

Aus diesen Versuchen geht es mit ziemlicher Sicherheit hervor, daß für die Eigenschaften des Linoxyns das Bestehenbleiben der Bindungen mit dem Glycerin von ausschlaggebender Bedeutung ist, und daß die Abspaltung von Pelargonsäure, Propionsäure, Capronsäure usw., die an den Enden der Moleküle der Leinölsäuren vor sich geht, von keinem großen Einfluß auf das Bestehen und die Eigenschaften des Linoxyns sein kann.

Zusammenfassend möchte ich nun die verschiedenen, von uns bisher einzeln nachgewiesenen Momente nennen,

dio zu einer Verwitterung und einem Abbau der Leinöl-anstriche führen:

1. die natürliche Oxydation,
2. die Hydrolyse unter Mitwirkung der Oxydationsprodukte des Leinöls und evtl. daraus gebildeter Verbindungen mit den Pigmenten,
3. die Zerstörung durch Pilze.

Die Versuche sind von den Herren Dr. S. Merzbacher und Dr. Weise durchgeführt worden.

[A. 119.]

Über das Umgehen mit Quecksilber.

Von Professor Dr. ALFRED STOCK, Karlsruhe i. B.

(Eingeg. 12. Juni 1929.)

Trotz aller Warnungen wird die Gefährlichkeit des Quecksilbers an vielen davon bedrohten Stellen, auch in so manchem chemischen Hochschulinstitut, noch immer unterschätzt. Man denkt: Wir haben so lange mit Quecksilber gearbeitet, ohne daß einer „krank“ geworden ist! Oder: Es laufen wohl nur überempfindliche Personen Gefahr; auf solche seltenen Fälle kann man nicht allgemein Rücksicht nehmen! So wiegt man sich in eine trügerische und gefährliche Sicherheit¹⁾.

Über die Verbreitung der Empfänglichkeit gegenüber der Quecksilberwirkung liegen wichtige Beobachtungen des Landesgewerbeärztes Prof. Dr. med. Holtzman aus jüngster Zeit vor²⁾. H. hatte in zwei Fällen Gelegenheit, eine größere Zahl von Personen zu untersuchen, die in einem und demselben Raum mit schwach quecksilberhaltiger Luft arbeiteten. Bei der Feststellung der Quecksilbervergiftung war er insofern besonders kritisch, als er den Befund nur dann als positiv betrachtete, wenn außer den nervösen Erscheinungen (Kopfschmerzen, Ermüdbarkeit, Erregbarkeit usw.) auch schon körperliche (Entzündungen, Blutungen, Geschwüre des Zahnfleisches; Lockerung von Zähnen; Durchfälle; Katarrhe) auftraten. Er berichtet: „In dem einen Laboratorium, früher Sammlungsraum, das erst seit fünf Monaten benutzt wurde und woselbst beim Reinigen des Bodens hinter einem Schrank ein halbes Pfund Quecksilber aus einem früher zerbrochenen Instrumente gesammelt werden konnte, hielten sich fünf Personen tagsüber mehr oder minder ständig auf. Diese alle äußerten spontan Beschwerden. Bei dreien war der Befund hinsichtlich Hg-Vergiftung stark positiv, bei zweien positiv . . . — Die 15 befragten Teilnehmer an einem Kursus im Physikalisch-chemischen Institut, ein Professor, ein Assistent und 13 Studenten, die sich nur während einiger Stunden in dem Kursraum aufhielten und daher dem Einfluß der Hg-Einwirkung weniger intensiv ausgesetzt waren, zeigten folgendes Bild: Bei fünf war die Hg-Einwirkung stark positiv, bei vier positiv und bei sechs negativ . . . Die Untersuchung der Luft ergab hier 15 γ Hg im Kubikmeter.“ Holtzman fügt hinzu, daß auch bei den „negativen“ Fällen Hg-Wirkung nicht ausgeschlossen war, und fährt fort: „Daraus geht hervor, daß überall in wissenschaftlichen Instituten, wo bei Verwendung des Hg nicht größte Vorsicht obwaltet und wo vielleicht auch noch die Durchlüftung mangelhaft ist, mit dem Auftreten von Hg-Vergiftungen zu rechnen ist. Die Disposition zur Erkrankung ist, wenn auch individuell verschieden, so doch im ganzen recht verbreitet“. Dieser Schluß deckt sich mit den

Erfahrungen, dio ich selbst an meinen Mitarbeitern und mir machen mußte.

