

motion geboten werden würde. Hier muß allerdings gleich die Frage aufgeworfen werden, wie es mit der Forderung der Verbandsprüfung in diesen Fällen zu halten sei. Denn es ist klar, daß die Ablegung der Verbandsprüfung eine starke Belastung für die Kandidaten des höheren Lehramts sein würde, weil der Student des Lehrfachs viel mehr andere Vorlesungen zu hören hat, als der Chemiker.

Indessen es will mir scheinen, daß dies kein unüberwindbares Hindernis ist. Es müßte ein Ausweg gefunden werden, der die Verwirklichung dieses Ziels ermöglicht, ohne daß die Forderung verletzt wird, daß der in die Praxis übertretende Chemiker unbedingt die Verbandsprüfung abzulegen hat. Da jeder Unterricht umso besser erteilt werden kann, je besser die Sache verstanden ist, darf auch für den Chemieunterricht an den höheren Schulen ein Fortschritt erwartet werden, wenn ein Teil der Lehrer in diesem Gebiet durch Ausführung einer selbständigen Arbeit zu wirklich wissenschaftlicher Vertiefung gekommen ist.

Die vorstehenden Ausführungen enthalten manche Vorschläge, die den Eindruck erwecken können, daß mit manchen Überlieferungen leichten Herzens gebrochen werden möge. Ich möchte darum besonders betonen, daß ich diese Vorschläge auf Grund eingehender Sachkenntnis mache in der Überzeugung, daß sie dazu beitragen können, das wahre Ziel des Hochschulunterrichts in die Tat umzusetzen. Das Festhalten am Hergebrachten ist entschieden eine Tugend, aber auch nur solange und nur insoweit, als diesem Festhalten nicht ein Ausweichen in der Stellungnahme zu den tatsächlichen Verhältnissen und ein Mangel an Mut, das als unzeitgemäß Erkannte aufzugeben, zugrunde liegt.

## Die Gefährlichkeit des Quecksilberdampfes und der Amalgame<sup>1)</sup>.

Von ALFRED STOCK, Berlin-Dahlem.

(Eingeg. 30. Juli 1926.)

Meine Warnung vor dem Quecksilberdampf und vor den Amalgamfüllungen hat einen über alles Erwarteten großen Widerhall gefunden, in mündlichen und schriftlichen Mitteilungen, in Veröffentlichungen besonders der zahnärztlichen Fachpresse und leider auch in — vielfach ira, sed sine studio geschriebenen! — Aufsätzen der Tagespresse.

Ich berichtete kürzlich über das Material, das mir zuzuging, in der Gesellschaft für Zahnheilkunde und in der Berliner Medizinischen Gesellschaft. Der Inhalt dieser Vorträge wird demnächst in der „Medizinischen Klinik“ erscheinen. Auszugsweise, unter Weglassung des den Lesern unserer Zeitschrift bereits Bekannten, soll er nachstehend auch hier veröffentlicht werden, da sich gewiß manche Fachgenossen für die Entwicklung der Angelegenheit interessieren dürften.

Unsere Erfahrungen ließen bereits ahnen, daß es außer uns noch so manches Opfer der Quecksilbervergiftung geben würde. Quecksilber wird ja in Wissenschaft und Industrie vielfach benutzt und fast nirgends mit der so dringend gebotenen Vorsicht behandelt. Tatsächlich sind die Verhältnisse weit schlimmer, als wir vermutet hatten. Nach Erscheinen meiner Veröffentlichung über die Gefährlichkeit des Quecksilberdampfes ging mir eine Flut schriftlicher und mündlicher Mitteilungen zu, die von chronischen Quecksilbererkrankungen verschiedenen Grades berichteten, fast immer mit denselben, uns allzu genau bekannten Erscheinungen und in ihrer Ursache

<sup>1)</sup> Vgl. die beiden ersten Mitteilungen Z. ang. Ch. 39, 461 u. 790 [1926].

nicht erkannt. Vielfach wurde berichtet, daß die Beschwerden nach Aufhören der Beschäftigung mit Quecksilber langsam wieder geschwunden waren. Die größte Zahl derartiger Mitteilungen stammte natürlich aus den Kreisen unserer engeren Fachgenossen, von wissenschaftlichen und industriellen Chemikern, mit denen ich persönlich bekannt war oder auf Versammlungen zusammentraf. Ich weiß heute annähernd 50 wissenschaftlich arbeitende Chemiker, die an chronischer Quecksilbervergiftung leiden oder gelitten haben; unter ihnen finden sich in der Wissenschaft wohlbekanntere Namen. Auch in der chemischen Industrie ist, wie sich ergab, die Quecksilbervergiftung recht verbreitet. Natürlich kann es nur ein kleiner Teil aller Erkrankungen sein, von denen ich erfuhr. Viele weitere Fälle dürfte es auch bei den Physikern geben, die durchschnittlich vom Quecksilber noch mehr Gebrauch machen als die Chemiker und damit oft sehr sorglos umgehen. Auch aus anderen technischen, aus ärztlichen und zahnärztlichen, aus Lehrerkreisen berichtete so mancher Brief von Quecksilbererkrankung. Der Inhalt war fast immer derselbe: „Als ich Ihre Veröffentlichung las, fiel es mir wie Schuppen von den Augen, und ich weiß nun endlich, woran ich leide oder litt; von meinen Ärzten ist die Ursache nicht erkannt worden usw.“

Als Quelle der Quecksilberdampfvergiftungen ergab sich außer verspritztem, in Ritzen des Fußbodens nachgewiesenem Quecksilber, Arbeiten mit Quecksilberunterbrechern, mit Quecksilbergleichrichtern, mit quecksilbergedichteten Rührvorrichtungen, Ozonapparaten, Quecksilberluftpumpen und mit anderen Quecksilberapparaten, Benutzung von Alkali amalgam bei chemischen Reaktionen, längerer Aufenthalt in Räumen, in denen früher ein Thermometer oder Barometer zerbrochen war usw. In der Mehrzahl der Fälle läßt sich annehmen, daß der Quecksilbergehalt der eingeatmeten Luft ähnlich gering war wie in unserem Laboratorium.

Aus mancher Mitteilung sprach die Verzweiflung des Betroffenen über seinen traurigen, an der Arbeit hindernenden, die Ausfüllung der Stellung erschwerenden Zustand.

