

Projekt „Qualitätssicherung von Mehrschichtverpackungen mittels Modellierung der Migration in Lebensmittel“

Auftragnehmer: FABES Innovations gGmbH, München
Wissenschaftliche Betreuung: Dr. Otto Piringer, Dr. Monika Rüter
Finanzierung: Forschungsgemeinschaft für Verpackungs- und
Lebensmitteltechnik e.V. (FoGe), München
Berichtszeitraum: 2013

1. Zielsetzung

Ziel des Forschungsprojektes ist die vollständige Modellierung der möglichen Stoffübergänge aus einer Mehrschichtverpackung in ein Lebensmittel während der vorgesehenen Mindesthaltbarkeitszeit. Dadurch soll der Vorteil eines kosten- und zeitsparenden Verfahrens zur Qualitätssicherung komplexer Lebensmittel-Verpackungs-Systeme demonstriert werden.

2. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Eine Mehrschichtverpackung kann sehr unterschiedlich aufgebaut sein. Es kann sich beispielsweise um eine Folie handeln, die nach außen durch eine Lackschicht begrenzt ist. Nach innen folgt dann eine dünne Farbschicht, danach eine Trägerschicht aus Polyolefin, eine Barrierschicht und eventuell noch eine Siegelschicht als Innenseite zum Lebensmittel.

Es kann sich aber auch um ein komplexeres System handeln das aus einer Umverpackung (Sekundärverpackung) aus Recyclingkarton, einer als Primärverpackung gestalteten Schachtel aus bedrucktem Frischfaserkarton, sowie einem darin enthaltenen Kunststoffbeutel für das Lebensmittel besteht.

Bei einer experimentellen Untersuchung müssen alle Bestandteile des Systems auf migrierfähige Inhaltsstoffe geprüft werden, bei denen es sich um Komponenten der Kunststoff-Verordnung mit spezifischen Migrationsgrenzwerten (SML) oder um Abbau- und Nebenprodukte unbekannter Art (NIAS) im Spurenbereich handelt. Die experimentelle Bestimmung dieser Stoffe ist im Allgemeinen sehr zeit- und kostenaufwendig. Es müssen nämlich die einzelnen Verpackungsbestandteile extrahiert, konzentriert, eventuell derivatisiert und danach chromatographisch (GC) oder (HPLC) getrennt und mittels einem entsprechenden Detektors (MS, FID, UV) identifiziert und quantifiziert werden.

Bei einer theoretischen Abschätzung der Migrationsmengen müssen lediglich die Ausgangskonzentrationen der entsprechenden Migranten in der Verpackung bekannt sein, bzw. gemessen werden. Das ermöglicht einen wesentlich geringeren Zeit- und Kostenaufwand im Vergleich mit experimentellen Migrationsmessungen.

Mit der als MIGRATEST-Exp bezeichneten Software von FABES wurde im letzten Jahr auch die Migration durch Kartonproben theoretisch erfasst. Dadurch ist es möglich, in die Modellierung auch die meist aus Recyclingkarton bestehende Umverpackung einzubeziehen und somit eine vollständige Modellierung der Stoffübergänge durchzuführen. Dieser Vorgang wird an folgendem Beispiel erläutert.

3. Modellierungsbeispiel

In einem Becher von 200 cm^3 Inhalt werden Nüsse bei Raumtemperatur für ein Jahr gelagert. Der Becher besteht aus drei Polymerschichten: $100 \text{ }\mu\text{m}$ PP, $3 \text{ }\mu\text{m}$ EVOH und $100 \text{ }\mu\text{m}$ PP. Jeweils 6 Becher werden in einem Umkarton aus Recyclingfaser gelagert. Der Recyclingkarton enthält eine Reihe von Verunreinigungen die während der Lagerzeit durch die Becherwand in das Füllgut diffundieren können. Unter diesen Verunreinigungen spielen Diisopropyl-naphthaline (DIPN) eine besondere Rolle, da sie als Aromaten mit kleiner relativen Molekülmasse, $M_r = 212$, die praktisch größte Migrationsgeschwindigkeit ergeben. Es soll daher die während eines Jahres aus dem Umkarton in das Füllgut migrierende Menge an DIPN abgeschätzt werden.

Das vorliegende Verpackungssystem aus Umkarton und Polymerbecher entspricht einer Kombination aus 6 Schichten. Es wird eine mittlere Kontaktfläche von 280 cm^2 Verpackung im Kontakt mit 200 cm^3 Füllgut berechnet. Von außen nach innen sind für die 6 Schichten folgende Parameterwerte zu verwenden:

1. Recyclingkartonschicht K1 von $590 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke und einer Dichte von $0,6 \text{ g/cm}^3$.
2. Recyclingkartonschicht K2 von $10 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke und gleicher Dichte wie K1.

