

Prüfung der mechanischen Widerstandsfähigkeit von Packstoffen (Folien, Papieren) gegen Insektenfraß

Merkblätter für die Prüfung von Packmitteln

Herausgegeben von den Arbeitsgruppen am Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung,
Institut an der Technischen Universität München

Merkblatt 38

Prüfung der mechanischen Widerstandsfähigkeit von Packstoffen (Folien, Papieren) gegen Insektenfraß

Herausgegeben vom Arbeitskreis „Prüfmethoden für insektendichte und insektenabstoßende Verpackungen“ der Arbeitsgruppe
„Lebensmittelerhaltung und Mikrobiologie“ — Juli 1979*

1. Einleitung

Eine wichtige Voraussetzung für die Herstellung und Verwendung einer insektenabweisenden Verpackung ist die Kenntnis der Widerstandsfähigkeit der Packstoffe gegen Insekten, insbesondere gegen Vorratsschädlinge. Der Schädlingsbefall einer Packung kann von außen auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen:

1. durch Penetration (Durchdringung),
2. durch Invasion (Eindringen).

Zum Durchfressen und damit Durchdringen von Packstoffen sind vor allem Insekten befähigt, die starke Mundwerkzeuge besitzen, da sie die Packstoffe an beliebiger Stelle der Packung durchnagen. Viele dieser Insekten sind gefährliche Vorratsschädlinge, z.B. die Larven des Schwarzen Getreidenagers (*Tenebroides mauritanicus* L.), die erwachsenen (adulten) Tiere des Getreidekapuziners (*Rhizopertha dominica* F.), des Kleinen Tabakkäfers (*Lasioderma serricorne* F.), des Brotkäfers (*Stegobium paniceum* L.) sowie die Larven der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zell.), der Speichermotte (*Ephestia elutella* Hbn.), der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella* Hbn.) und verschiedener anderer Mottenarten.

Bei den eindringenden Arten sind sowohl bei den Larven als auch bei den geschlechtsreifen (adulten) Tieren die Mundwerkzeuge schwach entwickelt, so daß sie darauf angewiesen sind, durch kleinste Undichtigkeiten in die Packung zu gelangen. Hier sind die winzigen Eilarven das für die verpackte Ware gefährlichste Stadium. Die in der Praxis wichtigsten Invasoren sind die Larven und z. T. die Adulten der Gattung der Reismehlkäfer (*Tribolium*) und der Plattkäfer (*Oryzaephilus*) sowie die Eilarven einiger Mottenarten (*Plodia*, *Ephestia*).

2. Zweck der Prüfung

Durch die Prüfung der Widerstandsfähigkeit von Packmitteln mit Vorratsschädlingen, die zur Penetration von Packstoffen befähigt sind, soll die mechanische Widerstandsfähigkeit von Packmitteln gegen nagende Insekten ermittelt werden. Die Prüfung gibt jedoch keinen Aufschluß über die Dichtigkeit von Fertigpackungen, die aus dem geprüften Material hergestellt werden; hier muß darüber hinaus eine Dichtigkeitsprüfung gegen eine Insekteninvasion an den Fertigpackungen selbst erfolgen.

3. Prüfmethode

3.1. Prinzip

In einer Versuchskammer wird eine Packstoffbarriere dem Angriff der Testinsekten ausgesetzt. Dadurch, daß die Insekten zwischen einen Packstoffprüfling und eine Abdeckung gesetzt werden, kann sowohl ein Durchdringen in die Packung hinein

als auch ein Durchfressen aus einer Packung heraus simuliert werden.

Bei dem im folgenden beschriebenen Prüfgerät wird der Umstand ausgenutzt, daß die Insekten häufig zwischen oder an den Packungen in engen Ritzen oder Falten sitzen. Der Abstand zwischen dem Packstoffprüfling und der Abdeckung wird von der Mitte zum Rand hin immer enger, so daß sich die Tiere individuell den für ihre Körpermaße passenden Abstand selbst suchen können. So wird hier für den Angriff der Insekten auf den zu prüfenden Packstoff ein optimaler Spalt geschaffen.

