



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTCHRIFT 148 490

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	148 490	(44)	27.05.81	Int. Cl. ³ 3(51) A 01 F 25/08
(21)	AP A 01 F / 218 257	(22)	29.12.79	

(71) siehe (73)
(72) Cook, James S., Dipl.-Landw., US
(73) DEGESCH GMBH, Frankfurt/Main, DE
(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Verfahren zur Behandlung von in einem Behälter gelagerten,
landwirtschaftlichen Produkten

(57) Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen darin, ein Verfahren zur Behandlung von in einem Behälter gelagerten, landwirtschaftlichen Produkten zu schaffen, mit dem eine gleichmäßige Verteilung chemischer Mittel in einer Luftströmung, bezogen auf die Gasabgabe, und ein gleichförmig hoher Abtötungserfolg erreicht werden, ohne daß große und teure Luftumwälzungen oder außerordentlich große Mengen des chemischen Mittels erforderlich sind. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß man einen gasförmigen, von dem Produkt minimal sorbierten Stoff in den Behälter einleitet und das Mittel und Luft mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit in dem Behälter umwälzt.

218257 - 1 -

Berlin, den 28.4.1980
56 802 / 13

Verfahren zur Behandlung von in einem Behälter gelagerten,
landwirtschaftlichen Produkten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Behandlung lagernder landwirtschaftlicher Produkte, wie z. B. Getreide und betrifft insbesondere ein Verfahren, bei dem die Luftzirkulation benutzt wird, um ein gasförmiges Mittel zu verteilen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Landwirtschaftliche Produkte, wie z. B. Getreide, werden häufig über eine bestimmte Zeitdauer gelagert, wie z. B. zwischen der Ernte und der Weiterverarbeitung der Produkte. Diese Zeitdauer kann beträchtlich sein. Dementsprechend wird zur Aufrechterhaltung der Qualität des gelagerten Produkts das Produkt gewissen Behandlungen unterworfen, um es in einem guten Zustand zu halten und ein Verderben zu verhindern.

So muß beispielsweise die Temperatur und Feuchtigkeit des gelagerten Produkts innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden, um ein Verderben zu verhindern. Dieses Konditionieren wird in einigen Fällen mittels physikalischem Umwälzen des Getreides in dem Lagerbehälter erreicht. Dabei wird die Temperatur und Feuchtigkeit mittels großer Ventilatoren zur Belüftung des Produkts durch ein in dem Lagerbehälter angeordnetes Belüftungssystem erreicht, das gewöhnlich aus einem unterhalb des gelagerten Produkts angeordneten Belüftungsverteiler und in dem Dach oder Oberteil des Lager-

218257407

behälters (gewöhnlich als "Deckel" bezeichnet) angeordnete Entlüftungsöffnungen besteht. Auf diese Weise strömt Umgebungsluft durch die Masse des gelagerten Produkts nach oben oder nach unten.

Zusätzlich zu den Problemen, die von einer zu hohen Temperatur oder Feuchtigkeit verursacht werden, besteht die Gefahr, daß die gelagerten landwirtschaftlichen Produkte von Schädlingen, wie z. B. Insekten, beschädigt werden, die das Produkt fressen, Eier in das Produkt legen usw., d. h., man muß, sobald die Produkte gelagert sind, Maßnahmen ergreifen, um eine wesentliche Verschlechterung des Produkts zu verhindern, die auftreten kann. Es wurden verschiedene flüssige chemische Mittel verwendet, um Schädlinge in den gelagerten landwirtschaftlichen Produkten zu töten und zu verhindern, daß sie das Produkt zerstören. Derartige flüssige Begasungsmittel werden von oben auf das gelagerte Produkt aufgebracht, wodurch das Gas in dem Produkt und durch das Produkt nach unten fließt, um den Insektenbefall an allen Stellen zu erreichen. Derartige flüssige Behandlungsverfahren sind jedoch nur sehr aufwendig zu steuern und schwierig anzuwenden, so daß man eine gleichförmige Verteilung des chemischen Mittels innerhalb des gelagerten Produkts erreicht, die notwendig ist, einen annehmbar hohen Prozentsatz des Insektenbefalls zu tilgen.

Es wurden ebenfalls gasförmige Mittel zu diesem Zweck verwendet. Ein Gas kann durch ein Belüftungssystem zugeführt werden, wodurch das Gas in dem gelagerten Produkt umgewälzt und dann über ein Entlüftungssystem entfernt wird. Dieses Verfahren ist als "Einweg"-Verfahren der Begasung bekannt. Um weiter den Wirkungsgrad der Begasung und die gleichförmige

Verteilung eines Gases zu erreichen, wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem das Gas mittels mehrmaliger Luftumwälzung verteilt wird. Bei diesem Verfahren werden die in dem Lagerbehälter vorhandenen Entlüftungsöffnungen gegen die Außenluft abgedichtet. Ein Luftzuführkanal wird an dem Behälter über dem Produkt angebracht und mit der Auslauföffnung eines Ventilators oder Gebläses verbunden, der dem Belüftungssystem unterhalb des gelagerten Produkts Luft zuführt. Das Gas wird in die Luftleitung oder in den Behälter eingegeben, woraufhin Luft mit dem Gas durch das gelagerte Produkt von dem Gebläse gedrückt wird. Die Gasmischung aus Luft und Gas wird dann der Eintrittsöffnung des Gebläses mittels der Luftleitung zugeführt und erneut durch das Produkt geleitet, wobei man diesen Vorgang ausreichend lange wiederholt, um eine gleichförmig verteilte Konzentration des Gases in der Masse des gelagerten Produktes zu erhalten.

