Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Bundesrepublik Deutschland

Merkblatt Nr. 66 2. Auflage Braunschweig, im Mai 1990

Abdichtung von Lagerhallen, lebensmittelverarbeitenden Betrieben und Lagerpartien bei Begasungen gegen Vorratsschädlinge*)

R. Wohlgemuth

Institut für Vorratsschutz

*) In den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 512) in der Fassung vom Oktober 1989 erwähnt als: Merkblatt Nr. 66 „Abdichtung von Lagerhallen und Getreidepartien bei Begasungen gegen Vorratsschädlinge"

1. Einleitung

Die Anwendung von Begasungsmitteln ist zur Bekämpfung von Insekten, Milben und Nagetieren in der Großlagerhaltung von Vorräten und in lebensmittelverarbeitenden Betrieben die wichtigste Methode. Als einzige bekannte Wirkstoffgruppe sind Gase in der Lage, sowohl die Masse des Schüttgutes als auch jedes Getreidekorn bzw. die recht widerstandsfähigen Schalen anderer Samen zu durchdringen. Das hohe Durchdringungsvermögen, das hier erwünscht ist, hat jedoch zur Folge, daß Gase nur in sorgfältig abgedichteten Gebäuden und Räumen eingesetzt werden können. Gute Abdichtung ist vor allem bei solchen Gasen wichtig, die ihre Wirkung nur bei relativ langer Einwirkzeit erreichen.

Das im Vorratsschutz in Deutschland zur Begasung von Lagergütern fast ausschließlich eingesetzte Gas Phosphorwasserstoff (Phosphin) = PH_3 hat diese Eigenschaften. Es hat in relativ niedriger Konzentration bei einer Einwirkzeit von mehreren Tagen eine hervorragende Wirkung auf Insekten, während bei hohen Konzentrationen, die aber nur kurze Zeit einwirken können, mit überlebenden Schädlingen zu rechnen ist.

In letzter Zeit hat neben diesem bekämpfungstechnischen Aspekt noch ein weiterer Gesichtspunkt entscheidende Bedeutung erlangt. Immer wieder kommt es vor, daß sich Anwohner in der Umgebung begaster Läger durch den Geruch von austretendem Phosphorwasserstoff belästigt oder sogar in ihrer Gesundheit gefährdet fühlen. Selbst wenn diese Sorge bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung unbegründet ist, sind die politischen Schwierigkeiten, eine Begasung gegen den Willen von Anwohnern durchzusetzen, so groß, daß der Einsatz von Begasungsmitteln, speziell Phosphorwasserstoff, ernsthaft gefährdet ist.

Für die weiteren in Deutschland zugelassenen Begasungsmittel mit den Wirkstoffen Brommethan (Methylbromid) = CH_3Br und Cyanwasserstoff (Blausäure) = HCN gilt dies in noch verstärktem Maße.

Brommethan und in geringem Umfange auch Cyanwasserstoff werden fast ausschließlich zur Begasung von Mühlen und anderen lebensmittelverarbeitenden Betrieben eingesetzt. Es handelt sich dabei um Objekte, die meist in dicht bewohnten Siedlungsbereichen liegen und zudem häufig sehr groß sind. Entsprechend große Gasmengen müssen ausgebracht werden, was das Gefahrenpotential bei ungenügender Beachtung der mit der Zulassung erteilten Kennzeichnungsauflagen und einschlägiger gesetzlicher Regelungen erhöht.

Jeder Anwender sollte sich seiner Verantwortung gegenüber Anwohnern, Arbeitern im Betrieb usw. bei seinen Maßnahmen zum Schutz der Vorräte bewußt sein und alles vermeiden, was die Begasungsmittel bei Laien, Politikern und Behörden in Verruf bringen könnte.

Dies kann vor allem dadurch verhindert werden, daß alle denkbaren Maßnahmen ergriffen werden, die Begasungsobjekte so dicht wie nur möglich zu machen. Unter diesem Gesichtspunkt müssen auch jahrzehntelang übliche Gewohnheiten überprüft und den neuen Erfahrungen angepaßt werden.

In den folgenden Abschnitten sollen Anleitungen zur Abdichtung von Gebäuden und Lagerpartien sowie Hinweise auf häufig vorkommende Leckstellen und ihre Beseitigung gegeben werden.

2. Abdichtung von Gebäuden

Die Abdichtung von Gebäuden ist unerläßlich, wenn der gesamte Innenraum begast werden soll, wie es z.B. bei Mühlendurchgasungen erforderlich ist. Falls Lagerhallen z.B. in dicht bebauten Wohngebieten liegen, kann es notwendig werden, die gesamte Halle abzudichten, auch wenn in ihr nur einzelne Lagerpartien unter Folienabdeckung begast werden sollen. Es wird so ein zusätzlicher Schutz gegen die Ausbreitung des Gases in die Umgebung geschaffen.

2.1 Wände

2.1.1 Außenwände

Wände aus Beton oder Ziegelmauerwerk sind keineswegs so gasdicht wie es für einen Laien den Anschein hat. Besondere Schwachstellen sind die Stöße zwischen Betonfertigteilen und die Fugen zwischen den Ziegelsteinen. Diese Stöße und Fugen müssen vor jeder Begasung kontrolliert und gegebenenfalls ausgebessert werden. Dazu eignen sich dauerelastischer Kitt oder Bauschaum. Schadhafte Stellen müssen mit dauerelastischem Kitt verschlossen und Putzschäden ausgebessert werden.