3.2. Probenahme

Die Probenahme erfolgt nach Vereinbarung, in Schiedsfällen nach DIN 53 101. Bis zur Herstellung der Prüfmuster sollen die Lieferposten (Rolln oder Probebogen) nach Vereinbarung oder bei Normklima von $+23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ und $50\% \pm 5\%$ relativer Feuchte oder $+20\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ und $65\% \pm 5\%$ relativer Feuchte (DIN 50 014) aufbewahrt werden, mindestens jedoch 48 Stunden. Bei Verwendung von erwachsenen Testinsekten (Käfern) sollen je Versuchsanordnung mindestens 10 Prüfmuster, bei einer Prüfung mit Motten- oder Käferlarven mindestens 30 Prüfmuster je Versuchsanordnung hergestellt werden.

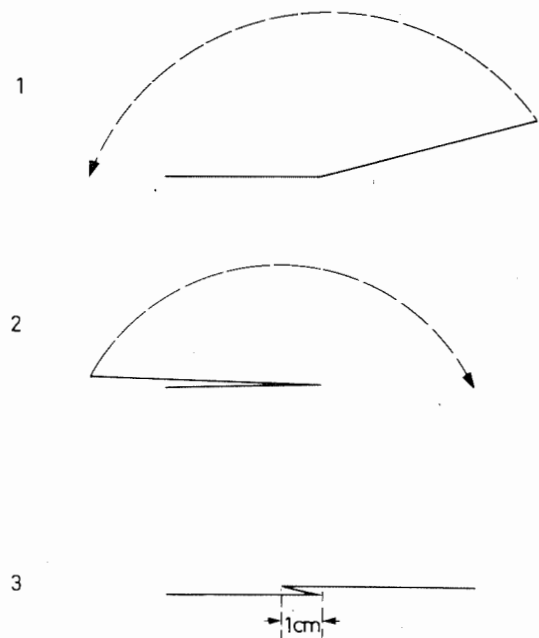


Bild 1: Drei Phasen der Faltung eines Prüfmusters für die Versuchsanordnung 2 (ursprüngliche Größe des Prüfmusters $65 \times 100\text{ mm}$).

1. Überlegen des längeren Endes des Prüfmusters (Überstand ca. 20 mm);
2. Zurückschlagen des längeren Endes des Prüfmusters, in der Mitte entsteht eine etwa 10 mm breite Doppelfalte;
3. fertig gefaltetes Prüfmuster.

* Vgl. Schmidt, H.-U.: Vergleichende Untersuchung über Methoden zur Prüfung der mechanischen Widerstandsfähigkeit von Packstoffen gegen Insektenfraß. Verpackungs-Rdsch. 30 (1979) Nr. 8, Techn.-wiss. Beilage, S. 53–57.

3.3. Herstellung der Prüfmuster

Die Prüfmuster sind Stücke eines Probebogens oder entsprechende Stücke einer Rollenbahn. Die Größe der glatten Prüfmuster soll 65×65 mm betragen. Außerdem werden gefaltete Prüfmuster verwendet, die aus einem 65×100 mm großen Stück Packstoff hergestellt werden. Hier verläuft durch die Mitte des Prüflings eine ca. 10 mm breite Doppelfalte (Bild 1). In der Regel sollte immer diejenige Seite des Packstoffes dem Angriff der Testinsekten zugewandt werden, die bei einer aus dem geprüften Material hergestellten Fertigpackung nach außen weist (von be-

