

H. SYMANSKI

STAND DER FORSCHUNG ÜBER DIE
GEWERBLICHE VANADINSCHÄDIGUNG*

Es werden industrielle Gesundheitsschaden durch Vanadin dargestellt. 7 Fälle mit Dauerschaden sind beschrieben. Nachuntersuchungen bei einschlägigen Arbeitern führten zu dem Ergebnis, dass durch Änderung des technischen Verfahrens Gesundheitsstörungen weitgehend eingeschränkt werden können.

Es war mir eine grosse Ehre und eine ebensolche Freude, der liebenswürdigen Einladung des Herrn Präsidenten der Jugoslawischen Akademie für Kunst und Wissenschaft in das gastliche Jugoslawien Folge zu leisten und hier eine Vorlesung zu halten. Wenn ich nun aus dem hochindustrialisierten Saarlande mit seinen 20 Kohlengruben und 5 grossen Hüttenwerken komme, wo arbeitsmedizinische Probleme auch in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht eine grosse Rolle spielen, so habe ich für meine Vorlesung ein Spezialthema ausgewählt, mit welchem ich mich seit 15 Jahren mehrmals beschäftigt habe, zumal gerade im Saarlande ein einschlägiger Betrieb mir die Möglichkeit gab, darüber klinische und arbeitsmedizinische Studien anzustellen.

Der Wandel technisch-chemischer Verfahren und industrieller Produktionsmethoden hat bekanntlich ein sich stets veränderndes, nicht konstantes Bild arbeitspathologischer Konsequenzen beim Menschen zur Folge.

Während beispielsweise die Bleivergiftung vor mehreren Jahrzehnten als Berufskrankheit die Hauptrolle spielte, ist sie infolge anderer verfügbarer Rostschutzmittel im Anstrichverfahren, durch den Ersatz des Bleies durch Kunststoffe und aus anderen Gründen in ihrer Bedeutung weitgehend zurückgegangen, wohingegen die früher nicht beachtete Silikose heute mit Recht ganz im Vordergrund des Interesses steht.

Während fernerhin Phosphor als Gewerbegift gegen früher praktisch in den letzten 4 Jahrzehnten keine nennenswerte Rolle mehr spielt, stellen Gifte, wie Beryllium und Cadmium, Arbeiter, Betriebstechniker,

* Vortrag, gehalten auf der II. Tagung für Arbeitshygiene, Zagreb, 6-9 September 1953.

Arbeitsschutzbeamte und Gewerbeärzte vor ganz neue Probleme, über die von zuständiger Seite eingehend berichtet wurde.

Gleiche Überlegungen gelten auch für das *Vanadium*. Seit rund 1½ Jahrzehnten steigt der Vanadinverbrauch in den wichtigsten Industrieländern zunehmend an und hat dementsprechend Arbeiter, Ingenieure und Ärzte vor *offene Fragen* gestellt, worüber ich aus eigener Erfahrung Näheres berichten kann.

Während sich der Verbrauch von Vanadin im Jahre 1934 in Deutschland auf etwa 150 000 kg belief, war er im Jahre 1937 bereits auf 400 000 kg gestiegen und wenn auch keine exakten Zahlen vorliegen, so kann auf Grund der damaligen Autarkiestrebungen und der enormen Rüstungsanstrengungen der Verbrauch in den darauf folgenden Jahren auf ein Vielfaches dieser Zahl geschätzt werden (1, 2).

Ähnliches wird aus England bekannt, wo der Verbrauch von Vanadium von 170 000 kg im Jahre 1936 auf 2 500 000 kg im Jahre 1943 anstieg und in den USA sogar von 342 000 Pfund auf 5 179 000 Pfund im Jahre 1943 (3).

In der Praxis wird Vanadium vorwiegend als Legierungsmittel für Werkzeug-, Bau- und Schnellarbeitsstähle benötigt, wodurch das Korn des Stahles verfeinert und seine Zähigkeit erhöht wird. Dem hingegen ist seine Verwendung als Oxydationsmittel und sein Gebrauch in der chemischen Industrie für katalytische Zwecke als Oxydationskatalysator von geringerer Bedeutung.

Ein saarländisches Grosshüttenwerk, das durch seine Edelstähle weltbekannt geworden ist, erstellte in der Mitte der 30er Jahre eine Vanadiningewinnungsanlage, die sich aus einer Versuchsstation zu einer Grossproduktionsstätte entwickelte und beispielhaft für die Vanadiningewinnung aus gewöhnlichem Thomasroheisen inländischer Herkunft wurde. Hiedurch machte man die hochprozentigen überseeischen Vanadinerze, wie Patronit (20% Vanadin, aus Peru), Carnotit (2% Vanadin aus Colorado und Utah) und Descloicid (10% Vanadin aus den Otaviminen in Südwestafrika) weitgehend erntefähig.

