

## **Das Zeitstandverhalten von ECT<sub>schmal</sub> Wellpappeproben** Prof. Richard Eschke, Leiter des Institutes für BFSV an der HAW Hamburg

### **Zusammenfassung**

Unter dem **Zeitstandverhalten** von Werkstoffen oder Produkten aus bestimmten Werkstoffen versteht man das langsame Versagen – Kriechen - des Teils oder einer Probe unter statischer Belastung in Abhängigkeit von der Zeit z.B. im Druckversuch unter bestimmten weiteren Randbedingungen, i. A. der Temperatur. Metalle, deren Legierungen und Kunststoffe kriechen beispielsweise bei erhöhten Einsatz-Temperaturen.

Auch Schachteln aus Wellpappe zeigen diesen Effekt z.B. beim Einsatz unter wechselnden klimatischen Belastungen – Wechsel z. B der relativen Luftfeuchtigkeit-, wie sie im Container beim Versand im Tag- Nacht Rhythmus als Folge der Temperaturschwankungen und Feuchteschwankungen stattfinden.

Das Versagen der Schachteln im Überseeversand führte zur Entwicklung der seemäßigen Wellpappen Ende der sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts; der mit nassfest ausgerüsteten Deckenpapieren und nassfester Verklebung hergestellten Wellpappesorten.

An Wellpappeschachteln bestimmter Abmessungen aus nassfesten und entsprechend verstärkten Wellpappen gelang der Nachweis des Kriechens im Institut für BFSV über die letzten 30 Jahre.

Die Hintergründe werden zurzeit in einem dreijährigen Forschungsvorhaben, dass von der AiF über das Wissenschaftsministerium gefördert wird, untersucht.

Dabei wird beim Einsatz der Wellpappe unterschieden in europaweiten Versand und weltweiten Überseeversand („seemäßige“ Wellpappen).

Es soll untersucht werden, ob statt der lang andauernden Belastung (28 Tage) der Schachteln auch der ECT ggf. in Verbindung mit Mac Kee zur Vorhersage der Kriechvorgänge an Wellpappeproben möglich ist. Mit entsprechenden Vorversuchen konnte diese Möglichkeit bei Änderung der Abmessungen der ECT-Proben festgestellt und die Ergebnisse hier vorgestellt werden.

### **Stand der Technik**

Der **Kantenstauchwiderstand ECT** der Wellpappen eignet sich zur Vorhersage des Kurzzeitstauchwiderstandes der Schachteln aus Wellpappe bei bestimmten Abmessungen nach Mc Kee.

BFSV hat über die Jahrzehnte Langzeitstauchversuche an Wellpappeschachteln 800 x 600 x 600 mm aus nassfester und nicht nassfester Wellpappe vieler Hersteller 28 Tage – Zeitstandversuche durchgeführt und diese Pappen als so genannte **seemäßige** Wellpappe in den Markt gebracht.

Auch das **Kriechverhalten von Kantenstauchwellpappeproben** derartiger und anderer Wellpappen sollte nach dem Vorschlag des Verfassers im Rahmen des von der AiF geförderten Vorhabens zum **Kriechverhalten von Wellpappeschachteln**

voruntersucht werden. Dieses Vorhaben wird im Institut für BFSV an der HAW-Hamburg auch mit Unterstützung der Wellpappeindustrie durchgeführt.

Die Ergebnisse aus den Kriechuntersuchungen - nämlich die  $ECT-W_{schmal}$  Werte ( $W$  steht für Wechselklima,  $schmal$  für die in der Höhe halbierte genormte ECT- Probe) - sollen nach weiteren Forschungsarbeiten zur Untermuerung und statistischen Absicherung - so erfolgreich- in eine Norm überführt werden, um daraus mit Hilfe einer angepassten Mac Kee Formel auf das Langzeitstauchverhalten zusammen mit der Wellpappen-Biegesteifigkeit von Schachteln schließen zu können.

Ziel ist also die Vorhersage der Langzeitbelastbarkeit der Schachteln aus Wellpappe bei weltweitem Überseeversand besonders im Container.

Erste Ergebnisse der Voruntersuchungen zu den Prüfungen an ECT Proben sollen hier vorgestellt werden.

