

wohldurchdachter und sorgfältig durchgeföhrter Pflanzenschutz auch die dafür aufgewendeten Ausgaben lohnt. Nach einer sehr vorsichtigen Schätzung von Morstatt beträgt der durch Krankheiten und Schädlinge an den Kulturpflanzen gegenwärtig in Deutschland jährlich angerichtete Schaden rund 2 Mil-

liarden Mark. Diese Zahl kennzeichnet aufs deutlichste die noch immer bestehende Notwendigkeit intensivster Arbeit im Pflanzenschutzdienst und in der Pflanzenschutzforschung, zu deren Bewältigung Landwirtschaft, Industrie und Wissenschaft in gleichem Maße zum Wohle der Allgemeinheit berufen sind. [A. 108.]

## Insektenvergiftung durch arsenhaltige Rauchgase.

Von Prof. Dr. H. POPP.

Institut für gerichtliche Chemie und Mikroskopie Prof. Dr. G. Popp und H. Popp, Frankfurt a. M.

Vorgetragen in der Fachgruppe für gerichtliche, soziale und Lebensmittelchemie auf der 41. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker am 1. Juni 1928 in Dresden.

(Eingeg. 1. Juni 1928.)

Im Kampf gegen tierische Schädlinge spielt das Arsen heute eine wichtige Rolle. Es wird in Verbindung mit anderen Substanzen zum Bespritzen des Obstes und besonders der Trauben verwandt und über ganze Waldungen und Kulturländern durch Flugzeuge ausgestreut zur Vernichtung von Baumschädlingen, welche teilweise die Wälder zu vernichten drohen. Durch diese Maßnahme gegen bestimmte Schädlinge werden auch andere Tiere, und besonders Insekten, in Mitleidenschaft gezogen werden, sofern nicht für deren Schutz besondere Vorsichtsmaßregeln im Einzelfall ergriffen werden können. Die in unserem Institut durchgeföhrten Untersuchungen von Bienenvergiftungen durch arsenhaltige Abgase einer Fabrik sollen diese ungewollten Mitvergiftungen beleuchten.

In der Nähe einer Metall verarbeitenden Hütte am Rhein war einem Bienenzüchter ein großer Teil der Völker nach und nach eingegangen. Der Züchter vermutete, daß die Tiere in den Blüten und auf den Blättern der Umgegend Arsen aufgenommen hätten und durch diese Arsenzufuhr langsam zugrunde gegangen wären. Es war in der betreffenden Hütte allerdings der sonst benutzte Schornstein, welcher die nötige Höhe aufwies, zur damaligen Zeit in Reparatur und infolgedessen ein niedrigerer Schornstein benutzt worden, welcher die arsenhaltigen Abgase nicht hoch genug über die die Hütte umgebenden Höhen hinausbrachte. Infolgedessen zeigten sich z. B. auch an den Wäldern, die von dem Rauch bestrichen wurden, Wachstumsstörungen und sogar Welken des Blattbehangs. An diesen, von den Abgasen bestrichenen Blättern war der Arsennachweis selbst nicht schwer zu führen. Wesentlich schwieriger war die Frage, ob die Bienen wirklich durch diesen Vorgang zu Tode gekommen waren.

Die Untersuchungen der an den Bienenstöcken gesammelten toten Bienen selbst, welche von anderen Stellen ausgeführt worden waren, hatten leider nicht zu einer quantitativen Bestimmung geführt, sondern es war nur der qualitative Nachweis von Arsen in Spuren erbracht worden. Das Marshsche Verfahren, welches von den beiden untersuchenden Chemikern für die Prüfungen angewandt worden war, ergab einen positiven Arsenbefund. In dem einen Fall sind 5 g Bienen zur Untersuchung benutzt worden, in dem anderen Fall war die Einwage oder auch die Zahl der angewandten Bienen nicht angegeben worden.

Es ist zu berücksichtigen, daß die Bienen nicht am Ort der Einnahme verendet sind, sondern in den Stöcken, und um diese herum tot aufgefunden wurden. Sie mußten also einen längeren Flugweg zurücklegen. Überhaupt ist nicht mit einer ganz akuten, sondern mit einer chronischen Vergiftung, wenigstens mit einer einige Tage fortgesetzten Giftaufnahme zu rechnen.

Fand der Untersucher in 5 g Bienen nach Marsh noch nachweisbare Mengen Arsen, so müssen in diesen 5 g

mindestens 0,1 mg Arsen vorhanden gewesen sein. Dies ist nach Untersuchungen, welche noch später beschrieben werden sollen, eine außerordentlich hohe Dosis, und es erscheint fraglich, ob die Bienen mit dieser Arsenmenge noch bis zu ihrem Korb zurückfliegen konnten. Es ist aber zu berücksichtigen, daß das Arsen im vorliegenden Fall nicht nur in den Bienen, sondern auch in dem von den Bienen beigetragenen Blütenseim vorhanden war, den sie nicht konsumiert hatten, sondern der sich noch zum größten Teil an ihnen hängend befand.