Bei der *Herstellung des Ferro-Vanadin* waren nun *Klagen* über *zahlreiche Gesundheitsstörungen* bei der Belegschaft dieses Werkes laut geworden, und man war sich nicht darüber klar, mit welcher neuen unbekannteren Giftwirkung man zu rechnen habe und welche Schutzmaßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen notwendig seien. Daher wurde meine Mitwirkung von seiten des Betriebes und der Arbeitsschutzbehörden in meiner Eigenschaft als Landesgewerbearzt erbeten.

Die bis zu diesem Zeitpunkt, nämlich 1938, verstreut erschienene *Literatur* darüber war *völlig widersprechend* und *gewerbehygienische Erfahrungen* darüber lagen *überhaupt nicht* vor, so daß ich eine eingehende klinische und röntgenologische *Durchuntersuchung* der *gesamten Belegschaft* unter besonderer Berücksichtigung der gewerbehygieni-

schen Gesichtspunkte durchführte und meine Erfahrungen einschliesslich einer Darstellung der gefährdenden Arbeitsverrichtungen und Betriebspunkte bekannt gab (4, 5).

Es zeigte sich, daß bei dem ganzen Verfahren *ausschliesslich* das *Vanadium-Pentoxyd*, die Vanadinsäure, eine spezifische gesundheitsschädigende Wirkung erzeugte, die bei verschiedenen Arbeitsgängen des Verfahrens in feinsten staubförmiger Dispersion zur Einatmung gelang. Dagegen waren die übrigen chemischen Abwandlungen des Vanadiums, die im Verlaufe seiner Erzeugung bis zu dem fertigen Ferro-Vanadin durchlaufen werden, patho-physiologisch indifferent.

Die Wirkung des Vanadium-Pentoxyds bestand vor allem in einer *Reizung der Schleimhäute der Augen und der oberen Luftwege: Augenbrennen, eitriges Absondern der Bindehäute, wässriger Schnupfen mit Niesen und Nasenbluten, wehes Gefühl im Rachen, Hustenreiz* mit mehr oder weniger *Auswurf, Brustschmerzen und Atemnot*. Fast sämtliche 19 Untersuchte zeigten eine deutliche *Conjunktivitis, Reizung der Nasenschleimhäute* mit Entzündungserscheinungen und *Schnupfen*. Fast alle hatten den typischen physikalischen Befund einer *Bronchitis*. Komplikationen, insbesondere etwa mit Tuberkulose, wurden nicht gefunden. *Sonstige Veränderungen bestanden nicht*; insbesondere ergab sich nicht der geringste Anhalt für Nierenschädigungen, Blutveränderungen oder Magen-Darmstörungen; auch kam es nicht zu psychischen Veränderungen oder Sehstörungen.

Die folgenden Ausführungen werden nun zeigen, daß in der Folgezeit, d. h. *in den letzten 14 Jahren, auch in mehreren anderen Ländern*, nämlich vorwiegend in Italien, England und Schweden, *Erfahrungen über Vanadinschädigungen veröffentlicht* wurden, die soweit sie sich klinisch damit beschäftigten, meist auf meine Veröffentlichung Bezug nehmen und einige neue Gesichtspunkte bringen. Außerdem soll sich noch eine kurze Darstellung der derzeitigen technischen Produktionsmethoden des hiesigen Werkes, namentlich im Hinblick auf ihre arbeitsmedizinische Bedeutung, und das Ergebnis der von mir veranlaßten Nachuntersuchung der früheren und jetzigen Arbeiter des Betriebes anschliessen.

Molfino und Balestra (7) beschrieben 1942 die Symptome von 25 Arbeitern, die *Vanadium-Pentoxydstaub* ausgesetzt waren. Sie fanden heftigen Husten mit mehr oder weniger Auswurf, Rasselgeräusche und Atemnot. Bei einigen wenigen Fällen ergab die Röntgenuntersuchung auch pneumokoniotische Veränderungen, die aber wahrscheinlich auf den gleichen Kieselsäuregehalt des eingeatmeten Staubes zurückzuführen waren. Diese Beobachtungen wurden mitgeteilt, nachdem *Molfino* vorher bereits Tierversuche ausgeführt hatte, indem er Kaninchen mit Vanadin-Pentoxyd bestaubte. Vanadium wurde von den Tieren absorbiert und erschien im Urin. Es traten bei den gewählten Dosen erhebliche

Reizerscheinungen an den Atemwegen, aber auch am Verdauungskanal und an den Harnwegen auf und es entstand eine Hyperthermie, ähnlich wie bei Zinkoxydeinatmung. Die autoptischen Untersuchungen zeigten Reizungen der Schleimhäute und kleine Nierenblutungen (6).