Da an gänzlichen Verzicht auf die Verwendung von Quecksilber an den Stätten wissenschaftlicher und technischer Arbeit wegen der bekannten Vorzüge des flüssigen Metalls leider nicht zu denken ist, erhebt sich die Frage: Wie schützt man sich vor den schädlichen Wirkungen des Quecksilbers? Diese Frage kehrte auch in den Zuschriften, die mir anlässlich meiner Veröffentlichungen über die Gefährlichkeit des Quecksilbers in großer Zahl zugingen, immer wieder.

Welche Mengen von Quecksilber sich in fast sämtlichen älteren chemischen oder physikalischen Laboratorien, im Fußboden, in Tischritzen, in Schubladen, aber auch an Stativen und Apparaten, befinden, kann sich niemand vorstellen, der nicht einmal eine Quecksilber-Razzia mit Taschenlampe und Lupe an solchen Orten mitgemacht hat. Oft ist es schwer, eine Stelle auszuspüren, an der bei genauer Untersuchung keine Quecksilbertröpfchen zu sehen sind. Unter den Dielen der Holzfußböden lagert das Quecksilber manchmal kiloweise. Solche Räume völlig zu entquecksilbern und die Luft in ihnen ganz quecksilberfrei zu bekommen, ist meist ein Ding der Unmöglichkeit. Man muß sich damit begnügen, den Quecksilbergehalt herunterzudrücken, so gut es durch Entfernen alles sichtbaren Quecksilbers, Belegen des Fußbodens mit Linoleum, Verkitten aller Fugen und Ritzen und dauerndes Lüften zu erreichen ist, gegebenenfalls auch durch Streichen der Wände und Decken mit Ölfarbe, wenn sich Quecksilber an der Wand kondensiert hat oder Quecksilberdampf aus dem darüberliegenden Stockwerk durch die Decke dringt.

Auch in Räumen, die nicht als Laboratorium dienen, ist nicht selten Quecksilber, weil darin Thermometer oder andere Quecksilber enthaltende Apparate zerbrochen wurden, wie es ja auch Holtzman beschrieb. Dann befindet sich aber das Metall in der Regel nur im Fußboden, unter den Dielen und im Staube der Fugen. In solchem Falle ist es kaum nötig, den Fußboden aufzureißen und zu erneuern (zumal der Erfolg unsicher ist; das Quecksilber kann tief in den Untergrund geflossen oder destilliert sein), sondern es genügt, die weitere Verdampfung des flüssigen Giftes durch fugenloses Belegen des Bodens mit Linoleum zu verhindern. Besondere Sorgfalt ist den Stellen zu widmen, wo das Linoleum mit der Wand zusammenstößt. Anbringen von Leisten und Verkitten der Ritzen ermöglichen auch dort dichten Abschluß. Von der genügenden Wirksamkeit dieser Maßnahmen konnte ich mich selbst überzeugen: Ein Schreibzimmer, in dem der Holzstab-Fußboden stark quecksilberhaltig war und die Luft $\frac{2}{10\,000}$ mg Quecksilber im Kubikmeter enthielt, ließ sich in der geschilderten Weise so vollständig in Ordnung bringen, daß

¹⁾ Vgl. meinen letzten ausführlichen Bericht: Ztschr. angew. Chem. 41, 663 [1928].

²⁾ Zentralblatt Gewerbehygiene Unfallverhüt. 16, Heft 1 [1929].

in der Luft auch qualitativ kein Quecksilber mehr nachzuweisen war.

