

# Über das Arsen.

Von

**Prof. E. Ludwig.**

---

Vortrag, gehalten den 12. November 1902.

*(Mit Experimenten.)*



Das Arsen gehört zu den Grundstoffen oder chemischen Elementen und zeigt in seinem chemischen Verhalten große Ähnlichkeit einerseits mit dem Phosphor, andererseits mit dem Antimon. Es ist seit undenklichen Zeiten berüchtigt durch die enorme Giftigkeit seiner Verbindungen und diesem Umstande ist es wohl zu danken, daß die Arsenverbindungen schon frühzeitig das Interesse der Menschen erweckt haben.

Weit verbreitet findet sich das Arsen im Mineralreiche. Im freien Zustande findet es sich auf Erzgängen feinkörnig bis dicht in traubigen oder nierenförmigen Gestalten mit schaliger Struktur, es heißt gewöhnlich Scherbenkobalt. Verbunden mit anderen Elementen kommt es in zahlreichen Verbindungen vor, die an manchen Fundorten in großen Mengen auftreten. Die Mineralogen kennen mehr als sechzig verschiedene arsenhaltige Minerale, das heißt solche, in denen das Arsen einen wesentlichen Bestandteil ausmacht; es sollen von denselben nur einige hier genannt und ihre chemische Zusammensetzung beigefügt werden.

Arsenikblüte (Arsensesquioxyd, Formel:  $As_4 O_6$ ),

Trippkeit (arsenigsaures Kupfer),

Ekdemit (chlorhaltiges arsenigsaures Blei),

Haidingerit (arsensaures Calcium, Formel:  $\text{HCaAsO}_4$ ),  
 Pharmakolit (arsensaures Calcium mit Wasser),  
 Euchroit (basisch arsensaures Kupfer mit Wasser),  
 Kobaltblüte (arsensaures Kobalt mit Wasser),  
 Nickelblüte (arsensaures Nickel mit Wasser),  
 Pharmakosiderit (basisch arsensaures Eisenoxyd),  
 Realgas (Zweifach-Schwefelarsen, Formel:  $\text{As}_2\text{S}_2$ ),  
 Auripigment (Dreifach-Schwefelarsen, Formel:  $\text{As}_2\text{S}_3$ ),  
 Arsenikalkies ( $\text{FeAs}_2$ ),  
 Speiskobalt ( $\text{CoAs}_2$ ),  
 Tesseralkies ( $\text{CoAs}_3$ )  
 Weißnickelkies ( $\text{NiAs}_2$ ),  
 Nickelin oder Kupfernickel ( $\text{NiAs}$ ),  
 Arsenkies oder Mißpickel ( $\text{FeAsS}$ ),  
 Glanzkobalt ( $\text{CoAsS}$ ),  
 Jordanit ( $\text{PbAs}_2\text{S}_4 + 3\text{PbS}$ ),  
 Arsenfahlerz ( $4\text{CuAsS}_2 + 5\text{Cu}_2\text{S}$ ).

In kleinen Mengen findet sich das Arsen in verschiedenen Mineralen, so im Pyrit, im Kupferkies, in der Zinkblende u. s. w.; spurenweise kommt es in vielen Mineralwässern vor, so z. B. in den sogenannten Eisensäuerlingen, im Karlsbader Thermalwasser, in dem Gasteiner Thermalwasser; bemerkenswerte Quantitäten von Arsen enthalten die sogenannten arsenhaltigen vitriolischen Mineralwässer, deren Hauptbestandteil (der Menge nach) schwefelsaures Eisen ist. In diesen Wässern finden sich 6 bis 8 mg Arsensesquioxid auf 1 l des Wassers; dieser Arsengehalt begründet die Anwendung solcher Wässer zu Heilzwecken. Von solchen arsenhal-

tigen Wässern sind in erster Linie zu nennen die Wässer von Levico-Vetriolo in Südtirol und von Srebrenica in Bosnien (Guberquelle).

In der Ackererde hat man an verschiedenen Orten geringe Spuren von Arsengefunden; so haben Schlagdenhauffen und Garnier nachgewiesen, daß in den Vögefen der Erdboden auf weite Strecken hin arsenhaltig ist.

