

10



Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Bundesrepublik Deutschland

Merkblatt Nr. 64

Juli 1986

Informationsschrift
über die Bekämpfung von Vorratsschädlingen
mit Phosphorwasserstoff

R. Wohlgemuth
Institut für Vorratsschutz

Diese Informationsschrift richtet sich an alle, die in der Nähe von Lagerhallen und Silos wohnen, in denen ab und zu Begasungen von Getreide und anderen Vorratsgütern mit Phosphorwasserstoff stattfinden.

Warum müssen wir unsere Vorräte schützen?

Wir ernten nur einmal im Jahr, aber wir wollen täglich essen. Erntegut, vor allem das Grundnahrungsmittel Getreide, muß daher für längere Zeit gelagert werden. An diesen Vorräten finden jedoch auch ungebetene Gäste Gefallen: jedem ist bekannt, daß Ratten und Mäuse hier wie im Schlaraffenland leben können. Doch Insekten, einige Käfer-, Motten- und Milbenarten, können noch viel größere Schäden anrichten. Gut geschützt vor natürlichen Feinden und extremen Witterungseinflüssen können sie sich im riesigen Nahrungsüberfluß so schnell vermehren, daß auch ein zu Anfang schwacher Befall in wenigen Monaten sehr große Schäden anrichten kann (Abb. 1). Doch nicht nur der Fraßverlust ist zu bedenken: Erwärmung und Wasserdampfbildung durch Millionen ammen-der Insekten bereiten Schimmelpilzen und Bakterien geeignete Entwicklungsbedingungen und rufen den Verderb des Getreides hervor.

So weit läßt man es bei uns zwar nicht kommen; doch auch ein geringer Befall durch Nagetiere und Insekten darf nicht toleriert werden (Abb. 2). Bei der Verarbeitung von Getreide zu Mehl und Brot kann man durch moderne Reinigungs- und Mahltechniken zwar einen großen Anteil der toten Insekten, der Larvenspinnre und des Kotes entfernen, bei starkem Schädlingsbefall ist das so verunreinigte Nahrungsmittel dem Verbraucher nicht mehr zuzunutzen.

Wie kann man Lagergut gegen Schädlinge schützen?

Oberstes Gebot ist, Vorräte nur in geeigneten, sauberen, schädlingstreifen Lagerräumen einzulagern. Diese Forderung hört sich zwar einfach an, ist aber in der Praxis schwer zu verwirklichen. Unvorhergesehen hohe Ernteeüberschüsse oder die Bereitstellung von Nahrungsmitteln für die armen Länder der Erde zwingen manchmal den Lagerhalter, Getreide an Stellen zu lagern, die ursprünglich nicht für eine Lagerung derraiger Produkte gebaut worden sind.

Auch unter besten Lagerungsbedingungen kommt es nach einiger Zeit zu einem Schädlingsbefall: Motten fliegen über beachtliche Entfernungen von einem Lager zum anderen und offenbar finden auch Käfer immer wieder einen Weg, um zu den Vorräten zu gelangen.

Will man dann dem Verhängnis nicht seinen Lauf lassen, muß man das Lagergut schützen. Die üblichen Bekämpfungsmethoden, nämlich das Versprühen oder Verstäuben geeigneter Insektizide gegen Schädlinge in Haus und Garten können bei Getreidevorräten nicht angewendet werden: zum einen durchdringen sie nicht meterhohe Getreideschichten, zum anderen sind sie angesichts ihrer Rückstände, insbesondere in bestimmten Schichten des Getreidekornes, problematisch. Das widerspricht vollständig den For-

derungen, die an ein modernes Schädlingsbekämpfungsmittel gestellt werden: schneller Abbau der Rückstände, nachdem es seine Aufgabe – nämlich einen Schädlingsbefall zu beseitigen – erfüllt hat.

Bei Begasungsmitteln treten aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften diese Probleme nicht auf. Sie werden nur im Bedarfsfall eingesetzt, also nur dann, wenn Befall da ist; sie dringen auch bei großen Schütthöhen tief in das Lagergut ein und töten die vorhandenen Schädlinge und ihre Entwicklungsstadien – auch die Brutstadien des Kornkäfers in den Getreidekörnern (Abb. 3) – vollständig ab. Ebenso leicht wie die Gase in das Lagergut eindringen, entweichen sie bei der anschließenden Lüftung wieder.

Was ist Phosphorwasserstoff?