Nun zu den Vorsichtsmaßregeln beim Hantieren mit Quecksilber. Man muß überall wieder Quecksilber als das gefährliche Gift behandeln, das es ist und als das es von unsuren Vorgängern, der Generation eines Bunsen und Hempel, behandelt wurde, nicht aber damit wie mit Wasser umgehen, wie man es sich unbegreiflicherweise in den letzten Jahrzehnten angewöhnt hatte.

Offene Quecksilberflächen dürfen sich im freien Arbeitsraum längere Zeit nicht befinden. Dies gilt z. B.

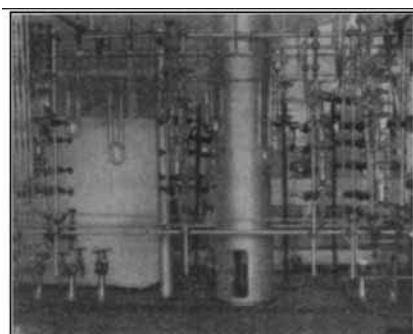


Abb. 2.

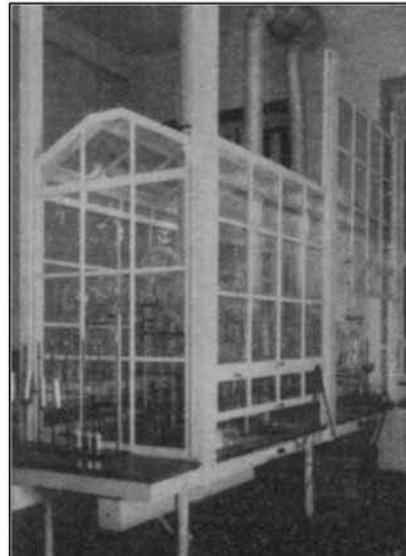


Abb. 1.

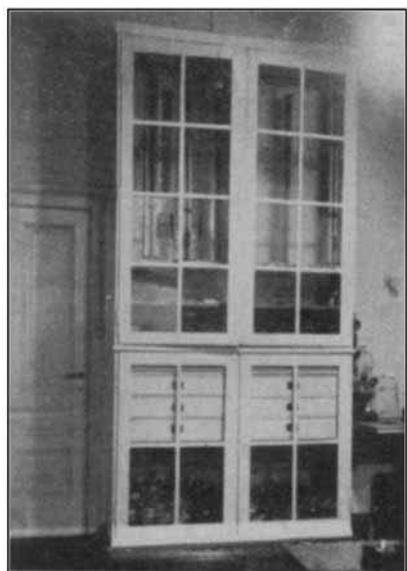


Abb. 4.



Abb. 5.

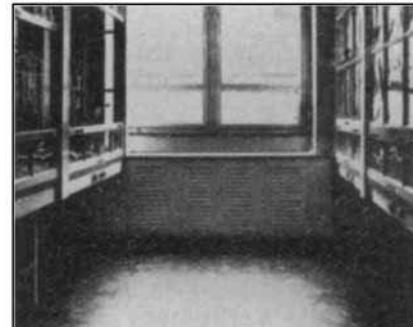


Abb. 3.

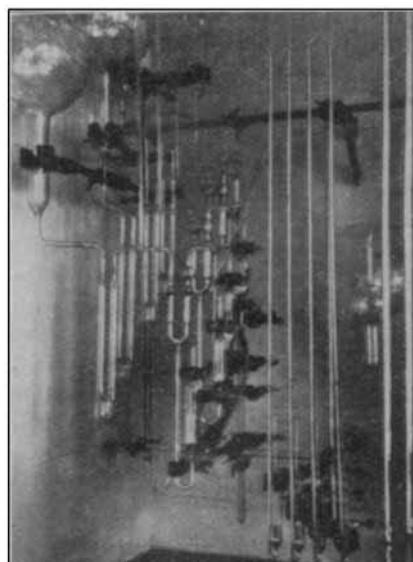


Abb. 6.

