reihe von Asbestfasern mit starker Lichtbrechung war vorhanden. Asbestosiskörperchen, d. h. von eisenhaltigem Blutpigment eingeschlossene Asbestfasern fanden sich überall in lockerer Verteilung.

Die Betrachtung dieser beiden Fälle aus der 3. Reihe bringt in der Vorgeschichte ein ganz neues Moment, insofern, als jahrelange Einatmung von Kieselgur *und* Asbest erfolgten, und zwar handelt es sich um einen Mischstaub von gemahlener Kieselgurerde und aufgekremptem Asbest. Die damit befaßten Arbeiter haben in der Tat Gelegenheit, massenhaft von diesem Staub einzutauen und, da beide Fälle fast $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnte der Beatmung ausgesetzt waren, hätten wir eigentlich die stärkste Anwesenheit von Kieselgur und Asbestfasern vermutet. Jedoch war die

Ansammlung von Asbest bei weitem dünner als wir es bei den Asbestarbeitern gewohnt sind, und auch die Asbestosiskörperchen hielten sich mengenmäßig durchaus in übersehbaren Grenzen. Noch mehr enttäuschten die Diatomeen. Im Gegensatz zu der 2. Beobachtungsreihe mußten diese Diatomeen wieder mühsam aufgesucht werden und waren nur in vereinzelten Exemplaren so deutlich, wie im frischen Kieselgurstaub. Viele Überreste wären als solche garnicht zu erkennen gewesen, wenn man nicht die Erfahrungen der Beobachtungsreihe Nr. 2 gemacht hätte. Auf Grund dieser Erfahrung allerdings ahnt man bei der Durchmusterung der Schnitte, daß die Beatmung der Lungen mit Kieselgur sehr reichlich gewesen sein muß. Die Kieselgurträümmer konzentrieren sich wieder am deutlichsten mitten in den Steinstaubschwülen, während man in ganz alten bindegewebigen Narben vergeblich nach deutlich erkennbaren Trümmern sucht. Überall, wo durch lockere Anordnung von Bindegewebsfasern und pigmentiertem Staub sich ein jüngeres Entwicklungsstadium anzeigt, sind auch die Kieselgurbestandteile vorhanden. Außer ihnen finden sich noch eine Menge eingekleideter Körperchen in allen möglichen Figuren. Dieser Befund ist gerade in den Fällen der 3. Reihe besonders stark, weil sie nach ihrer ganzen Beschaffenheit stark abstechen gegen die echten, reichlich vorhandenen Asbestosiskörperchen, genau wie man die nackten Diatomeen von den zahlreichen nackten Asbestnadeln deutlich unterscheiden konnte. Es sind zwar die Fälle der 3. Beobachtungsreihe nicht in der Lage, eine Entscheidung über die wahre Natur der den Asbestosiskörperchen so ähnlichen Pseudoasbestosiskörperchen der *ersten* Reihe zu bringen, im Gegenteil, die Fälle verwirren die Situation, da in der Tat Beatmung mit Asbest stattgefunden hat. Aber in einem Punkt sind sie doch geeignet, unsere Ausführungen von weiter oben zu bestätigen. Hier, im Falle einer notorischen Einatmung von Asbest befindet sich die Zahl der Asbestosiskörperchen und nackten Asbestnadeln wieder in dem üblichen Mengenverhältnis, wie wir es bei der Asbestbeatmung gewohnt sind. Mit anderen Worten bieten auch diese Fälle keine Ausnahme von der Regel der Asbestosislungen, eine Ausnahme, die wir aber für die Fälle der ersten Reihe annehmen müßten, wenn die dort beobachteten Pseudoasbestosiskörperchen tatsächlich Asbestosiskörperchen wären. Es erscheint uns daher sehr viel wahrscheinlicher, daß es sich eben doch in der ersten Reihe um *Pseudo-Asbestosiskörperchen* gehandelt hat, die in Wirklichkeit ihre Entstehung der Kieselgur verdanken.