Beispielsweise seien einige Stellen aus Briefen wiedergegeben, wobei ich mich auf solche beschränke, die von bekannten Wissenschaftlern herrühren:

Dr. H. schreibt: „Im November 1924 schaffte sich unser Institut die Apparatur zur exakten Gasanalyse nach Ott an, in der als Sperrflüssigkeit Quecksilber benutzt wird“, und berichtet über verschiedene an sich selbst und seinen Mitarbeitern dadurch hervorgerufene Quecksilbervergiftungen, z. B.: „Dr. G., damals wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut, litt während der Zeit, als wir mit Quecksilber arbeiteten, und auch nachher an dauernder Müdigkeit. Er klagte über Gedächtnisschwäche, hatte Zahnbeschwerden (blutendes Zahnfleisch). Herr Dr. G. traf ich bei der Kieler Versammlung. Die Beschwerden sind bei ihm jetzt ziemlich verschwunden. Er ist vor einem Jahre bei uns ausgeschieden.“

Dr. S., jetzt Direktor eines Forschungsinstitutes, früher in einer chemischen Fabrik, berichtet über eine Quecksilbervergiftung, die er sich bei der Benutzung von quecksilbergedichteten Rührwerken zugezogen hatte: „Anfangs trat leichter Kopfschmerz ein, der mit immer kürzer werdenden Pausen heftiger auftrat. Dazu kam eine große Unruhe, die sich immer fühlbarer bemerkbar machte. Als besonders charakteristisch sehe ich auch die große Neigung zu Erkältungen der Atmungsorgane und Entzündungen des Nasen- und Rachenraumes an. Ein von mir zu Rate gezogener Arzt schob die Erscheinungen auf eine verschleppte Grippe. Die Bildung von Bläschen und wunden Stellen auf der Zunge, namentlich auf ihrem unteren Ende ... trat vor etwa drei Jahren auf. Diese Erscheinung war besonders quälend. Der Arzt erklärte auch diese Erscheinung als die Folge einer Grippe ... Bluten der Zähne beim geringsten Putzen ... Zu den eben geschilderten Erscheinungen trat dann

noch eine stetig wachsende Abgespanntheit, Schmerzen an den verschiedensten Körperstellen und ein großes Schlafbedürfnis hinzu.“ Dr. S. erzählt weiter von einem Fabrikkollegen, der ebenfalls an Quecksilbervergiftung leidet. „Was mich selbst betrifft, so bemerke ich, abgesehen von dem Bluten des Zahnfleisches und einer gewissen Benommenheit im Kopf ein deutliches Besserwerden, seitdem ich aus den Diensten der ... ausgeschieden bin.“

Geheimrat Kollé, der Direktor des Instituts für experimentelle Therapie in Frankfurt, berichtet ebenfalls über eine eigene und andere Quecksilbervergiftungen. „Ich habe ... jahrelang an ganz ähnlichen Erscheinungen gelitten, wie Sie sie beschreiben. Neben ziemlich schweren Darmstörungen waren es vor allen Dingen nervöse Erscheinungen ganz ähnlich den von Ihnen geschilderten. Ich bin mir lange nicht darüber klar gewesen, was die Ursache meiner Gesundheitsstörungen war ... später wieder vollkommen gesundet, während ich damals den Eindruck hatte, an einer ziemlich schweren Krankheit zu leiden ... Ganz ähnlich ging es auch verschiedenen meiner Mitarbeiter.“

Aus einem Briefe des Larynkologen Prof. G. in Berlin: „Mein Patient, Chemiker eines großen Unternehmens hier, litt an allgemeiner Mattigkeit und schwerer Entzündung der Schleimhaut in der Nähe der Zähne sowie schwerem Rachenkatarrh. Über Kopfschmerzen hat er weniger geklagt, doch war in seinem ganzen Wesen eine sehr starke Veränderung zu bemerken. Während er im Anfang der Behandlung noch gern sein Glas Moselwein trank, wurde er nach einigen Monaten lebensunlustig und schwermütig. Auf meine Veranlassung hatte er eine erste zahnärztliche Autorität aufgesucht ... Der Patient wurde dann von uns in verschiedene Badeorte geschickt, erkrankte jedoch jedesmal wieder, wenn er in Berlin war. Schließlich kam er selbst auf den Gedanken, sein Laboratorium nachsehen zu lassen, und fand im Fußboden ziemliche Mengen Quecksilber. Nachdem dieser Übelstand beseitigt war, erholte er sich, und zwar sowohl in bezug auf die Veränderung der Schleimhäute der oberen Luftwege wie vor allen Dingen auf sein Allgemeinbefinden außerordentlich schnell.“

Hier sei auch auf die Veröffentlichung von L. Wolf (Z. ang. Ch. 39, 789 [1926]) hingewiesen.

Dies möge genügen. Ich könnte die Reihe erheblich verlängern.

Jedenfalls ist erwiesen, daß das längere Einatmen auch außerordentlich kleiner Quecksilbermengen (täglich hundertstel oder tausendstel Milligramm) Gesundheitsstörungen hervorruft, die in ihren Anfängen, sehr wenig spezifisch, hauptsächlich das Nervensystem und die oberen Atemwege (vor allem den Nasenrachenraum; dies wird in den Zuschriften immer wieder betont) betreffen und zunächst ohne die meist als besonders kennzeichnend für die Quecksilbervergiftung angesehenen Mundentzündungen auftreten können. Die Erscheinungen stimmen bei allen betroffenen Personen im wesentlichen überein. Gibt es Immunität gegenüber dem Quecksilber, so ist sie selten.

Wegen seiner Flüchtigkeit, Geruchlosigkeit, der schleichenden Wirkung, der jahrelangen Nachwirkung, der man bis heute noch hilflos gegenübersteht, ist das metallische Quecksilber eines der tückischsten Gifte. Bestimmt treten zu den Fällen deutlicher Quecksilbervergiftungen noch viel zahlreichere hinzu, bei denen die Wirkung des Quecksilbers sich auf die allererste Stufe, eine Herabsetzung der geistigen Leistungsfähigkeit ohne jede weitere Nebenerscheinung, beschränkt und bisher wohl niemals auf die wahre Ursache zurückgeführt, sondern, wenn überhaupt

bemerkt, durch Überarbeitung, Ermattung der Nerven, Alter u. dgl. erklärt wurde.