Das geringe Gewicht von Bienen macht es notwendig, eine relativ große Anzahl dieser Tiere zur Untersuchung zu bringen, denn eine Biene wiegt nur etwa 75 mg.

Zur Beurteilung der tödlichen Arsendsosis für eine Biene sei ein anderer Fall herangezogen, der vor Jahren in unserem Institut zur Untersuchung gelangte. Damals waren in der Lüneburger Heide 73 Bienenvölker plötzlich eingegangen, und zwar fand man die Tiere alle um den Stock oder in diesem tot auf. Die Untersuchung ergab damals, daß ein Bienenzüchter der Gegend zur Ausschaltung der Konkurrenten auf die Anflugbretter der Bienenstöcke eine arsenhaltige Zuckerlösung gespritzt hatte, durch welche die betreffenden Völker vergiftet wurden.

Die Untersuchung, die seinerzeit zur Überführung und Bestrafung des Täters führte, ist im Rahmen dieses Referates lediglich für die gefundene Arsenmenge interessant. In 100 g der noch nicht eingetrockneten toten Bienen wurden 7,5 mg Arsen gefunden. Es waren also von den Bienen relativ große Mengen Arsen aufgenommen worden, besonders unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Bienen sofort getötet wurden und von dem arsenhaltigen Zuckerschleim doch wohl nur so viel aufgenommen haben, als zur Tötung ausgereicht hat, nicht aber wie wir Menschen, die wir ein Vielfaches der tödlichen Dosis mit einem Bissen einnehmen können.

Von den lufttrockenen, zur Untersuchung gelangten Bienen gingen 942 Bienen auf 20 g. Aus dem Arsenbefund berechnen sich für jede dieser Bienen 0,002 mg Arsen. Diese geringe Menge muß also als die Dosis angesehen werden, welche zur Tötung einer Biene ausreicht. Diese Tötungsdosis auf 1 kg lebende Substanz umgerechnet, beträgt also 27 mg As. Vergleicht man diese Zahl mit der tödlichen Arsendsosis des Menschen, welche als Minimaldosis mit etwa 100 mg angesehen wird, so reichen beim Menschen pro Kilo Körpergewicht etwa 2 mg As als tödliche Dosis aus.

Zur Beurteilung der ganzen Fragen ist aber noch ein weiterer Umstand heranzuziehen. Schon seit einer Reihe von Jahren ist die Ubiquität des Arsens bekannt. Gosio hat viele in der Natur vorkommende mineralische, pflanzliche und tierische Materialien untersucht,

darunter auch Zucker und Honig, und will überall Arsen in deutlich nachweisbaren Spuren gefunden haben. Auch andere Forscher, wie Gautier, Bourcet, Bertrand, Carrigon, Schlagdenhausen, Garnier, Selmi und viele andere Toxikologen, haben dies bestätigt, und auch in unserem Institut konnte bei zahlreichen Untersuchungen bei den verschiedensten Naturprodukten Arsen in minimalen Spuren nachgewiesen werden.

In dem hier behandelten Fall wurden ebenfalls Kontrolluntersuchungen, betreffend den normalen Arsengehalt von Bienen, vorgenommen.

Ein Bienenvolk wurde aus Hirzenhain i. Oberh. beschafft. In 30 g (bei 249 Tieren) dieser Bienen konnte gerade eben noch ein Arsenspiegel nach Marsh erhalten werden, was auf einen Arsengehalt von etwa einem Zehntel Milligramm nach Vergleichsversuchen geschätzt wurde. In weiteren 35 g Bienen (238 Tieren) konnte in der gleichen Versuchsanordnung Arsen nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Auch bei einem anderen gesunden Volk aus einer rheinischen Gegend, welches

sehr große Bienen von durchschnittlich 118 mg enthielt, wurde weder in den zur Verfügung stehenden 10, noch in den angewandten 20 g ein positiver Arsennachweis erbracht. Zweifellos hatte in diesem Fall die angewandte Menge bei der geringen Zahl der übersandten Bienen nicht ausgereicht, um bis an die normale Arsenmenge zu gelangen.

Aus diesen verschiedenen Untersuchungen ist der Schluß zu ziehen, daß den Insekten Gelegenheit gegeben ist, in der Natur Arsen aufzunehmen, das zu einem dauerndem Bestandteil ihres Körpers werden kann.

Durch die verschiedensten Vorgänge kann es aber vorkommen, daß die Arsenablagerung auf den Pflanzen solche Ausmaße annimmt, daß sie den nützlichen Insekten schädlich wird und zu Vergiftungen führt. Ist auch die auf den einzelnen Blättern bzw. Blüten niedergelegte Arsenmenge außerordentlich klein, so ist doch zu berücksichtigen, daß das Gewicht eines solchen Insektes, und selbst der großen Biene, so gering ist, daß schon Bruchteile eines Milligramms, nämlich schon  $\frac{1}{1000}$  mg ausreichen, um eine Biene zu töten.

[A. 125.]

## Der Weinbau im Existenzkampf gegen Schädlinge.

Von Dr. F. STELLWAAG,

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau. Neustadt/Hdt.