Was nun die Kieselgurbeatmung anbetrifft, so bieten uns die neuen Fälle der 3. Reihe weitere interessante Neuigkeiten. In Erinnerung an die Tatsache, daß bei beiden Trägern eine sehr lange Beatmungszeit stattgefunden hat, die allerdings 3 Jahre vor dem Tode beendet wurde, ist die Zahl der aufgefundenen Diatomeen gering, entspricht aber doch

mengenmäßig der Erwartung, die wir aus den Fällen der ersten Reihe nach jahrelanger Unterbrechung der Staubarbeit gehabt haben.

Es folgt also daraus, soviel Kieselgur auch während der jahrelangen Arbeit in die Lunge gelangt sein mag, daß sie doch in wenigen Jahren aufgesaugt wird. Tatsächlich bilden diese Fälle der 3. Reihe die Mitte zwischen den Fällen der 1. und 2. Reihe und das entspricht auch ganz den Zeiten, die seit dem Ende der letzten Staubeinatmung bis zum Tode verstrichen sind. Diese letzte staubfreie Zeit ist also maßgebend für die Masse der Diatomeen, die man in der Lunge findet, gleichgültig, wie lange die Beatmungszeit vorher gedauert haben mag.

Die vorherigen Angaben beziehen sich auf die nackten Diatomeen und ihre Trümmer, aber nicht auf die eingekleideten Gurteilchen, also die sog. Gurkörperchen. In dieser Beziehung waren die Fälle der 3. Reihe besonders ergiebig, denn an ihnen trat am klarsten die Tatsache hervor, daß die Diatomeen von irgendeiner Hülle überzogen waren, die sich entsprechend der unübersehbaren Vielgestaltigkeit der Diatomeen außerordentlich mannigfaltig gestaltet. Wir müssen hierzu auf unsere Zeichnungen verweisen, die wir von den Gurkörperchen angefertigt haben und von denen wir bereits oben ausgeführt haben, daß sie sich nicht für eine photographische Wiedergabe eignen. Bei dem Überblick über alle 6 Fälle scheint es so, als ob Deutlichkeit und Menge der Gurkörperchen abhängig ist von der Dauer der Arbeitszeit. Das wäre auch durchaus logisch, denn auch bei den Asbestosiskörperchen und, wie wir oben erwähnt haben, bei den Pseudoasbestosiskörperchen ist auch die Länge der Arbeitszeit ein gewisser Maßstab für ihre Menge.

Abgesehen von der Bestaubung der Lungen bieten die anatomischen Präparate der 3. Reihe noch einige weitere interessante Dinge. In ihnen tritt zutage, wie sich die Lunge verhält bei gleichzeitiger Beatmung von Kieselgur und Asbest. Es ist kein Zweifel, daß die Kieselgur bzw., wie oben erläutert, der mit ihr mehr oder weniger vermischt Sand, die Oberhand gewinnt und anatomisch das Bild der banalen Silicosis entsteht. Das kommt daher, daß tatsächlich die Resorption von Quarz und Kieselgur sehr viel leichter ist, als von Asbest. In unseren beiden Fällen konnte die Wirkung des Asbestes auf die Lunge nicht erkannt werden, es war vielleicht dazu auch zu wenig Asbest, als daß sich eine diffuse Fibrose als selbständiges Krankheitsbild hätte durchsetzen können.

Außerdem sind beide Fälle mit Tuberkulose kompliziert, die sich beidemale als unbedingt sekundär herausgestellt hat. Somit haben 3 unserer 6 Fälle eine Kombination von Silicosis und Tuberkulose.

Wir können also die Ergebnisse dieser 3. Beobachtungsreihe in Verbindung mit den beiden ersten Reihen folgendermaßen zusammenfassen:

1. Je länger die Einatmung der Kieselgur dauert bzw. zurückliegt, um so mehr eingekleidete Diatomeen (Gurkörperchen) werden in den Lungen sichtbar sein.

2. Je kürzer die Zeit zwischen der letzten Bestaubung und dem Tod ist, desto mehr nackte Diatomeen werden vorhanden sein.