Aber die Gefährlichkeit des Quecksilbers geht nicht allein die Wissenschaft an. Auch andere Kreise sind von ihr bedroht. Man denke z. B. an die Quecksilberthermometer. Manche rätselhafte Erkrankung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß in einem bewohnten Raum ein Quecksilberthermometer zerbrochen wurde und seinen flüssigen Inhalt als Staub in Fugen und Ritzen verstreute. Die Quecksilbermenge eines Thermometers reicht vollständig hin, um der Luft jahrelang einen schädlichen Quecksilbergehalt zu verleihen. Was ist fast jedes Fieberthermometers früheres oder späteres Ende? Es gleitet eines Tages beim Herunterschleudern seines Quecksilberfadens aus der Hand und zerbricht; und dieses ereignet sich zumeist gerade in einem Schlafzimmer. Die möglichen Folgen kann man sich ausmalen: Mattigkeit, Unruhe, Benommenheit, Kopfschmerzen, Katarrhe, Verdauungsstörungen, auf deren Ursache kaum jemand kommen wird, zumal wenn das Zerbrechen des Thermometers durch einen Vorbewohner des Raumes geschah. Klarheit darüber, ob in derartigen Fällen die Ursache von Beschwerden im Quecksilber zu suchen ist, kann nur die leider nicht ganz einfache Luftanalyse<sup>2)</sup> oder die Auffindung von Quecksilbertröpfchen (Lupe) in den Ritzen der Dielen usw. erbringen.

Ungleich wichtiger ist die allgemein verbreitete Anwendung des Quecksilbers in Form von Amalgamen für Zahnfüllungen. Anfangs benutzten die Zahnärzte nur Kupferamalgam. Es kommt fertig in den Handel, wird vom Zahnarzt über einer Flamme erwärmt, wobei es erweicht; im Zahn erhärtet es schnell. Die später eingeführten sogenannten Silberamalgame werden anders verarbeitet. Die käufliche Metallegierung (zu ein Drittel bis zwei Drittel aus Silber, aus einigen Hundertsteln anderer Bestandteile, im übrigen aus Zinn bestehend; bei Platin- oder Goldgehalt „Platin“- oder „Goldamalgam“ genannt) enthält noch kein Quecksilber. Sie wird vom Zahnarzt mit Quecksilber angerührt; es entsteht ein plastisches Amalgam, das ebenfalls nach kurzer Zeit hart wird. Wieviel Quecksilber zur Herstellung dient, liegt innerhalb weiter Grenzen im Gutdünken des Zahnarztes, der das überschüssige Quecksilber hinterher aus der weichen Masse herausdrückt oder herauspreßt. Der Quecksilbergehalt fertiger Füllungen kann darum stark schwanken.

Das Füllen mit Amalgamen gefährdet zunächst die Zahnärzte selbst, weil bei der üblichen Arbeitsweise Quecksilber verdampft und sich der Luft beimischt. Das Kupferamalgam gibt, wenn es erwärmt wird, besonders sobald man die Temperatur höher steigert, als es nötig wäre, erhebliche Mengen Quecksilber in Dampfform ab, die sich als feiner Nebel in der Nachbarschaft niederschlagen können. Beim Anrühren des Silberamalgams bleibt, obgleich dieses den Vorschriften durchaus widerspricht, das überflüssige herausgedrückte Quecksilber oft längere Zeit offen im Arbeitsraum oder tropft gar auf die Erde. Die Zahnärzte verfahren sehr verschieden sorgfältig, offenbar vielfach aber zu unvorsichtig. Die beginnende chronische Quecksilbervergiftung ist unter ihnen nicht selten, bei den älteren wahrscheinlich sogar recht häufig. Dies zeigen mir zugegangene Mitteilungen, und es ergibt sich auch aus dem Schrifttum. Beispielsweise schrieb Dr. J. Löwy („Medizinische Klinik“ 1926, S. 608) in einem Aufsatz über die Berufskrankheiten der Ärzte, und zwar vor Erscheinen meiner Mitteilung über die Gefährlichkeit des Quecksilbers: „Durch Quecksilber sind auch die Zahnärzte gefährdet... wenn auch nicht Erscheinungen

<sup>2)</sup> Vgl. Z. ang. Ch. 39, 468 u. 791 [1926].

akuter Quecksilbervergiftung . . . , so werden doch allgemeine Mattigkeit, Arbeitsunlust, leichte Ermüdbarkeit, erhöhte Reizbarkeit, Schreckhaftigkeit, Schlaflosigkeit, allmähliche Abnahme der physischen Leistungen sehr wahrscheinlich auf eine latente chronische Intoxikation mit Quecksilber zurückzuführen sein.“ Und Dr. M. Jarecki, selbst Zahnarzt, meint („Zahnärztliche Rundschau“ 35, 327 [1926]): „. . . nach den Harnuntersuchungsergebnissen von Schulte<sup>3)</sup> scheint es mir doch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu haben, daß die überaus große Nervosität so vieler Zahnärzte in dieser schleichenden Quecksilberdampfvergiftung ihre Ursache hat“. Der hier geäußerten Ansicht muß man sich anschließen, wenn man an unsere eigenen Erfahrungen denkt. Sofern die Zahnärzte überhaupt weiter Amalgame verwenden, sollten sie, um sich nicht zu gefährden, viel vorsichtiger sein als bisher. Zum Gerät des Behandlungszimmers müßte eine einfache ins Freie führende Abzugsvorrichtung gehören (mit einem kleinen elektrischen Ventilator ist sie leicht zu schaffen), unter der alle Handtierungen mit Quecksilber und Amalgam vorzunehmen sind. Selbstverständlich dürfen Reste von Quecksilber und Amalgam nur dicht verstöpselt aufgehoben werden.

Was die Schädlichkeit der Amalgamfüllungen für die Träger betrifft, so besteht zweifellos ein großer Unterschied zwischen Kupfer- und Silberamalgame (und den Abarten des letzteren).

Das Kupferamalgame erfährt im Munde eine starke Zersetzung; es wird allmählich mürbe und bröckelig, gibt Kupfer und Kupferverbindungen ab, indem gleichzeitig metallisches Quecksilber, oft in Form sichtbarer Tröpfchen, frei wird, und zerfällt und verschwindet im Laufe der Zeit. Wie es scheint, findet das Kupferamalgame heute in den Fachkreisen keinen Verteidiger mehr, obwohl es zur Zeit seiner Einführung — auch wegen seiner angeblich desinfizierenden Eigenschaften! — hoch gepriesen wurde. In einer Aussprache, die sich in der Sitzung des Provinzial-Vereins Brandenburger Zahnärzte am 5. Juni d. Js. mit der Amalgamfrage beschäftigte, hörte ich zu meinem Erstaunen, wie erste wissenschaftliche Vertreter der Zahnheilkunde äußerten, „vom Kupferamalgame wolle man gar nicht sprechen“. Der bekannte Würzburger Pharmakologe F. Flury schrieb kürzlich<sup>4)</sup> von den „alten binären Kupferamalgame, deren unzweckmäßige Zusammensetzung zur Bildung von Quecksilbertröpfchen Anlaß geben kann“, und von „den anerkannt mangelhaften Kupferamalgame“. Dieses „anerkannt mangelhafte“ Kupferamalgame wird heute aber in Deutschland noch in größtem Umfange, in der Krankenkassenpraxis sogar weit überwiegend, als Zahnfüllmittel benutzt, nur weil es billig und besonders bequem in der Verarbeitung ist. Man fragt sich: ist so etwas möglich? und muß dringend wünschen, daß sich zuständige Stellen, z. B. das Reichsgesundheitsamt, dieser Angelegenheit schleunigst annehmen.

