



Patent
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(51) Int. Cl.⁶: **B 01 J 19/08**
A 01 C 1/08

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD B 01 J / 337 415 8	31. 01. 90	11. 07. 91	10. 08. 95

(30) Unionspriorität:
—

(72) Erfinder: Gaber, Klaus, Dipl.-Ing., 01324 Dresden, DE; Panzer, Siegfried, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 01279 Dresden, DE; Schmidt, Jörg, Dipl.-Ing., 01277 Dresden, DE; Schiller, Siegfried, Prof. Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 01324 Dresden, DE; Kühn, Gerhard, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 01324 Dresden, DE; Scholze, Friederun, Dipl.-Agr., 06484 Quedlinburg, DE; Ellert, Harald, Dipl.-Ing., 39218 Schönebeck, DE; Lindner, Kerstin, Dipl.-Agr.-Ing., 14478 Potsdam, DE

(73) Patentinhaber: von Ardenne Anlagentechnik GmbH, Plattleite 19/29, 01324 Dresden, DE; Pfitzner, Christian, 06502 Thale, DE; Heinzmann, Rainer, 06484 Quedlinburg, DE; Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Leonrodstr. 54, 80636 München, DE

(54) Verfahren und Einrichtung zur Behandlung von Schüttgut mit Elektronenstrahlen

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 2 947 444 A 1 DD 242 337 A 1 US 4 633 611 US 2 333 842 GB 860 513

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Behandlung von Schüttgut mit Elektronenstrahlen, indem das Schüttgut in die evakuierte Bestrahlungskammer stufenweise ein- und ausgeschleust wird und in der Bestrahlungskammer der Einwirkung von Elektronenstrahlen ausgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schüttgut von Atmosphärendruck stufenweise in die Bestrahlungskammer derart transportiert wird, daß während dieses Transportierens der Dampfdruck des Wassers nicht unterschritten wird, daß das Schüttgut durch die Bestrahlungskammer im freien Fall transportiert wird, daß danach das Schüttgut so wie es eingeschleust wird wieder ausgeschleust wird und daß das Evakuierungsregime so geführt wird, daß die Luftströmungen beim Evakuieren und Belüften stets von der Elektronenquelle und der Bestrahlungskammer nach der Atmosphärendruckseite gerichtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schüttgut durch die Einrichtung derart transportiert wird, daß vor dem Einschleusen und dem Ausschleusen eine Säule aus Schüttgut großer Höhe gegenüber ihrem Durchmesser aufrechterhalten wird.
3. Einrichtung zur Behandlung von Schüttgut mit Elektronenstrahlen, bestehend aus der Bestrahlungskammer mit daran angeordneten Elektronenkanonen und je einem Druckstufenschleusensystem zum Ein- und Ausschleusen des Schüttgutes mit dazwischen angeordneten Vakuumpumpen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckstufen aus mehreren Zellenradschleusen (5) zusammengesetzt sind, daß in der Elektronenkanone (10) mehrere Blenden (11) mit nach der Strahlaustrittsseite steigendem Durchmesser angeordnet sind, daß zwischen der letzten und vorletzten Blende (11.1; 11.2) eine Leitung (13) über ein Ventil (14) zum Atmosphärendruck angebracht ist und daß zwischen den anderen Blenden (11) Vakuumpumpen angeordnet sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens zwei Elektronenkanonen (10) an der Bestrahlungskammer (1) in gleicher Höhe angeordnet sind und daß die Bestrahlungskammer so lang ausgebildet ist, daß das Schüttgut (4) während des freien Falles vereinzelt ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der Ein- und Ausgangsseite zugeordnete Zellenradschleuse (5, 3) drehzahlgesteuert ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vor der Eingangsseite und der Ausgangsseite befindlichen Zellenradschleuse (5, 3) eine Leitung (8) großer Länge gegenüber ihrem Querschnitt angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Verfahren und die zugehörige Einrichtung dient zur Behandlung körniger, feuchter und staubbehafteter Schüttgüter mit Elektronenstrahlen im Vakuum, insbesondere zum Elektronenbeizen von Saatgut (Getreide).