Die Wandflächen selbst können durch eine gasdichte Beschichtung abgedichtet werden. Für diesen Zweck geeignete Anstriche werden in Deutschland angeboten*). Werden diese Abdichtmaßnahmen an den Außenseiten der Wände vorgenommen, so ist auf wetterfeste Ausführung zu achten.

2.1.2 Trennwände/Zwischendecken

Soweit Innenwände oder Zwischendecken aus Beton oder Ziegelmauerwerk hergestellt sind, gilt das unter 2.1.1 Gesagte. Häufig bestehen Trennwände und Zwischendecken jedoch aus anderen Materialien, wie z.B. Span- und Hartfaserplatten oder Brettern. Wände aus diesen Materialien sind ebenfalls nicht gasdicht, besonders wenn sie viele Stöße haben. Am einfachsten werden solche Wände und Zwischendecken mit gasdichten Folien großflächig „tapeziert". Es ist besonders darauf zu achten, daß die Folien-

*) Bezugsquellen für geeignete Materialien (Anstriche, Folien, Spezialpapiere usw.) zur Abdichtung von Begasungsobjekten können schriftlich oder telefonisch erfragt werden:
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Vorratsschutz
Königin-Luise-Straße 19, D-1000 Berlin 33, Telefon (0 30) 83 04-1, Telefax (0 30) 83 04-284

bahnen an den Stößen überlappen und die Überlappungen sorgfältig verklebt werden. Als Kleber hat sich in der Praxis Tapetenkleister für Strukturtapeten bewährt. Sehr gut lassen sich die Folien auch mittels Klebeband verbinden, das mit einem Packroller verarbeitet wird. Annageln oder Antackern ist nicht zu empfehlen, da dabei viele Löcher entstehen. Sollte diese Art der Befestigung nicht zu vermeiden sein, müssen die Nagellöcher mit einem Klebeband verschlossen werden. Anstelle des Verklebens der Überlappungen können in den hier und in den folgenden Abschnitten (2.4.2; 3.1.1; 3.1.3; 3.2) beschriebenen Fällen die Folien auch verschweißt werden, wodurch bei sorgfältiger Ausführung besonders hohe Dichtigkeit erreicht wird.

Plastikfolien sind bei völlig gleichem Aussehen und gleicher Stärke sehr unterschiedlich gasdicht gegenüber den im Vorratsschutz eingesetzten Gasen. Die Foliendicke kann keinesfalls als alleiniges Kriterium genommen werden. In der Landwirtschaft zur Auskleidung von Gärsilos verwendete Folien dürfen nicht bei Phosphorwasserstoff-Begasungen verwendet werden, da sie in ihrer Struktur auf Dichte gegenüber Kohlendioxid abgestimmt sind. Man sollte auf alle Fälle für die Verwendung im Vorratsschutz geprüfte gasdichte Folien wählen, die zumindest der DIN Norm 53 536 „Bestimmung der Gasdurchlässigkeit“ (in der Fassung vom Februar 1985) entsprechen.

2.2 Dächer

Dächer sind erfahrungsgemäß die am schwierigsten nachzudichtenden Bereiche in Lagerhallen; gerade hier sind jedoch die größten Gasverluste zu erwarten. Die meisten Dächer sind nicht mit einer gasdichten Abdeckung versehen, sondern bestehen aus vielen Einzelteilen (Ziegeln, Eternit-Platten, Wellblechplatten o.ä.), deren Abdichtung dementsprechend aufwendig ist.

Bei vielen älteren Lägern wird die Dachabdichtung deshalb aus Kostengründen nicht die Methode der Wahl sein. Als Alternative im Falle schlecht abzudichtender Dächer und bei kompliziert konstruierten Dachstühlen ist es günstiger, eine gasdichte Folie wie eine Zwischendecke unter den Dachstuhl einzuziehen. Man verkleinert bei dieser Methode zusätzlich das Volumen des Gebäudes um den Luftraum des Dachstuhls, wodurch bei Raumbehandlungen Begasungsmittel eingespart wird.

Handelt es sich um wenige Nahtstellen im Dach, so können diese mit gasdichter Folie, Spezialpapier und Tapetenkleister oder auch mit Polyurethan-Schaum bzw. Silikon-Kautschuk abgedichtet werden. Wegen der im allgemeinen schlechten Erreichbarkeit von unten werden solche Arbeiten günstiger von der Dachaußenseite durchgeführt. Dies gilt natürlich nicht für Abdichtungen mit Spezialpapier und Tapetenkleister, da diese Materialien nicht wasser- bzw. regenfest sind.

2.3 Wand-/Dach-Übergänge

Der Übergang von der Wand zum Dach ist ebenfalls besonders schwierig abzudichten. Die Arbeit ist aber gerade hier sehr wichtig, da die Löcher und Ritzen oft sehr groß

sind, z.B. wenn ein Dach aus Well-Eternit an eine Wand anschließt. Die Gasverluste sind hier besonders hoch, falls nicht sorgfältig gearbeitet wird. Ausfüllen der Wellen mit Mörtel ist nicht ausreichend, da die Übergänge nie dicht sind oder sich durch unterschiedliche Ausdehnung der verschiedenen Materialien schon nach kurzer Zeit wieder Risse bilden. Allerdings bietet der Mörtel eine gute Grundlage, die Flächen einschließlich der Mörtelpfropfen mit Polyurethan-Schaum auszufüllen (Abb. 1). In Fällen, in denen Dachunterfläche und Wand eben sind, ist es am einfachsten, den Übergang mit einer gasdichten Folie großflächig abzukleben. Die Folie sollte an der Übergangsstelle mit etwas Spiel geklebt werden, um unterschiedliche Dehnungen abfangen zu können.