Im Jahre 1946 folgte die Mitteilung von *Wyers* (8). Hier waren es 10 Leute, die 5 Monate bis zu 10 Jahre *Vanadiumpentoxyd* ausgesetzt waren. Die Symptome dieser Leute waren heftiger als bei meinen Beobachtungen und ich vermute, daß die *Staubeinwirkung* bei ihnen *stärker* gewesen sein muß als bei den von mir beobachteten Erkrankten. Zwar fand auch *Wyers* keine Magen-Darmstörungen oder Abmagerung, auch keine Schstörungen und keine nervösen Erscheinungen, wie Schwindel, Lähmungen, Krämpfe oder dergleichen, aber die Symptome waren folgende: Blässe, *heftige Hustenanfälle*, gelegentlich mit *etwas Blut*, *Atemnot*, *Brustschmerzen*, Herzklopfen bei Anstrengungen, *diffuse Bronchitis*, *Bronchialspasmen* und *Neigung zu Emphysem*, betonter 2. Pulmonalton und eine Verstärkung der Lungenzeichnung im Röntgenbild. In 4 Fällen entstand auch eine *Pneumonie*, davon 3x in Unterlappen und einmal im Mittelappen, wobei ein Mann starb. Diese letzten 4 Fälle stammten aus der Betriebsabteilung, wo durch Sieben die Atmosphäre besonders staubig wurde und wo ein Arbeiter nach dem anderen an Lungentzündung erkrankte. Besonders auffallend war schliesslich eine *grün-schwärzliche Verfärbung der Zunge*, besonders in ihrem hinteren Abschnitt, die sich nicht abkratzen ließ, jedoch nach einigen Tagen nach Aufhören der Arbeit wieder verschwand. Er führte diese Erscheinung auf die Reduktion von Pentoxyd zu Trioxyd und die Bildung von grünlichen Salzen infolge der Wirkung von Ptyalin und Ameisensäurebildenden Bakterien zurück. Die Verfärbung fand sich besonders bei Leuten mit Zahncaries.

In den Jahren 1949–1951 teilte nun *Sjöberg* weitere Erfahrungen über *Vanadinschädigungen* mit, die er in den Kupferbergwerken von Falun in Schweden beobachten konnte und weswegen er mehrfach mit mir korrespondierte (9, 10, 11, 12, 13).

Der Herstellungsprozess, bei welchem eine Gefährdung der Arbeiter mit Vanadiumpentoxyd stattfindet, ähnelt im Prinzip weitgehend dem von mir früher geschilderten Betriebsverfahren. Doch ist offenbar dadurch, daß das getrocknete pulverförmige Vanadiumpentoxyd zwecks Versand in Papiersäcke abgefüllt wird, eine noch stärkere Staubentwicklung als in dem von mir untersuchten Betriebe möglich. Auch *S.* hebt hervor, daß bei Beginn der Produktion die Staubgefahren und Staubbekämpfungsmaßnahmen nicht genügend beachtet worden waren, was nach seiner ausführlichen Darstellung später offenbar in weitgehenden Maße stattfand.

Im ganzen hat *Sjöberg* 36 Arbeiter eingehend untersucht; auch er konnte im *wesentlichen die von mir gemachten Beobachtungen bestä-*

tigen, nämlich Reizungen der Augenbindehäute, der Nasenschleimhaut, Schnupfen mit Schleimhautveränderungen, oft heftiger Reizhusten mit und ohne Auswurf, Bronchitis mit Giemen und Atemnot. Auch unter seinen Fällen ereigneten sich 5 *Bronchopneumonien*. S. möchte sie als vorwiegend chemisch bedingte »Pneumonitis« bezeichnen. Auch er fand keine Magen-Darmstörungen und nur einmal eine Zungenverfärbung wie sie *Wyers* beobachtete. Dies wurde durch die Unterschiede der Arbeitsprozesse und die Möglichkeit, daß in der englischen Fabrik mehr lösliche Vanadinverbindungen als Zwischenprodukte auftreten, erklärt. Außerdem rauchten die englischen Arbeiter mehr, so daß die Möglichkeit bestand, daß sie Staub in den Mund bekamen. In der Tat waren die Zigarettenstummel alle grünlich verfärbt. In seinem Falle erklärte S. die Zungenverfärbung durch die Fällung von vierwertigem Vanadiumhydroxyd. Weiterhin glaubte S. *geringe ekzematöse Hautveränderungen* als allergische Reaktion dem Vanadiumpentoxyd gegenüber auffassen zu müssen. Die Lappchenprobe war positiv.