In den letzten Jahren hat der französische Forscher Armand Gautier auch im Organismus des Menschen und mehrerer Tiere unter normalen Verhältnissen Spuren von Arsen aufgefunden. Er konstatierte das Vorhandensein von Arsen in der Schilddrüse beim Hund, beim Schwein, beim Hammel und beim Menschen; auch im Gehirn und in der Haut wies Gautier Arsenspuren nach. Nicht alle Forscher, welche die Untersuchungen von Gautier wiederholten, konnten dessen Angaben bestätigen, es ist also dermalen die Frage, ob das Arsen normalerweise im tierischen Organismus vorkommt, nicht mit Sicherheit zu beantworten, es sind dazu noch fortgesetzte Untersuchungen erforderlich.

Die Kenntnis der Arsenverbindungen datiert weit zurück. Die Bezeichnung „Arsenik“ dürfte von dem arabischen Worte *dársini*, welches Zimmet bedeutet, abstammen. Schon im 4. Jahrhunderte v. Chr. finden wir die beiden Schwefelverbindungen des Arsens bei Aristoteles als *σανδαραχη* und bei seinem Schüler Theophrastos als *ἀρσενικον* erwähnt. Die eine der beiden Schwefelverbindungen, nämlich das Operment wendeten die Brahmanen als Gegengift des Schlangengiftes an und

bis in das 9. Jahrhundert betrachten Araber und Arabisten den Arsenik als ein giftiges Gewürz, das als Gegengift brauchbar ist. Erst um das Jahr 1000 n. Chr. finden wir bei Avicenna den sicheren Nachweis, daß außer den beiden genannten Schwefelverbindungen des Arsens auch der weiße Arsenik (Arsensesquioxyd) bekannt geworden war. Geber hatte wohl schon im 8. Jahrhunderte von dem weißen Arsenik oberflächlich Erwähnung getan. Im 13. Jahrhunderte erwähnt Albertus Magnus zuerst das metallische Arsen, das Basilius Valentinus (im 15. Jahrhunderte) einen Metallbastard nennt. Auch Paracelsus spricht in seinen Schriften von dem metallischen Arsen, speziell von dessen Darstellung; den weißen Arsenik hält er mit Recht für viel giftiger als die Schwefelverbindungen des Arsens und er äußert sich in dieser Beziehung folgendermaßen: „So ein arsenic eingenommen wirdt, so ist ein schneller und geher Tod da.“

Allgemein hatten die erwähnten Autoren das Arsen für einen Bestandteil aller bekannten Metalle gehalten, erst am Beginne des 18. Jahrhunderts wurde diese falsche Ansicht widerlegt und es wurde zuerst durch Browell als ein besonderes Metall anerkannt.

Außer der Giftigkeit der Arsenverbindungen hat wohl auch zweifellos die arzneiliche Wirkung der Arsenverbindungen wesentlich dazu beigetragen, das Interesse der Menschen für diese wachzurufen und zu erhalten und es darf als sicher angenommen werden, daß ein großer Teil der Studien über das Arsen seinen Ursprung

in der medizinischen Verwendung dieser Verbindungen hat. Anfangs dürfte man bei der inneren Anwendung der Arsenpräparate nicht genug vorsichtig gewesen sein und daher schlechte Erfahrungen gemacht haben. „Album arsenicum interficit homines“ hieß es schon um das Jahr 1000 n. Chr. und daher wendeten während der folgenden fünf Jahrhunderte die Ärzte Arsenik innerlich so gut wie gar nicht an; selbst Paracelsus, welcher Quecksilber- und Antimonmittel mit Vorliebe verordnete, riet entschieden nur zum äußeren Gebrauche des Arseniks. Erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts wendeten Johann Lange, Wirth, Wepfer und Jean de Gorris Arsenik bei Wechselfieber und bei Asthma planmäßig an. Da sich indes, wie wir aus den Werken von Stahl und Gohl wissen, die auf den öffentlichen Märkten umherziehenden Arzneipfuschler mit Vorliebe des Arseniks zu ihren nicht immer das Licht des Tages vertragenden Zwecken bedienten, so geriet derselbe als Medikament in Mißkredit und Stahl, sowie Helmont, Sperling, Lemery und Geoffroy warnten ganz energisch vor dem Gebrauche desselben.

Heinrich Slevogt gebührt das Verdienst, dieses Schwanken von einem Extrem zum andern in das rechte Licht gestellt zu haben. Er verwies auf Galen und Rhazes als Vorbilder und empfahl den vorsichtigen Gebrauch des Arseniks (bis zu höchstens 90 *mg*) gegen das Wechselfieber. Er konnte seiner Empfehlung die Tatsache beifügen, daß es ihm gelungen war, 40 Personen durch kleine Arsenikgaben, die in zweckmäßig gewählten

Zeitabschnitten innerlich gereicht wurden, vom Wechsel-  
fieber zu heilen.