Zur Durchführung derartiger Umwälzverfahren wird die gesamte Menge des Gases gewöhnlich innerhalb einer kurzen Zeit von etwa 10 bis 40 min freigesetzt. Derartig kurze Entwicklungszeiten erfordern die Verwendung von Strömungsgeschwindigkeiten der Luft in diesem Verfahren, die zur Erreichung einer gleichförmigen Verteilung des Gases relativ hoch sind. Die Verteilung des Gases wird weiter aufgrund der chemischen Eigenschaften der im einzelnen verwendeten Gase beeinflusst. Derartige chemische Mittel sind der Sorption durch das gelagerte Produkt ausgesetzt, d. h. das chemische Mittel kann von dem Getreide oder der Oberfläche des Getreides absorbiert werden. Weiter zerfallen einige Gase nach der Anwendung in andere Bestandteile. Hierdurch wird im allgemeinen eine unausgeglichene Konzentration des Gases verursacht, wobei die höchsten

Konzentrationen in der Nähe der Eingabestelle des Gases auftreten. Wenn derartige Bedingungen in Betrachtung gezogen werden, liegt bei dem Kreislaufverfahren die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit der Luft gewöhnlich zwischen $0,00848 \text{ m}^3/\text{min}$ (m^3/min des gelagertes Produkts) und $0,1696 \text{ m}^3/\text{min}$, wobei die Strömungsgeschwindigkeiten einen vollständigen Luftaustausch in dem gelagerten Produkt zwischen 2,5 und 50 min bewirken. Geringere Strömungsgeschwindigkeiten der Luft wurden nicht verwendet, da man herausgefunden hat, daß man bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten der Luft kein vollständiges Abtöten der Insekten erreicht.

Es ist daher erforderlich, bei den gewöhnlichen Verfahren große Strömungskanäle und Gebläse vorzusehen, wobei die Strömungskanäle gewöhnlich einen Durchmesser von 205 mm bis 915 mm und die Gebläse 5 bis 100 PS aufweisen. Derartig große Strömungskanäle sind relativ teuer und die Größe der Gebläse erfordern eine relativ hohe Energiemenge bei diesen traditionellen Begasungsverfahren.

Die oben erwähnte Strömungsgeschwindigkeit wird normalerweise in Kubikmetern pro Minute pro Kubikmeter gelagerten Produkts ausgedrückt. In dieser Terminologie können landwirtschaftliche Produkte, wie z. B. Getreide, bei einer Strömungsgeschwindigkeit von $0,424 \text{ m}^3/\text{min}$ (was einen totalen Luftaustausch innerhalb 10 min entspricht) getrocknet werden, wohingegen ein Kühlen und Konditionieren bei einer Strömungsgeschwindigkeit von $0,1696$ bis $0,0424 \text{ m}^3/\text{min}$ (Luftaustausch innerhalb 2,5 bis 10 min) und ein Begasen mittels dem Umwälz- oder dem Einwegverfahren bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen $0,00848$ und $0,3392 \text{ m}^3/\text{min}$, üblicherweise bei $0,0212 \text{ m}^3/\text{min}$ (entsprechend einem Luftaustausch innerhalb 20 min) durchgeführt wird.

Ein spezielles Begasungsmittel, Aluminium-Phosphid, das man als festes Begasungsmittel bezeichnen kann, ist in der Form von Tabletten, Pellets oder in Beutelform erhältlich.

Von dem festen Aluminium-Phosphid wird gasförmiges Hydrogen-Phosphid Phosphorwasserstoff in der Gegenwart von atmosphärischer Feuchtigkeit erzeugt. In der Vergangenheit wurde Hydrogen-Phosphid als Begasungsmittel bei ruhender Anwendung verwendet, weil die Fachwelt der Meinung war, daß es nicht in mit Luftströmung arbeitenden Verfahren verwendet werden sollte. Das Begasungsmittel wurde in seiner festen Form dem Getreide zugegeben, wenn das Getreide von einem Behälter in den anderen befördert wurde, und oben oder oben und unten auf bzw. in dem Getreide in dem Behälter als auch in verschiedenen Höhen im Getreide verteilt. Dabei beruht jedes dieser Anwendungsverfahren auf der Durchdringungsfähigkeit des Phosphorwasserstoffs und auf der Konvektionsströmung innerhalb eines Lagerbehälters, um eine Verteilung in dem gelagerten Produkt zu erreichen. In einigen Fällen wurden Belüftungssysteme mit hohem Luftdurchsatz zur Unterstützung des Eindringens des Phosphorwasserstoffs verwendet. Während andere Begasungsmittel in ungefähr 10 bis 40 min das Gasentwickeln und eine Konzentrationsspitze erreichen, erfordert Aluminium-Phosphid eine sehr viel längere Zeit, 16 bis 30 Stunden, zum Abgeben des darin enthaltenen Phosphorwasserstoffgases, wobei man die Beziehung zwischen dieser Gasentwicklungszeit und dem geeigneten Luftdurchsatz bisher nicht erkannt hat.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Behandlung von in einem Behälter gelagerten, landwirtschaftlichen Produkten zu schaffen, bei dem die Nachteile nach dem Stand der Technik vermieden werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Behandlungsverfahren für Getreide und andere landwirtschaftliche Produkte zu schaffen, mit dem eine gleichmäßige Verteilung chemischer Mittel in einer Luftströmung, bezogen auf die Gasabgabe und ein gleichförmig hoher Abtötungserfolg erreicht werden, ohne daß große und teure Luftumwälzanlagen oder außerordentlich große Mengen des chemischen Mittels erforderlich sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man