Das bei weitem wichtigste und weltweit überall angewendete gasförmige Bekämpfungsmittel gegen Vorratsschädlinge in Lagergütern ist Phosphorwasserstoff (chemische Formel: PH_3). Ein Molekül dieses Gases besteht aus einem Atom Phosphor und drei Atomen Wasserstoff. Häufig wird auch die Bezeichnung Phosphin gebraucht, was bei Laien hin und wieder zu der Verwechslung mit Phosgen führt*). Beide Verbindungen haben abso-lut nichts miteinander zu tun.

Phosphorwasserstoff wird in der Schädlingsbekämpfung nicht als Gas eingebracht, sondern entsteht aus den inaktiven Vorstufen Aluminium- bzw. Magnesiumphosphid, welche durch Einwirkung der im Getreide vorhandenen Feuchtigkeit umgesetzt werden (Abb. 4).

Bei Getreidebegasungen bringt man recht geringe Mengen Phosphorwasserstoff aus. Man arbeitet mit einer Endkonzentration des Gases von etwa 0,2 bis 0,3 Vol.-%**). Das Luft/Gas-Gemisch besteht also aus ca. 99,7 bis 99,8 % Luft und 0,2 bis 0,3 % Phosphorwasserstoff und ist nahezu gleich schwer wie Luft. Allerdings muß man bei jeder Anwendung von Phosphorwasserstoff beachten, daß es auch für Menschen und Tiere sehr giftig ist; daher sind bestimmte Sicherheitsmaßnahmen unerlässlich!

Welche Sicherheitsmaßnahmen sind bei Begasungen mit Phosphorwasserstoff zu beachten?

Seit Beginn der Phosphorwasserstoff-Begasung Mitte der dreißiger Jahre ist die Anwendung von Phosphorwasserstoff im Vorratsschutz gesetzlich geregelt und nur solchen Personen erlaubt, die nach einer entsprechenden Ausbildung eine staatliche Anwendungserlaubnis erhalten haben. Außerdem muß jede Begasung den zuständigen Behörden rechtzeitig vor Beginn angezeigt werden, damit gegebenenfalls zusätzliche Sicherheitsauflagen erteilt werden können.

*) Phosgen wurde im ersten Weltkrieg als Kampfgas verwendet. Es hat die chemische Formel COCl_2 (= Kohlenstoff, Sauerstoff und zwei Chloratome), ist also eine völlig andere chemische Verbindung.

***) 1 Vol.-% = 10000 vpm (siehe Seite 4).

Obwohl der Anwender eines Begasungsmittels schon im Interesse einer guten Wirkung das zu begasende Gebäude möglichst gut abdichten wird, ist nicht vollständig zu verhindern, daß während der mehrträgigen Begasung eine gewisse Gasmenge durch die Wände des Gebäudes und – unvermeidliche – Fugen und Ritzen entweicht (Abb. 5). Es kann daher in der Nähe begaster Gebäude nach Phosphorwasserstoff riechen. Dieser karbid-ähnliche Geruch des Phosphorwasserstoffs wird bereits in geringsten Konzentrationen vom menschlichen Geruchssinn wahrgenommen und ist daher ein wertvolles Warnsignal, denn die Geruchsschwelle liegt sehr niedrig. Sie ist nicht bei allen Personen gleich und wird mit Werten zwischen 0,02 und 0,3 vpm PH_3 angegeben. Eine Konzentration von 1 vpm entspricht einem Volumen von 1 ml Gas auf 1 m³ Luft. Dafür ist heute noch die identische Bezeichnung 1 ppm (1 part per million = 1 Teil einer Million) gebräuchlich.

Was soll man unternehmen, wenn man in der Umgebung eines begasten Gebäudes den typischen Geruch wahrnimmt?

Sollte der Karbidgeruch längere Zeit anhalten, so setze man sich mit dem zuständigen Ordnungsgant (= Ortopolizei) in Verbindung (im allgemeinen tags und nachts erreichbar). Außerdem kann man das Gesundheitsamt anrufen. Bei beiden Behörden ist die Begasung angezeigt worden.

Der Geruch nach Phosphorwasserstoff ist an sich nicht gefährlich, sondern ein Hinweis dafür, daß in der Nähe eine Begasung stattfindet. Die genaue Konzentration kann nur mit einem Gasspürgerät festgestellt werden. Die Gesundheitsämter verfügen oft über derartige Geräte (Abb. 6), auf jeden Fall aber der verantwortliche Begasungsleiter. Sein Name, seine Anschrift und Telefonnummer steht auf dem Warnplakat an der begasten Lagerhalle.

