

Anwendung von Kohlendioxid (CO₂) unter Druck zur Bekämpfung vorratsschädlicher Insekten und Milben

Von D. Gerard¹, J. Kraus¹, K.-W. Quirin¹ und R. Wohlgemuth²

Zusammenfassung

Es wird ein neues Verfahren zur Entwesung vorgestellt, das mit Kohlendioxid bei Drücken bis zu 40 bar und Umgebungstemperatur arbeitet. Die Verfahrenswirksamkeit wird bei *Lasioderma serricorne* (Tabakkäfer), *Tribolium confusum* (Amerikanischer Reismehlkäfer), *Stegobium paniceum* (Brotkäfer), *Plodia interpunctella* (Dörrobstmotte) und *Acarus siro* (Mehlmilbe) demonstriert. Bei Einhaltung der behördlich geprüften Verfahrensbedingungen ist eine 100%ige Mortalität der Vorratsschädlinge garantiert. Das Carvex-Verfahren verzichtet vollständig auf giftige oder rückstandsbildende Substanzen und arbeitet mit natürlicher Quellsäure in speziell konstruierten Druckkammern.

Summary

Use of Pressurized Carbon Dioxide (CO₂) to Combat Pest Insects and Mites

A new process for pest control is introduced, which works with carbon dioxide at pressures up to 40 bar and surrounding temperature. The efficiency of the process is demonstrated on *Lasioderma serricorne* (cigarette beetle), *Tribolium confusum* (confused flour beetle), *Stegobium paniceum* (drugstore beetle), *Plodia interpunctella* (indian meal moth) and *Acarus siro* (flour mite). Under observance the officially proved conditions of the treatment a 100 % mortality of the pest insects is guaranteed. The Carvex process resigns completely for toxic or residue leaving substances and works with natural carbon dioxide in pressure vessels with a special technical design.

1. Einleitung

Vorratsschädlinge sind eine ökologische Gruppe von Insekten und Milben, die ihre gesamte Entwicklung vom Ei bis zum adulten Tier auf lagernden Lebensmitteln, darunter auch Arznei- und Teedrogen, durchlaufen können. Da sie annähernd unbeschränkt Nahrung zur Verfügung haben sowie vor natürlichen Feinden und Witterungseinflüssen weitgehend geschützt sind, können sie sich in kurzer Zeit sehr stark vermehren. Schon ein geringer, anfangs nicht erkennbarer Befall kann daher ein Lagergut wirtschaftlich wertlos machen.

Bei Rohprodukten, in denen eventuell vorhandene Schädlinge während der Verarbeitung abgetötet und mindestens zum Teil entfernt werden können, kann das Risiko eingegangen werden, einen geringen Befall erst dann zu bekämpfen, wenn er offensichtlich ist. Bei Fertigprodukten, die an den Verbraucher ausgeliefert werden, sollten jedoch alle erdenklichen Maßnahmen getroffen werden, die einen Insektenbefall ausschließen, da schon eine einzige befallene Packung zu äußerst unangenehmen Reklamationen des Kunden führen kann.

Unter dem Gesichtspunkt der Minimierung des Insektizideinsatzes wäre es jedoch nicht zu verantworten, die gesamte Produktion „auf Verdacht“ einer u. U. rückstandsbildenden chemischen Behandlung zu unterwerfen. Hierfür kommen vorwiegend physikalische Verfahren, z. B. Wärme oder Kälte, oder der Einsatz solcher Substanzen in Frage, die aus toxikologischer Sicht als unbedenklich gelten können.

Das hier vorgestellte Verfahren der Druckentwesung mit Kohlendioxid (CO₂) entspricht diesen Forderungen. CO₂ ist deklarationsfrei, toxikologisch unbedenklich und inert, umweltfreundlich und hinterläßt keine Rückstände. Eine Veränderung der behandelten Materialien ist praktisch ausgeschlossen. Grundvoraussetzung ist natürlich die richtige Auswahl der Verfahrensparameter. Unter ganz bestimmten Voraussetzungen

kann CO₂ auch als Medium für das Zell-Cracken von pflanzlichem Material dienen [1]. Im flüssigen oder überkritischen Zustandsbereich findet CO₂ sogar als Lösungsmittel für die selektive und schonende Naturstoffextraktion Verwendung [2, 3].

2. Verfahrensprinzip und Versuchsdurchführung

Das CO₂-Verfahren zur Druckentwesung arbeitet bei Umgebungstemperatur und Drücken bis zu 40 bar. In Abb. 1 ist das Verfahrensprinzip kurz skizziert.