Harles und Fowler, welche durch die innere Anwendung von Arsenik 320 an Wechsel-  
fieber Erkrankte heilten, bewirkten die Aufnahme des Arsens in die „Series Medicaminum“. Heim, Romberg, Vogt, Isnard u. a. haben ihre wertvollen Erfahrungen über die Wirkungen des Arsens bei verschiedenen Krankheiten mitgeteilt und so hat sich dieses in größeren Mengen so heftig wirkende Gift infolge rationeller Anwendung in kleinen Dosen allmählich einen festen Platz im Arzneischatze erobert.

Wie schon erwähnt, kommt das Arsen in der Natur auch im freien Zustande als Mineral vor; es kann leicht aus einigen Verbindungen abgeschieden werden, so durch Erhitzen des Arsenkieses bei Abschluß der Luft oder durch Erhitzen eines innigen Gemenges von Arsensesquioxid mit Kohle. In beiden Fällen verdampft das freiwerdende Arsen, die Dämpfe gehen beim Abkühlen in festes stahlgraues, metallisch glänzendes, kristallisiertes Arsen über. Dieses Arsen ist hart, spröde, läßt sich zu Pulver zerreiben, verdampft beim Erhitzen unter gewöhnlichem Luftdrucke, ohne vorher flüssig zu werden, der Dampf riecht intensiv knoblauchartig. Erhitzt man das Arsen unter höherem Drucke, so schmilzt es zuerst bei etwa  $480^{\circ}\text{C}$  und bei stärkerem Erhitzen verdampft es sodann. Wenn man Arsen in einem Glasröhrchen erhitzt, so daß sich der Dampf an dem kalt gehaltenen Teile des Röhrchens kondensieren kann, so legt sich das feste

Arsen in Form eines zusammenhängenden, metallisch glänzenden Anfluges an, der als Arsenspiegel bezeichnet wird.

Man kennt das Element Arsen noch in einer andern, nicht metallischen Modifikation, in der es erhalten wird, wenn man den Arsendampf rasch abkühlt; diese Arsenmodifikation ist gelb, in Schwefelkohlenstoff löslich (gleich dem gewöhnlichen Phosphor) und geht bei der Einwirkung des direkten Sonnenlichtes sofort in das graue metallische Arsen über.

Das Arsen wird technisch verwendet zur Herstellung von Legierungen, die als Spiegelmetall dienen, und zur Darstellung des Schrotmetalles, d. i. eine Legierung aus Blei und Arsen, welche von dem letzteren etwa 1 Prozent enthält. Diese Legierung geschmolzen von einem höheren Orte herabgegossen bildet kleinere und größere Tropfen, welche nach dem Erkalten vollkommene Kügelchen darstellen und als Gewehrschrot nach dem Sortieren in den Handel kommen. Reines Blei besitzt die Eigenschaft, sich gut zu kornen, nicht.

Das metallische Arsen ist an trockener Luft beständig, es verändert sich da kaum, dagegen wirkt feuchte Luft oxydierend und in solcher überzieht sich die metallischglänzende Oberfläche mit einem matten, weißen Überzug. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt es mit bläulich weißer Flamme, wobei Arsensesquioxid entsteht. Im Chlorgase entzündet sich das Arsen schon bei gewöhnlicher Temperatur und verbrennt mit fahlbläulicher Flamme zu Chlorarsen. Wenn man metallisches Arsen mit Wasser befeuchtet und so an der Luft liegen

läßt, so geht die Oxydation ziemlich schnell vor sich, es bildet sich dabei weißer Arsenik; diesen Vorgang hat man früher zur Bereitung von Fliegengift verwendet und man hat daher das metallische Arsen auch Fliegenstein genannt.