- a) ein gasförmiges, von dem Produkt minimal sorbiertes, chemisches Mittel in den Behälter einleitet und
- b) das Mittel und Luft mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit in dem Behälter umwälzt.

Das verwendete chemische Mittel ist Phosphorwasserstoff. Phosphorwasserstoff wird von Aluminium-Phosphid gewonnen.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird ausreichend niedrig gehalten, um einen vollständigen Austausch der Luft in dem Produkt in etwa 3,5 Tagen zu erreichen. Das behandelte landwirtschaftliche Produkt ist mehlartig. Das behandelte Produkt ist ein verarbeitetes Getreide.

In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung, die nach dem "Einweg"-Verfahren arbeitet, erreicht man die Behandlung dadurch, daß man

- a) das Produkt in einem geschlossenen Behälter lagert,
- b) ein gasförmiges, von dem Produkt minimal sorbiertes, chemisches Mittel in den Behälter einleitet und
- c) eine Luftleitung an dem Behälter vorgesehen ist und

218257

-7-

28.4.1980

56 802 / 13

- d) Luft und das Gas mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit ausreichend lange durch das Kreislaufsystem strömen läßt, um das chemische Mittel gleichförmig in dem Produkt zu verteilen.

Das verwendete gasförmige chemische Mittel ist von Aluminium-Phosphid erhaltener Phosphorwasserstoff. Die Strömungsgeschwindigkeit der umgewälzten Luft wird unterhalb ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird ungefähr zwischen $0,00127 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird ausreichend niedrig gehalten, um einen vollständigen Austausch der in dem Produkt erhaltenen Luft in ungefähr 3,5 Tagen zu erreichen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die mittels Umwälzen arbeitet, wird die Behandlung so durchgeführt, daß man

- a) das Produkt innerhalb eines geschlossenen Behälters lagert,
- b) eine Luftleitung zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des Behälters vorsieht,
- c) ein gasförmiges, von dem Produkt minimal sorbiertes chemisches Mittel in den Behälter einleitet und
- d) Luft mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit durch die Luftleitung strömen läßt, und die Luft und das chemische Mittel ausreichend lange umwälzt, um das chemische Mittel in dem Produkt zu verteilen.

Die Strömungsgeschwindigkeit der umgewälzten Luft wird unterhalb ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird ungefähr zwischen $0,00127 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten.

Die Luft wird ausreichend lange umgewälzt, um die in dem Behälter enthaltene Luft ein- bis zehnmal umzuwälzen.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird ausreichend niedrig gehalten, um einen vollständigen Austausch der in dem Produkt enthaltenen Luft in ungefähr 3,5 Tagen zu erreichen.

In einer bevorzugten Ausführungsform arbeitet das Verfahren zum Begasen landwirtschaftlicher Produkte mit einem gasförmigen Beizmittel in Form von aus Aluminium-Phosphid erzeugten Phosphorwasserstoffgas.

Um optimale Erfolge mit dem Verfahren zu erreichen, wird die Luft innerhalb des Behälters mit einer Strömungsgeschwindigkeit umgewälzt, die geringer als ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ (1,5-stündiger Luftaustausch) ist. Optimale Ergebnisse wurden mit dem Verfahren erreicht, wenn die Strömungsgeschwindigkeit der Luft zwischen etwa $0,0127 \text{ m}^3/\text{min}$ (m^3) (6,5-stündiger Luftaustausch) und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ (11-stündiger Luftaustausch) eingestellt wurde. Das Verfahren wurde mit Erfolg bei einer Strömungsgeschwindigkeit der Luft betrieben, die ausreichend niedrig war, um einen Luftaustausch in 3,5 Tagen zu bewirken.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders zum Begasen mehlartiger Produkte, wie z. B. Mehl, ganzem oder verarbeitetem Getreide geeignet.

Ausführungsbeispiel

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1: eine Ansicht eines Speichers für landwirtschaftliche Produkte, der zur Durchführung des Verfahrens verwendet wird.