von Quecksilberdichtungen aller Art oder von den bekannten elektrischen Wippen-Kontakten. Derartige Apparaturen müssen unter gut ziehenden Abzügen stehen. Allenfalls kann man dem Verdampfen des Quecksilbers durch Überschichten mit Wasser, flüssigem Paraffin od. dgl. vorbeugen. Beachtung verdienen auch die Quecksilberluftpumpen, bei denen während des Betriebes quecksilber gesättigte Luft in den Arbeitsraum gelangt. Die entsprechenden Teile solcher Pumpen sind mit dem Abzug zu verbinden.

Grundsätzlich sollten alle Arbeiten mit Quecksilber nur in besonders eingerichteten „Quecksilberräumen“ ausgeführt werden. Natürlich läßt sich dies nicht restlos durchführen; man müßte sonst ja auch die Quecksilberthermometer aus dem Laboratorium verbannen. Wenn aber in den allgemeinen Räumen (auch in der Vorlesung!) mit Quecksilber hantiert wird, so darf dies nur mit allen Vorsichtsmaßregeln, wie Unterstellen von

Schalen u. dgl., geschehen. Es ist ja die besondere Niederträchtigkeit dieses Gifftes, daß es, verspritzt, sich zu feinstem unzugänglichen Staub zerteilt, um dann ganz langsam unwahrnehmbar zu verdampfen.

Als ein Beispiel für die Ausstattung von „Quecksilberräumen“ sei an Hand einiger Abbildungen die Einrichtung meines Karlsruher Laboratoriums beschrieben, in dem wir bei unseren Hochvakuumapparaturen dauernd große Mengen Quecksilber verwenden.

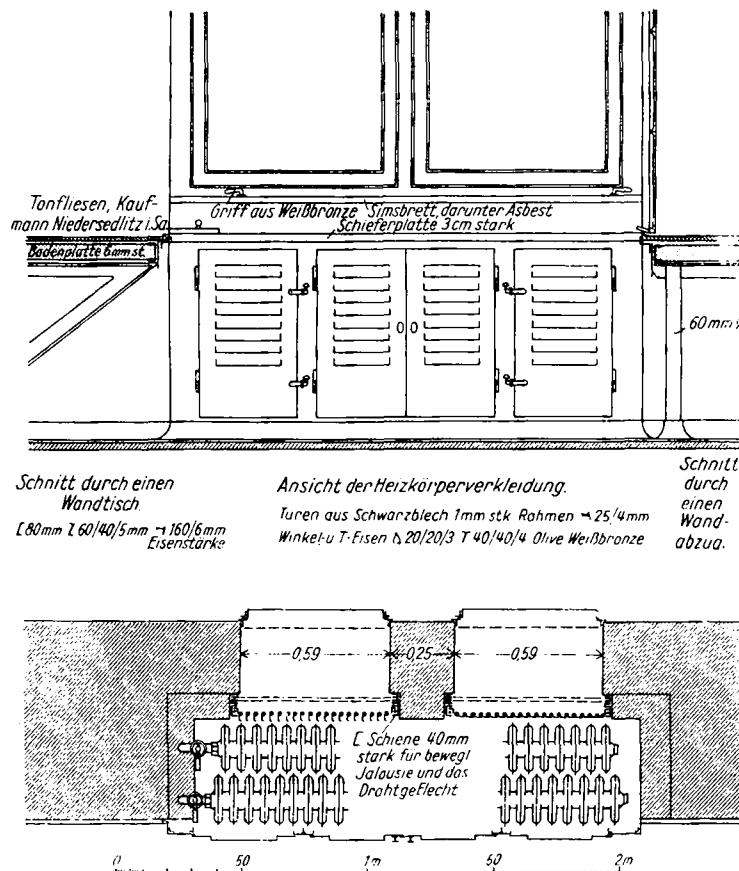
Erstes Erfordernis ist wirksamste Lüftung. Ein elektrischer Ventilator³⁾, vor dem die einzelnen Abluftkanäle zusammenlaufen, kann die Luft im Arbeitsraum ständig fünfmal erneuern; er bleibt dauernd in Be-