Die wichtigste und populärste Arsenverbindung ist das Verbrennungsprodukt des Arsens in Sauerstoff oder Luft, welches Arsensesquioxyd oder Arsenigsäureanhydrid, auch weißer Arsenik heißt und früher auch Arsentrioxyd genannt wurde. Dieses Oxyd kommt im Mineralreich als Arsenikblüte vor und wird beim Rösten arsenhaltiger Erze, das heißt beim Erhitzen derselben unter Zutritt der Luft gewonnen, und zwar in Form eines weißen, feinen Pulvers, welches unter dem Namen Giftmehl, Hüttenrauch, Hütterich u. s. w. bekannt ist. Man kennt diesen weißen Arsenik in zwei Modifikationen, nämlich krystallisiert und amorph. Erhitzt man denselben, so verdampft er und kondensiert sich beim Abkühlen zu farblosen, glänzenden Kristallen, von denen einige dem tesseralen Systeme, andere dem monoklinen Systeme angehören. Das Arsensesquioxyd ist demnach dimorph. Erhitzt man dasselbe längere Zeit bis nahe zu seiner Verdampfung, so wird es amorph, durchsichtig, glasartig; man nennt diese Modifikation glasiges Arsensesquioxyd, es geht beim Aufbewahren, indem es zuerst außen weiß, undurchsichtig, porzellanartig wird, in die kristallinische Modifikation über; dieser Übergang vollzieht sich aber bei gewöhnlicher Temperatur sehr langsam, so daß es mehrere Jahre

dauern kann, bis ein großes Stück von glasigem Arsensesquioxyd durch und durch in das krystallinische umgewandelt ist. Ein wichtiger Unterschied zwischen diesen beiden Modifikationen ist der, daß das glasige Arsensesquioxyd im Wasser leichter und reichlicher löslich ist als das kristallisierte.

Durch Erhitzen von Arsensesquioxyd mit Kohle tritt Reduktion ein, es wird Arsen frei und wenn man diesen Prozeß in einem Glasröhrchen (am besten in einem sogenannten Spitzröhrchen aus schwer schmelzbarem Kaliglas) vornimmt, so enthält man den charakteristischen Arsenspiegel.

Das Arsensesquioxyd wird bei der hüttenmännischen Verarbeitung vieler Erze in großen Mengen als Nebenprodukt gewonnen und findet im praktischen Leben mannigfache Verwendung. Es dient zur Herstellung gewisser Mineralfarben, z. B. des Schweinfurtergrüns, es wird zum Raffinieren des Glases und als Beizmittel in der Kattundruckerei verwendet, desgleichen als Gift zum Vertilgen von Ratten, Mäusen u. dgl. Die große Giftigkeit dieser Arsenverbindung verlangt bei der Verwendung die größte Vorsicht.

Wiewohl der Verkauf des weißen Arsens unter Kontrolle steht, so ist es, wie die Erfahrung lehrt, gar nicht selten, daß Unberufene in den Besitz dieses furchtbaren Giftes gelangen, ja in manchen Gegenden, zumal im Gebirge gibt es Leute, wie Kräutersammler, Kurfuscher, welche sich Arsenik zu verschaffen wissen und denselben für teures Geld verkaufen. Dadurch wird es

erklärlich, daß noch immer zahlreiche Arsenikvergiftungen sich ereignen.

In der Geschichte der Gifte hat wohl keines von sich so viel reden gemacht als der weiße Arsenik. Zu Anfang des 17. Jahrhunderts war er in Italien das Modegift, und zwar besonders durch die Tofana, eine Frau, welche verschiedenen Tieren Arsenik eingab und sodann aus dem Speichel dieser vergifteten Tiere ein Gift bereitete, welches unter dem Namen Aqua Tofana bekannt war. Sechshundert Menschen sollen der verruchten Giftmischerin zum Opfer gefallen sein. Eine Schülerin der Tofana war die ebenso berühmte Hieronyma Sparta, welche die Arsenikmorde fortsetzte.

Bei einem erwachsenen Menschen kann schon  $\frac{1}{10}$  g weißen Arsens tödlich wirken; kleine Dosen, Bruchteile eines Milligramms, ein Milligramm und mehr werden, besonders wenn der Organismus durch sehr langsam steigende Dosen, von minimalen Quantitäten ausgehend, daran gewöhnt wird, ganz gut vertragen, ja durch eine solche Angewöhnung kann es der Mensch nach einer gewissen Zeit dazu bringen, daß er mehr als die tödliche Dosis des Arsens ohne momentane Schädigung verträgt. Ein interessantes Beispiel dafür geben die sogenannten Arsenikesser ab, die insbesondere in Steiermark nicht selten sind. Daß es dort Leute gibt, die Arsenik essen, war vielen Ärzten im Lande schon längst bekannt, wurde von Männern der Wissenschaft, welche Obersteiermark bereisten, erwähnt, von anderen aber geleugnet, für eine Fabel erklärt, indem diese behaupteten, daß die als Ar-