3. Bei kombinierter Beatmung von Kieselgur und Asbeststaub kommt nur die Silicosis zum Durchbruch. Asbestosis und Pseudoasbestosiskörperchen sind ohne mineralogische Hilfsmittel nicht zu unterscheiden, jedoch spricht für die Anwesenheit echter Asbestosiskörperchen, außer der tatsächlichen Einatmung von Asbeststaub, die Menge der nackten Asbestnadeln, die bei den vereinzelt vorkommenden Pseudoasbestosiskörperchen der 1. und 2. Reihe völlig vermißt werden. Wo also bei dem Vorkommen derartiger Körperchen eine entsprechende Menge nackter Asbestnadeln fehlt, erhebt sich der Verdacht nach Pseudoasbestosiskörperchen, die ihre Gestalt fadenförmigen Gurteilen verdanken dürften.

Im letzten Abschnitt unserer Studie soll noch einmal das Schicksal der Kieselgur kurz umrissen werden, wie es sich aus unserem Material zu ergeben scheint. Wir haben dazu in Tabelle 2 das Material mit den laufenden Nummern der ersten Tabelle nach der Zeit geordnet, die zwischen letzter Staubeinatmung und Tod verstrichen ist. Wir verfügen also über Zeiten von 1—7 Jahren. Außerdem ist noch in der Tabelle die Dauer der Staubatmung verzeichnet, die sich von der Zeit von $1\frac{3}{4}$ bis 16 Jahren erstreckt. Es ergibt sich bei dieser Zusammenstellung, daß langfristige Beschäftigung zwischen 4 und 16 Jahren in allen Fällen eine Silicosis stärksten Grades zur Folge hatte, während die kurzfristige 1—2 lange Jahre Staubeinatmung nur eine Silicosis ersten Grades erzeugte.

Tabelle 2. Das Schicksal der Kieselgur in der menschlichen Lunge.

Nr. der Tab. I	Name, Alter, Sekt.- Nr.	Zeit zwischen letzter Staub- arbeit und Tod	Dauer der Staub- arbeit Jahre	Sili- cosis	Tuber- kulose	Kieselgur			Asbest		Beatmung
						nackte Dia- tomeen	Gur- körper- chen	Pseudo- asbest- körper- chen	echte Asbest- körper- chen	nackte Asbest- nadeln	
1	P. 61 J. 317/41	7	4—6	III ⁰		+	+	+	?	∅	Kieselgur
2	St. 42 J. 142/42	5	7	III ⁰		+	+	+	?	∅	Kieselgur
6	H. 62 J. 766/41	3	16	III ⁰	Tbc.	++	++	?	++	++	Kieselgur und Asbest
5	W. 37 J. 578/41	3	15	III ⁰	Tbc.	++	++	?	++	++	Kieselgur und Asbest
4	K. 47 J. 451/41	2	$1\frac{3}{4}$	I ⁰	käsige Pneu- monie	+++	+	∅	∅	∅	Kieselgur
3	J. 57 J. 452/41	1	2	I ⁰		+++	+	∅	∅	∅	Kieselgur

Bei kombinierter Beatmung der Lunge mit Kieselgur und Asbest überwiegt makroskopisch und mikroskopisch die banale Silicosis vollständig, so daß sich die Asbestosis nur durch die Anwesenheit von Asbestnadeln oder Asbestosiskörperchen verrät.

Das Schicksal der Kieselgur in der menschlichen Lunge ist durch folgende Tatsachen anatomischer Zustandsbilder abzuleiten:

Wir unterscheiden

- a) nackte Diatomeen,
- b) eingekleidete Gurkörperchen und
- c) Pseudoasbestosiskörperchen.

Beim Asbest unterscheiden wir

- a) nackte Asbestnadeln und
- b) echte Asbestosiskörperchen.

Die Zahl der nackten Diatomeen ist am größten, ihre Lagerung am dichtesten und ihr Erhaltungszustand am besten, je kürzer die Zeit zwischen letzter Staubeinatmung und dem Tode ist. Nach Ablauf von 7 Jahren gelingt es nur noch mit Mühe, nackte Diatomeen aufzufinden und dies nur in kleinen Trümmern. Wir schließen daraus, daß die Kieselgur ziemlich rasch abgebaut wird und im Laufe von 7 Jahren und mehr völlig verschwindet.