Die Silberamalgame sind beständiger und mechanisch wie chemisch haltbarer. Doch auch sie unterliegen im Munde einer langsamen Veränderung, indem ihre Oberfläche angegriffen, rauh, rissig und bröckelig wird, wovon man sich bei mikroskopischer Betrachtung älterer Füllungen leicht überzeugen kann. Es werden also im Laufe der Zeit immer neue Amalgamschichten freigelegt. Frisch

hergestellte Amalgame lassen zunächst viel Quecksilber abdunsten. Aber auch nach längerer Lagerung und nach langem Verweilen im Munde geben die Silberamalgame, wenigstens in der Beschaffenheit, wie sie die Praxis verwendet, erhebliche Mengen Quecksilber in Dampfform ab. Diesbezügliche Laboratoriumsversuche haben wir selbst vorgenommen und beschrieben<sup>5)</sup>. Ihr Ergebnis wird durch folgenden Versuch bestätigt, den wir mit einem jüngeren Mitarbeiter unseres Institutes, Dr. D., anstellten:

D. hat etwa ein Dutzend gut aussehender Füllungen in seinem stets in Ordnung gehaltenen Gebiß, fast nur Silberamalgamefüllungen; vielleicht bestehen eine oder zwei aus Kupferamalgame. Wir ließen ihn ein Glasrohr zwischen die festgeschlossenen Lippen nehmen und saugten durch dieses im Laufe von 6 Stunden etwa 400 l Luft ab, die durch die Nase zuströmten. Die Luft wurde durch flüssige Luft geleitet und das Kondensat auf Quecksilber in der früher beschriebenen Weise untersucht. Ergebnis: schwache, aber sichere Quecksilberreaktion. Von der Quecksilberfreiheit der Zimmerluft überzeugten wir uns natürlich durch einen Gegenversuch. Es sei hervorgehoben, daß an den Füllungen des Dr. D. seit drei Jahren nichts gemacht worden war. Nach Abschluß dieses Versuches ließ sich D. eine neue Silberamalgamefüllung einsetzen. Als wir den Versuch vier Tage danach wiederholten, fiel die Quecksilberreaktion wesentlich stärker aus. Quantitativ vermögen auch derartige Versuche nicht viel zu sagen, weil natürlich nur der kleinste Teil des Luftstromes mit den Zahnfüllungen in Berührung kommt und weil auch der Speichel besonders reichlich fließt, sobald man einen Fremdkörper wie das Glasrohr im Mund hat. Qualitativ aber ist das Ergebnis recht überzeugend.

Übrigens soll keineswegs gesagt sein, daß Amalgamfüllungen ausschließlich oder auch nur hauptsächlich durch verdampfendes Quecksilber und auf dem Wege durch die Lungen schädlich wirken können. Auch das bei der allmählichen Zerstörung der Füllungen in feinsten, wohl fast atomistischer Verteilung dauernd in die Verdauungswege gelangende Quecksilber dürfte in ähnlicher Weise vom Körper aufgenommen werden wie das eingeatmete. Die bekannte Tatsache, daß große Quecksilbermengen in kompakter Form verschluckt werden können und ohne Schädigung durch den Körper hindurchgehen, spricht angesichts der ungeheuren Verschiedenheit der Quecksilberoberflächen nicht gegen diese Annahme.

Als ich in meiner ersten Veröffentlichung auf die Möglichkeit der Gefährdung durch Amalgamfüllungen hinwies, erhob sich alsbald ein Sturm der Entrüstung und des Widerspruches in weiten Kreisen der Zahnärzteschaft<sup>6)</sup>. Bei Millionen, die Amalgamfüllungen tragen, sei noch niemals eine Quecksilbervergiftung beobachtet worden! Andere meinten, bei den ganz vereinzelt Fällen von Schädigung durch das Quecksilber der Amalgame handelte es sich um „Idiosynkrasien“. Was heißt denn aber Idiosynkrasie? Doch nichts anderes als: große Empfindlichkeit gegenüber Quecksilber. Nun zeigen unsere Beobachtungen aber deutlich, daß sehr viele, wahrscheinlich die meisten Menschen gegen Quecksilber überaus empfindlich sind. Also kann man die Quecksilber-„Idiosynkrasie“ nicht einfach beiseite schieben.

Die Zahnärzte sind selten in der Lage, allgemeine Wirkungen der Amalgamfüllungen zu erkennen oder auch nur zu erfahren. Wenn die Patienten an Ner-

<sup>3)</sup> Der im Harn fast aller untersuchten Zahnärzte erhebliche Mengen Quecksilber nachgewiesen hatte.

<sup>4)</sup> „Münchener Medizinische Wochenschrift“ 73, 1022 [1926].

<sup>5)</sup> Z. ang. Ch. 39, 465 u. 791 [1926].

<sup>6)</sup> Vgl. z. B.: P. Ritter, „Zahnärztliche Rundschau“ 35, 415 [1926].

vosität, geistiger Mattigkeit, Katarrhen u. dgl. leiden, wenden sie sich nicht an den Zahnarzt, zu dem sie übrigens gewöhnlich über ihre Beschwerden schon deshalb nicht reden, weil sie bei der Behandlung am Sprechen verhindert sind. Die Ärzte, Hausärzte, Nervenärzte, Nasenärzte, Internisten, sind die gegebenen Beurteiler dieser Fragen.