2.4 Türen, Tore und Fenster

Fenster sowie die meisten Tore und Türen können bereits vor der Begasung abgedichtet werden. Bei einigen sollte Abdichtung und Verschluß so durchgeführt werden, daß sie nach der Begasung zum Lüften von außen geöffnet werden können. Diese für die Lüftung vorgesehenen Fenster, Türen und Tore müssen so gewählt werden, daß noch vorhandenes Gas möglichst weit von bewohnten Gebäuden oder allgemein zugänglichen Wegen freigesetzt wird. Die Lüftung muß nach Auflagen der zuständigen Behörden bzw. unter Einhaltung der TRGS 512 erfolgen. Der Bereich der Tür- und Fensterfassungen ist meist problematischer als Fenster und Türen selbst. Das Gas sucht sich immer den Weg des geringsten Widerstandes und entweicht auch durch Kanäle, die streckenweise parallel zur Außenwand verlaufen. Gerade Fassungen und Zargen sollten deshalb besonders gründlich abgedichtet werden.

2.4.1 Fenster sowie Tore und Türen, die bereits vor dem Einbringen des Begasungsmittels verschlossen werden können

Die Fensterscheiben müssen auf Löcher und Sprünge, der Rahmenkitt auf Ritzen geprüft werden. Zerbrochene Scheiben sollten ersetzt, gesprungene mit Abklebepapier und Kleister abgedichtet werden. Bei Türen und Toren müssen die Flächen auf undichte Stellen untersucht und diese notfalls nachgebessert werden. Holztüren und -tore sollten eine geschlossene, unbeschädigte Lackierung haben. Holztüren und ähnliche aus Nut- und Federbrettern bestehende Flächen sind auch mit guter Lackierung nicht gasdicht und müssen ganzflächig mit gasdichter Folie beklebt werden. Die Übergänge zwischen Fläche und Rahmen sind bei Fenstern, Türen und Toren mit Spezialpapier (Natron-Kabelspinnpapier) und Tapetenkleister (s. 2.2) abzukleben. Besondere Schwachpunkte sind die Bereiche um die Angeln und Schlösser, wo das Abkleben sehr sorgfältig und mit mehreren Lagen Spezialpapier erfolgen muß.

Bei schwer abzudichtenden Fenstern, Türen und Toren ist es oft einfacher, die gesamte Fenster- oder Türnische großflächig mit gasdichter Folie zu überkleben. Dies gilt besonders für Rolltore, die auf andere Weise kaum zuverlässig abzudichten sind.

2.4.2 Türen und Tore, die nach Einbringen des Begasungsmittels zum Verlassen des Gebäudes dienen

Bei nach außen aufschlagenden Türen werden schon vor Beginn der Begasungsarbeiten zwei Bahnen aus gasdichter Folie auf der Gebäudeinnenseite an Sturz und Laibung auf Dachlatten befestigt. Die Folienbahnen sollen sich überlappen und auf dem Fußboden aufliegen. Nachdem die letzte Person das Gebäude verlassen hat, werden die Folienbahnen geschlossen, die dem Boden aufliegenden Teile nach außen gezogen und auf dem Boden verklebt. Die dadurch straff gespannten Folienbahnen werden an den Überlappungen mit Klebeband verbunden. Falls der Boden zu rauh oder sonst in einer Weise beschaffen sein sollte, die ein Verkleben auf dem Boden nicht zuläßt, können die dem Boden aufliegenden Folienbahnen mit Sand beschwert werden. Sie müssen in diesem Falle mindestens 50 cm auf dem Fußboden aufliegen. Die Tür wird dann geschlossen und wie unter 2.4.1 beschrieben mit Spezialpapier abgeklebt.

Bei Türen, die nach innen aufschlagen, und bei Rolltoren mit innen liegendem Rollmechanismus ist diese Abdichtungsmethode nicht möglich. Hier ist zu empfehlen, einen stabilen Holzrahmen anzufertigen und mit gasdichter Folie zu bespannen. Der Rahmen muß unter Umständen mehrmals unterteilt sein, um der Folie gegen Winddruck eine sichere Auflage zu bieten. In jedem Falle sollten zumindest für diesen Zweck die gitterverstärkten Ausführungen der auf Gasdichte geprüften Folien verwendet werden (Abb. 2). Der Rahmen wird nach dem Schließen der Tür bzw. des Tores von außen auf der Laibung befestigt und mit Abklebepapier und Kleister abgedichtet. Falls die Abklebungen eventuellem Regen ausgesetzt sein sollten, müssen sie bei den ohnehin erforderlichen regelmäßigen Kontrollen auf ihren Zustand überprüft und notfalls nachgebessert werden.