trieb, nachts, Sonntags und in den Ferien mit verminderter Kraft. Die Aufrechterhaltung der Lüftung ist wichtig, weil bei Unterbrechen der Entlüftung Quecksilberdampf aus den Abzügen usw. in den Arbeitsraum dringen und sich dort kondensieren könnte. Jede Abzugsöffnung trägt einen Tonschieber zur örtlichen Regelung der Entlüftung. An die Entlüftungsanlage sind außer allen Stellen, wo Quecksilberdampf entstehen kann, auch eine Anzahl von Abzugsöffnungen geschlossen, die an den freien Wänden der Arbeitsräume unten und oben so verteilt sind, daß eine möglichst gleichmäßige Gesamtluftbewegung erzielt wird. Mit be-

³⁾ Hier liefert die Kraft für die Entlüftung eines Arbeitsraumes von 480 m³ Luftinhalt ein Gleichstrommotor von 1,2 kW Leistung (Umdrehungszahl von 950 bis 2850 je Minute regelbar), für diejenige eines Raumes von 130 m³ ein solcher von 0,5 kW. Durchmesser der Dach-Entlüftungsrohre: 50 cm und 25 cm.

sonderen Abzugseinrichtungen sind z. B. versehen: alle Arbeitstische, auf denen mit Quecksilber hantiert wird; die Spülbecken, in denen die Apparaturen gesäubert werden; der in einem verglasten Abzugsschrank untergebrachte Destillationsapparat zur Reinigung des Quecksilbers; die Schränke zur Aufbewahrung aller beim Arbeiten mit Quecksilber benutzten Gegenstände, einschließlich der Stativ u. dgl. An ihnen haftet nach längerem Gebrauch immer Quecksilber.

Abb. 1 (S. 1000) zeigt einen freistehenden Abzugs-Arbeitstisch. Die großen Schiebefenster (je 185×192 cm Fläche) sind möglichst leicht, mit Scheiben aus 1 mm starkem Cellon, das sich gut bewährt, sofern es nicht mit heißen oder chemisch angreifenden Dämpfen in Berührung kommt. Die Entlüftung erfolgt durch in der



Mitte des Abzugstisches stehende, innen mit Asphalt überzogene, außen aluminiumbronzierter Eisenrohre, die unten und oben Schieber tragen (s. die Teilansicht 2). Tischbelag hier wie sonst aus fugenlosen schwarzen Schieferplatten, am Außenrande mit einer Sammelrinne für verspritztes Quecksilber.

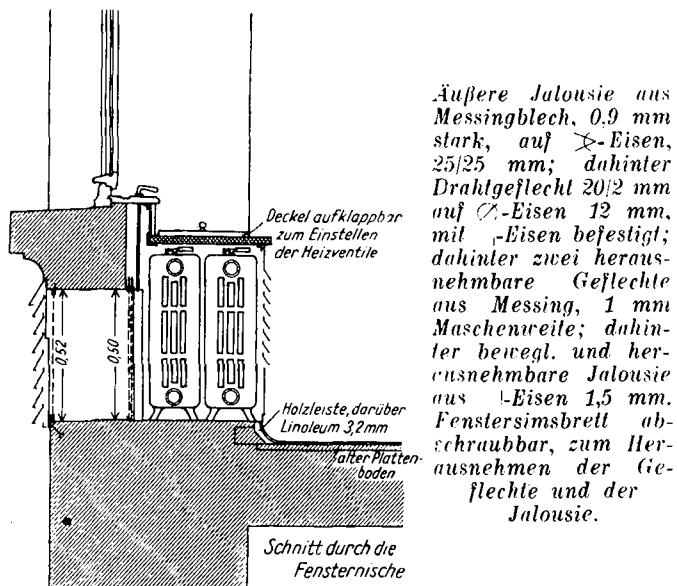
Beim Einbau einer Entlüftungsanlage in ältere Arbeitsräume -- wie in Karlsruhe -- macht die Entlüftung kaum Schwierigkeiten. Abluftkanäle lassen sich in oder auf den Mauern immer unterbringen und über Dach führen⁴⁾. Mehr Sorge macht die Zuführung der nötigen Mengen guter Frischluft. Diese darf nicht auch über Dach entnommen werden, weil sonst die Gefahr besteht, daß sie durch die Abluft verunreinigt wird; aber sie soll auch nicht anderen Räumen entstammen, bei denen man nicht sicher sein kann, daß sie ganz quecksilberfrei sind. Wir halfen uns, indem wir die