(Eingeg. 13. Mai 1928.)

Seit Jahrzehnten wird die Reblaus als größter Kulturschädling der Reben bezeichnet. Große Rebenflächen sind ihr zum Opfer gefallen, und es werden von Seiten des Staates und der Weinbauern umfassende Vorkehrungen getroffen, um den heimischen Weinbau aufrechtzuhalten. Trotzdem gilt die Reblaus im neuzeitlichen Betrieb nicht mehr als Hauptschädling, da es gelingt, mit Hilfe widerstandsfähiger amerikanischer Unterlagsreben den Weinbau in gewinnbringender Weise weiter zu betreiben. Größte Schwierigkeiten dagegen bereiten diejenigen Schädlinge und Krankheiten der Rebe, die Jahr für Jahr als Bestandsverderber die Erträge bedrohen. Kaum eine andere Kulturpflanze ist so sehr dem dauernden Angriff von Schädigern ausgesetzt wie der Rebstock, und nur ein unausgesetzter, mühevoller und hartnäckiger Kampf sichert Ernten, die nicht nur die Jahresarbeiten ausgleichen, sondern auch Gewinne abwerfen.

Der Peronosporapilz, der erstmalig in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutschland beobachtet wurde, überzieht die Blätter mit einem feinen weißen Rasen und bringt sie zum Vertrocknen. Er geht auch auf die Blüten über und dringt in die Beeren ein. Würde die Bekämpfung unterlassen, so ginge der Ertrag völlig verloren, das Holz würde nicht ausreifen, und die Ernte des kommenden Jahres wäre in Frage gestellt. Der Meltau oder der Ascherichpilz, der auch schon ungefähr 60 Jahre im deutschen Weinbau verbreitet ist, überzieht die Triebe als mehlartiger Belag, so daß sie absterben; die Blätter vertrocknen, die Beeren platzen auf.

Neben diesen Pilzkrankheiten spielt der Heu- und Sauerwurm die größte Rolle. Man versteht darunter nicht zwei Arten, sondern zwei Generationen von Raupen eines Kleinschmetterlings, die im Frühjahr zur Zeit der Heuernte die Blüten, und im Hochsommer die Beeren benagen und zerstören. In den Qualitätsweinbaugebieten, so besonders am Rhein und in der Pfalz, treten die Schädlinge zu vielen Millionen und Milliarden auf, so daß schon im Frühjahr in jeder Blütentraube zwei bis fünf Räupchen sich über die Knospen hermachen. Sie richten zahlreiche zukünftige Beeren

zugrunde, verhindern aber auch durch ihre Spinntätigkeit viele andere an ihrer Weiterentwicklung. So wird schon im Vorsommer ein großer Teil der Ernte vernichtet. Was der Heuwurm übriggelassen hat, befällt der Sauerwurm. Auch der von ihm verursachte Schaden äußert sich nach zweierlei Richtung. Durch den Fraß werden die Beeren bis auf die Kerne ausgehöhlt, so daß sie bei Trockenheit alsdürre, klappernde Hälften am Stock hängen. Andere werden nur leicht benagt, doch genügt dies, daß Pilze und Bakterien eindringen und nachträglich die Beeren vernichten können. Beschädigungen durch Grau- und Grünschimmel führen nicht selten zu völliger Mißernte.

Welche wirtschaftliche Bedeutung den aufgeföhrten Rebenfeinden zukommt, möge daraus hervorgehen, daß durch sie zu einer Zeit, wo eine entschiedene Bekämpfung noch nicht allgemein geworden war, jährlich Verluste von vielen Millionen Goldmark entstanden. Von der Peronospora ist besonders das Weinbaugebiet Badens heimgesucht. Mißjahre, die hauptsächlich auf die Folgen dieses Pilzbefalles zurückzuführen sind, waren hier besonders 1910, 1912, 1913.

Die im Jahre 1874 in Deutschland zum ersten Male beobachtete Reblaus hat bis zum Jahre 1914, also in 40 Jahren, kaum 1% der deutschen Rebfläche verseucht. Der Geldaufwand für die Bekämpfung und für den Schutz der unverseuchten Weinberge belief sich bis dorthin auf etwa 28 Millionen Goldmark. Die gleiche Summe ging in einem einzigen Jahre (1910) am Rhein und in der Pfalz durch den Heu- und Sauerwurm verloren. Im Rheingau allein schätzte man 1886 den Schaden auf 800 000 Mark, der Regierungsbezirk Wiesbaden erlitt 1897 eine Einbuße von 2,5 Millionen Mark, und an der Mosel wurde in demselben Jahr der Ausfall auf 30—40 Millionen Mark veranschlagt. Verhängnisvolle Verluste durch den Schädling haben schon oft das wirtschaftliche Gedeihen des Weinbaues in Frage gestellt. Nach Lüstner (1920) nahm zu Beginn des Jahrhunderts das Massenauftreten des Heu- und Sauerwurmes am Rhein derartig zu, daß zur Linderung des Notstandes den Winzern außer anderen Hilfen von Staat