2.5 Durchbrüche

Mauerdurchbrüche sowie Schächte, Entlüfterrohre, Exhaustoren u.ä. treten in den Hallen in den unterschiedlichsten Formen auf. Eine allgemein gültige Empfehlung kann daher nicht gegeben werden und flexibles Denken zur Problemlösung unter den gegebenen örtlichen Verhältnissen ist erforderlich. Das in der Praxis leider noch übliche Ausstopfen solcher Öffnungen mit Papier oder Säcken ist auf keinen Fall ausreichend, da diese Materialien nicht gasdicht sind.

Einige Hinweise:

- Mauerdurchbrüche können mit gasdichter Sperrfolie überklebt werden.

- Bei Durchführungen von Rohrleitungen durch Mauern entstehen infolge unterschiedlicher Ausdehnungen der Materialien Spalten um die Rohrleitungen herum. Die Undichtigkeiten müssen mit Spezialpapier und Tapetenkleister verklebt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Verklebungen den vollen Umfang der Rohrleitungen erfassen, auch – und gerade – wenn diese Stellen schwer zugänglich sind

(Abb. 3). Besonders hier sind die Übergänge mitunter schlecht verputzt, wodurch große Undichtigkeiten vorhanden sind.

- Für größere Durchbrüche zur Weiterleitung von Kabeln u.ä. eignet sich ein Polyurethan-Schaum (Abb. 4), der in den Komponenten getrennt angeboten wird und erst in der Düse gemischt wird. Die Polyurethan-Schäume werden z.Z. in Gebinden bis zu ca. 40 kg angeboten, sind also für umfangreichere Abdichtarbeiten geeignet.

- Bei Rohrstutzen und Dachlüftern kann die Öffnung mit Sperrfolie überdeckt, die überstehende Folie umgeschlagen und am Rohr mit Klebeband fest umwickelt werden (Abb. 5). Bei vielen Rohrleitungen ist es möglich, sie abzuflanschen und dann wie beschrieben abzudichten.

- Bei Fallrohren mit Inspektionsöffnungen kann, wenn der Durchmesser geeignet ist, eine Fußballblase durch die Öffnung geschoben und etwas unterhalb der Öffnung aufgepumpt werden. Der gegen das Rohr gepreßte Ballgummi ergibt eine sehr gute Abdichtung.

- Förderbänder, Trogkettenförderer und ähnliche unregelmäßig geformte Einbauten, die durch Maueröffnungen laufen, sind besonders schwer abzudichten. Sie müssen so gut wie möglich mit gasdichter Folie und Spezialpapier abgeklebt werden. Verbleibende Öffnungen können mit Kunststoff-Schaum oder dauerelastischem Kitt verschlossen werden. Das Abschütten mit Getreide, Sand o.ä. ist in keinem Falle als ausreichende Abdichtung anzusehen.

- Nicht zu vergessen sind Schalter und Steckdosen. Die elektrischen Leitungen sind oft in Leerrohren verlegt, so daß das Gas ungehindert in andere Räume gelangen kann.

- Besonders im Kellerbereich finden sich häufig Schächte, Kanäle und Rohre, deren ursprüngliche Bedeutung mitunter auch der Betriebsleitung unbekannt ist. Häufig bestehen über solche Kanäle usw. Verbindungen zur Außenwelt oder gar zu benachbarten Gebäuden. Nicht nur aus Sicherheitsgründen ist es unerläßlich, derartige Öffnungen gasdicht zu verschließen.

- Wenn zur Nagerbekämpfung Cyanwasserstoff eingesetzt wird, muß beachtet werden, daß wasserführende Geruchsverschlüsse in Duschen, Toiletten und anderen Wasserabläufen für den gut wasserlöslichen Cyanwasserstoff kein Hindernis sind. Abwasserleitungen müssen daher bei solchen Begasungen gesondert abgedichtet werden.

3. Abdichtung von Schüttpartien und Sackstapeln

Häufig werden innerhalb von Gebäuden nur einzelne Partien in Form von Schüttgut oder als Sackstapel begast. Eine Abdichtung der Gebäude ist auch in solchen

Fällen dringend zu empfehlen, um möglichst wenig Gas in die Umwelt gelangen zu lassen*).

3.1 Abdichtung von Schüttpartien

Schüttpartien werden mitunter in Werkshallen ehemaliger Fabrikbetriebe gelagert. Bereits vor der Einlagerung ist darauf zu achten, daß im Boden liegende Kabelschächte zubetoniert oder – falls dies nicht möglich sein sollte – in anderer Weise gasdicht verschlossen werden. Die Abdichtung muß stabil genug ausgeführt werden, um dem Druck des darauf lagernden Schüttgutes zu widerstehen.

Schüttgüter werden vorwiegend in Boxen aus Holzbohlen oder Spanplatten gelagert. Diese Materialien sind nicht gasdicht.

3.1.1 Abdichtung der Parkwände (Wände der Lagerboxen)

Es ist nicht zu empfehlen, die Boxen vor der Einlagerung von innen mit Folie auszuschlagen, da es nicht möglich ist, den Zustand der Abdichtung im Falle einer bevorstehenden Begasung durch Augenschein zu überprüfen. Abgesehen von mangelnder Sorgfalt beim Anbringen der Folie kann es vorkommen, daß durch Setzen des Schüttgutes nach der Einlagerung die Folie reißt, was von außen nicht zu sehen ist.