⁴⁾ Dort müssen sie in genügender Höhe frei enden (hier 5 m über dem flachen Dach), damit ein Zurückströmen der quecksilberhaltigen abgesaugten Luft in andere Institutsräume ausgeschlossen ist.

Zuluftöffnungen unter den Fenstern anbrachten (vgl. Abb. 3). Diese Anordnung hat sich sehr bewährt. Ihre Einzelheiten gehen aus den genauen Konstruktionszeichnungen auf dieser Seite hervor. Die Luft strömt durch einen Mauerdurchbruch über Drahtsiebe und Heizkörper durch jalousieartige Öffnungen ein, ohne lästigen Zug zu verursachen. Klappen gestatten, ihre Mengen zu regeln oder auch die Anlage nach außen ganz abzuschließen, was nachts bei strenger Kälte nötig ist, um dem Einfrieren der Heizkörper vorzubeugen.

Abb. 4 gibt einen hohen Apparateschrank wieder, der oben und unten an einen Abluftkanal angeschlossen ist. Wie alle Holzteile in den Quecksilberräumen ist er weiß lackiert.

Der Fußbodenbelag besteht aus einfärbigem braunen, möglichst fugenlos verlegten Linoleum. Trotz seiner bekannten Mängel, der Empfindlichkeit gegen Hitze und Alkali, ist Linoleum das Beste für Räume, in denen mit Quecksilber gearbeitet wird. Man muß es sachgemäß behandeln, damit seine Oberfläche glatt



bleibt. Es darf nicht geölt (Quecksilber verschmiert sich mit Öl; graue Salbe!), sondern nur dünn und gleichmäßig gewachst werden. Wichtig ist, daß man es sorgfältig vor Rissen bewahrt und sich hütet, Nägel, Glassplitter u. dgl. hineinzutreten. An den Rändern ist das Linoleum -- eine schon von H e m p e l getroffene Vorsichtsmaßnahme -- unter Verwendung hölzerner Hohlkehlen etwa 10 cm hochgezogen (vgl. die Zeichnung), so daß keine unzugänglichen Winkel vorhanden sind. Die Zahl der Tischfüße u. dgl. ist möglichst eingeschränkt (vgl. Abb. 1 und 3). Arbeits-, auch Schreibtische (Abb. 5) ruhen, wo es angeht, auf Wandstützen. Die Schränke stehen auf gekehlten Sockeln, an denen das Linoleum gleichfalls in die Höhe geht (Abb. 4).

Abb. 6 zeigt eine empfehlenswerte Art, die Quecksilberapparaturen ohne Stative, unter deren Platten und Füßen sich das Quecksilber mit Vorliebe Ruheplätze sucht, zu festigen. In die Wand eingelassene Halter tragen Stangen, welche die Muffen und Klemmen halten.

Mit diesen Vorsichtsmaßregeln ist es gelungen, die Luft in den Räumen trotz des vielen Quecksilbers so rein zu halten, daß sich darin Quecksilber nicht oder nur eben in Spuren nachweisen läßt. Bei mehrjährigem Arbeiten sind Gesundheitsstörungen ausgeblieben.