Fig. 1 zeigt schematisch den Umriss eines Speichersystems, das mit dem Verfahren arbeitet. Das landwirtschaftliche Produkt 10 ist in dem Behälter 12 gelagert. Mit dem unteren Abschnitt 12 ist über einen Luftzuführkanal 16 und einen Belüftungsverteiler 18 ein Gebläse oder Ventilator 14 verbunden, während eine Luftrückführleitung 20 mit dem Behälter 12 in der Nähe des oberen Abschnitts des Behälters verbunden ist und Luft aus dem Behälter zu dem Gebläse 14 zur Umwälzung durch den Luftzuführkanal 16 und das gelagerte Produkt 10 leitet.

In dem bekannten "Einweg"-Behandlungsverfahren wird das chemische Mittel durch Verwendung des Gebläses 14 und entweder den Kanal 16 oder den Kanal 20 in das Lagergut eingeführt, wodurch Luft und das chemische Mittel durch das Produkt nach oben bzw. nach unten geleitet und zur Atmosphäre ausgegeben werden.

Arbeitet das Behandlungsverfahren mit Umwälzung, werden die Entlüftungsöffnungen des Behälters 12 zuerst abgedichtet, Das Umwälzsystem, bestehend aus dem Gebläse 14 und dem zugehörigen Zuführ- und Rückführkanälen 16 und 20 wird an

dem Silo angebracht, um einen Umwälzweg für die Luft zu schaffen, die durch den Behälter und das gespeicherte Produkt 10 strömt. Das chemische Mittel zum Begasen wird dann in dem geschlossenen System angewendet.

Gewöhnlich wird bei diesem Verfahren das chemische Mittel auf die obere Fläche des landwirtschaftlichen Produkts 10 aufgegeben, obwohl das Begasungs- oder andere Behandlungsmittel irgendwo innerhalb des geschlossenen Systems, wie z. B. dem Zuführkanal 16 oder dem Rückführkanal 20 zugegeben werden kann, je nach dem, welche Art und Weise in einem speziellen Anwendungsfall am geeignetsten erscheint. Das Gebläse 14 wird über eine geeignete Zeit zur Erreichung einer gleichförmigen Verteilung des Gases innerhalb der Masse des landwirtschaftlichen Produkts 10 betrieben. Wenn das Gebläse ausreichend lange zur Erreichung der gewünschten gleichförmigen Verteilung eingeschaltet war, wird es abgeschaltet. Es ist keine weitere Luftbewegung mehr notwendig, bis der Behälter zur Belüftung des landwirtschaftlichen Produkts und zur Entfernung des Gases entlüftet wird.

Derartige Umwälzverfahren zur Behandlung des landwirtschaftlichen Produkts sind allgemein zum Begasen von Getreide oder anderen landwirtschaftlichen Produkten bekannt. Bisher wurde mittels Luftströmung arbeitende Behandlungsverfahren bei sehr viel höheren Luftdurchsätzen als erfindungsgemäß beschrieben.

Das Gebläse 14, der Luftzuführkanal 16 und der Luftrückführkanal 20 sind größenmäßig schematisch dargestellt, um die relative Größe der Geräte zum Trocknen, Kühlen, Konditionieren und Behandeln des Produkts 10 nach gewöhnlichen Ver-

fahren zu zeigen. In Fig. 1 ist eine Rückführleitung 22 für geringen Durchsatz, ein Gebläse 24 für geringen Durchsatz und eine Zuführleitung 26 für geringen Durchsatz dargestellt, die eine relativ geringe Größe und Kapazität aufweisen, und die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann als "Einweg"-Verfahren mittels Aufbringen des Behandlungsmittels in der oberen Zone 28 des Behälters 12 arbeiten. Das Gas wird dabei nach unten durch das Produkt mittels des Gebläses 24 mit einer sehr niedrigen Strömungsgeschwindigkeit gezogen, wobei der Behälter 12 zur Atmosphäre hin belüftet ist. Dann wird das Gebläse abgeschaltet und die Belüftung abgedichtet. Alternativ kann das chemische Mittel im unteren Bereich des Behälters 12 eingegeben und das Gebläse 24 verwendet werden, um das Gas durch das Produkt 10 wiederum mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit nach oben zu ziehen.