Besser zu überprüfen ist das Verkleiden der Parkwände mit gasdichter Folie von außen. Die Folienbahnen müssen überlappend falten- und wellenfrei verlegt und z.B. mit Sprühkleber verklebt werden. Als gute Abdichtung und durchaus praktikabel hat sich das Zusammenkleben der Folie mit Klebeband und Packroller bereits während der Vorbereitung der Begasung erwiesen.

Voraussetzung dazu ist jedoch, daß die Parkwand rundherum frei zugänglich und die Maße der Parkwand und der Folie in Einklang zu bringen sind. Bei der Vorbereitung werden die Folien auf einem möglichst glatten Untergrund an den zu klebenden Stellen auseinandergebreitet und mittels Klebeband miteinander verbunden. Falls notwendig, ist sogar ohne großen Aufwand ein Kleben auf der Rückseite möglich. So vorbereitet kann die Folie dann an der Parkwand herabgelassen werden.

Falls Annageln oder Antackern nicht zu vermeiden ist, müssen die dabei entstandenen Löcher mit Klebeband verschlossen werden.

---

*) Da sich in einem solchen Gebäude je nach dem Verhältnis der begasten Partie zum Volumen des Bauwerkes eine gefährliche Gaskonzentration aufbauen kann, ist das Gebäude als Ganzes sicherheitstechnisch als begast zu betrachten (Warnplakate an den verschlossenen Türen; Betreten nur unter Maskenschutz und nur zur Lüftung; Räumung von Wohnungen und Arbeitsräumen, die sich mit dem begasten Gebäude in geschlossener Bauweise befinden).

3.1.2 Abdichten der Folien am Hallenboden

Die Folienbahnen müssen über die Parkwände herabreichen und noch etwa 0,5 m auf dem Hallenboden aufliegen. Um eine gasdichte Verbindung von Folie und Hallenboden zu erreichen, bestehen die Möglichkeiten, die Folienbahnen

- anzukleben. Hierzu muß der Boden staubfrei gemacht werden. Vertiefungen oder Beschädigungen des Bodens müssen so in die Verklebung einbezogen werden, daß keine Passagen für das Gas bleiben;

- durch eine Sandschüttung zu beschweren. Diese Methode hat den Vorteil, daß sich die Folie den erwähnten Vertiefungen anschmiegt und eine lückenlose Beschwerung erreicht werden kann (Abb. 6).

Nicht zu empfehlen ist es, die Abdeckfolie mit Brettern zu beschweren. Der Boden in Lagerhäusern ist nicht so glatt, daß eine dichte Auflage erreicht werden könnte. Auch beim Beschweren durch Sandschlangen können solche Undichtigkeiten nicht sicher vermieden werden.

3.1.3 Abdecken des Schüttgutes auf der Oberfläche

Bei der Anwendung phosphorwasserstofferzeugender Begasungsmittel kann die Oberfläche des Schüttgutes erst nach dem Ausbringen des Präparates mit gasdichter Folie überlappend abgedeckt werden. Diese Arbeit ist besonders schwierig, da die Schüttgutoberfläche durch die vorhergehenden Arbeiten nicht mehr eben ist und die Arbeit unter dem Zeitdruck der Gasentwicklung erfolgt. Die Bahnen der gasdichten Folie müssen daher mit großzügiger Überlappung verlegt werden. Gleichzeitig mit dem Auslegen der Folienbahnen müssen die Überlappungen mit Klebeband oder Sprühkleber verklebt werden. Damit die mit Kleber besprühten Folienteile gasdichten Kontakt zur Gegenbahn bekommen, sollen sie mit einer Rolle angedrückt werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Abdeckung der Partie bereits vorzubereiten (Kleben mit Klebeband, siehe 3.1.1). Die so vorbereiteten zusammengeklebten Folien werden zusammengerafft bereitgelegt. So können die Folien dann unmittelbar nach dem Einbringen der Begasungsmittel ausgebreitet und die letzte Naht verklebt werden.

3.1.4 Stützpfeiler in Schüttpartien

Probleme entstehen durch Pfeiler in den Schüttpartien. Schon bei der Vorbereitung der Begasung sollen die Stützpfeiler mit Folienmanschetten umklebt werden. Dazu werden etwa 2 × 2 m große Folienstücke bis zur Mitte aufgeschnitten und mit Klebeband und/oder Sprühkleber kragenförmig am Pfeiler angeklebt und auf dem Lagergut ausgebreitet (Abb. 7). Beim Abplanen der Partie (siehe 3.1.3) werden die Folienbahnen über die Manschette gelegt und mit dieser verklebt. Handelt es sich um Holzpfeiler, die gerissen sind, so müssen diese Risse abgedichtet werden. Dazu eignet sich Silikon-Kautschuk

oder Abklebepapier, das in Kleister getränkt z.B. mit einem Spachtel so tief wie möglich in die Risse gedrückt werden muß.

3.2 Abdichtung von Sackstapeln

Sackstapel sollen von vornherein mit genügendem Abstand zu den Wänden errichtet werden. Wenn möglich, sollte kein Pfeiler in den Stapel einbezogen werden, um die unter 3.1.4 beschriebenen Schwierigkeiten zu vermeiden.