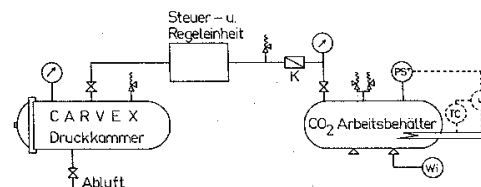


Abb. 1: Verfahrensschema der CO₂-Druckentwesung.

Das zu behandelnde Material wird in die speziell konstruierte Entwesungskammer eingebracht. Nach Verschließen der Kammer strömt gasförmiges CO₂ aus einem auf das Verfahren abgestimmten CO₂-Arbeitsbehälter in die Anlage ein, bis der gewünschte Druck erreicht ist.

Nach Ablauf der Einwirkungszeit wird der Druck in der Kammer entspannt und das Material kann entnommen werden. Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Versuche wurden in einer Druckkammer mit einem Volumen von 3,3 m³ durchgeführt. Die Entwesungskammer war mit Säcken gefüllt, in denen sich Arzneidrogen und Gewürzkräuter befanden. Die Umgebungstemperatur bei der Versuchsdurchführung lag bei ca. 10 °C.

Die Verfahrenswirksamkeit wurde bei dieser Arbeit an folgenden Vorratsschädlingen getestet:

- Acarus siro = Mehlmilbe
- Lasioderma serricorne = Tabakkäfer
- Plodia interpunctella = Dörrobstmotte
- Stegobium paniceum = Brotkäfer
- Tribolium confusum = Amerikanischer Reismehlkäfer

Die Wirkung auf weitere Vorratsschädlinge wird zu einem späteren Zeitpunkt publiziert [4].

Die Vorratsschädlinge wurden in Käfigen — die Insekten in Blechdosen mit beidseitigem Drahtgazeinsatz, die Milben in Glasröhrchen, die mit milbendichter Gaze verschlossen waren — zwischen die gefüllten Säcke in die Entwesungskammer eingebracht. Die Käfige enthielten jeweils ein Brutgemisch mit einer unbestimmten Anzahl von Eiern, Larven aller Entwicklungsstadien, Puppen und adulten Tieren. Nach der CO₂-Druckbehandlung wurden die Proben derart ausgewertet, daß überlebende Käfer und Motten ausgezählt und die Käfige mit den Vorratsschädlingen und Milben über einen Zeitraum von 3 Monaten bebrütet und wöchentlich auf das Auftreten lebender Tiere beobachtet wurden.

3. Ergebnisse

In Tab. 1 sind die Mortalitätsraten bei den untersuchten Schädlingen in Abhängigkeit von Druck und Einwirkzeit zusammengestellt. Bei den Milben kann aus technischen Gründen die Mortalitätsrate nicht in Zahlen belegt werden, doch traten in den behandelten Proben, in denen überlebende Tiere gefunden wurden, nur so wenige Tiere auf, daß eine Mortalität von 99 % als gesichert angesehen werden kann. Auch bei einigen Versuchen mit *Lasioderma serricorne*, bei denen aus arbeitstechnischen Gründen auf eine Auszählung verzichtet wurde, lag die Mortalität bei etwa 99 %.

In Abb. 2—6 sind für die einzelnen Schädlinge die Druck/Zeit-Bereiche gekennzeichnet, in denen nach den jetzt vorliegenden Ergebnissen mit einer vollständigen Abtötung aller Entwicklungsstadien gerechnet werden kann.

Danach ist offensichtlich *Lasioderma serricorne* (Tabakkäfer) gegen die Behandlung am widerstandsfähigsten, gefolgt von *Tribolium confusum* (Amerikanischer Reismehlkäfer) und *Stegobium paniceum* (Brotkäfer).

Der in der Lebensmittel-verarbeitenden Industrie wichtigste Großschädling *Plodia interpunctella* (Dörrobstmotte) reagiert im Vergleich zu den bisher besprochenen Käferarten sehr stark auf die CO₂-Druckbehandlung, was günstige Aspekte für die Bekämpfung dieser Schädlingsart eröffnet.