Die Zahnärzte, die die Amalgame als harmlos hinzustellen suchen, vergessen auch ganz, welche starke Gegnerschaft die Amalgame in den Reihen der Ärzte und der Zahnärzte selbst von Anfang an gefunden haben und noch heute finden. Nur zwei Stimmen aus jüngster Zeit:

Dr. P. Windmüller („Die Umschau 30, 479 [1926]): „Jeder aufmerksame Arzt und ganz besonders Zahnarzt hat im Laufe seiner Praxis zweifelsohne Gelegenheit zu beobachten, daß das Zahnfleisch unter Amalgamberührung an den betreffenden Stellen die Zahnhäse nicht mehr fest umschließt . . . Wenn auch die Mehrzahl der mit Amalgam bedachten Patienten keine nachweisbaren Störungen ihrer Gesundheit hat, so ist solcher Nichtnachweis der Schädigung noch lange kein Beweis für die Neutralität des Amalgamfüllungsmaterials. Werden von zahnärztlicher Seite bei Patienten mit manchen Allgemeinbeschwerden rechtzeitig die Amalgamfüllungen entfernt und die Zähne mit indifferenten Stoffen gefüllt, so schwinden die Beschwerden in verhältnismäßig kurzer Zeit.“

Dr. Lichtwarck („Zahnärztliche Rundschau“ 35, 363 [1926]): „Schon seit langem ist mir in der Praxis der ungünstige Einfluß des Quecksilbers bei Kupferamalgamefüllungen aufgefallen. Kupferamalgameplomben werden von mir seit vielen Jahren nicht mehr gelegt. Es ließe sich eine beträchtliche Anzahl von Fällen aus meiner Praxis aufführen, in denen ich als Ursache für Kopfschmerz, Unbehagen, Übelkeit, lästigen Speichelfluß, neurasthenische Erscheinungen und Magenbeschwerden das Vorhandensein von Kupferfüllungen annahm und nach Entfernung . . . eine spontane Abstellung der Beschwerden erzielte.“

Ein Deutschamerikaner schreibt mir aus New York, daß die dortigen Zahnärzte seit Jahren kein Amalgam mehr verwenden. Er fügt hinzu, ein Widerspruch der deutschen Zahnärzte gegen die Warnungen vor den Amalgamen „würde seines Erachtens deren wirkliches Können in den Augen der hiesigen berühmten Zahnärzte sehr herabsetzen“. In welchem Umfange diese Angaben gelten, entzieht sich natürlich meiner Kenntnis.

Wenn man weiß, daß schon außerordentlich kleine Quecksilbermengen den Menschen schädigen, und daß die Amalgamfüllungen dauernd Quecksilber an den Körper abgeben, so muß man von der Bedenklichkeit der Amalgamfüllungen von vornherein überzeugt sein. Die Richtigkeit dieser Auffassung wurde mir durch zahlreiche Mitteilungen bestätigt, die mir auf Grund meiner Veröffentlichung zuzugingen.

Einen Fall will ich wegen seiner Bedeutung für die Beurteilung der Angelegenheit hier ausführlicher behandeln. Er betrifft den bekannten, heute wieder in voller Frische wirkenden Ordinarius der Psychologie an der Universität Marburg Prof. Dr. E. J a e n s c h. Aus dem Bericht, den mir Prof. J a e n s c h über seine Erfahrungen mit Amalgamfüllungen machte und dessen Veröffentlichung er mir freundlicherweise gestattete, seien Bruchstücke wörtlich mitgeteilt:

„Sie erwerben sich ein Verdienst um die Menschheit, wenn Sie die Frage der Amalgamplomben ins Rollen bringen.

Im Alter von etwa 15 Jahren wurden mir, wie man zu sagen pflegt, ‚die Zähne in Ordnung gebracht‘ . . . Plomben in größerer Zahl . . . Allmählich stellten sich Dauerbe-

schwerden ein, die zunächst auf das Nervensystem beschränkt blieben . . . Da ich — wohl infolge der anfänglichen Lokalisation der Erscheinungen im Nervensystem — zunächst gesund und blühend aussah . . . wurde das Zustandsbild als ‚hypochondrische Neurasthenie‘ angesehen . . . Gegen Schluß meiner Studienzeit wieder deutliche und jetzt auch körperlich stark ausgeprägte Erscheinungen, die sich von Jahr zu Jahr verschlimmerten. Der Anfang der Verschlimmerung fiel zeitlich zusammen mit einem abermaligen größeren und besonders unzweckmäßigen zahnärztlichen Eingriff. Ich hatte vorwiegend sogenannte ‚Konturfüllungen‘, d. h. an den Rand des Zahnes reichende Plomben. Ein angesehener Zahnarzt sagte mir nun, man müsse, ‚damit nichts mehr passieren könne‘, die benachbarten Konturfüllungen der Backzähne miteinander verbinden, und er stellte mir dementsprechend zwischen letzteren feste Verbindungen her . . . Von 1909 ab verschlimmerte sich mein Zustand fortgesetzt . . . chronische, sich immer steigende Diarrhöen. Im Zeitraum von 1912—1916 hatte ich meistens zehn und mehr Entleerungen am Tage, und es ist verständlich, daß ich dabei aufs äußerste abmagerte. Dazu . . . heftige Schmerzen an allen Teilen des Körpers . . . Schlaf immer mehr eingeschränkt . . . Mundentzündung mit Speichelfluß . . . verschlimmerte sich der Katarrh der oberen Luftwege, besonders des Rachens . . . quälende asthmatische Zustände . . . starke Beängstigungen, Verfall der körperlichen Kräfte, so daß ich das Bett immer nur für kurze Zeiten verlassen konnte . . . gänzliche Aufhebung der geistigen Leistungsfähigkeit . . .

Ich war schon seit einem Jahre beurlaubt und lebte nach vergeblichem Umherirren bei ärztlichen Autoritäten in hoffnungsloser Resignation in Baden-Baden, als ich dort im Sommer 1916 mit dem mir von früher her bekannten Prof. Sommer aus Gießen zusammentraf. Ich erzählte ihm von meinem Zustand und auch von einem Einfall, der mir gerade kurz vorher gekommen war. Ich hatte Zahnschmerzen gehabt und mir mein Gebiß mit seinen 24 zum Teil sehr großen Amalgamfüllungen im Spiegel betrachtet. Dabei war mir eine Bemerkung eingefallen, die ich öfter von meinen Ärzten gehört hatte . . . Ich erwog . . . auch fernliegende Möglichkeiten, unter anderem die, daß ich mir durch den Umgang mit Akkumulatoren . . . eine Bleivergiftung zugezogen haben könnte. Darauf war mir von den Ärzten immer etwa folgendes gesagt worden: ‚Eine Bleivergiftung haben Sie sicher nicht, eher sehen die Erscheinungen nach einer Quecksilbervergiftung aus. Aber eine solche ist unmöglich; wie sollen Sie denn dazu kommen!‘ Als ich nun die großen Mengen von Amalgam in meinem Mund betrachtete, kam mir der Gedanke, sollte es vielleicht doch eine Quecksilbervergiftung sein? Sommer sagte mir daraufhin, daß er über ein nicht unerhebliches Material ähnlicher Fälle verfüge, in denen sich das rätselhafte Krankheitsbild bei genauerer Untersuchung als eine toxische Polyneuritis . . . herausstellte . . . Untersuchung des Urins und Speichels auf Quecksilber . . . Die chemische und klinische Untersuchung ergab einen Befund, der in dem beiliegenden Gutachten Sommer's geschildert ist<sup>7)</sup>. Nun aber standen wir vor der fast unmöglichen Aufgabe, einen Zahnarzt zur Herausnahme und Ersetzung der Plomben zu bestimmen. Immer wieder wurde ich abgewiesen, überall wurde mir entgegengehalten, daß die Unschädlichkeit der Amalgamplomben erwiesen sei, daß man darum dem Sommer seinen Gutachten keinen Glauben schenken und die Durchführung einer so großen ‚unnötigen‘ Operation vom zahnärztlichen Standpunkt nicht verantworten könne . . . Hofarzt X. z. B. sagte mir: „Sie können mir alle ärztlichen Autoritäten der Welt schicken, ich glaube das nicht.“ Und das alles, weil Witzel, der hauptsächlich für die Amalgamplomben, zum Teil gegen den heftigen Widerstand der älteren Zahnärzte, eingetreten war, angeblich die ‚Unschädlichkeit‘ dieser Maßnahme bewiesen hatte. Als ich mir die Schrif-