Vor der Begasung ist aus gasdichter Folie in geeigneter Größe eine Haube anzufertigen, die den Sackstapel von oben und von den Seiten bedeckt und noch ca. 0,5 m auf dem Boden aufliegt. Die Seitenabdeckungen der Haube werden dann nach oben geschlagen und nach dem Ausbringen des phosphorwasserstoffabgebenden Präparates wieder nach unten gezogen. Falls die Begasung mit Brommethan erfolgen soll, muß die Abdichtung der Haube gegen den Boden der Einleitung des Begasungsmittels vorausgehen. Diese Arbeitsweise kann auch bei phosphorwasserstoffabgebenden Präparaten vorteilhaft angewendet werden, indem nach vollständiger Abdichtung an passenden Stellen kurze Schlitze in die Folien geschnitten werden, um das Präparat einzubringen. Um diese Schlitze anschließend mit Klebeband verschließen zu können, sollten sie an Stellen angebracht sein, die beim Verkleben ein glattes Widerlager, z.B. an einer Sackfläche bieten. Diese Form der Abdichtarbeit hat bei Phosphorwasserstoff-Präparaten den Vorteil, daß ohne Zeitdruck durch die beginnende Gasentwicklung gearbeitet werden kann.

Die dem Boden aufliegenden Folienteile werden möglichst faltenfrei ausgebreitet und wie unter 3.1.2 beschrieben gegen den Boden abgedichtet.

4. Überprüfung der Abdichtung

Mit den im folgenden beschriebenen Methoden kann der Erfolg der Abdichtungsmaßnahmen überprüft werden. Dies bietet sowohl dem Begasungsleiter als auch der Aufsichtsbehörde eine objektive Basis zur Beurteilung, ob alles technisch Mögliche getan wurde, um die Begasung erfolgreich und für die Umwelt vertretbar durchführen zu können. Neben einer gründlichen visuellen Kontrolle stehen dem Begasungsleiter dafür folgende technische Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Rauchkerzen**
  Je nach Größe der Räumlichkeiten und Anzahl der Stockwerke bzw. Böden werden Rauchkerzen gezündet und der Verlauf des Rauches verfolgt. Auf diese Weise können Undichtigkeiten von Raum zu Raum oder von innen nach außen aufgespürt und verfolgt werden.

- **Strömungsprüfer für Luft**
  Kleinere Leckstellen, z.B. an Fenstern, Rolltoren, Türen, Dehnungsfugen, Durchbrüchen und dergleichen lassen sich mittels Strömungsprüfer für Luft erkennen. Der aus

dem Strömungsprüfröhrchen austretende Rauch wird von der Luftströmung getragen und zeigt etwaige Undichtigkeiten auf.

- **Physikalisch-technische Methoden**
  Hier bieten sich zur Zeit drei Verfahren an, bei denen aber zum Teil aufwendige technische Ausrüstung sowie spezielle fachliche Kenntnisse notwendig sind. Im Gegensatz zu den oben genannten Methoden kann man mit ihnen jedoch keine lokalen Undichtigkeiten aufspüren. Man erhält vielmehr eine Aussage zur generellen Dichtigkeit eines Gebäudes.

  Methode 1
  Durch Absaugen der Luft aus einem Gebäude läßt sich im Inneren ein leichter Unterdruck herstellen. Aufgrund der Luftmenge, die aus dem Gebäude gesaugt wird, um den gewünschten Unterdruck zu halten, kann die Dichtigkeit des Gebäudes berechnet werden.

  Methode 2
  Die Luftförderleistung eines in Betrieb befindlichen Ventilators kann mittels eines Amperemeters nach erforderlicher Stromaufnahme bestimmt werden. Auch hier ist die Luftmenge abhängig von dem gewählten leichten Unterdruck. Nach den Proportionalitätsgesetzen für Ventilatoren ändert sich die Stromaufnahme entsprechend der Drehzahl.

  Das bedeutet: Je mehr der Ventilator zur Aufrechterhaltung des Unterdrucks an Luft fördern muß, desto höher ist die Stromaufnahme; je höher diese ist, desto undichter ist das Gebäude.

  Methode 3
  Mit einem Ventilator wird in dem abgedichteten Gebäude oder Raum ein leichter Über- oder Unterdruck aufgebaut. Der Ventilator wird dann abgestellt und gleichzeitig die Öffnung verschlossen. Man mißt die Zeit, in welcher die Druckdifferenz halbiert wird. Mit diesem Zeitwert läßt sich errechnen, wie oft das Luftvolumen des Gebäudes innerhalb von 24 Stunden ausgetauscht wird.

Alle diese physikalischen Methoden sind naturgemäß Schwankungen unterworfen. Temperaturschwankungen (Sonne, Wolkenbildung während der Messung) bewirken kleine, aber meßbare Unterschiede in der Luftströmung und des Unter- oder Überdrucks innerhalb eines Gebäudes. Besonders stark wirken sich Wind, vor allem Böen oder gar Sturm auf die Druckverhältnisse in einem Gebäude aus.

Für die mit den beschriebenen Verfahren ermittelten Daten werden z.Z. Rechenmodelle entworfen, die eine Vorhersage hinsichtlich des zu erwartenden Gasaustrittes und der Gaskonzentrationen in bestimmten Abständen vom Begasungsobjekt erlauben sollen. Diese Rechenmodelle sind jedoch noch in der Diskussion und werden vermutlich im Laufe der Jahre 1990/91 an anderer Stelle veröffentlicht werden. Es ist beabsichtigt, sie nach allgemeiner Anerkennung in eine eventuelle Neuauflage des Merkblattes zu übernehmen.