Hervorzuheben wäre schliesslich, daß auch S. die *Möglichkeit* einer *Dauerschädigung im Sinne chronischer Bronchitis und Emphysem* nach längerer Einwirkung ins Auge fasste, worauf auch von mir bereits hingewiesen war. Interessant war ferner, daß auch *Sjöberg* ebenso wie *Molfino* eine Vermehrung des Vanadiningehaltes im Blut und Harn und somit eine *Resorption* nachweisen konnte, *ohne* daß allerdings dadurch bedingte *resorptive Vergiftungserscheinungen* an den parenchymatösen Organen verifiziert werden konnten.

Seine außerdem an Kaninchen ausgeführten Inhalationsversuche bestätigten weitgehend die klinischen Beobachtungen und bei länger dauernder Exposition entwickelten sich Lungenemphysem und bronchopneumonisch-atelektatische Lungenveränderungen. Der Vanadiningehalt von Leber, Niere und Lunge war erhöht. Der in den Lungen enthaltene Vanadinstaubgehalt war aber nach langer Exposition nicht größer als nach kurzer, was den Schluß erlaubte, daß Staub resorbiert wird, zumal Vanadiumpentoxyd in den Körpersäften leichter löslich ist als im Wasser.

Neueste Untersuchungen von *Sjöberg*, zusammen mit *Forssman* u. *Dalhann* aus dem schwedischen Staatsinstitut für Volksgesundheit in Tomtebodas erstreckte sich nun noch auf die Toxizität des Vanadiums im Tierversuch (14). An Katzen und Kaninchen wurde Blutdruck, Atmung und Sterblichkeit nach Gaben von Ammoniummetavanadat gemessen und ihre Beeinflussbarkeit durch Dimercaprol, d. h. Bal als Gegengift geprüft. Bei weissen Mäusen ergab sich kein Schutz gegen den allgemein toxischen Effekt bei subkutanen Vanadiningaben. An Katzen und Kaninchen verursachte Vanadin Blutdrucksenkung, Zunahme der Atemfrequenz bei Verkleinerung der Atemamplitude. Bal verhinderte die Blutdrucksenkung, jedoch die Wirkung auf die Atmung

blieb bei Kaninchen unverändert, bei Katzen schien die Wirkung von Vanadin auf die Atmung weniger ausgesprochen.

Auch von französischer Seite wurde 1951 auf die nunmehr als fest umrissenes Krankheitsbild zu bezeichnenden Vanadinschäden bei der *Zubereitung katalytischer Massen aus Vanadium* kurz hingewiesen, wobei die *gleichen Krankheitserscheinungen* beschrieben wurden (15).

Eine bisher aber völlig unbeachtete Möglichkeit von Vanadinerkrankungen wird nun in diesem Jahre von dem Engländer *Williams* berichtet, und es erhebt sich die Frage, ob die Vanadinschädigungen bei diesen Arbeitern nicht häufig eine bisher unerkannte Ursache von Gesundheitsstörungen darstellen (16). Es handelt sich um die periodische *Reinigung von mit Erdöl geheizten Kesseln* von Kraftanlagen und Schiffsmaschinen. An ersteren machte W. seine speziellen Erfahrungen.

Es ist eine vielfach unbekannte Tatsache daß die *Ascidaceen*, niedere polypöse Meereslebewesen, einen hohen Vanadinhalt haben und daß darauf wohl auch der wechselnde teilweise hohe Vanadinhalt von Erdöl beruht. In der Asche von Erdöl, aus welchem die flüchtigen Kohlenwasserstoffe vorher abdestilliert sind, findet sich beispielsweise bei iranischem Erdöl 14% und bei venezolanischem Erdöl bis zu 45% Vanadiumpentoxid!

So wird bei der Verbrennung von 11 Tonnen Öl in der in den Kesseln entstehenden Asche eine Menge von etwa 500 gr. Vanadiumpentoxid gefunden. In diesem größten nach dem Kriege auf Erdöl umgestellten Kraftwerk, in dem W. seine Beobachtungen machte, verbraucht jeder Kessel 150 Tonnen Erdöl pro Woche; das entspricht einer Produktion von knapp 7 kg staubförmigem Vanadiumpentoxid und bei einer Brenndauer von einem Jahr einer Menge von rund 350 kg! Diese Kessel werden jährlich im Turnus gereinigt, so daß 8 Arbeiter alle 3 Monate 2 Wochen lang damit beschäftigt sind.