Die Menge und Ausgestaltung der sog. Gurkörperchen ist abhängig von der Zeit, die sich zwischen der Aufnahme der Staubarbeit und dem Tode abwickelt und von der Intensität der Beatmung, die im allgemeinen mit der Dauer der Beschäftigung steigt. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß die Ausbildung der Gurkörperchen zwar nicht längere Zeit in Anspruch nimmt, aber den weiteren Abbau der Diatomeen verhindert. Besonders eindrucksvolle Exemplare mögen wohl längere Zeit für ihre Entstehung gebrauchen.

Es ist wahrscheinlich, aber noch durch eingehende mineralogische Untersuchung zu bekräftigen, daß nach längerer Beatmung und langen Zwischenräumen zwischen Beginn der Staubarbeit und Tod einzelne Gurkörperchen die Gestalt der Asbestosiskörperchen annehmen (Pseudoasbestosiskörperchen). Der Charakter als Gurkörperchen ist vorbehaltlich der Ergebnisse der mineralogischen Untersuchungen wahrscheinlich, weil die Betreffenden während des Lebens nichts mit Asbest zu tun hatten und nackte Asbestnadeln, wie sie mengenmäßig dem Vorkommen von echten Asbestosiskörperchen entsprechen würden, nicht auffindbar sind, andererseits im Staubmaterial der Kieselgur sehr wohl nadelförmige Gebilde durch Zertrümmerung der Diatomeen vorkommen.

Wir haben also in der Kieselgur ein vortreffliches Modell für die Resorption der Kieselsäure in der menschlichen Lunge, die wegen ihrer anatomischen Eigenschaften und ihrer schnelleren Resorptionsfähigkeit ein besseres Studiumobjekt darstellt als einerseits Quarz und andererseits Asbest. Wenn es auch nicht einfach ist, die gemahlene Kieselgur

von dem durch längere resorptive Tätigkeit der Lungen entstellten Diatomeenstaub zu unterscheiden, so verleiht der Überblick über eine größere Reihe von Fällen ein ganz sicheres Urteil über den erfolgten Abbau und zugleich über die Bedeutung der Kieselgur für die Entstehung der Silicosis.

Wir sind uns bewußt, daß noch weitere Studien notwendig sind, um das Schicksal der Kieselgur im menschlichen Körper aufzudecken und Einzelheiten darüber kennenzulernen, insbesondere auch mineralogische Studien. Letztere hat Herr Professor *Beger* in Hannover in Angriff genommen und wird selbst darüber publizieren. Andere Versuche haben wir selbst in Gang gesetzt. Wenn wir trotzdem vor dem Ergebnis der mineralogischen Studien unsere Fälle bekanntgeben, so geschieht es nicht nur deshalb, weil durch das Ergebnis des Mineralogen nur ein Teilproblem der Lösung harrt, sondern weil die Publikation für die Sanierung der Betriebe und die Entschädigungen der Berufskranken von besonderer Bedeutung sein dürfte.

Literaturangaben.

Beger: Virchows Arch. **293**, 530 (1934). — *Beger u. Ströbe*: Virchows Arch. **290**, 280 (1933). — *Beintker*: Virchows Arch. **294**, 546 (1935). — Arch. Gewerbeopath. **11**, 345 (1931). — *di Biasi*: Med. Welt **1937**, Nr 36. — *Legge, R. T. and E. Rosenkrantz*: Amer. J. publ. Health **22**, 7 (1932). — *Marchand*: Verh. dtsch. path. Ges. **1906**, 223. — *Nordmann*: Z. Krebsforsch. **47**, 288 (1938). — *Nuck*: Die Kieselgur und Kieselgurstaublunge, eine gewerbehygienische Studie (in Vorbereitung). — *Stewart, M. J., N. Tattersall and A. C. Haddow*: J. Path. **35**, 737 (1932). — *Versé*: Disk.-Bem. Westd. Path. Tagg 1938.
