I.B.L. 425 24. AUG. 1987

Biologische Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft

Bundesrepublik Deutschland

Merkblatt Nr. 66 Braunschweig, im Juni 1987

Abdichtung von Lagerhallen und Getreidepartien bei Begasungen gegen Vorratsschädlinge

R. Wohlgemuth
Institut für Vorratsschutz

Biologische Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft Bibliothek Königin-Luise-Str. 19 Berlin-Dahlem

1. Einleitung

Die Anwendung von Begasungsmitteln ist zur Insektenbekämpfung in der Großlagerhaltung von Vorräten 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 häufiger 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 in den meisten Fällen 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.

Jeder Anwender sollte sich seiner Verantwortung gegenüber den Aufgaben des Vorratsschutzes 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 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. Schadhafte Stellen müssen mit dauerelastischem Kitt verschlossen bzw. nachverputzt werden.

Die Wandflächen selbst können durch eine gasdichte Beschichtung abgedichtet werden. Für diesen Zweck geeignete Anstriche sind vorhanden und werden seit kurzem in Deutschland angeboten *).

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 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 Folienbahnen an den Stößen überlappen und die Überlappungen sorgfältig verklebt werden. Als Kleber hat sich in der Praxis Tapetenkleister für Strukturtapeten bewährt. 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 Folienstücken überklebt werden.

Plastikfolien sind bei völlig gleichem Aussehen und gleicher Stärke sehr unterschiedlich gasdicht gegenüber Phosphorwasserstoff. 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.

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

---

*) 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 (030) 83 04-1

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 werden. Handelt es sich um wenige Nahtstellen im Dach, so können diese mit gasdichter Folie, braunem Spezialpapier und Tapetenkleister oder auch mit Polyurethanschaum bzw. Silikonkautschuk 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 braunem Spezialpapier und Tapetenkleister, da diese Materialien nicht wasser- bzw. regenfest sind.

2.3 Wand/Dach-Übergänge

Der Übergang von der Wand zum Dach ist im allgemeinen 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, wenn 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. 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 nicht zum Verlassen des Gebäudes nach der Eingasung benötigt werden

Die Fensterscheiben müssen auf Löcher und Sprünge, der Rahmenkitt auf Ritzen geprüft werden. Schadhafte Scheiben sind zu erneuern und der Kitt ist auszubessern. Bei Türen und Toren müssen die Flächen auf undichte Stellen untersucht und diese notfalls nach-

gebessert werden. Holztüren und -tore sollten eine geschlossene, unbeschädigte Lackierung haben. Die Übergänge zwischen Fläche und Rahmen sind bei Fenstern, Türen und Toren mit Spezialpapier und Tapetenkleister (siehe 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 der Eingasung dem Verlassen des Gebäudes dienen

Schon vor Beginn der Begasungsarbeiten werden zwei Bahnen aus gasdichter Folie auf der Gebäudeinnenseite an Sturz und Leibung mit Dachlatten befestigt. Die Folienbahnen sollen sich mindestens 50 cm überlappen und ebenso weit 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 mit Sand beschwert. Die dadurch straff gespannten Folienbahnen werden an den Überlappungen verklebt. 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 mit gasdichter Folie bespannt nach dem Schließen der Tür bzw. des Tores von außen auf der Leibung zu befestigen. 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 Sperrfolien verwendet 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. 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 Rohrstutzen und Dachlüftern kann die Öffnung mit Sperrfolie überdeckt, die überstehende Folie umgeschlagen und am Rohr mit Klebeband fest umwickelt werden (Abb. 2). 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 Kunststoffschaum oder dauerelastischem Kitt verschlossen werden.

3. Abdichtung von Getreidepartien (Schüttbodenlagerung) 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

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 werden. Die Überlappungen sollen mit Sprühkleber verklebt werden. Falls Annageln oder Antackern nicht zu vermeiden ist, müssen die dabei entstandenen Löcher mit Folienstücken überklebt 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 liegen. 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;

- mit Brettern zu beschweren. Hierfür ist ein völlig ebener, gut gesäuberter Boden eine unabdingbare Voraussetzung. Auch die Bretter müssen auf der Unterseite plan sein. Ferner müssen die Bretter lückenlos aneinandergereiht werden, um Tunnelbildung zwischen Boden und Folie – und damit Gasverluste – zu vermeiden;

- 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. 3).