Bereits die Arbeiter, die das Gerüst für Reinigungsarbeiten im Kessel aufstellen, erkrankten leicht, um so heftiger aber dann die eigentlichen *Reiniger* und die nachher in Tätigkeit tretenden *Ofenmauerer*. Beim Abbürsten, Abklopfen und Abblasen der Heizröhren mit Preßluft entsteht eine dichte *Staubentwicklung*, die zu sehr heftigen Krankheitserscheinungen der oben geschilderten Art führte.

Es entstand *wässriger Schnupfen, Augentränen, Halsschmerzen, Druck hinter dem Brustbein, Husten, Bronchitis, Rasselgeräusche*, starke *Atemnot*, die bei den kleinsten Anstrengungen eintrat. *Müdigkeit und Abgeschlagenheit und eine depressive Verstimmung*, so daß die Arbeiter die übliche abendliche Freizeitbeschäftigung aufgaben. Teilweise wurden Händetremor und andere nervöse Erscheinungen gefunden. Auch *Williams* fand den *grün-schwarzen Zungenbelag*, der nach einigen Tagen verschwand und die grünliche Verfärbung der Zigarettenstummel (W. selbst, wie ich auch übrigens hatten bei der Exposition durch Vanadium-

pentoxydstaub die gleichen bronchitischen Erscheinungen und der Husten schwand erst nach 10–14 Tagen). Röntgen, EKG und Urinuntersuchung waren o. B. Bei 3 von 8 Untersuchten wurde Vanadium im Urin gefunden. Der höchste Gehalt im Urin war 0,4 mg pro Liter, bei dem Mann, der auch klinisch die schwersten Symptome zeigte.

Durch *Änderung des Arbeitsverfahrens*, Preßlufteinblasung von außen, Befeuchten des Mauerwerks und Maskentragen konnte eine *weitgehende Besserung* festgestellt werden.

Bemerkenswert ist schliesslich die Feststellung von *Williams*, daß die Kesselreinigungsfirmer für Schiffskessel in England seit 1924 regelmässig Zulagen gewähren; die Gründe dafür waren mit der Zeit vergessen worden, aber sie sind zweifellos durch 2 Faktoren begründet, nämlich einmal durch die Verschmutzung und zum anderen durch die immer wieder vorgebrachten Klagen der Arbeiter über Reizerscheinungen an den Atemwegen, worüber die Arbeiter regelmässig klagten, trotzdem sie leichte Baumwollfilter trugen. Man ist wohl berechtigt, daraus den Schluß zu ziehen, daß die Atemwegsreizerscheinungen bei derartigen Arbeitern vielfach durch den bisher unbeachteten Vanadinsäuregehalt des Ölrußes hervorgerufen werden.

Fast zu gleicher Zeit und unabhängig von *Williams*, hat der Däne *Frost* in Kopenhagen ganz ähnliche Beobachtungen an allerdings nur 4 Personen gemacht (18). Er untersuchte Arbeiter, die die gleichen Beschwerden immer dann vorbrachten, wenn sie *ölbeheizte Kessel zu reinigen* hatten. Diese Beschwerden traten nicht auf, wenn sie die Kessel von Kohlenruß reinigten, obwohl die Russenentwicklung dabei viel stärker war. Die Beschwerden verstärkten sich nach der Arbeit, um nach einigen Tagen oder Wochen wieder abzuklingen. Dauerfolgen wurden nicht beobachtet, aber bei längerer Exposition und bei älteren Personen hält *Frost* Zurückhaltung bezüglich der Prognose für geboten. Es erschien *Frost* schwierig, eine Änderung der Arbeitsbedingungen herbeizuführen.

Übrigens bestätigte mir *Sjöberg* unlängst durch briefliche Mitteilungen, daß *auch in Schweden* ähnliche Beobachtungen bei *Reinigungsarbeiten ölbeheizter Kessel* gemacht wurden.

Nachdem ich durch diese verschiedenen Veröffentlichungen gesehen habe, daß ich mit meinen Erfahrungen keineswegs allein stand, sondern meine klinischen Beobachtungen überall bestätigt wurden und Ergänzungen fanden, habe ich das von mir seinerzeit durchuntersuchte Werk, dessen Beobachtung mir durch äussere Umstände nicht möglich gewesen war, nunmehr erneuten Besichtigungen unterzogen und eine *Nachuntersuchung der dort jetzt beschäftigten und früher dort tätigen Arbeiter* veranlaßt (19).