Auch die Mehlmilbe (*Acarus siro*) ist durch die beschriebene Technik gut bekämpfbar. Selbst bei den Versuchparametern, bei

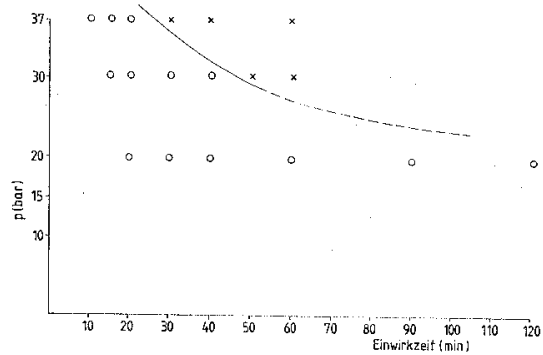


Abb. 2: Druck-Einwirkungszeit-Bereiche zur 100%igen Mortalität von *Lasioderma serricorne* (Tabakkäfer) bei der CO₂-Druckbehandlung (x 100%ige Mortalität, o Überlebende).

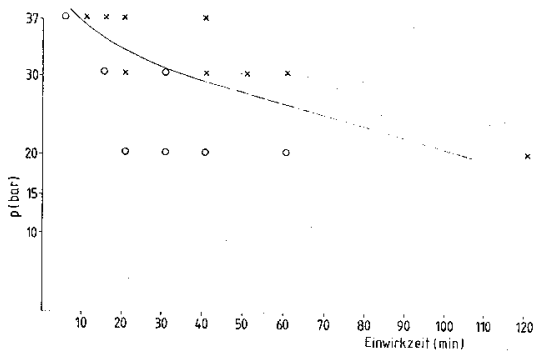


Abb. 3: Druck-Einwirkungszeit-Bereiche zur 100%igen Mortalität von *Tribolium confusum* (Amerikanischer Reismehlkäfer) bei der CO₂-Druckbehandlung (x 100%ige Mortalität, o Überlebende).

denen überlebende Milben gefunden wurden (37 bar; 5 und 10 min Einwirkzeit) war der Bekämpfungserfolg annähernd vollständig. Dies ist besonders bemerkenswert, da Milben durch die anderen zugelassenen Bekämpfungsmittel (Phosphorwasserstoff und Methylbromid) nur schwer vollständig abzutöten sind. Aus diesem Grunde ist dieses Anwendungsgebiet bei der Zulassung auch nicht vorgesehen.

Tab. 1: Mortalität in %.

Druck (bar)	Art	Einwirkzeit (min)										
		5	10	15	20	30	40	50	60	90	120	
20	<i>Acarus siro</i>											
	<i>Lasioderma serricorne</i>				79,5	88,7	92,8		100		100	
	<i>Plodia interpunctella</i>		53,8		98,9	100			95,9	99,0	99,7	
	<i>Stegobium paniceum</i>				89,5	100	94,7		98,8		100	
	<i>Tribolium confusum</i>				91,6	99,7	99,4		99,1		100	
30	<i>Acarus siro</i>											
	<i>Lasioderma serricorne</i>			99,0	≈ 99	99,5	99,8	100	100			
	<i>Plodia interpunctella</i>	99,3	100		100	100	100	100	100			
	<i>Stegobium paniceum</i>			100	100	100	100	100	100			
	<i>Tribolium confusum</i>			97,9	100	99,4	100	100	100			
37	<i>Acarus siro</i>	> 99	> 99		100		100		100			
	<i>Lasioderma serricorne</i>		≈ 99	≈ 99	≈ 99	100	100		100			
	<i>Plodia interpunctella</i>	100	100		100							
	<i>Stegobium paniceum</i>	86,0	100	100	100		100				100	
	<i>Tribolium confusum</i>	98,6	100	100	100		100					

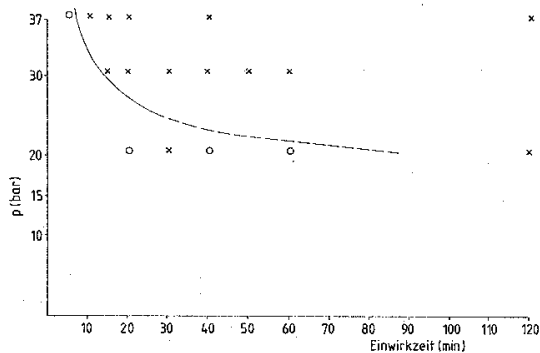


Abb. 4: Druck-Einwirkungszeit-Bereiche zur 100%igen Mortalität von *Stegobium paniceum* (Brotkäfer) bei der CO₂-Druckbehandlung (x 100%ige Mortalität, o Überlebende).