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, Saatgut allseitig mit niederenergetischen Elektronen zu bestrahlen. Die Elektronenenergie und Strahlendosis wird so bemessen, daß die Oberfläche und oberflächennahe Schicht ohne wesentliche Beeinträchtigung des Keimes beaufschlagt wird (DD-PS 242 337). Dazu ist eine Einrichtung bekannt, die das Saatgut mittels Bewegungseinrichtungen in einem Rezipienten ständig umverteilt, wobei es dabei von einem abgelenkten und aufgefächerten Elektronenstrahl beaufschlagt wird. Mit dem Rezipienten sind Transporteinrichtungen zur Zu- und Abfuhr des Saatgutes mit den zugehörigen Schleusen verbunden (US-PS 4.633.611).

Besonders nachteilig ist hierbei die hohe Abdampftrate des an bzw. in der Oberfläche des Schüttgutes gebundenen Wassers bei dem erforderlichen Vakuum in der Bestrahlungskammer. Dem ist nur mit einem unverhältnismäßig hohen Evakuierungsaufwand zu begegnen. Die Verweilzeiten im Strahleinwirkungsbereich sind zu hoch. Dieses Verfahren und die Einrichtung hat außerdem den Nachteil, daß eine industrielle Anwendung, die einen hohen Durchsatz erfordert, infolge des hohen Staubanteils des Saatgutes nicht möglich ist. Diese hohe Staubentwicklung in der Bestrahlungskammer stört den Langzeitbetrieb der Elektronenkanone. Darüber hinausgehend sind auch Bestrahlungseinrichtungen bekannt, mit denen das Schüttgut in freier Atmosphäre geführt wird (GB-PS 860.513, US-PS 2.333.842). Diese Einrichtungen sind nicht geeignet, um die Beaufschlagung der Oberfläche und der oberflächennahen Schicht des Schüttgutes in genau vorgeschriebener Tiefe zu bewirken, insbesondere können auf Grund der auftretenden Energiedispersion phytotoxische Wirkungen für das Saatgut eintreten.

Ziel der Erfindung

Es ist ein Verfahren und die zugehörige Einrichtung zu schaffen, die die großtechnische Nutzung ermöglicht und dabei die Mängel der bekannten Verfahren vermeidet. Es soll eine Bestrahlung erfolgen, die ohne ertragswirksame Schäden für das Saatgut ein breites fungizides Wirkungsspektrum hat.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, die Schüttgut im Vakuum mit Elektronen so bestrahlt, daß ein hoher Durchsatz bei geringen Verweilzeiten im Rezipienten möglich ist. Der hohe Wassergehalt des Saatgutes darf den Aufwand für die Evakuierung nicht wesentlich erhöhen. Der am Schüttgut haftende Staub muß von der Prozeßkammer weitgehend ferngehalten werden, indem eine vakuummäßige Entkopplung erfolgen soll.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Ein- und Ausschleusen des Schüttgutes in die bzw. aus der evakuierten Bestrahlungskammer, in welcher Elektronenstrahlen auf das Schüttgut einwirken, dadurch gelöst, daß das Schüttgut über Schleusen im stufenweisen Druckübergang von Atmosphärendruck in den Bestrahlungsdruckbereich gefördert wird und dabei in jeder Druckstufe durch Evakuierung möglichst wenig Gase (Wasserdampf) und Staub abgesaugt werden. Dazu wird der Druck in den Druckstufen so eingestellt, daß der Dampfdruck des Wassers nicht unterschritten wird. Der Druck in der Bestrahlungskammer liegt zwischen 100 Pa und einigen 100 Pa. Nach Passieren der Druckstufen wird das Schüttgut im freien Fall durch die Bestrahlungskammer transportiert und dabei von mehreren aufgefächerten Elektronenstrahlen beaufschlagt. Das Evakuierungsregime der Elektronenkanone und Bestrahlungskammer wird so geführt, daß die Luftströmungen beim Anpumpen und Belüften der Einrichtung stets von der Elektronenkanone zur Bestrahlungskammer gerichtet sind. Der schnelle Übergang des Schüttgutes aus der Druckstufenschleuse, in der ein Druck oberhalb des in der Oberfläche des Schüttgutes gebundenen Wassers herrscht, in die Bestrahlungskammer mit einem wesentlich niedrigeren Druck und die kurze Verweilzeit in der Bestrahlungskammer bewirkt eine schlagartige Temperaturabsenkung auf der Oberfläche des Schüttgutes und damit eine Verringerung der Verdampfungsrate des Wassers.