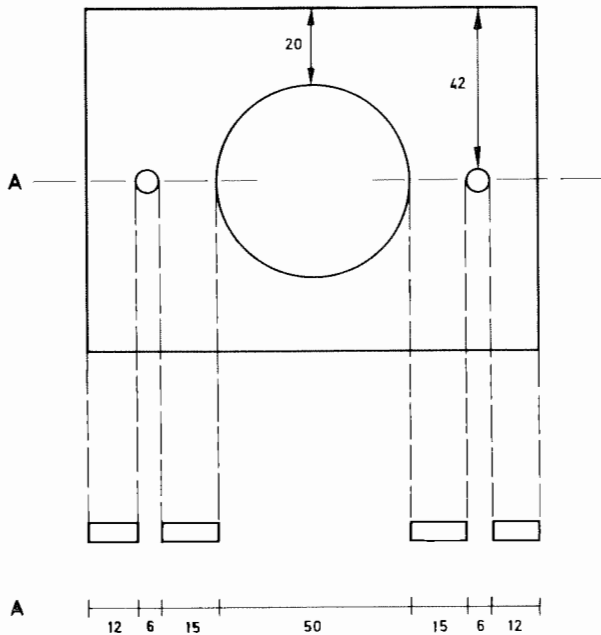


Bild 2: Duraluminiumplatte mit zentraler Bohrung und zwei peripheren Schraubenbohrungen; Grundelement des Folienprüfgerätes. (Bei „A“ Längsschnitt durch die Platte.) Alle Maßangaben in Millimetern.

sonderer Bedeutung bei beschichteten und kaschierten Materialien). Ist der Packstoff auf beiden Seiten gleich, so soll bei Herstellung der Prüflinge aus Rollenbahnen die Rolleninnenseite verwendet werden. Bei Bedarf kann jedoch auch eine beidseitige Prüfung durchgeführt werden.

3.4. Prüfgerät

Für die Versuche werden Kammern verwendet, die aus mehreren Duraluminium-Platten (90×120 mm, Dicke 5 mm) und einer gleich großen Plexiglasplatte zusammengesetzt sind. Die Aluminiumplatten haben in der Mitte einen kreisförmigen Ausschnitt von 50 mm Durchmesser, 10 mm vom Rand der Schmalseiten entfernt befindet sich in der Platte je eine kleine Bohrung von 6 mm (Bild 2). Durch diese Bohrungen werden Schrauben (4×25 , DIN 84 Ms) geführt. Sind die Testinsekten in den Apparat eingebracht und die Kammer fertig zusammengesetzt, werden die Platten mit Hilfe der Schrauben und Flügelmutter (M 4, DIN 315 Ms) fest zusammengedrückt.

Als Abdeckung und Verschluss wird ein Stück Drahtgaze (Chromnickelstahlgewebe Nr. 120: Maschenweite 0,135 mm, ca. 2000 Maschen pro cm^2 , Drahtdicke 0,09 mm; DIN 4189) von 90×120 mm mit zwei an den Schmalseiten befindlichen Löchern für die Schrauben verwendet. Diese feine Gaze dient bei einer Prüfung mit Eilarven von Motten oder Käfern als Schutz gegen deren Entweichen und kann für Versuche mit Käfern und größeren Mottenlarven ebenfalls benutzt werden.

Wird eine Prüfung mit Mottenlarven durchgeführt, muß außerdem zwischen Prüfmuster und Drahtgaze-Abdeckung eine Distanzperle aus Glas oder Keramik von ungefähr 3 mm Durchmesser gelegt werden, um ein Einklemmen oder Zerdrücken der weichhäutigen Larven zu verhindern.