<sup>7)</sup> In diesem Gutachten vom 28. Juni 1916 heißt es unter anderem: „Im Harn war Quecksilber in erheblicher Menge vorhanden. Im Sputum war Quecksilber mit Sicherheit nicht nachweisbar. Als Quelle des Quecksilbers im Urin erscheinen die zahlreichen Amalgamplomben, die der Patient seit längerer Zeit in seinen Zähnen hat. Die Vorgeschichte paßt durchaus zu der Annahme einer toxischen Erkrankung durch Quecksilber.“

ten Witzels kommen ließ, erschrak ich über die Leichtfertigkeit dieser Beweisführung . . .

Es hätte sich wohl kaum ein Zahnarzt zur Durchführung des Plombenersatzes herbeigelassen, wenn nicht Prof. Binswanger einen ihm nahestehenden Professor der Zahnheilkunde hierum ausdrücklich gebeten hätte. Während des Herausbohrens der umfangreichen Plomben . . . zunächst verstärkte Erscheinungen . . . Als wir dann im weiteren Verlauf . . . den Amalgamstaub absaugten, blieben die Erscheinungen aus. Unmittelbar nach Herausnahme der Amalgamfüllungen setzte, namentlich im Hinblick auf die Durchfälle, eine ganz erhebliche Besserung ein, wenn dann auch der weitere Fortschritt der Genesung . . . nur ein langsamer war . . . so bildete doch der Zeitpunkt der Plombenherausnahme den Wendepunkt, von dem an alle Erscheinungen, im Bereich der Verdauungs- und Atmungsorgane wie des Nervensystems, sich stetig zurückbildeten, so daß ich eigentlich überhaupt erst seit dieser Zeit weiß, was Leben heißt . . .

Geholfen hat mir, nach der Ersetzung der Amalgam- durch Goldplomben, im wesentlichen die Zeit, alles andere nur in geringem Maße . . .

Wie viele mögen in ähnlicher Weise, wenn auch in geringerem Maße leiden, und wie viele derartige Zustände mögen dauernd unerkannt bleiben!“

Prof. Jaensch's ergreifender Schilderung braucht nichts hinzugefügt zu werden. Sie deckt sich großenteils mit den Erfahrungen, die wir selbst leider machen mußten.

Dieser schlimme Fall ist durchaus nicht vereinzelt. Dr. W., Chemiker, schreibt mir: „Als ich Ihre Mitteilung in der ‚Zeitschrift für angewandte Chemie‘ . . . las, fand ich . . . das Krankheitsbild meiner Frau sozusagen in allen Einzelheiten geschildert . . . starke Katarrhe des Nasenrachenraumes . . . Kopfschmerzen und bis zu gelegentlichen Ohnmachten gesteigertes Schwindelgefühl . . . Verstopfungen der Nase . . . Schmerzen über den Augen<sup>8)</sup> . . . Krankheitsbild in den letzten beiden Jahren besorgniserregend durch die seelischen Depressionszustände, welche zu den sich immer mehr steigenden körperlichen Beschwerden (Neuralgien in Gesicht und Kopf, krampfartige Schmerzen in der Lebergegend) hinzukamen . . . elf Amalgamplomben (die älteren und größten aus Kupferamalgam) . . . Die Plomben wurden sofort entfernt . . . Dabei zeigte sich, daß sie zum Teil in einem sehr schlechten Zustand waren; besonders die aus Kupferamalgam bestehende Füllung des Weisheitszahnes war bröckelig und total verfärbt . . . Zweifelsfrei sind seitdem verschwunden die schlimmsten Erscheinungen des Nasenrachenraumes, die Erscheinungen am Zahnfleisch, die Neuralgien und Schmerzen an der Leber . . . Die geistig-seelischen Depressionen haben sich auch fortschreitend gebessert; es besteht hierüber kein Zweifel, wenn auch hier die Gesundung langsamer geht als bei den vorgenannten Störungen.“

Einen ganz ähnlichen Fall bei einer älteren Patientin beschreibt Dr. Lichtwark („Zahnärztliche Rundschau“ 35, 363 [1926]): Mattigkeit, Schlaflosigkeit, Gereiztheit, Ohrensausen, Übelkeit usw. bis zu einem Selbstmordversuch. Vergebliche Behandlung durch Nerven- und Magenspezialisten, bis nach Entfernen einer großen Amalgamfüllung mit Goldkrone<sup>9)</sup> zusehends Besserung bis zu restloser Heilung eintrat.

In der Literatur finden sich noch manche derartige Fälle beschrieben. Mir sind auch verschiedene aus meinem Bekanntenkreise zu Ohren gekommen, die augenscheinlich ähnlich liegen<sup>10)</sup>.

Die Beschwerden brauchen natürlich nicht immer so schwer zu sein. Die Wirkung des Amalgams wird je nach

<sup>8)</sup> Vom Arzte zunächst als Stirnhöhlenentzündung gedeutet.

<sup>9)</sup> Amalgam und Gold nebeneinander sind wegen der dabei im Munde auftretenden elektrolytischen Zersetzungs Vorgänge besonders gefährlich und zu vermeiden; vgl. z. B. Dr. G. Haber, „Zahnärztliche Rundschau“ 35, 395 [1926].

<sup>10)</sup> Bei zweien von ihnen, wo wir den Harn untersuchten, erwies sich dieser in der Tat als quecksilberhaltig.