Für Phosphorwasserstoff gilt in der Bundesrepublik Deutschland die Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK-Wert) von 0,1 vpm (= ppm). Diese Konzentration wird für eine lebenslange Einwirkung am Arbeitsplatz bei acht Arbeitsstunden täglich und 40 Stunden wöchentlich von Toxikologen für den normalen, gesunden Arbeiter als unbedenklich angesehen. In anderen Ländern liegt der Wert viel höher: in der Sowjetunion beispielsweise um 50 % höher, in den USA sogar um 200 % (Abb. 7). Die Geruchsschwelle hingegen ist sehr viel niedriger, das heißt man nimmt den Phosphorwasserstoff bereits in äußerst geringen Beimischungen zur Luft wahr.

Aus Untersuchungen des Instituts für Vorratsschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft geht hervor, daß um begaste Objekte in relativ geringem Abstand von bis zu 10 m Überschreitungen des MAK-Wertes auftreten können. Jenseits dieses Abstandes liegt der Phosphorwasserstoff derart verdünnt vor, daß Konzentrationen über dem MAK-Wert nur noch in Ausnahmefällen für kurze Zeit vorkommen.

Einfluß auf Testinsekten und -pflanzen

Auf Veranlassung des Umweltbundesamtes in Berlin (West) hat das Institut für Vorratsschutz schon Mitte der siebziger Jahre die im Umkreis von begasten Gebäuden auftretenden

den Gaskonzentrationen und die Schwelle für die Schädigung besonders empfindlicher Pflanzen und Tiere bestimmt. Für die als sehr empfindliches Testobjekt bekannte Essig- oder Taufliege (*Drosophila melanogaster*) wurde eine Schädigungsschwelle gefunden, die etwa zehnmal höher als der MAK-Wert von 0,1 vpm liegt. Auch Kopfsalat, eine wegen seines schnellen Wachstums und der großen Blattoberfläche empfindliche Pflanze, zeigt bei einer dreitägigen, ununterbrochenen Einwirkung von 1 bis 2 vpm, das heißt dem zehn- bis zwanzigfachen MAK-Wert, noch keine Schädigungen.

Was geschieht mit dem Phosphorwasserstoff, der während oder nach der Begasung entweicht?

Phosphorwasserstoff ist eine chemische Verbindung, die relativ rasch zu unschädlichen Phosphaten oxidiert wird, die ohnehin in Lebensmitteln und Böden in großen Mengen vorhanden sind. Es sind keine giftigen Abbauprodukte bekannt. Phosphorwasserstoff bedeutet also bei sachgerechter Anwendung für die Umwelt keine Gefährdung.

Kann man das mit Phosphorwasserstoff begaste Getreide noch essen?

Es ist schon als Vorteil der Begasungsmittel angeführt worden, daß sie von außen in das Lagergut eindringen, es aber ebenso leicht wieder verlassen. Phosphorwasserstoff beinträchtigt Getreide weder geruchlich noch geschmacklich. Auch die Backeigenschaften und die Keimfähigkeit bleiben nach einer Begasung unverändert erhalten. Da Phosphorwasserstoff sich im Getreidekorn praktisch nicht löst, verbleiben nur sehr geringe Rückstände in den Körnern. Selbst bei wiederholter Begasung desselben Getreides bereitet es keinerlei Schwierigkeiten, die gesetzlich festgelegte zulässige Höchstmenge von 0,1 mg PH_3/kg einzuhalten. Bei der Verarbeitung des Getreides wird der Rückstand noch weiter abgebaut, so daß für Getreideerzeugnisse, wie beispielsweise Mehl, der zulässige Höchstwert nochmals auf ein Zehntel, das heißt 0,01 mg/kg, vermindert festgelegt werden konnte (Abb. 8).

Weitere Informationen über dieses Thema sind bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, 1000 Berlin 33, Telefon (030) 83 04-1, erhältlich.