Es ist vorteilhaft, vor der jeweils letzten Druckstufe für die Ein- und Ausschleusung des Schüttgutes und auch möglicherweise in der Einrichtung den Transport des Schüttgutes so zu steuern, daß eine Säule aus dem Schüttgut aufrechterhalten wird, deren Höhe groß gegenüber ihrem Durchmesser ist. Diese Säule wirkt damit als Strömungswiderstand.

Die Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, bestehend aus einem Rezipienten als Bestrahlungskammer mit daran angeordneten Elektronenkanonen und je einem Druckstufenschleusensystem zum Ein- und Ausschleusen des Schüttgutes, ist erfindungsgemäß derart aufgebaut, daß das Schleusensystem aus mehreren Zellenradschleusen besteht und daß zwischen je zwei Zellenradschleusen eine Vakuumpumpe angeschlossen ist. Die dem Atmosphärendruck zugewandte Zellenradschleuse ist zweckmäßigerweise jeweils drehzahlgesteuert, um innerhalb der gesamten Einrichtung, insbesondere dem Druckstufenschleusensystem, eine Säule aus Schüttgut zu bilden. Die Elektronenkanonen besitzen mehrere Blenden, deren Durchmesser nach der Strahlaustrittsseite ständig ansteigt. Zwischen der letzten und vorletzten Blende in Richtung Strahlaustritt ist eine mit Ventil einstellbare Verbindung zur Atmosphäre angebracht, um ständig einen dosierten Luftstrom in Richtung Bestrahlungskammer zu bewirken, der den Eintritt von Staub in die Elektronenkanone verhindert. Zwischen den anderen Blenden sind Vakuumerzeuger angeschlossen.

Um das Schüttgut gezielt allseitig mit dem Elektronenstrahl in kurzer Zeit während dem freien Fall durch die Bestrahlungskammer zu beaufschlagen, sind an die Bestrahlungskammer mindestens zwei Elektronenkanonen gegenüber angeordnet. Die Bestrahlungskammer ist so dimensioniert, daß die Zeit des freien Falles ausreicht, das Schüttgut genügend zu vereinzeln, d. h. daß die Bestrahlungskammer eine entsprechende Länge aufweist. Es ist vorteilhaft, zur Bildung einer Säule von Schüttgut in den Druckstufenschleusensystemen vor der ersten Zellenradschleuse für die Schüttguteingabe und vor der letzten Zellenradschleuse für die Schüttgutausgabe je eine Leitung, die eine große Länge gegenüber ihrem Querschnitt besitzt, anzuordnen.

Ausführungsbeispiel

In der zugehörigen Zeichnung ist eine Einrichtung im Prinzip dargestellt.

Einer Bestrahlungskammer 1 (Rezipient) ist ein Druckstufenschleusensystem 2 vorgeschaltet und ein Druckstufenschleusensystem 3 nachgeschaltet, über welche das Schüttgut 4 (Körner) ein- bzw. ausgeschaltet wird. Ein solches Druckstufensystem 2; 3 besteht jeweils aus drei Zellenradschleusen 5.1 ... 5.3, wobei die erste bzw. letzte Zellenradschleuse 5.3 drehzahl geregelt ist, um ständig eine Säule aus Schüttgut 4 als Strömungswiderstand zu erzeugen. Zwischen den Zellenradschleusen 5.1; 5.2; 5.3 sind jeweils Vakuumerzeuger 6 angeschlossen.