Das "Einweg"-Verfahren gemäß der Erfindung kann ebenfalls mit einer Umwälzeinrichtung großer Kapazität, wie z. B. dem Gebläse 14, der Luftleitung 16 und dem Luftrückführkanal 20, betrieben werden. Wenn die größere, übliche Ausrüstung verwendet wird, wird die erfindungsgemäße, sehr geringe Luftströmung dadurch erreicht, daß das größere Gebläse, z. B. das Gebläse 14, in Abständen von 3 bis 4 Stunden jeweils 1 bis 5 min lang eingeschaltet wird. Wird das System hoher Kapazität verwendet, muß jedoch äußere Sorgfalt aufgewendet werden, da dieses System mit viel höheren Drücken arbeitet, wodurch es erforderlich ist, alle Leckageöffnungen in dem System abzudichten.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann ähnlich mittels einem Umwälzverfahren durchgeführt werden, bei dem die Entlüftungen des Behälters 12 abgedichtet sind und das Gebläse 24, die Rückführleitung 22 und die Zuführleitung 26 zum Umwälzen des chemischen Mittels mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit und einer ausreichenden Zeitdauer verwendet werden, um eine gleichförmige Verteilung zu bewirken. Wie bei dem "Einweg"-Verfahren kann das Umwälzverfahren gemäß der Erfindung mittels der gewöhnlichen Luftströmungseinrichtung hoher Kapazität betrieben werden, wenn das Gebläse in Abständen nur sehr kurz eingeschaltet wird und geeignete Vorkehrungen hinsichtlich der höheren verwendeten Drucke getroffen werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem das chemische Mittel mittels Umwälzen zugeführt wird, werden viel geringere Luftdurchsätze als bei den bekannten Verfahren verwendet. Die bekannten Verfahren arbeiten beispielsweise mit Luftdurchsätzen von $0,00848 \text{ m}^3/\text{min}$ und gewöhnlich werden noch größere Durchsätze verwendet, so daß ein vollständiger Luftaustausch innerhalb des Produkts innerhalb 50 min oder weniger erreicht wird. Es wurde jedoch herausgefunden, daß wesentlich wirkungsvollere Ergebnisse bei langsamer Erzeugung oder langsamen Einführen chemischer Mittel geringer Sorption erzielt werden, wobei die verwendeten Strömungsgeschwindigkeiten mit dem geeignet ausgewählten Behandlungsmittel wesentlich niedriger sind.

Bei dem bekannten Verfahren muß der Durchsatz relativ hoch sein, da man herausgefunden hat, daß bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten das Behandlungsmittel von dem Getreide

oder den anderen landwirtschaftlichen Produkten vorzugsweise an dem Punkt absorbiert wird, an dem das Gas dem Speicher zugeführt wird. Blausäure, Äthylendibromid und Äthylendichlorid sind beispielsweise chemische Mittel, die gewöhnlich als Begasungsmittel für landwirtschaftliche Produkte verwendet werden. Diese chemischen Mittel werden von den landwirtschaftlichen Produkten in hohem Maße absorbiert. Diese hohe Sorption führt zu einer unausgeglichene Verteilung des Gases in der Masse des Produkts.

Dementsprechend verwenden die bekannten Verfahren zur wirksamen Verteilung des Ungeziefers im ganzen gelagerten Produkt eine Luftströmungseinrichtung hoher Kapazität, wobei eine verlängerte Behandlungszeit notwendig ist, so daß alle Teile des gelagerten Produkts eine ausreichende Konzentration des Begasungsmittels erhalten, um die gewünschte Verteilung zu erreichen, das sich in gesteigerten Kosten und in Schwierigkeiten beim darauffolgenden Lüften des gespeicherten Produkts zur Entfernung der Rückstände des Begasungsmittels niederschlägt. Eine weitere Begleiterscheinung der höheren Strömungsgeschwindigkeiten sind größere Gasverluste aufgrund der höheren Druckdifferenzen, was weiter zu zusätzlichen Gas-mengen führt, die bei den bekannten Verfahren zusätzliche Risiken mit sich bringen.

Wählt man jedoch ein gasförmiges chemisches Mittel, das nur bis zu einem geringen Maß von dem landwirtschaftlichen Produkt absorbiert wird, oder nicht vollständig absorbiert wird, und gibt man ein derartiges Mittel nur sehr langsam bei, kann die Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Durchsatz der bei der Behandlung umgewälzten Luft entscheidend vermindert werden, wobei man bei geringeren Material- und Energiekosten

bessere Ergebnisse erzielt. Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Begasungsverfahrens werden beispielsweise Durchsätze von weniger als etwa $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ verwendet. Vorzugsweise werden Durchsätze zwischen $0,012 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ verwendet, wobei man eine ausgezeichnete Verteilung des Gases erreichte. Diese Durchsätze entsprechen einen vollständigen Luftaustausch in dem gespeicherten Produkt innerhalb 6,5 bis 11 Stunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird Phosphorwasserstoff als Begasungsmittel verwendet. Das Phosphorwasserstoff wird von Aluminium-Phosphid erhalten, das in Form von Tabletten, Pellets oder in Beuteln abgepackten Pulvers erhältlich ist. Das Aluminium-Phosphid kann innerhalb des Luftumwälzsystems an verschiedenen Punkten, je nach Wunsch und Anwendungsweise, zugegeben werden.

Das Verfahren wurde unter Verwendung von Aluminium-Phosphid zur Erzeugung des Phosphorwasserstoffs als Gas durchgeführt. Es können jedoch ebenfalls andere Gase in dem Verfahren verwendet werden, vorausgesetzt, daß das Gas so ausgewählt wird, daß es in bezug auf die landwirtschaftlichen Produkte relativ unsorptiv ist. Die Erfindung kann ebenfalls mit anderen chemischen Mitteln relativ niedriger Sorption verwendet werden, um andere Behandlungen als das Begasen, wie z. B. Desodorierung, durchzuführen.