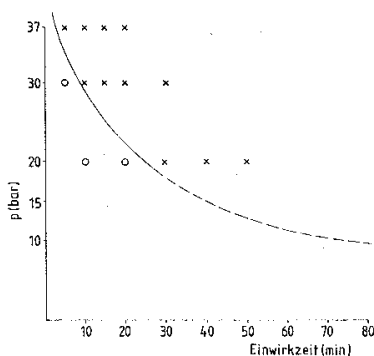


Abb. 5: Druck-Einwirkungszeit-Bereiche zur 100%igen Mortalität von *Plodia interpunctella* (Dörrobstmotte) bei der CO₂-Druckbehandlung (x 100%ige Mortalität, o Überlebende).

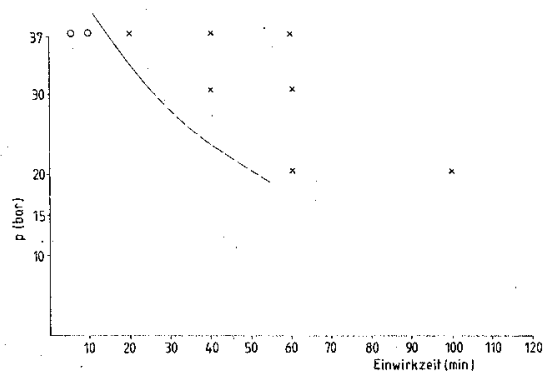


Abb. 6: Druck-Einwirkungszeit-Bereiche zur 100%igen Mortalität von *Acarus siro* (Mehlmilbe) bei der CO₂-Druckbehandlung (x 100%ige Mortalität, o Überlebende).

Der Einfluß der Temperatur auf die Wirkung von CO₂ unter Druck muß noch eingehender untersucht werden. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, daß — wie bei verschiedensten Einwirkungen auf Insekten normal — die Wirksamkeit mit Temperaturerhöhung ansteigt. Diese Erwartung wird auch durch Literaturangaben gestützt [5], wonach *Tyrophagus putrescentiae* (Modermilbe) bei 16 bar CO₂-Druck und 20 °C in 55 min, bei 40 °C aber schon in 10 min vollständig abgetötet wird.

Versuche im Labormaßstab mit verschiedenen Käferarten und der Mehlmotte durch Stahl et al. führten im vergleichbaren Bereich von Druck und Einwirkungszeit zu ähnlichen Ergebnissen [6]. Während in dieser Publikation die Verfahrensführung derart beschrieben wurde, daß der Druckbehälter zuerst evakuiert, dann mit Druck beaufschlagt und anschließend schnell entspannt wurde, zeigen unsere eigenen Arbeiten, daß dieser Mehraufwand nicht erforderlich ist. Das schnelle Entspannen kann im Hinblick auf die Produktschonung sogar Nachteile mit sich bringen.

4. Diskussion und Ausblick

Die CO₂-Druckentwesung stellt eine Alternative zu den herkömmlichen Verfahren im Vorratsschutz dar. Das hier vorgestellte Verfahren kann universell eingesetzt werden. Insbesondere im Bereich Arznei- und Teedrogen sowie bei hochwertigen Nahrungs- und Genußmitteln kann die rückstandsfreie Druckentwesung mit Kohlensäure einen festen Platz erlangen.

Da in den einzelnen Anwendungsgebieten verschiedene Vorratsschädlinge vorkommen und die Widerstandsfähigkeit der Insekten gegen die CO₂-Druckbehandlung unterschiedlich ist, sollten zur wirtschaftlichen Optimierung des Verfahrens die Verfahrensparameter an die in der zu entseuchenden Waren vorkommenden Schädlingsarten angepaßt werden. Auch im Hinblick auf die Produktverträglichkeit und -schonung ist eine richtige Anlagenauslegung wichtig. Zumal mit CO₂ unter Druck — bei ganz bestimmten Voraussetzungen — auch ein Zell-Cracking erfolgen kann, was jedoch im Bereich Vorratsschutz unerwünscht ist.

5. Literatur

- [1] Carius, W., Stahl, E., Dtsch. Apoth. Ztg. 127, 901 (1987) —
- [2] Stahl, E., Quirin, K.-W., Gerard, D., Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo (1987) —
- [3] Quirin, K.-W., Gerard, D., Kraus, J., *Gordian* 86, 156 (1986) —
- [4] Gerard, D., Kraus, J., Quirin, K.-W., Veröffentlichung in Vorbereitung —
- [5] Mitsura, A., Amano, R., Tanabe, H., *Shokuhin Eiseigaku* 14, 511 (1973) —
- [6] Stahl, E., Rau, G., Adolphi, H., *Pharm. Ind.* 47, 528 (1985)

Für die Verff.: Dr. D. Gerard, Carvex Verfahrenstechnologie für Lebensmittel & Pharma GmbH, Postfach 1140, 6639 Rehlingen