Die Bestrahlungskammer 1 ist wie üblich mit entsprechenden Vakuumerzeugern 7 verbunden. Über eine, gegenüber ihrem Querschnitt relativ lange Leitung 8 ist ein Silo 9 für das Schüttgut 4 angeschlossen.

Zu beiden Seiten der Bestrahlungskammer 1 ist eine Elektronenkanone 10 angeordnet. Diese besitzt mehrere Blenden 11 mit unterschiedlichem Durchmesser, wobei dieser vom Strahlerzeuger zum Austritt des Elektronenstrahles 12 ständig größer wird. Zwischen der letzten und vorletzten Blende 11.1 und 11.2 ist ein Anschluß 13 in die Atmosphäre über ein Ventil 14 vorgesehen. Zwischen den übrigen Blenden 11 sind jeweils Vakuumerzeuger 15 angeschlossen. Der Elektronenstrahl 12 wird in bekannter Weise mittels eines Ablensystems 16 breit aufgefächert.

Das Schüttgut 4 wird aus dem Silo 9 über das Druckstufenschleusensystem 2 in die Bestrahlungskammer 1 eingeschleust. Die drehzahlgesteuerte Zellenradschleuse 5.3 dient gleichzeitig als Dosiereinrichtung und bildet in der Leitung 8 eine Säule mit Schüttgut 4 als Strömungswiderstand. Die Drücke zwischen den einzelnen Stufen sind durch die Vakuumerzeuger 6 so eingestellt, daß der Dampfdruck des Wassers, das sich in der oberflächennahen Schicht des Schüttgutes 4 befindet, nicht unterschritten wird. Infolge dieser Druckeinstellung wird der Gesamtevakuieraufwand für die Vakuumerzeuger 6 minimiert. Durch die Zellenradschleuse 5.1 wird das Schüttgut 4 schnell in die Bestrahlungskammer 1 überführt. Der Druck in der

Bestrahlungskammer 1 beträgt ca. 100 Pa bis einige 100 Pa und wird durch die Anforderungen des Elektronenstrahles 12 bestimmt, der auf die vereinzelt Körner des Schüttgutes 4 wirkt, die die Bestrahlungskammer 1 im freien Fall passieren. Durch dieses Förderungsprinzip ist die Aufenthaltsdauer in der Bestrahlungskammer 1 sehr gering, wodurch die Wasserabgabe des Schüttgutes 4 und der Evakuierungsaufwand gering gehalten werden. Eine weitere Verringerung der Wasserdampfabgabe wird durch die schlagartige Temperatursenkung bewirkt, die durch den schnellen Übergang von dem Druck in der letzten Stufe des Druckstufenschleusensystems 2 auf den Druck in der Bestrahlungskammer 1 entsteht. Diese Temperaturabsenkung bleibt auf die oberflächennahe Schicht des Korns begrenzt infolge der vergleichsweise großen Zeitkonstante für den Temperatúrausgleich im Korn. Infolge dieser Temperaturabsenkung sinkt auch die Verdampfungsrate auf der Kornoberfläche.

Die Ausschleusung des Schüttgutes 4 aus der Bestrahlungskammer 1 geschieht in analoger Weise zum Vorgang der Einschleusung, wobei die Drücke in den einzelnen Stufen ebenfalls oberhalb des Dampfdruckes des Wassers liegen. Durch die Ausführung der Zellenradschleuse 5.3 als drehzahlgesteuerte Dosiereinrichtung wird oberhalb dieser eine Säule von Schüttgut 4 angestaut, die als zusätzlicher Strömungswiderstand wirkt, wenn die Länge dieser angestauten Säule groß ist gegen die Abmessungen ihres Querschnittes.