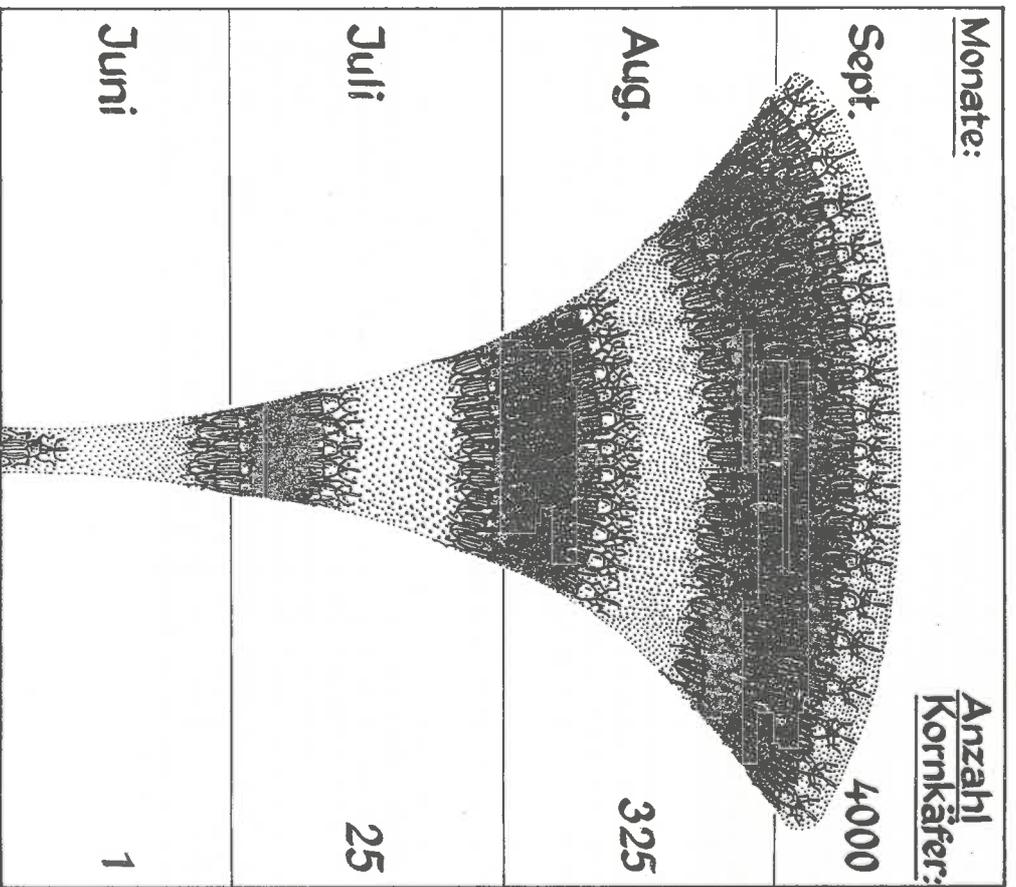


Abb. 1 Der Kornkäfer neigt während der warmen Sommermonate in den Getreidelägern zu explosionsartiger Vermehrung