3.5. Versuchsanordnung

Das Prüfgerät besteht aus einer Grundplatte aus Plexiglas (90×120 mm, Dicke 5 mm), auf die als Mittelplatte eine wie oben beschriebene Aluminiumplatte gelegt wird. Es folgt das Prüfmuster (glatt bzw. gefaltet), das so über die große, zentrale Bohrung gelegt wird, daß nach allen Seiten ein etwa gleich breiter Rand von 5 mm übersteht. Auf das Prüfmuster werden die Testinsekten gesetzt und mit einem Stück Stahlgewebe (90×120 mm) abgedeckt. Den Abschluß bildet wiederum eine Aluminiumplatte; die einzelnen Teile der Kammer werden durch die fest angezogenen Flügelschrauben zusammengehalten (Bild 3). Die Bodenplatte aus Plexiglas dient der besseren Beobachtung der Insekten und einer einfacheren Versuchskontrolle.

4. Versuchsdurchführung

4.1. Anzahl der Versuchsansätze

Je Versuchsanordnung (1: glattes Prüfmuster/Abdeckung, 2: gefaltetes Prüfmuster/Abdeckung) sollten bei einer Prüfung mit Käfern mindestens 10 Ansätze (Wiederholungen), bei einer Prüfung mit Mottenlarven mindestens 30 Ansätze durchgeführt werden.

4.2. Klimatische Bedingungen

Versuchstemperatur und -luftfeuchte sollen den klimatischen Bedingungen bei der Zucht der Versuchstiere entsprechen und $+ 25^\circ\text{C} \pm 1\text{K}$ und $70\% \pm 5\%$ rel. Luftfeuchte betragen.

4.3. Versuchsdauer und Versuchskontrolle

Die Versuchsdauer beträgt sieben Tage, die Kontrolle erfolgt täglich nach 24 Stunden. Auf eine Kontrolle der Versuche an den Wochenenden (Sonnabend und Sonntag) kann gegebenen-

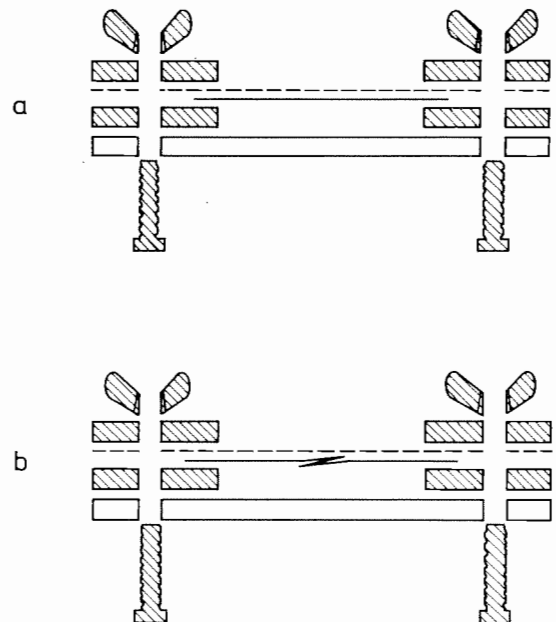


Bild 3: Fertig zusammengesetztes Prüfgerät (Explosionszeichnung). a = Versuchsanordnung mit glattem Prüfmuster, b = Versuchsanordnung mit gefaltetem Prüfmuster.

falls verzichtet werden. Es können Langzeitversuche durchgeführt werden, doch müssen dann die abgestorbenen Testinsekten gegen lebende Tiere ausgetauscht werden. In der Regel gestattet jedoch die Versuchszeit von einer Woche eine ausreichende Beurteilung der Widerstandsfähigkeit des geprüften Packstoffes.

Haben sich in einer Prüfkammer schon vor Ablauf des sieben-tägigen Versuchs die Testinsekten durch das Prüfmuster hin-

durchgefressen, so ist das Gerät aus dem Versuch zu nehmen und der Tag, an dem das Prüfmuster durchgefressen und durchdrungen wurde, im Protokoll zu vermerken.

Bei der Kontrolle kann es erforderlich werden, das Prüfgerät zu öffnen. Das Öffnen und Schließen muß äußerst vorsichtig erfolgen, damit dabei keine Testinsekten entkommen oder mechanisch getötet werden, z. B. durch Zerdrücken zwischen den Platten.