3.1.3 Abdecken des Schüttgutes auf der Oberfläche

Nach dem Ausbringen des Begasungsmittels muß die Oberfläche des Schüttgutes mit gasdichten Folien 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 erst nach Ausbringung des Begasungsmittels erfolgen kann. Die Bahnen der gasdichten Folie müssen daher mit großzügiger Überlappung verlegt werden. Gleichzeitig mit dem Auslegen der Folienbahnen müssen die Überlappungen mit Sprühkleber verklebt werden. Damit die mit Kleber besprühten Folienteile gasdichten Kontakt zur Gegenbahn bekommen, sollen sie mit einer Rolle angedrückt werden. Die Arbeit kann erleichtert werden, wenn ausreichend Laufbretter auf der Getreidescheibe in einem Abstand ausgelegt werden, der auf die Breite der Folienbahnen abgestimmt ist. Es ist dann möglich, die Abdeck- und Klebearbeiten vorwiegend von den Laufbrettern aus vorzunehmen.

3.1.4 Stützpfeiler in der Getreidescheibe

Probleme entstehen durch Pfeiler in der Getreidescheibe. 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 Getreide ausgebreitet (Abb. 4). Beim Abplanen der Partie (siehe 3.1.3) werden die Folienbahnen über die Manschette gelegt und mit dieser verklebt.

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 Hülle anzufertigen, die den Sackstapel von oben und von den Seiten bedeckt und noch ca. 0,5 m auf dem Boden aufliegt. Die Seitenabdeckungen der Hülle werden dann nach oben geschlagen und nach dem Ausbringen des Begasungsmittels wieder nach unten gezogen. Die dem Boden aufliegenden Folienteile werden möglichst faltenfrei ausgebreitet und wie unter 3.1.2 beschrieben gegen den Boden abgedichtet.

4. 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. Dies gilt besonders für Methoden, mit denen der erreichte Grad der Gasdichte vor der Eingasung gemessen werden kann. Solche Meßverfahren, die zur Zeit weiterentwickelt und deutschen Verhältnissen angepaßt werden, sind sowohl für den Begasungsleiter als auch für die Aufsichtsbehörde als objektive Basis zur Beurteilung der erreichten Gasdichte dringend erforderlich.

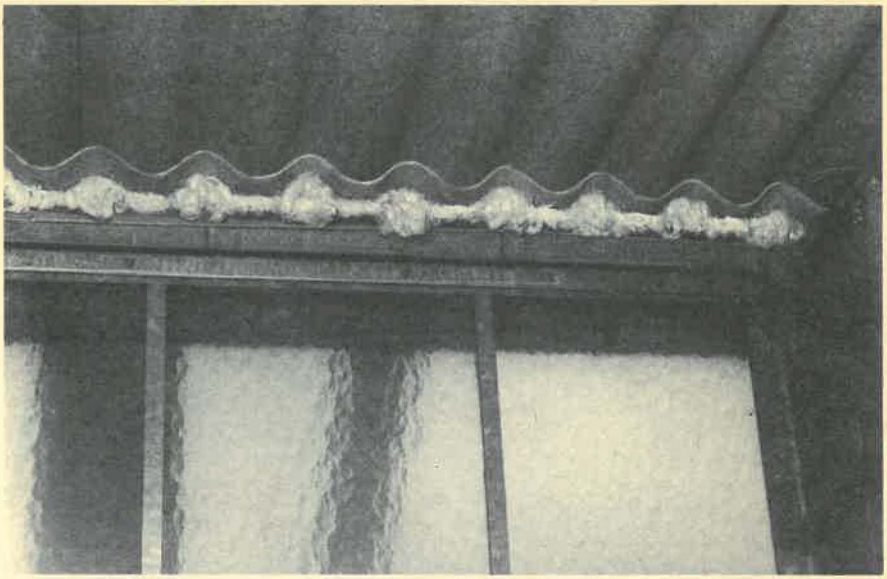

Abb. 1 Mit Polyurethan-Schaum abgedichteter Übergang zwischen Wand und einem Dach aus Well-Eternit