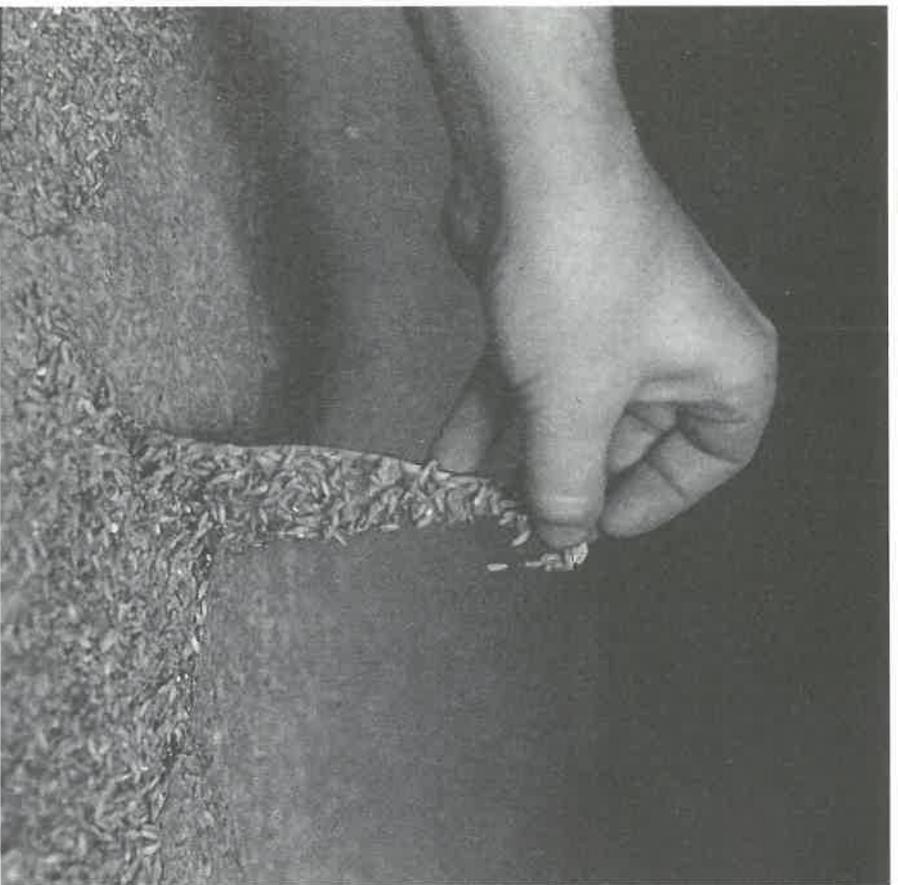


Abb. 2 Soweit soll man es auf keinen Fall kommen lassen: von Motten befallenes und versponnenes Getreide

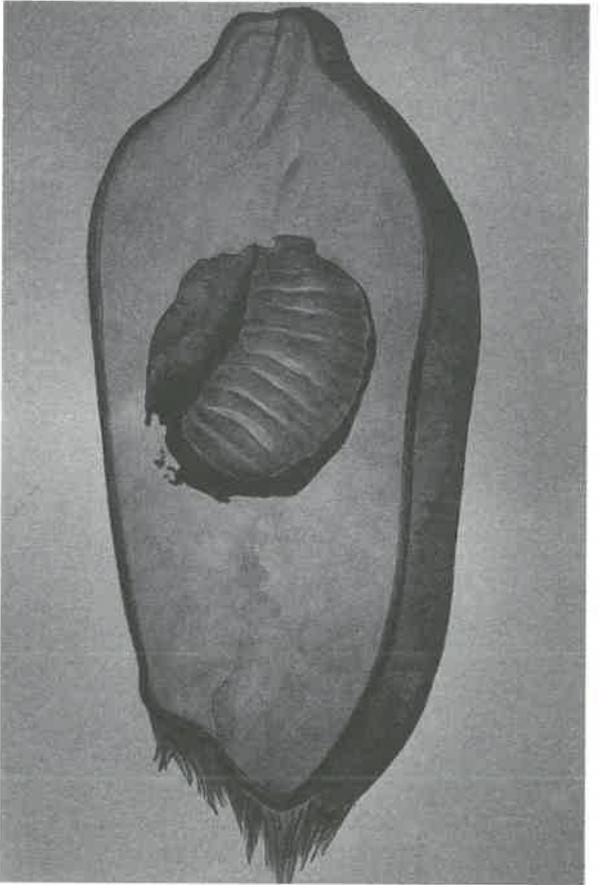


Abb. 3 Längsschnittenes Weizenkorn:
so lehr die Kornkäferlarve unsichtbar im Korn

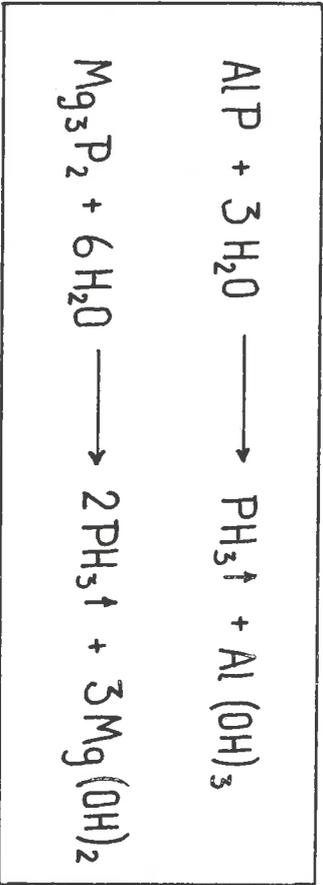


Abb. 4 Chemische Formel zur Umsetzung von Aluminium- und Magnesiumphosphid zu Phosphorwasserstoff