Zahl, Beschaffenheit und Lage der Füllungen alle Stufen durchlaufen, von den krassesten Fällen geistiger und körperlicher Zerrüttung bis zu schwachen, kaum wahrnehmbaren Beschwerden oder vom Betroffenen selbst nicht mehr empfundenen Folgen (Herabsetzung der geistigen Leistung). Auf einen schweren Fall werden Hunderte, vielleicht Tausende oder Zehntausende der leichten kommen. Aufmerksame ärztliche Beobachtung, die auf die Zusammenhänge zwischen den Amalgamfüllungen und den Erscheinungen der chronischen Quecksilbervergiftung achtet, dürfte bald wertvolles Material zutage bringen. Daß solche Zusammenhänge in erheblichem, wahrscheinlich überraschend großem Umfange bestehen, erscheint mir nach den Berichten, die man mir aus freien Stücken zukommen ließ, sicher. Immer wieder wird mitgeteilt, daß nach Anlegung von Amalgamfüllungen allmählich bis dahin unbekannte Beschwerden einsetzten: Benommenheit, Schwindel, Zahnfleischbluten, dauernde Schnupfen und Katarrhe (als deren Sitz fast stets der Nasenrachenraum angegeben wird) usw. In Fällen, in denen die Amalgamfüllungen durch Ziehen oder Ausfallen der betreffenden Zähne entfernt wurden, sind auch die Beschwerden langsam wieder verschwunden.

Die Erkennung der ersten Anfänge einer chronischen Quecksilbervergiftung ist nicht einfach, weil die zunächst rein geistigen und nervösen Erscheinungen so wenig spezifisch sind<sup>11)</sup>. Sie gewinnt an Zuverlässigkeit, sobald auch chronische Schnupfen und Katarrhe, Mundbeschwerden (Bläschen, blutendes Zahnfleisch, lose Zähne), Durchfälle u. dgl. auftreten. Das überzeugendste ist natürlich der Nachweis des Quecksilbers im Speichel oder Harn; er erfordert bei sehr kleinen Mengen Quecksilber eine gewisse Übung und Geschicklichkeit<sup>12)</sup>. Wie schon erwähnt, sind übrigens die Ausscheidungen oft vorübergehend quecksilberfrei, obwohl Quecksilbervergiftung vorliegt und Quecksilber im Körper vorhanden ist.

Bei den mir bekannt gewordenen schweren Fällen handelt es sich wohl meistens um Kupferamalgamfüllungen. Wie weit die Schädigungen durch Silberamalgamfüllungen in der Praxis gehen, muß ein ausgedehntes Beobachtungsmaterial ergeben. Die Möglichkeit zu solchen Schädigungen liegt durchaus vor, da auch die Silberamalgame Quecksilbermengen von einer Größenordnung verlieren, die bei der außerordentlichen Empfindlichkeit vieler Menschen gegen Quecksilber gefährlich ist.

Die hier erörterten wichtigen Fragen verdienen die Aufmerksamkeit aller Ärzte. Vielleicht wird es sich als wünschenswert herausstellen, daß das Reichsgesundheitsamt durch Herausgabe eines Quecksilber-Merkblattes, ähnlich seinem Blei-Merkblatt, für Aufklärung sorgt. Den Kampf gegen das Kupferamalgam als Zahnfüllmittel sollte es unverzüglich aufnehmen.

Während sich die Zahnärzteschaft, wie schon oben gesagt wurde, anfangs durchaus ablehnend verhielt, werden neuerdings auch aus ihren Kreisen ganz anders klingende Stimmen laut. Es sei z. B. auf einen jüngst erschienenen Aufsatz von Dr. A. Werkenhain („Zahnärztliche Rundschau“ 35, 451 [1926]) verwiesen, in dem es am Schlusse heißt: „Wenn uns dieser ‚Amalgam-Alarm‘ das behördliche Verbot der Kupferamalgam-

<sup>11)</sup> Sie treten (mit Ausnahme der Munderscheinungen) ganz ähnlich bei anderen chronischen Vergiftungen, z. B. durch Arsen oder Schwefelwasserstoff, auf.

<sup>12)</sup> Das chemische Untersuchungslaboratorium Dr. A. Buß, Berlin SW 47, Großbeerstr. 31, hat sich bereit erklärt, Quecksilberbestimmungen nach den von uns erprobten Verfahren auszuführen.

füllungen bringen sollte (so wie Bleifüllungen, „Plomben“, einst verboten wurden), so könnten wir für die heilsame „Beunruhigung“ (alias Aufrüttelung) dankbar sein.“

Erfreulicherweise findet die Frage der chronischen Quecksilbervergiftung bei den Ärzten volle Beachtung. Geheimrat His teilt in der „Medizinischen Klinik“ mit:

„Die Erörterung des Stockschen Vortrags in ärztlichen und zahnärztlichen Kreisen hat ergeben, daß es notwendig ist, zu ermitteln, in welchem Umfange eine Schädigung durch chronische Quecksilbervergiftung, namentlich durch Amalgamplomben vorkommt. Es muß daher eine Stelle geschaffen werden, an der Kranke, die an Quecksilbervergiftung zu leiden glauben, genau untersucht werden können, sowohl auf ihre Beschwerden wie auf die Beschaffenheit ihrer Plomben und auf die An-

wesenheit von Quecksilber im Harn. Es wird an der 1. Medizinischen Poliklinik für solche Kranke eine Sondersprechstunde eingeführt werden, in der ein Internist und ein Zahnarzt zugegen sind, und es wird Vorkehrung getroffen, den Urin der Kranken nach der von Prof. Stock ausgearbeiteten Methode auf Quecksilberspuren zu untersuchen. Die Organisation dieser Untersuchungs- und Beratungsstelle wird einige Wochen in Anspruch nehmen; voraussichtlich wird sie Mitte September eröffnet und die Ärzteschaft rechtzeitig davon unterrichtet werden.“

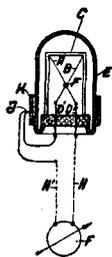
Damit kommt die Angelegenheit in das richtige Fahrwasser, und man kann in Ruhe und ohne weitere voreilige Presserörterungen das Ergebnis dieser sachverständigen Prüfung abwarten. [A. 216.]