5. Zukünftige Entwicklung

Mit den geschilderten Arbeiten sind die zur Zeit technisch möglichen und finanziell vertretbaren Abdichtungsmaßnahmen dargelegt. Weitere Erfahrungen und die Entwicklung neuer Materialien werden es erfordern, diese Empfehlungen in der Zukunft von Zeit zu Zeit dem neuen Stand anzupassen.

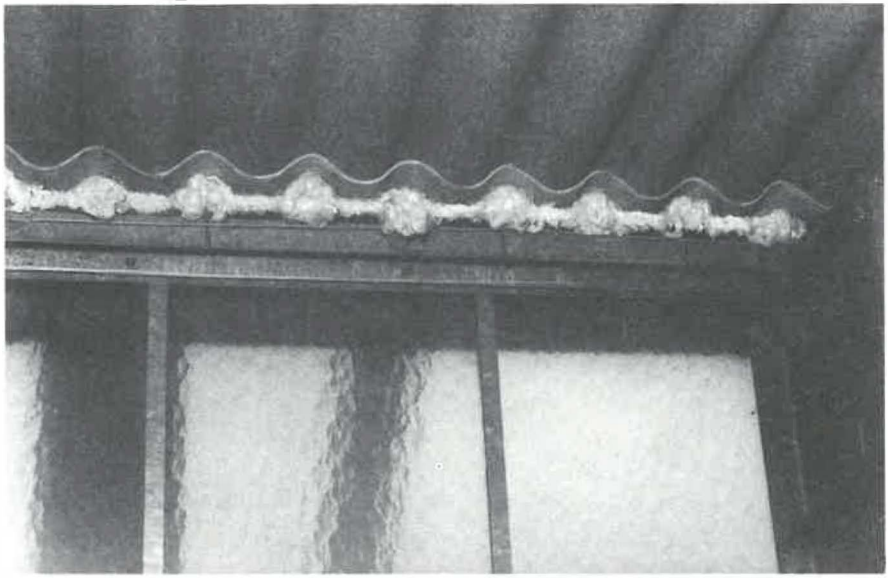

Abb. 1: Mit Polyurethan-Schaum abgedichteter Übergang zwischen Wand und einem Dach aus Well-Eternit

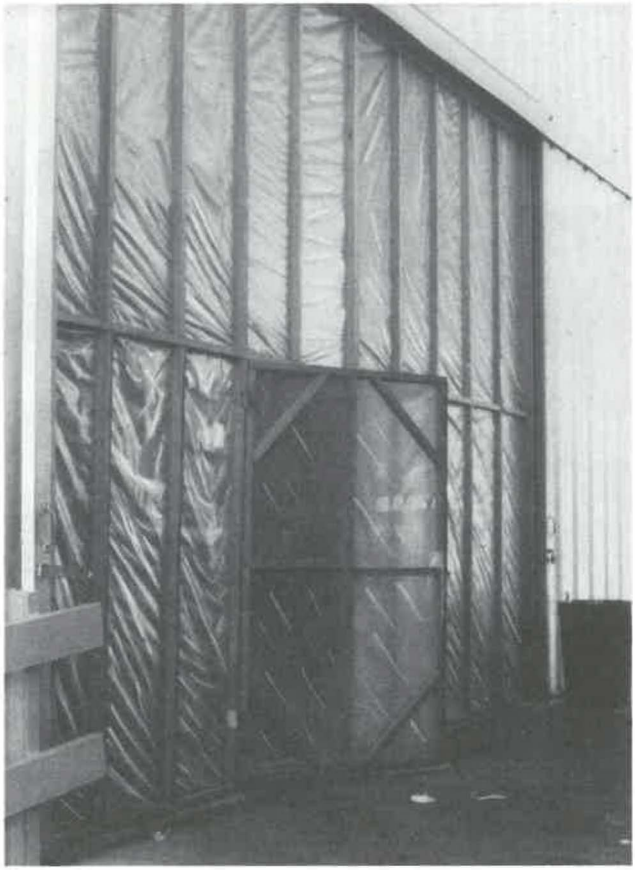

Abb. 2: Rahmenkonstruktion, bespannt mit gasdichter, gitterverstärkter Folie zum Abdichten eines großen Rolltores