senikesser verdächtigen Individuen wohl eine weiße Substanz genießen, diese sei aber nichts anderes als Kreide und werde nur deshalb gegessen, um den Schein zu bewahren, daß der Genuß des Arseniks sie vor allen Krankheiten schütze, und um durch diese Täuschung ihren anderweitigen Arzneihandel, den sie als Kurpfuscher betreiben, zu begünstigen. Es ist das Verdienst des bereits verstorbenen ehemaligen Professors an der seinerzeitigen Chirurgenschule in Graz, Dr. Eduard Schäfer, durch eingehende und verlässliche Untersuchungen die Frage, ob tatsächlich Arsenikesser existieren, mit streng wissenschaftlicher Methode beantwortet zu haben.<sup>1)</sup> Seine Beobachtungen sind im 41. Bande der Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien mitgeteilt worden nach einem in der Sitzung der Akademie vom 5. Juli 1860 gehaltenen Vortrage. Um Klarheit zu erlangen, mußte ein Beweis durch die chemische Untersuchung des Harnes eines sogenannten Giftessers hergestellt werden. Das gelang Schäfer, indem er tatsächlich im Harne eines Gebirgsbewohners, der im Rufe eines Giftessers stand, sicher Arsen nachwies.

Nach amtlichen Erhebungen ist über die Verbreitung der Arsenikesser in Steiermark folgendes bekannt geworden: Der nördliche und nordwestliche Teil des Landes ist der Sitz der Arsenikesser, im Bezirke Hart-

---

<sup>1)</sup> In meinen weiteren Angaben über die Arsenikesser folge ich genau den Ausführungen von Professor Ed. Schäfer.

berg sind deren 40 bekannt, in den Bezirken Lamprecht, Leoben, Oberzeising existieren deren viele, der Süden des Landes ist frei, nur in der Gegend von Pettau gibt es einige.

Die meisten Arsenikesser bedienen sich des weißen Arseniks, nur wenige nehmen Auripigment. Sie beginnen mit kleinen Mengen, mit einem Stückchen von der Größe eines Hirsekornes und steigen nach und nach bis zu Stückchen von der Größe einer Erbse. Mehrere Ärzte haben die Arsenikmengen gewogen, welche dann vor ihren Augen verzehrt wurden, sie betrug 2,  $4\frac{1}{2}$ ,  $5\frac{1}{2}$  Grane früheres Apothekergewicht, das sind respektive näherungsweise  $14\frac{1}{2}$ , 33, 40 *cg*. Diese Quantitäten nehmen die Arsenikesser entweder täglich oder jeden zweiten Tag oder ein- bis zweimal die Woche. Nach dem Einnehmen des Arseniks enthalten sich die Leute einige Zeit des Trinkens. Einige Arsenikesser ziehen Mehlspeisen der Fleischnahrung vor, manche meiden den Genuß von Fett, die meisten von ihnen sind gar nicht wählerisch, sie vertragen allerlei Speisen ganz gut und sind gewöhnlich dem Alkoholgenusse ergeben.

Die älteren unter ihnen, d. h. jene, welche schon längere Zeit Arsenik nehmen, empfinden bald, nachdem sie ihre gewohnte Dosis genommen haben, ein angenehmes Wärmegefühl im Magen, sie erbrechen nicht, selbst wenn sie ausnahmsweise eine weit größere Dosis als die gewöhnliche nehmen, doch stellt sich dann Kopfschmerz ein.

Die Arsenikesser sind in der Regel robuste, gesunde Leute aus den niederen Volksklassen, Holzknechte,

Pferdeknechte, Waldhüter, Schwärzer. Sie fangen meist schon im 18. Lebensjahre an, Arsenik zu nehmen, und werden dabei alt. Schäfer hat einen 76 jährigen Arsenikesser gekannt; diese Leute sind mutig und besonders rauflustig. Auch Weiber huldigen dem Arsenikgenusse.

Die Veranlassung zum Arsenikessen ist der Wunsch, gesund und stark zu bleiben und Schutz gegen Krankheiten zu erwerben; selten beginnen solche, die kränkeln, Arsenik zu essen, nur gegen Schweratmigkeit wird der Arsenik im Gebirge häufig als Heilmittel gebraucht.