Die *Gefährdung* der Arbeiter ist durch eine Umänderung und Verbesserung des technischen Verfahrens *weitgehend herabgesetzt* und zwar

insofern, als die Phase der verschiedenen chemisch-technischen Umwandlungen, wo sich das Vanadin in der Form des Vanadinpentoxyds befindet, praktisch soweit verkürzt ist, daß eine Einwirkung auf die Arbeiter nur noch in geringem Masse stattfindet.

Früher wurde dem Vanadinsäureschlamm, wenn man sich so ausdrücken darf, durch indirekte Erhitzung das Wasser entzogen und das Vanadiumpentoxyd blieb als rot-schwarzes, stark stäubendes feines Pulver zurück. Es mußte mittels langer Kratzer und Schieber aus dem Trockenofen herausgekratzt und in Eisentonnen entleert werden. In einer Mischtrommel wurde dann das Vanadinpulver mit Hammerschlag und Aluminium gemischt und schliesslich in Tiegelöfen verbracht, in denen diese Mischung im Termithverfahren unter hohen Temperaturen bis zu 2 000 Grad zu Ferrovanadin zusammenschmilzt. Hierbei mußte das mit Aluminium gemischte Vanadinpulver manuell diskontinuierlich mit Schaufel in die Tiegel geworfen werden.

Bei allen diesen eben geschilderten Prozessen waren die Arbeiter mehr oder weniger erheblich dem Vanadinstaub ausgesetzt, wodurch ihre Krankheitserscheinungen zustande kamen. Heute dagegen wird die noch feuchte schlammartige Vanadinsäure in einem Ofen geschmolzen, in welchen sie von den Ausfällbecken mit Schubkarren zu einer entsprechenden Fallöffnung transportiert wird. Aus diesem eben erwähnten Ofen fließt die ca. 600 Grad heiße flüssige Vanadinsäure durch eine mundstückartige Öffnung auf einen wassergekühlten Drehteller, auf dem sie in Schuppenform zur Erstarrung gebracht wird; diese metallähnliche Masse, die wie Walzensinter aussieht, wird in Fässern aufgefangen. Diese nicht mehr staubende Vanadinsäure wird dann entweder direkt dem Stahl im Elektroofen zugesetzt oder, wie bisher, im Termithverfahren in Ferrovanadin umgeschmolzen.

Eine Gefährdung durch die Vanadinsäure besteht also in diesem Betrieb heute nur noch in geringem Grade, bei dem Transport des Vanadinschlammes von den Ausfällbecken zu dem Ofen, wo es zu einer Verstreuerung und Aufwirbelung des trocknenden Vanadinsäurepulvers kommen kann. Die Arbeiter sind überdies mit Feinstaubkolloidfiltermasken ausgerüstet.

Die Ergebnisse der nunmehr (1952) durchgeführten Nachuntersuchungen waren kurz zusammengefasst folgende:

Dier *durchschnittliche Beschäftigung* der 10 derzeit im Vanadinbetrieb tätigen Arbeiter, die mit allen vorkommenden Arbeiten beschäftigt werden, beträgt 2-3 Jahre. Die *Mehrzahl* klagte über gelegentliches *Augentränen, Nasenlaufen und Husten*. Objektiv wurde mehrfach *Bronchitis* festgestellt. Bei einigen bestanden keine präzise vorgebrachten Beschwerden. Die übrigen Untersuchungen, einschliesslich Röntgen, boten keine Besonderheiten, der *Allgemeinzustand war nicht beeinträchtigt*. Die deutliche Verminderung der Beschwerden gegenüber

früher war zweifellos auf die Verbesserung der technischen Gegebenheiten zurückzuführen.

Bei der *Nachuntersuchung der früher auf diesem Werk beschäftigten Arbeiter* im Hinblick darauf, ob die jahrelange Tätigkeit mit stärkerer Staubenexposition irgendwelche *Restfolgen und Dauerschäden* nach sich gezogen hätte, konnten nur noch 7 Personen erfasst werden.