## Patentberichte über chemisch-technische Apparate.

### II. Apparate.

#### 3. Elektrotechnische Apparate.

**Dr. Rudolf Hase, Hannover. Strahlungs-pyrometer mit Thermoelement,** 1. dad. gek., daß der Stromkreis ein zweites bestrahltes Thermoelement (J) enthält, dessen Lage in bezug auf die Strahlung des zu messenden Objektes geändert werden kann. — 2. Pyrometer mit einem das Thermoelement enthaltenden Glasrohr, dad. gek., daß das zweite bestrahlte Thermoelement (J) an einer auf dem Glasrohr (E) verschiebbaren oder auf ihm drehbaren Hülse (K) angebracht ist. — Bei Wärmemessungen mittels eines Strahlungs-pyrometers mit Thermoelement erhält man, auch wenn sich die zu messende Temperatur des die Strahlen aussendenden Körpers während der Dauer der Messung nicht ändert, ohne Anordnung besonderer Hilfsmittel erst dann einen sich nicht mehr ändernden Zeigerausschlag des Meßgerätes, den sogenannten Endwert, wenn alle Teile der Meßeinrichtung das thermische Gleichgewicht erlangt haben, d. h. wenn die ihnen zugeführte Wärme der von ihnen wieder abgegebenen gleich ist, durch Einschaltung eines zweiten bestrahlten Thermoelements in den Stromkreis, dessen Lage in bezug auf die Lage des zu messenden Objektes verändert werden kann. Hierdurch wird die E. M. K. des Thermoelementes so geregelt, daß sie den gewünschten Ausgleich ergibt. (D. R. P. 423 767, Kl. 42 i, Gr. 8, vom 14. 5. 1925, ausg. 9. 1. 1926, vgl. Chem. Zentr. 1926 I 2398.)



dn.

**G. Weißmann, Paris. Verfahren zur Herstellung von elektrischen Trockenelementen,** bei welchen durch ein mehrfach gebogenes Zinkblech oder durch eine Anzahl von in einem Abstand voneinander liegenden Zinkplatten — das Zink bekleidet mit einem elektrisch isolierenden, aber für Flüssigkeiten durchlässigen Überzug — eine Anzahl von Kammern gebildet wird, in die der Depolarisator in Pulverform eingeschüttet wird, 1. dad. gek., daß das Ganze einem starken Druck unterworfen wird, wobei die Kohleelektroden vorher oder nachher eingeführt werden, daß vor oder nach der Zusammendrückung der Elektrolyt eingegossen und durch den Depolarisator und die Zinkbekleidung aufgesaugt wird und daß darauf diese Zusammendrückung des Ganzen erhalten bleibt, so daß das Aufquellen des Depolarisators und damit die Vermehrung des inneren Widerstandes des Elementes verhindert wird. — 2. dad. gek., daß die Elektroden und der mit dem Elektrolyten getränkte Depolarisator, in einem wasserdichten Mantel untergebracht, in einem Behälter angeordnet sind, der die Zusammenpressung des Ganzen gestattet. — 3. dad. gek., daß die eine Wand des Behälters verschiebbar angeordnet ist, derart, daß durch Verschieben dieser Wand auf das in dem Behälter befindliche Element ein Druck ausgeübt werden kann. Zeichn. (D. R. P. 424 093, Kl. 21 b, Gr. 10, vom 26. 2. 1922, Prior. Frankreich 25. 5. 1921 und 27. 1. 1922, ausg. 18. 1. 1926, vgl. Chem. Zentr. 1926 I 2398.)

dn.

**Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Erfinder: Dipl.-Ing. Richard Heinrich, Berlin-Südende. Verfahren zur elektrischen Reinigung von Gasen,** bei dem die Gase durch ein Rohr getrieben werden, 1. dad. gek., daß die Gase in schraubenförmiger Wirbelung durch das Rohr strömen und dabei der Einwirkung eines unter Hochspannung stehenden, vornehmlich als Sprühelektrode ausgebildeten Leiters, der in der Mitte des Rohres angebracht ist, ausgesetzt sind. — 2. dad. gek., daß die Rotationsrichtung des Gases gleichsinnig mit der den Leiter umgebenden elektrischen Kraftlinienwirbelrichtung gewählt wird. — 3. dad. gek., daß abwechselnd auf jede Gasreinigungperiode eine Rohrwanreinigungperiode folgt, in welcher in den Gasstrom im gleichen Wirbelsinn Sand od. dgl. eingeblasen wird, der nach Art eines Sandstrahlgebläses die Rohrwanungen von den anhaftenden Staubteilen säubert. — 4. dad. gek., daß dem Gas während der Reinigung trockener Sand oder ähnliche Stoffe beigemischt werden, welche die Rohrwand von den anhaftenden Abscheidungen säubern. — Die Verwendung der elektrischen Gasreinigung in Form einer Sprühelektrode hat zur Folge, daß die fein verteilten Staubteilchen unter der Einwirkung des elektrischen Feldes zu größeren Staubteilchen zusammengeballt werden. Infolgedessen werden sie nunmehr durch die Schleuderwirkung des rotierenden Gases leicht aus dem Gase ausgeschieden. Durch den Sand werden die Innenflächen des Rohres immer von Ansätzen befreit, so daß jederzeit der Stromübergang ungestört erfolgt. Zeichn. (D. R. P. 425 039, Kl. 12 e, Gr. 2, vom 15. 10. 1922, ausg. 11. 2. 1926, vgl. Chem. Zentr. 1926 I 2727.)

dn.

**Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Erfinder: Dipl.-Ing. Richard Heinrich, Berlin-Südende. Elektrische Niederschlagseinrichtung mit röhrenförmigen Niederschlagselektroden und linearen parallelen Sprühelektroden,** 1. dad. gek., daß die Niederschlagselektroden aus nebeneinander angeordneten, mit Öffnungen versehenen Rohren bestehen, und daß diese Rohre gegen die Horizontale geneigt sind und die Sprühelektroden oberhalb der oben offenen Röhren verlaufen. — 2. dad. gek., daß die Sprühelektroden so ausgebildet sind, daß sie nur in Richtung auf die oben offene Seite der Röhren eine Sprühwirkung ausüben, nach der entgegengesetzten Seite hin aber ein rein elektrostatisches Feld erzeugen. — 3. dad. gek., daß die Sprühelektrode mit U-förmigem Querschnitt ausgebildet ist. — 4. dad. gek., daß an den Niederschlagsröhren Klappen für das Ablassen des in den Röhren liegenden Staubes in den Hauptsammelbehälter angebracht sind. — 5. dad. gek., daß der gemeinsame Sammelraum für das niedergeschlagene Gut mit einem die Verbrennung des Niederschlagsgutes unterbindendem Gas angefüllt ist. — Bei Niederschlagsanlagen, in denen die Gase eine hohe Strömungsgeschwindigkeit besitzen, müssen die Niederschläge schnell entfernt werden. Sie fallen hier in die Rinnen und rutschen schnell ab. Zeichn. (D. R. P. 425 274, Kl. 12 e, Gr. 2, vom 15. 9. 1923, ausg. 15. 2. 1926, vgl. Chem. Zentr. 1926 I 2727.)

dn.