Die Merkmale und Vorteile der Erfindung sollen im folgenden anhand einiger Beispiele erläutert werden:

Beispiel 1

Es wurden drei gleiche stahlgeschweißte Getreidesilos mit einer Höhe von 12 m und einem Durchmesser von 35 m 11 m hoch mit 10670 m^3 Langkornreis beladen. Alle Silos wurden abgedichtet. Ein 2-PS-Gebläse mit einer Eintrittsöffnung mit einem Durchmesser von 152 mm und einer Austrittsöffnung mit einem Durchmesser von 86 mm wurde in Verbindung mit den letzten zwei Silos verwendet. Auf dem oberen Teil jedes Silos wurde eine Rückführleitung mit einem Durchmesser von 152 mm mit dem Gebläseeintritt verbunden. Der Gebläseaustritt war mittels eines 1,8 m langen Schlauchstücks mit einem Durchmesser von 100 mm mit dem mittleren Sammelssystem am Boden des Speichers verbunden. Es wurde ein Luftdurchsatz von $0,0011 \text{ m}^3/\text{min}$ mit einem etwa 8-stündigen Luftaustausch innerhalb des Reis erreicht.

Als Vergleich wurde der erste Tank mit Aluminium-Phosphid (erhältlich unter dem Warenzeichen Phostoxin^R) entsprechend der Gebrauchsanweisung ohne Luftumwälzung behandelt. Es wurden zwei Kisten Phostoxin-Tabletten = 14400 Tabletten (etwa 40 Tabletten pro $33,35 \text{ m}^3$ Reis) gleichmäßig über die Reisfläche verteilt. Nach 500 Stunden (21 Tagen) wurde die Begasung als vollständig angesehen und der Versuch abgeschlossen.

In dem ersten Tank erhielt man Spitzenkonzentrationen in der Größenordnung von mehr als 2400 ppm. Das Gas benötigt 5 Tage, um bis zum Boden des Silos mit einer sublethalen Konzentration von 10 bis 15 ppm durchzudringen. Nach 21 Tagen hatte die Bodenkonzentration 20 ppm nicht überschritten, obwohl eine minimale Konzentration von 50 ppm angestrebt wurde.

Der zweite Tank wurde mit dem Umwälzverfahren betrieben. Es wurden 40 Tabletten Phostoxin pro $33,35 \text{ m}^3$ gleichmäßig

über die Reisoberfläche verteilt. Nach ungefähr 3 Stunden, nachdem die Konzentration des Gases im oberen Bereich 490 ppm erreichte, wurde das Gebläse angeschaltet und mit Ausnahme einer kurzen Unterbrechung 13 Stunden lang betrieben. Nach 10 Stunden Stillstand wurde das Gebläse erneut etwa 8 Stunden lang eingeschaltet, so daß es etwa insgesamt 21 Stunden lang in dem Versuch lief. Das Gebläse wurde dann abgeschaltet und der Versuch nach 201 Stunden (8,3 Tagen) beendet. Man erhielt im gesamten Silo 8 Stunden nach der Behandlung eine vollständige Verteilung von 450 ppm. Eine gleichförmige und lethale Konzentration wurde innerhalb von 5,5 bis 8 Tagen mit dem Ergebnis einer vollständigen Schädlingsbekämpfung erreicht.

Der dritte Tank wurde mit dem Umwälzverfahren betrieben, wobei ungefähr 20 Tabletten Phostoxin pro $33,35 \text{ m}^3$ verwendet wurden. Die Tabletten wurden pulverisiert und in den Raum oberhalb des Gutes von einer Stelle eingeblasen. Nach 1,5 Stunden, nachdem eine Konzentration von 650 ppm über dem Reis festgestellt wurde, wurde der Ventilator eingeschaltet und kontinuierlich weitere 18 1/2 Stunden betrieben. Nach 135 Stunden wurde die Begasung als abgeschlossen angesehen. Mit der halben Dosierung wurde eine vollständige Verteilung des Gases innerhalb eines Zeitraumes von 8 Stunden erreicht. Die vollständige Abtötung wurde innerhalb von 5,67 Tagen erreicht.

Beispiel 2

Ein flacher Lagerschuppen mit Stahlblechwänden mit einer Länge von 110 m, einer Breite von 27,5 m und einer Höhe von 12 m enthielt vier Behälter mit einer Länge von 27,5 m und einer Breite von 27,5 m mit einer Kapazität von 36850 m^3 .

Jeder Behälter wurde etwa 10,8 m hoch beladen und enthielt 24120 m^3 Rohreis. Es wurden 80 Tabletten pro $33,35 \text{ m}^3$ Aluminium-Phosphid in die oberen Abschnitte der Behälter über eine Rohrleitung mit einem Durchmesser von 32 mm, die mit einem 1,5-PS-Hochgeschwindigkeitsgebläse verbunden war, eingeblasen. Ein Gebläse war mit einem unteren Belüftungsverteiler unterhalb jedes Behälters verbunden. Die Durchsatzmenge der Luft wurde auf etwa $0,0012 \text{ m}^3/\text{min}$ (6-stündiger gesamter Luftaustausch) berechnet. Ein natürlicher Insektenbefall von Reiskäfern und Getreidekapuzinern wurde abgetötet und der Reis wurde nach etwa vier Monaten verladen, ohne daß lebende Insekten festgestellt werden konnten. Die vollständige Verteilung wurde innerhalb von 6 Stunden erreicht, wobei man Konzentrationen erhielt, die innerhalb der für vollständige Abtötung erforderlichen Mengen lagen.