Ergebnis:

- Fall 1. 55 Jahre alt, 1932–1945 in der Vanadinfabrik, seitdem Zementfabrikarbeiter. Während der Vanadinarbeit die typischen Beschwerden, die sich nachher in abgeminderter Form fortsetzten. Befund: Klinisch und röntgenologisch mässiges Emphysem, sonst keine Besonderheiten.
- Fall 2. 44 Jahre alt, 1935–1939 in der Vanadinfabrik, später Giesserei- und Sinteranlagearbeiter. In der Vanadinfabrik die typischen Beschwerden, die später abgeklungen sind. Befund ergab keine Besonderheiten.
- Fall 3. 60 Jahre alt. Von 1935–1944 in der Vanadinfabrik, seitdem Zementfabrikvorarbeiter. In der Vanadinfabrik die typischen Beschwerden, die ihn auf später zwangen, einen erneuten Arbeitsversuch in der Vanadinfabrik aufzugeben. Spätere und jetzige Beschwerden: Atemnot, Beklemmung und Husten. Befund ergibt Emphysem bei allgemeiner Plethora.
- Fall 4. 47 Jahre alt. Von 1935–1943 in der Vanadinfabrik, später Soldat und Zementfabrikarbeiter. Während der Arbeit in der Vanadinfabrik die typischen Beschwerden. Auch heute noch Klagen über Bronchitis. Befund: Bronchitis, sonst o. B.
- Fall 5. 41 Jahre alt. 1938–1943 Vanadinfabrik, später Soldat und Zementfabrikarbeiter. In der Vanadinfabrik die üblichen Beschwerden, die später aufhörten. Befund o. B.
- Fall 6. 43 Jahre alt. 1939–1944 Vanadinfabrik, später Zementfabrikarbeiter. In der Vanadinfabrik die üblichen Beschwerden, die später abklangen. Befund o. B.
- Fall 7. 38 Jahre alt. 1937–1939 Vanadinfabrik, später Soldat und Versandabteilung. In der Vanadinfabrik die üblichen Beschwerden, die später abklangen. Befund: Leberschaden, keine pulmonalen Erscheinungen.

Es ist bemerkenswert, daß die beiden Arbeiter, bei denen ein *Emphysem* festgestellt wurde, diejenigen waren, die am längsten, nämlich *9 und 13 Jahre in dem Vanadinstaub gearbeitet* hatten, während alle übrigen kürzere Zeit beschäftigt waren.

Die Frage, ob man bei 2 von 7 nachuntersuchten Personen das vorhandene Emphysem auf die 13 bzw. 9 Jahre lange Einwirkung der Vanadinsäure und den mit ihr verbundenen bronchitischen Dauerzustand zurückführen muß, ist natürlich nicht mit völliger Sicherheit zu beantworten. Gewiss mögen altersgemässe Veränderungen zu der Entstehung desselben beigetragen haben. Vergewärtigt man sich andererseits unsere als allgemein gültig angesehenen pathologisch-anatomischen Vorstellungen über die Entstehung eines Emphysems, welche eine chronische Bronchitis als wesentliche Ursache eines Emphysems betrachten, und die Erfahrungen, daß nach der Einatmung ätzender Gase, wie etwa Kampfstoffe usw., das Bild einer Bronchitis-obliterans beobachtet wurde, so bin ich doch geneigt, in der *chronischen Vanadin-*

einatmung eine wesentliche Mitursache des entstandenen Schadens zu erblicken, der sich schliesslich letzten Endes auch auf das rechte Herz auswirken wird. In dieser Ansicht werde ich noch durch die Beobachtungen von Wyers und Sjöberg über das Entstehen von Pneumonien nach Vanadinsäureeinwirkung bestärkt, zumal die von mir beobachteten Fälle jahrelang kontinuierlich exponiert waren. Auch von rein internistischer Seite wurde gerade in letzter Zeit die Entstehung chronischer Bronchitis und Emphysem als Gewerbekrankheit in Staubberufen und durch langdauernde Einatmung von Säuredämpfen besonders herausgestellt (17).

Zusammenfassung

Die Verwendung von Vanadin in der Industrie ist in den letzten 15 Jahren um ein Vielfaches angestiegen und hat zu Gesundheitsschädigungen geführt. Eine spezifische gut charakterisierte Gewerbekrankheit durch Vanadin wurde im Jahre 1939 von Verfasser eingehend beschrieben, nachdem vorher widersprechende und unklare Ansichten über die Toxizität des Vanadins beim Menschen bestanden hatten. Von den bei der chemisch-technischen Verarbeitung entstehenden verschiedenen Umwandlungsprodukten des Vanadins ist es nur die Vanadinsäure, welche die Gesundheitsschädigungen hervorruft. Sie wird zwar resorbiert, aber sie ruft keine resorptiv toxischen Vergiftungserscheinungen an den inneren Organen hervor, sondern in ganz charakteristischer Weise Erkrankungen der Schleimhäute, der Augen und Luftwege, die bei stärkerer Einwirkung bis zu Pneumonien führen und als charakteristisches Stigma eine grün-schwarze Zungeverfärbung, wahrscheinlich durch Niederschläge von Vanadiumhydroxid hervorrufen können. Auch allergische Hautveränderungen wurden gelegentlich beobachtet. In der Folgezeit erschienen verschiedene ergänzende Veröffentlichungen, welche die Erfahrungen des Verfassers bestätigten und ergänzten und außerdem auf bisher unerkannte durch Vanadinsäure hervorgerufene industrielle Gesundheitsschäden aufmerksam machen.