Gewöhnlich bleiben die Arsenikesser während einer langen Reihe von Jahren (20—30 Jahre), während der regelmäßig Arsenik genommen wird, gesund; nehmen sie zeitweilig geringere Dosen oder setzen sie ganz aus, so empfinden sie im ganzen Körper ein Gefühl der Schwäche und das spornt zu erneutem regelmäßigem Genuß an.

Obleich die schier unverwüstliche Gesundheit der Älpler wie ein Panzer die Giftwirkung des Arseniks abhält und die mit kleinen Dosen beginnende, nur ganz langsam steigende Arsenikzufuhr den Organismus für die Aufnahme größerer Dosen vorbereitet findet, so enden doch nach den von Ärzten gemachten Erfahrungen viele Arsenikesser, wengleich erst in hohem Alter, mit einem Siechtum ihres sonst robusten Körpers, das auf die Arsenikwirkung zurückgeführt werden muß.

Als Beispiel eines Arsenikessers führt Schäfer einen Holzknecht an, der 30 Jahre alt, klein, aber kräftig gebaut war und stark entwickelte Muskulatur hatte. Derselbe nahm, als Schäfer ihn befragte, seit 12 Jahren

Arsenik, anfangs ganz kleine Körnchen, später zweimal in jeder Woche größere Stückchen. In den ersten Wochen stellte sich bei ihm großes Schwächegefühl ein, das sich nach neuer Arsenikeinnahme verlor. Brennen im Halse oder im Magen hat er nach dem Arsenikessen nie gespürt. Als er sich einmal nach dem Genuß eines großen Quantums geistiger Getränke den Katzenjammer vertreiben wollte und zu diesem Zwecke ein bohnen großes Stück Arsenik aß, stellte sich Eingenommenheit des Kopfes ein. Dieser Holzknecht nahm in Gegenwart eines Arztes am 22. Februar  $4\frac{1}{2}$  Grane = 33 cg, am 23. Februar  $5\frac{1}{2}$  Grane = 40 cg Arsenik ein; aß an diesen Tagen viel mit gutem Appetit und sagte, daß er wöchentlich drei- bis viermal Arsenikdosen von dem genannten Gewichte zu sich nehme.

Auf die Frage, wie denn die Menschen zu der unglückseligen Arsenikesserei gekommen sind, ist zu antworten, daß höchst wahrscheinlich die Wahrnehmungen über den günstigen Einfluß kleiner Arsenikmengen auf den Ernährungszustand und das gute Aussehen der Pferde die erste Anregung gegeben haben. Es ist nämlich schon lange bekannt, daß Pferde durch kleine Arsenikgaben, die ihrem Futter beigemischt werden, sehr gut gedeihen, mutig und ausdauernd werden und diese guten Eigenschaften jahrelang behalten, wenn die Arsenikfütterung fortgesetzt wird; bei plötzlichem Aussetzen aber fallen die Tiere rasch ab und gehen meist bald zu Grunde.

Die Beobachtungen an den Arsenikessern und an den Tieren, denen Arsenik einverleibt wird, haben also

die interessante Tatsache ergeben, daß sich der Organismus in verhältnismäßig kurzer Zeit an ein furchtbares Gift gewöhnen und sodann Dosen von demselben ohne Schaden ertragen kann, welche einen nicht vorbereiteten Organismus alsbald vernichten würden.

Bei der Aufzählung der in der Natur vorfindlichen Arsenminerale sind auch die Schwefelverbindungen des Arsens, nämlich Realgar ( $\text{As}_2 \text{S}_2$ ) und Auripigment, auch Operment genannt ( $\text{As}_2 \text{S}_3$ ) erwähnt worden. Da diese beiden Arsenverbindungen in der Industrie Verwendung finden, so stellt man dieselben künstlich dar, und zwar bereitet man den Realgar durch Zusammenschmelzen von metallischem Arsen mit Schwefel im richtigen Gewichtsverhältnisse oder durch Zusammenschmelzen von weißem Arsenik mit Schwefel. Das Auripigment wird in den Arsenikhütten durch Sublimation eines Gemenges von sieben Teilen weißen Arseniks und einen Teil Schwefel bereitet. Die beiden in der beschriebenen Weise künstlich hergestellten Präparate enthalten in der Regel ganz beträchtliche Mengen von weißem Arsenik und sind deshalb viel giftiger, als die in der Natur vorkommenden beiden Minerale, welche die reinen Schwefelverbindungen repräsentieren. Schwefelarsen ist nämlich in den tierischen Säften nur sehr schwer löslich, während weißer Arsenik (Arsensexquioxid) darin viel leichter löslich ist.