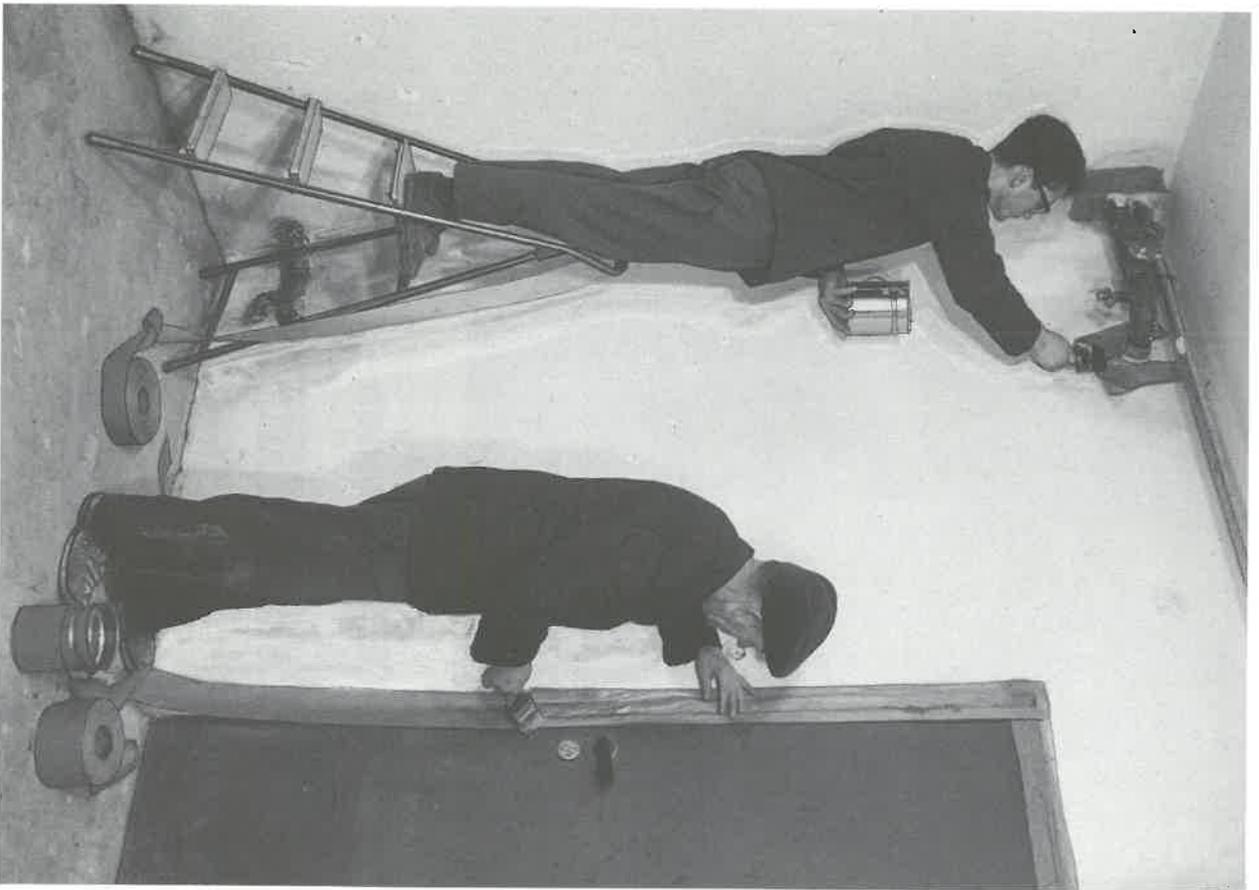


Abb. 5 Vor jeder Begassung werden Risse und Fugen im Mauerwerk mit Spezialpapier abgeklebt



Abb. 6 Messung der Gaskonzentration mit transportablem Gasspürgerät (a) und Anzeige am Prüfröhrchen (b)

Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen (MAK-Werte) für Phosphorwasserstoff	
USA	0,3 vpm
UdSSR	0,15 vpm
Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, England, Italien, Österreich, Schweiz, Spanien, Benelux-Länder	0,1 vpm
(vpm entspricht ppm Vol.)	

Abb. 7 Übersicht über die MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen) in einigen Ländern

Auszug aus „Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung (PflmV) vom 24. 6. 1982“		
Stoff	Höchstmenge in Milligramm PH_3 pro Kilogramm Lebensmittel	in oder auf folgenden Lebensmitteln
Phosphorwasserstoff	0,1	Getreide
Phosphide	0,01	Getreideerzeugnisse, Gewürze, Rohkaffee, Tee, teeähnliche Erzeugnisse, Ölsaat

Abb. 8 Übersicht über die zulässigen Höchstmengen an Phosphorwasserstoff