5. Testinsekten

Als Testinsekten sollen als Standardversuchstiere frisch aus der Zucht entnommene adulte Käfer des Getreidekapuziners (*Rhizopertha dominica* F.) verwendet werden¹. Je Versuchskammer sollen 10 erwachsene Tiere eingesetzt werden.

Darüber hinaus können für spezielle Prüfungen weitere Penetratoren oder Invasoren unter den Vorratsschädlingen verwendet werden². Bei der Verwendung von Larven soll je Kammer nur eine Larve angesetzt werden, da die Larven oftmals kannibalisch sind. Die Zahl der Parallelansätze muß dann auf mindestens 30 je Versuchsanordnung erhöht werden.

6. Beurteilung und Auswertung

Die Bewertung der Nagetätigkeit der Testinsekten erfolgt nach dem optischen Eindruck mit dem unbewaffneten Auge, in Zweifelsfällen kann ein Binokular zu Hilfe genommen werden.

Die festgestellten Schäden werden in folgende Kategorien eingeordnet:

- 1 = Keine Fraßspuren.
- 2 = Leichte Fraßspuren: Aufrauhungen und Rasuren auf der Oberfläche des Prüfmusters, ohne daß der Prüfling durchgefressen wurde.
- 3 = Deutliche Fraßspuren: Großflächige Rasuren und Aufrauhungen, starke Zerstörungen des Materials bis zum völligen Durchfressen des Prüfmusters. Bei Lochfraß sind die Löcher jedoch kleiner als der Körperdurchmesser der Insekten.
- 4 = Prüfmuster durchgefressen: Zusätzlich zu den unter 2 und 3 beschriebenen Schäden haben die Versuchstiere Löcher in die Prüflinge gefressen, die mindestens so groß sind wie der Körperdurchmesser der Testinsekten.

Ein Packstoff wird als **widerstandsfähig** bewertet, wenn kein Prüfmuster einer Serie durchgefressen wurde;

ein Packstoff wird als **relativ widerstandsfähig** bewertet, wenn bis zu 10% der Prüfmuster durchgefressen wurden;

ein Packstoff wird als **nicht-widerstandsfähig** bewertet, wenn mehr als 10% der Prüfmuster durchgefressen wurden.

7. Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf dieses Merkblatt anzugeben:

- Ort und Datum der Versuchsdurchführung;
- Art und Bezeichnung des geprüften Packstoffes;
- Anzahl der Versuche (Wiederholungen);
- klimatische Bedingungen;
- Art und Anzahl der Testinsekten (unter Verwendung der wissenschaftlichen Namen);

¹ Hinweise für die Zucht von *Rh. dominica* F. befinden sich im Anhang zu diesem Merkblatt.

² Zuchtansätze und detaillierte Beschreibungen für die Aufzucht weiterer Vorratsschädlinge können auf Anfrage von Fall zu Fall von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, D-1000 Berlin 33, zur Verfügung gestellt werden.

³ Die Insektizidfreiheit kann durch einen Biotest, z. B. mit *Drosophila melanogaster* Meig. geprüft werden.

— Angabe, ob der Packstoff insektendicht ist oder nicht, mit Angaben der Häufigkeit der Schäden in den vier Bewertungskategorien — am besten sind dem Prüfbericht die Prüfmuster beizulegen;

— gegebenenfalls Abweichungen von diesem Merkblatt;

— Name des Prüfers.

Anhang:

Hinweise für die Zucht des Getreidekapuziners (*Rhizopertha dominica* F.)

Als Zuchtsubstrat soll Weizen verwendet werden, der insektizidfrei³ sein muß. Um einen möglichen Fremdbefall durch andere Schädlinge auszuschließen, muß das Getreide von lebenden Insekten befreit werden. Dies kann durch Tiefkühlung bei -18°C für mindestens 48 Stunden oder durch Erhitzen auf ca. $+70$ bis $+80^{\circ}\text{C}$ für 1,5 Stunden erreicht werden. Das Erhitzen hat eine gewisse Denaturierung des Weizens zur Folge und erfordert außerdem ein nachträgliches Anfeuchten des Getreides mit destilliertem Wasser.