Das Auripigment findet seit langer Zeit bei den Orientalen als Enthaarungsmittel Verwendung. Diese bereiten aus gepulvertem Auripigment und gelöschtem

Kalk einen Brei, welcher Rhusma genannt wird; mit diesem Brei bestreichen sie die zu enthaarende Stelle und lassen ihn kurze Zeit einwirken. Das Haar wird dadurch so erweicht, das es mit einem Beinspatel oder Holzspatel leicht weggeschabt werden kann. Selbstverständlich muß gegen diese Verwendung einer Arsenverbindung vom sanitätspolizeilichen Standpunkte Einspruch erhoben werden und das umsomehr, als für den gedachten Zweck andere, nicht giftige Substanzen, wie Schwefelcalcium und Schwefelnatrium dasselbe leisten.

Zwei künstlich dargestellte Arsenverbindungen wurden früher in großem Maßstabe wegen ihres sehr schönen grünen Farbtones als Farben verwendet, nämlich das Scheelsche Grün (arsenigsaures Kupfer) und das Schweinfurtergrün, auch Mitisgrün, Kaisergrün genannt (arsenig-essigsaures Kupfer). Nicht nur zum Malen und Anstreichen dienten diese beiden grünen Farben, sondern auch zur Herstellung von Buntpapieren, Tapeten, Möbel- und Kleiderstoffen und so wurde durch deren giftige Wirkung viel Unheil angerichtet; jetzt ist Dank der Wachsamkeit der Sanitätsbehörden der Gebrauch dieser giftigen Farben auf ein Minimum eingeschränkt und nur dort zugelassen, wo eine Gesundheitsschädigung nicht zu befürchten ist.

Es ist schon früher erörtert worden, daß Arsenverbindungen und insbesondere das Arsensesquioxid gar nicht selten auch heute noch als heftig wirkende Gifte bei Vergiftungen eine Rolle spielen. Werden dem Organismus auf einmal erheblichere Mengen von Arsen-

sesquioxyd einverleibt, so kann es in verhältnismäßig kurzer Zeit zum tödlichen Ausgang führen; gelangen dagegen andauernd nur kleine Arsenikmengen in den Körper, so bewirken sie eine chronische Vergiftung, wie man sie bei den Arbeitern in den Arsenikhütten oder in Fabriken, in denen Arsenverbindungen erzeugt oder verarbeitet werden, sowie bei den Schrotgießern beobachtet.

Wir kennen zwei wirksame Gegengifte, welche das Arsensesquioxyd unwirksam machen, wenn sie nicht zu spät nach der Einverleibung desselben innerlich angewendet werden, es sind diese das Eisenhydroxyd und das Magnesiumhydroxyd. Beide bilden mit dem Arsensesquioxyd unlösliche und daher unschädliche Verbindungen, die aus dem Körper, ohne in den Kreislauf zu gelangen, ausgeschieden werden. Viele Menschen, die aus Versehen oder absichtlich mit Arsenik vergiftet worden waren, sind durch die rechtzeitige Anwendung eines dieser Gegengifte vom sicheren Tode gerettet worden.

Zur Konstatierung einer versuchten oder einer wirklich stattgefundenen Arsenvergiftung wird von den Gerichtsbehörden die chemische Untersuchung verdächtiger Objekte, z. B. Speisen, Getränke oder, wenn ein Giftmord vermutet wird, die Untersuchung von Leichenteilen angeordnet; die letztere Untersuchung kann sich, wie leicht begreiflich, auch auf exhumierte Leichenteile beziehen, wenn der Verdacht einer Vergiftung erst nach der Beerdigung aufgetaucht ist.