Beispiel 3

Zwei identische Getreidebehälter aus Wellblech mit einem Durchmesser von 22 m, einer unteren Dachkantenhöhe von 15,5 m und einer Gesamthöhe von 22 m, die eine zugemessene Kapazität von 6633 m^3 aufwiesen, wurden mit 6578 m^3 Nr. 2-gelb-Milo beladen. Auf dem Dach wurde 0,6 bis 0,9 m über dem Dachvorsprung eine PVC-Leitung mit einem Durchmesser von 152 mm angeordnet, die nach unten an der Außenwand bis etwa 1,52 m über Grund geleitet wurde. Ein Verteiler aus einem PVC-Rohr und ein biegsamer Schlauch verband die Rückführleitung mit einem 2-PS-Gebläse, wobei das Gebläse mit einem Belüftungssystem am Boden des Speichers unterhalb des Getreides verbunden war. Es wurde ein Luftdurchsatz von etwa $0,021 \text{ m}^3/\text{min}$ (3,5-stündiger Luftaustausch) berechnet. Beide Speicher wurden mit der gleichen Menge von ungefähr 80 Tabletten pro

21 8257

-18-

8.4.1980

56 802 / 13

33,35 m³ begast, wobei zwei Kisten (14400 Tabletten) Phostoxin-Tabletten pro Silo verwendet wurden.

In dem ersten Behälter wurde die gesamte Menge über die Getreideoberfläche auf die der Luftrückführleitung gegenüberliegenden Seite aufgebracht. Sobald alle Tabletten eingebracht waren, wurde das Gebläse angeschaltet und blieb 12 Stunden lang eingeschaltet. Nach 7 Stunden wurde es erneut 5 1/2 Stunden eingeschaltet, wodurch man eine Gesamtlaufzeit von 17 1/2 Stunden oder eine 24-stündige Einwirkungszeit hielt. Nach 3,5 Stunden wurde eine gleichförmige vollständige Verteilung und vollständiger Erfolg festgestellt.

In den zweiten Behälter wurden 9600 Tabletten (2/3 der Menge) in die obere Zone eingebracht und die verbleibenden 4800 Tabletten wurden in die Belüftungskanäle am Boden des Behälters eingebracht. Es wurde keine Umwälzung verwendet. Unterschiedliche Konzentrationen des Gases wurden an verschiedenen Stellen von der Oberseite bis zum Boden des Behälters festgestellt. Das Gas benötigte 2,5 Tage, um bis zur Mitte des Behälters durchzudringen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile können zusammengefaßt werden, indem man die verschiedenen Behandlungsparameter für einen typischen stählernen Lagerbehälter mit einer Kapazität von 6700 m³ vergleicht. Die Belüftung und Konditionierung kann in einem derartigen Behälter bei einem Durchsatz von 0,0848 m³/min erfolgen, wobei ein 20-PS-Gebläse mit einem Leitungsdurchmesser von 1220 mm einen Durchsatz von 34000 m³/h erreicht. Bekannte Begasungsverfahren mittels Umwälzen verwenden gewöhnlich einen Durchsatz von 0,0212 m³/min, der mittels eines 3-5-PS-Gebläse und einer Leitung mit einem Durchmesser von 914 mm erreicht wird. Das erfin-

21 8257

-19-

28.4.1980

56 802 / 13

dungsgemäße Begasungsverfahren kann in einem derartigen Behälter demgegenüber mit einem Durchsatz von $0,000848 \text{ m}^3/\text{min}$ betrieben werden, wobei lediglich ein Gebläse mit einer Leistung von $1/3\text{-PS}$ und eine Leitung mit einem Durchmesser von 114 mm erforderlich ist. Das Verfahren kann wirkungsvoll sogar noch bei geringeren Durchsätzen von $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ mit einer noch kleineren apparativen Ausrüstung betrieben werden.

Die Vorteile des Verfahrens treten aufgrund eines Vergleiches der erforderlichen Menge von Aluminium-Phosphid hervor. Die Gebrauchsanweisungen empfehlen 180 Tabletten pro $33,5 \text{ m}^3$, während sich eine allgemeine Verwendung von 40 bis 80 Tabletten pro $33,5 \text{ m}^3$ durchgesetzt hat, was zu wirksamer Behandlung in Behandlungszeiten von 8 bis 10 und 8 bis 21 Tagen führte. Gemäß der Erfindung sind nicht mehr als 20 bis 40 Tabletten pro $33,5 \text{ m}^3$ zur Erzielung einer wirksamen Bekämpfung innerhalb von 5,5 bis 6 Tagen erforderlich.