Eine nunmehr von Verfasser veranlasste Nachuntersuchung bei einschlägigen Arbeitern führte zu dem Ergebnis, daß durch Änderung des technischen Verfahrens Gesundheitsstörungen weitgehend eingeschränkt werden können, daß aber andererseits nach jahrelanger früher stärkerer Einwirkung die Entstehung von Dauerschäden in Form eines Emphysems mit allen seinen Folgen als wesentliche Teilursache wahrscheinlich ist.

*Arbeitsmedizinisches Institut
der Universität des Saarlandes,
Saarbrücken*

*Eingegangen am
15. IX. 1953.*

Literatur

1. Zichler, H., Stahl und Eisen, 58 (1938) 749.
2. Zichler, H., Technik und Wirtschaft, 33 (1940) 169.
3. Fairhall, L. T., Industrial Toxicology. The Williams a. Wilkins Comp. Baltimore 1949.
4. Symanski, H., Arch. Gew. Path. u. Gew. Hyg. 9 (1939) 295.
5. Symanski, H., Bericht VIII. int. Kongr. f. Berufskr., Verlag Thieme, Leipzig, 1939 p. 1061.
6. Molfino, F., Bericht VIII. int. Kongr. f. Berufskr., Verlag Thieme, Leipzig, 1939, p. 1106.
7. Balestra u. Molfino, F., Rass. Med. Ind. 19 (1942) 5 cit. nach Sjöberg.
8. Wyers, H., J. ind. med. 3 (1946) 177.
9. Sjöberg, S. G., Acta med. scand. 138 (1950) Suppl. 238.
10. Sjöberg, S. G., Arch. of. ind. Hyg. a. occ. Med. 3 (1951) 631.
11. Sjöberg, S. G., Acta allerg. 4 (1951) 357.
12. Sjöberg, S. G., J. of. Chem. Educ. 28 (1951) 294.
13. Sjöberg, S. G., Särtryck ur Nordisk Med. 43 (1950) 117.
14. Dalhamn, T., Forssman, S. u. Sjöberg, S. G., Acta pharm. et toxic. 9 (1953) 11.
15. Marchand, M. et Toulouse, J., Arch. mal. prof. 12 (1951) 602.
16. Williams, N., Brit. Journ. ind. Med. 9 (1952) 50.
17. Dennig, H., Lehrbuch der inneren Medizin, Verlag Thieme, Stuttgart 1952.
18. Frost, J., Særtryk af Ugeskrift for Laeger 27 (1951) 1309.
19. Lingnau, Dissertation Saarbrücken (izlazi naknadno).
20. Patty, F. A., Industrial Hygiene and Toxicology. Interscience Publishers New-York, London 1949.

Sadržaj

PROFESIONALNO OŠTEĆENJE VANADIJUMOM

U toku posljednjih petnaest godina znatno se povećala upotreba vanadijuma u industriji. Autor je već 1939. god. opisao karakteristična profesionalna oštećenja. Do tog su vremena postojala o toksičnosti vanadijuma vrlo nejasna i često suprotna mišljenja pojedinih autora. Vanadijumska kiselina, koja nastaje u toku kemijskog i tehničkog procesa preradbe, djeluje štetno na zdravlje. Ona ne izaziva resorptivno toksične promjene, nego karakteristična oštećenja sluznice očiju i dišnih putova. Katkad dolazi i do pneumonije s karakterističnim jezikom crnozelene boje (vjerojatno se radi o taloženju vanadijuskog hidroksida). Opažene su i alergične promjene kože. Posljednjih su godina i drugi autori potvrdili spomenute nalaze, a opaženi su i neki drugi faktori, koji govore za profesionalno oštećenje. Autor je naknadnim istraživanjem došao do zaključka, da se promjenom tehničkog procesa može znatno smanjiti opasnost upotrebe vanadijuma u industriji. Kod ljudi, koji su duže vrijeme bili na jako eksponiranim mjestima, nastaju trajne promjene u obliku emfizema sa svim njegovim komplikacijama.

Institut za medicinu rada
Sveučilišta Saarske oblasti,
Saarbrücken

Radnja primljena
15. IX. 1953.