Abb. 2 Mit Folie und Klebeband abgedichtete Rohrstutzen

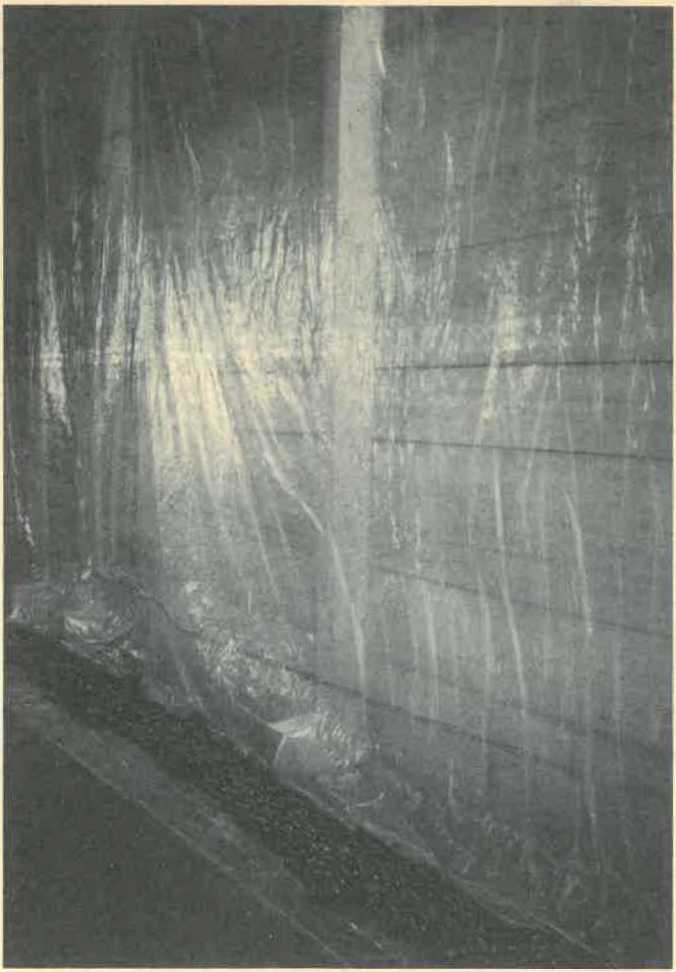

Abb. 3 Parkwand aus Bohlen mit Folienabkleidung und Abdichtung durch Sandschüttung auf dem Hallenboden

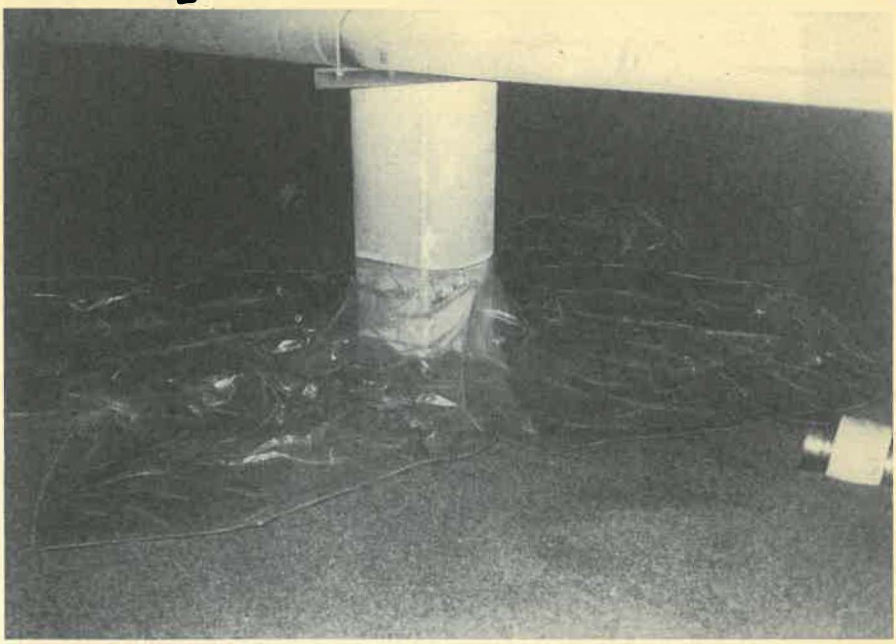

Abb. 4 Vorbereitete Folienmanschette um einen Stützpfeiler in einer Getreideschüttung