Es wird ein Verfahren zur Behandlung landwirtschaftlicher Produkte beschrieben, bei dem man ein Produkt in einen Behälter einbringt, dem Behälter Luft zuführt, ein gasförmiges chemisches Mittel in den Behälter einbringt, das eine minimale Sorption in bezug auf das Produkt aufweist, und Luft und das Begasungsmittel innerhalb des Behälters durch die Masse des Produkts mit einer geringen Strömungsgeschwindigkeit mittels der zugeführten Luft solange umwälzt, bis eine gleichförmige Verteilung des Gases in dem gesamten Produkt erreicht wird. Die Geschwindigkeit, mit der die Luft umgewälzt wird, ist geringer als ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ und liegt vorzugsweise zwischen $0,0012 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006$

218257

-20-

28.4.1980

56 802 / 13

m³/min. Als chemisches Mittel wird bevorzugt Phosphorwasserstoff verwendet, der von Aluminium-Phosphid entwickelt wird. Es können jedoch auch andere gasförmige Mittel verwendet werden, die eine geringe Sorption in bezug auf das landwirtschaftliche Produkt aufweisen.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Behandlung von in einem Behälter gelagerten, landwirtschaftlichen Produkten, gekennzeichnet dadurch, daß man
 - einem gasförmigen, von dem Produkt minimal sorbierten Stoff in den Behälter (12) einleitet und
 - das Mittel und Luft mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit in dem Behälter (12) umwälzt.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das verwendete chemische Mittel Phosphorwasserstoff ist.
3. Verfahren nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß Phosphorwasserstoff von Aluminium-Phosphid gewonnen wird.
4. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das chemische Mittel und die Luft mit einer Strömungsgeschwindigkeit von weniger als ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ umgewälzt wird.
5. Verfahren nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit zwischen ungefähr $0,00127 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten wird.
6. Verfahren nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit ausreichend niedrig gehalten wird, um einen vollständigen Austausch der Luft in dem

218257

-2- -22-

28.4.1980

56 802 / 13

Produkt in etwa 3,5 Tagen zu erreichen.

7. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das behandelte landwirtschaftliche Produkt mehlartig ist.
8. Verfahren nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß das vergaste Produkt Getreide ist.
9. Verfahren nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß das behandelte Produkt ein verarbeitetes Getreide ist.
10. Verfahren zur Behandlung landwirtschaftlicher Produkte, gekennzeichnet dadurch, daß man
 - das Produkt in einem geschlossenen Behälter (12) anordnet,
 - einen Luftzuführkanal (16) an dem Behälter (12) vorsieht,
 - ein gasförmiges, von dem Produkt minimal sorbiertes, chemisches Mittel in den Behälter (12) einleitet und
 - Luft durch die Luftleitung (16) mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit ausreichend lange durch die Luftleitung (16) strömen läßt, um das Gas gleichförmig in dem Produkt zu verteilen.
11. Verfahren nach Punkt 10, gekennzeichnet dadurch, daß das verwendete gasförmige chemische Mittel von Aluminium-Phosphid erhaltenes Phosphorwasserstoff ist.
12. Verfahren nach Punkt 10, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit der umgewälzten Luft unterhalb ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten wird.

13. Verfahren nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit ungefähr zwischen $0,00127 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten wird.
14. Verfahren nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit ausreichend niedrig gehalten wird, um einen vollständigen Austausch der in dem Produkt enthaltenen Luft in ungefähr 3,5 Tagen zu erreichen.
15. Verfahren zur Behandlung landwirtschaftlicher Produkte, gekennzeichnet dadurch, daß man
 - ein Produkt innerhalb eines geschlossenen Behälters (12) anordnet,
 - eine Luftleitung (16) zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des Behälters (12) vorsieht,
 - ein gasförmiges, von dem Produkt minimal sorbiertes chemisches Mittel in den Behälter (12) einleitet und
 - Luft mit einer sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit durch die Luftleitung (16) strömen läßt, und die Luft und das chemische Mittel ausreichend lange umwälzt, um das chemische Mittel in dem Produkt gleichmäßig zu verteilen.
16. Verfahren nach Punkt 15, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit der umgewälzten Luft unterhalb ungefähr $0,005 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten wird.
17. Verfahren nach Punkt 16, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit ungefähr zwischen $0,00127 \text{ m}^3/\text{min}$ und $0,0006 \text{ m}^3/\text{min}$ gehalten wird.

21 8257

-4- 24 -

28.4.1980

56 802 / 13

18. Verfahren nach Punkt 15, gekennzeichnet dadurch, daß die Luft ausreichend lange umgewälzt wird, um die in dem Behälter (12) enthaltene Luft ein- bis zehnmal umzuwälzen.
19. Verfahren nach Punkt 16, gekennzeichnet dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit ausreichend niedrig gehalten wird, um einen vollständigen Austausch der in dem Produkt enthaltenen Luft in ungefähr 3,5 Tagen zu erreichen.
20. Verfahren nach Punkt 15, gekennzeichnet dadurch, daß das landwirtschaftliche Produkt begast wird und das verwendete chemische Mittel aus Aluminium-Phosphid erhaltener Phosphorwasserstoff ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

21 8257 -25-