## Hintergrund

Schachteln aus Wellpappe versagten im Überseeversand seit der Einführung des Containers. Dies besonders bei den langen Reisen im Container nach und von Fernost z.B. über mehrere Wochen. Das führte zur 28 Tage Zeitstanddruckversuchen durch den Verfasser, ähnlich wie bei anderen Werkstoffen, z.B. Beton.

Da die Kurzzeitstauchfestigkeitswerte der Schachteln keine reale Vorhersagen für das Langzeitstauchverhalten ermöglichten, wurden über die Jahrzehnte an Schachteln aus Wellpappe in den Abmessungen 800x600x600 mm bei Simulation des Wechselklimas des Containers in entsprechenden Klimakammern des Instituts für BFSV an der HAW Hamburg Langzeitstauchfestigkeitswerte gemessen – die sog. 28-Tage Zeitstandfestigkeiten der Schachteln. Bei den Schachteln spielt dabei auch die Biegesteifigkeit eine besondere Rolle, wie sie Mc Kee u. A. bei der Berechnung des Stauchwiderstandes aus dem Kurzzeitkantenstauchwiderstand von Schachteln eingeführt haben.

Es soll mit dieser Voruntersuchung der Nachweis erbracht werden, auch das Zeitstandverhalten von Wellpappeschachteln mit Hilfe des **Langzeit-Kantenstauchwiderstandes** –  $ECT-W_{schmal}$  unter wechselnden klimatischen Belastungen, wie beim weltweiten Containerversand, abschätzen zu können.

## Durchführung

Der  $ECT-W_{schmal}$  nach *Eschke*:

Die ersten Versuche zeigten folgende Ergebnisse:

Für Langzeitversuche im Wechselklima (ca. 28 Tage) muss der Einfluss der Biegung/Knickung der ECT - Proben während der Feuchtphase reduziert oder besser ausgeschlossen werden. Dies erreicht man durch eine Reduktion der Höhe der Proben um 50%.

Dies garantiert auch hier eine weitgehende Trennung der Stauchung von den Eiflüssen der Biegung/Knickung, genauso wie die niedrige Höhe beim ECT „trocken“. Der  $ECT-W$ ,  $W_{schmal}$  für Wechselklima mit schmaler Probe als Zeitstandfestigkeitswert kann dann vermutlich ebenso wie der  $ECT_{trocken}$  für das Berechnen

des Stauchwiderstandes von Schachteln zusammen mit der Biegesteifigkeit herangezogen werden.

Ein leichtes Anstauchen – Kriechen - der Proben trat bei Wechselklima schon z.B. bei 50 % der Kraft des  $ECT_{\text{trocken}}$  bei einer nassfesten (seemäßigen) 2 welligen Pappe nach 3 Tagen (s. Foto unten Mitte) auf. Die Untersuchungen wurden im Wechsel bei 23°C und 50% RF und 23°C und 85-90 %RF durchgeführt.

Im Gegensatz zu den exakt gefertigten  $ECT_{\text{trocken}}$  -Proben trat das Stauchen nicht in der Mitte der Probenhöhe auf, sondern vmtl. als Folge der Quell- und Trocknungsvorgänge der unterschiedlichen Papiere im 12 h Rhythmus (Simulation Tag/Nacht) im Wesentlichen an dem oberen Rand der Probe.

Eine Durchführung bei Temperatur- **und** Feuchtwechsel war bisher noch nicht möglich.

## Ergebnis

Damit ist erwiesen, dass an den  $ECT-W_{\text{schmal}}$  Proben Versuche zum Zeitstandverhalten an nassfester Wellpappe unter Wechselklimabedingungen

- durchgeführt und Kriechvorgänge gemessen werden können und
- dass die Ergebnisse ebenso wie der  $ECT_{\text{trocken}}$  ggf. mit der Biegesteifigkeit der Wellpappe zur Berechnung der Schachtelstauchwiderstände herangezogen werden kann.

Dieser Hintergrund muss durch Reihenuntersuchungen in einem weiteren Vorhaben noch untermauert werden.

Das folgende Bild zeigt die entsprechenden Stauchergebnisse an einer Probe.