Seit nahezu einem Jahrhundert ist speziell für gerichtlich-chemische Zwecke die Methode zum Nachweis

des Arsens in organischen Substanzen ausgearbeitet und vervollkommnet worden, so daß dieselbe jetzt zu den verläßlichsten analytischen Methoden gehört und man mit derselben minimale Spuren von Arsen nachweisen kann. Bei einer solchen Untersuchung auf Arsen handelt es sich darum, eine verhältnismäßig kleine Menge einer Arsenverbindung aus einer großen Menge von Leichentheilen, verdächtigen Speisen u. dgl. abzuscheiden und in eine sicher erkennbare Form überzuführen. Da sind nun zunächst die organischen Bestandtheile des Untersuchungsobjectes so zu verändern, daß eine Lösung derselben erzielt wird, welche auch die vorhandene Arsenverbindung enthält, und in dieser Lösung kann dann die Trennung des Arsens von den großen Mengen anderer Stoffe vorgenommen werden. Um das zu erreichen, werden die genannten Untersuchungsobjecte mit Salzsäure gekocht und wenn alles verflüssigt und bis auf das etwa vorhandene Fett in Lösung gegangen ist, wird in der Flüssigkeit durch Zusatz von chlorsaurem Kalium Chlor erzeugt, welches eine weitere Zerstörung der organischen Substanz bewirkt und alles vorhandene Arsen in Lösung bringt. Aus der so erhaltenen, von etwa vorhandenem Fett und unlöslichen Pflanzenbestandteilen (der Speisen) getrennten Flüssigkeit wird dann das Arsen als Schwefelarsen (durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas) abgeschieden und dieses, von der gesamten Flüssigkeit getrennt, sodann in Arsensäure übergeführt, welche im Wasser löslich ist und aus welcher leicht das Arsen als solches dargestellt werden kann. Ein schottischer

Arzt, Namens Marsh, hat zuerst gelehrt, daß man aus arseniger Säure und aus Arsensäure Arsenwasserstoff darstellen kann, wenn man die Lösung dieser beiden Säuren mit Zink und verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der Arsenwasserstoff ist ein Gas (nebenbei bemerkt, sehr giftig), welcher sich beim Erhitzen in seine beiden Bestandteile: Arsen und Wasserstoffgas zerlegt; leitet man also Arsenwasserstoffgas durch eine Röhre, welche durch eine untergestellte Lampe zum Glühen erhitzt wird, so tritt die Zerlegung ein, das Arsen schlägt sich an der Wandung der Röhre neben der Glühstelle als ein zusammenhängender metallisch glänzender Überzug nieder, welcher Arsenspiegel genannt wird. Das Aussehen des Arsenspiegels, besonders aber sein Verhalten lassen denselben leicht und absolut sicher erkennen. Erhitzt man den Arsenspiegel, so entwickeln sich Dämpfe die intensiv knoblauchähnlich riechen; in einer Lösung von unterchlorsaurem Natrium löst sich der Arsenspiegel rasch vollständig auf.

Das Verfahren von Marsh in seiner heutigen vereinfachten Form gestattet, die minimalsten Spuren von Arsen nachzuweisen, Bruchteile eines Milligrammes, und zwar in großen Mengen, z. B. in 500 bis 1000 Gramm Leichenteilen, und da das Arsen in den Leichenteilen erhalten bleibt, kann der Nachweis auch lange Zeit nach der Vergiftung noch erfolgen. Man hat zu wiederholtenmalen in Leichenresten 10 Jahre nach der Beerdigung noch das Arsen aufgefunden; in solchen Fällen ist bisweilen von den Weichteilen der Leiche nur mehr eine

geringe Quantität einer dunkelbraunen, modrig riechenden Masse vorhanden gewesen.

Noch vor ungefähr drei Dezennien wurden in den Anilinfarbenfabriken enorme Quantitäten von Arsensäure zur Darstellung des schönen roten Farbstoffes „Fuchsin“ verwendet. Infolge dessen hatten die in solchen Fabriken beschäftigten Arbeiter unter der Arsenwirkung zu leiden, aber, da das fertige Produkt trotz aller Reinigung, die man demselben angedeihen ließ, doch immer arsenhaltig war, so waren auch alle jene, welche solche Farben verarbeiteten z. B. zum Färben von Textilwaren, und die, welche so gefärbte Stoffe gebrauchten, der schädlichen Wirkung des Arsens ausgesetzt. Glücklicherweise ist die Arsensäure aus der genannten Farbenfabrikation nun schon geraume Zeit eliminiert und durch andere, fast unschädliche Substanzen ersetzt worden.

Man ist auch in anderen Zweigen der Industrie, welche noch Arsen oder Arsenverbindungen verwenden, eifrigst bestrebt, im Interesse der Arbeiter diese Gifte entbehrlich zu machen. Wo das bis jetzt nicht möglich ist, sucht man wenigstens durch geeignete Einrichtungen Schutz gegen die Giftwirkung zu gewähren und es sind in dieser Hinsicht schöne Erfolge zu verzeichnen.

---