Für die Zucht sollte der Kornwassergehalt $13\% \pm 1\%$ betragen. Der Kornwassergehalt kann nach DIN 10 350, 1967 (Feuchte von Getreide und Getreideerzeugnissen) bestimmt werden oder nach der ISO-Empfehlung R-712-1968 (E) (Cereals and cereal products — Determination of moisture content). Darüber hinaus kann diese Untersuchung auch mit jedem eichfähigen Präzisionsmeßgerät zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Getreide durchgeführt werden, z. B. Brabender-Schnellwasserbestimmer, Hygrorekord, Vakuum-Trockenschäum usw.

Die Insekten sollten in zylindrischen Gläsern mit Schulter ohne Schraubgewinde oder ihn ähnlichen Gefäßen gezüchtet werden, die man mit einer Stoffbindung (z. B. Nessel) und einem Gummiring verschließt. Je Glas sollten ca. 400 g Getreide sowie etwa $2,5\text{ cm}^3$ erwachsene (adulte) Käfer (entsprechend ungefähr 600 Stück) verwendet werden. Werden kleinere Gefäße benutzt, muß die Getreidemenge und die Zahl der Käfer entsprechend reduziert werden. Um Verwechslungen zu vermeiden, ist jedes Zuchtglas mit dem Ansatztermin und dem wissenschaftlichen Namen der Insektenart zu kennzeichnen.

Temperatur und Luftfeuchte im Zuchtraum sollten etwa $+25^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ K}$ bzw. 65% bis 70% rel. Feuchte betragen; der Raum sollte dunkel sein. Um einen Fremdbefall zu verhindern, sollten die Zuchtgläser auf kleinen Füßen in mit dickflüssigem Paraffin (DAB 7) gefüllte Blechwannen o. ä. gestellt werden, ohne daß die Gläser selbst im Paraffin stehen.

Bei der Entnahme von Tiermaterial für Versuchszwecke oder für einen neuen Zuchtansatz sind bevorzugt die Gläser abzusieben, in denen der Schlupf der Nachzucht in vollem Gange ist. Für das Absieben der Getreidekörner kann ein grobes Sieb verwendet werden (Maschenweite ca. 2 mm). Dann können die etwas kleineren Bestandteile mit einem weiteren Sieb (Maschenweite ca. 1,5 mm) entfernt werden. Die Käfer selbst können schließlich mit einem feinen Sieb (Maschenweite ca. 1 mm) aus dem Fraßmehl und den Exkrementen sauber abgeseibt werden. Zur Erhaltung der Zucht genügt es, etwa alle 14 Tage zwei Gläser neu anzusetzen. Bleiben noch Käfer zurück, können sie in das abgeseibte Zuchtglas zurückgegeben und als Reserve bis zum nächsten Ansatztermin aufbewahrt werden. Ist das Zuchtsubstrat verbraucht oder verschimmelt, muß die Zucht vernichtet werden.

Das Gesiebe ist mit Hilfe einer Lupe oder eines Binokulars bei mindestens 10facher Vergrößerung auf Milben- oder Staublausbefall zu kontrollieren. Bei einem positiven Befund muß die befallene Zucht vernichtet werden, indem die Gläser z. B. 2 bis 3 Stunden auf etwa 100°C erhitzt und der Inhalt anschließend fortgeworfen wird. Ein Neuansatz muß aus einer befallsfreien Zucht erfolgen.

Sämtliche Gebrauchsgegenstände sollten nach Benutzung stets gereinigt (gewaschen) und wenn möglich sterilisiert werden (z. B. Gläser und Siebe).