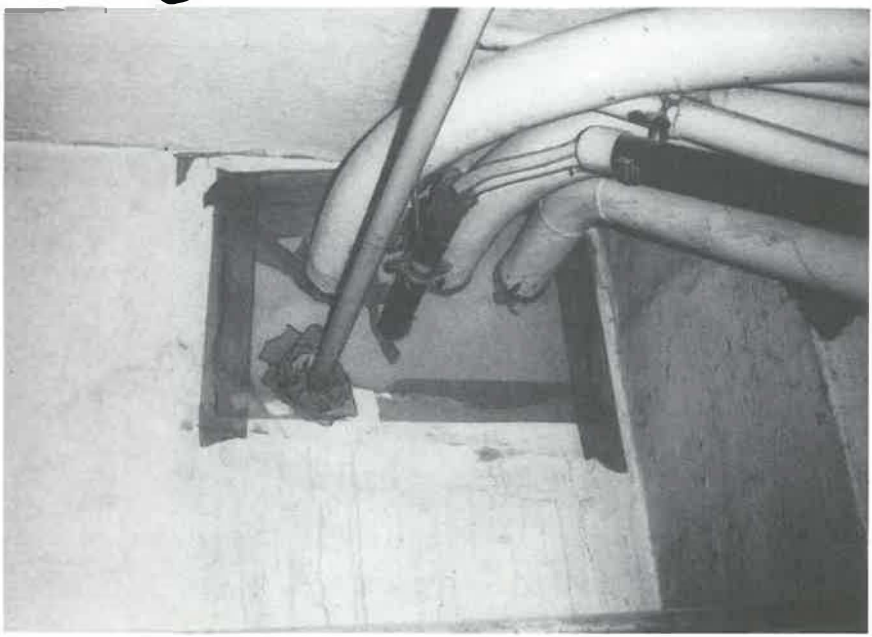

Abb. 3: Abklebung von Rohrleitungs-Wanddurchführungen mit Spezialpapier und Tapetenkleister

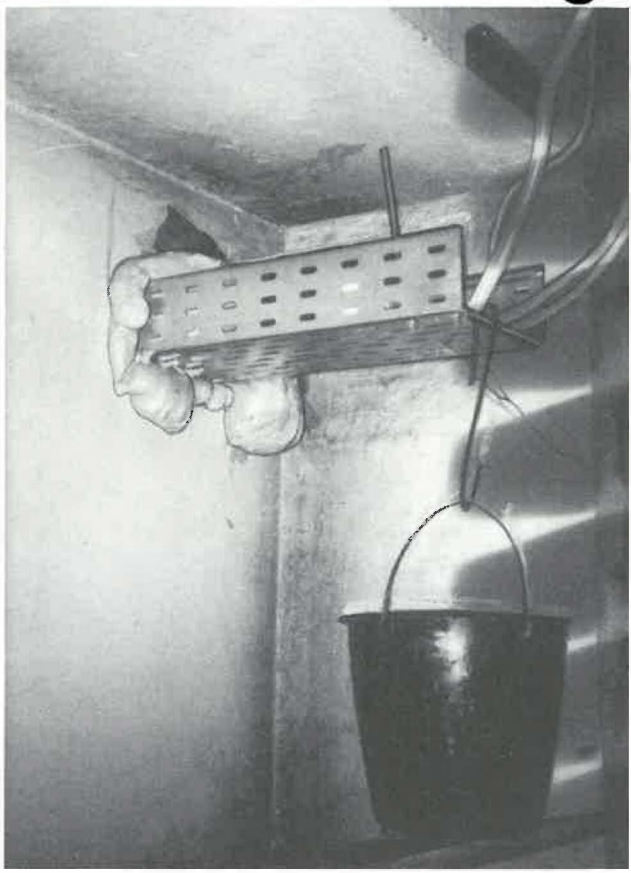

Abb. 4: Abdichtung eines Kabelkanals durch Ausschäumen mit Polyurethan-Schaum

Abb 5: Mit Folie und Klebeband abgedichtete Rohrstutzen

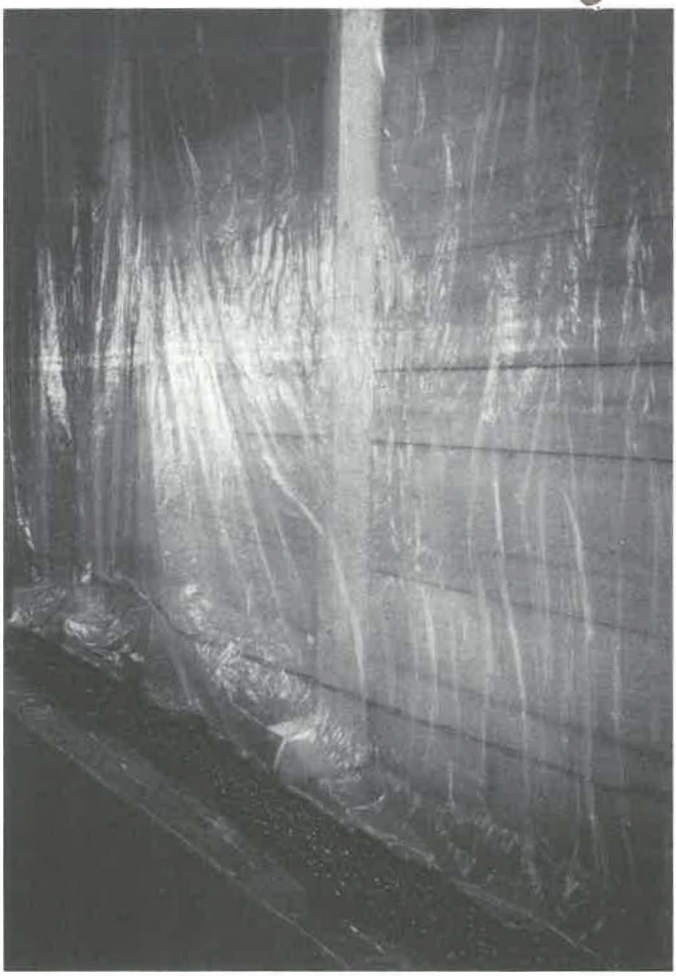

Abb 6: Parkwand aus Bohlen mit Folienabkleidung und Abdichtung durch Sandschüttung auf dem Hallenboden

Abb 7: Vorbereitete Folienmanschette um einen Stützpfeiler in einer Getreideschüttung