Die beiden Schichten K1 und K2 bilden die Umverpackung. Die Unterteilung in die beiden Schichten erfolgt wegen des spezifischen Diffusionsverhaltens von Recyclingkarton im Inneren und an der Oberfläche. Darüber wurde bereits im Tätigkeitsbericht von 2012 berichtet.

3. Polypropylenschicht P1 von $100 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke und einer Dichte von $0,9 \text{ g/cm}^3$.
4. EVOH-Schicht P2 von $3 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke und einer Dichte von 1 g/cm^3 .
5. Polypropylenschicht P3 von $100 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke und einer Dichte von $0,9 \text{ g/cm}^3$.
6. Lebensmittelschicht von $7100 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke (200 cm^3).

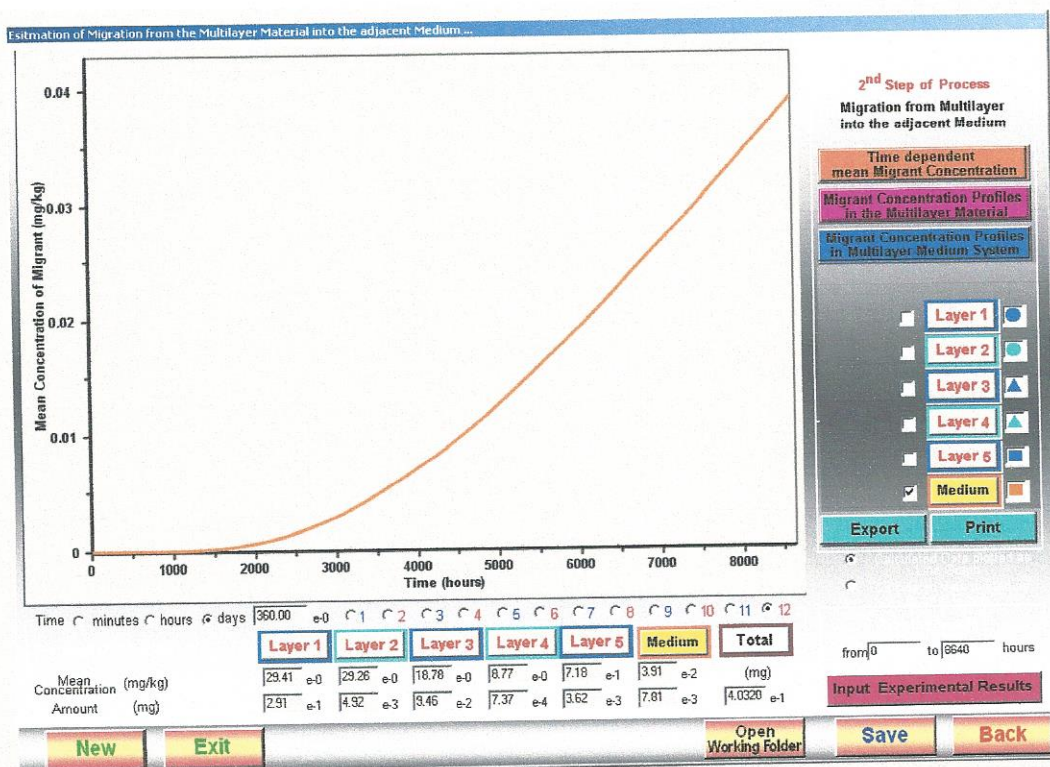
Als Ausgangskonzentration der DIPN in der Umverpackung aus Recyclingkarton wurde ein Wert von $C_{p0} = 40 \text{ mg/kg}$ eingesetzt. Dieser Ausgangswert liegt innerhalb der gegenwärtig bei Recyclingkartons gemessenen Werte zwischen etwa 10 und 50 mg/kg.

Zur Abschätzung der Diffusionskoeffizienten für die DIPN in den 6 Schichten konnten die von FABES bereits früher ermittelten Werte der spezifischen Migrationsparameter (A_p) verwendet werden. Damit resultierten für 25 °C die folgenden Werte:

1. Schicht, $D_p = 2.48 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{s}$;
2. Schicht, $D_p = 1.0 \times 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{s}$;
3. Schicht, $D_p = 2.77 \times 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{s}$;
4. Schicht, $D_p = 3.37 \times 10^{-14} \text{ cm}^2/\text{s}$;
5. Schicht, $D_p = 2.77 \times 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{s}$;
6. Schicht, $D_p = 1.48 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$.

Für den Verteilungskoeffizienten $K_{p/L}$ der DIPN zwischen den verschiedenen Schichten wurde der Wert $K_{p/L} = 1$ eingesetzt. Das entspricht einem „worst case“, d.h. einer guten Löslichkeit der DIPN im Lebensmittel L.

Für die 12 Monate Lagerung bei Raumtemperatur resultiert mit den obigen Parameterwerten ein Migrationswert von 39 µg/kg Lebensmittel (siehe Abbildung).

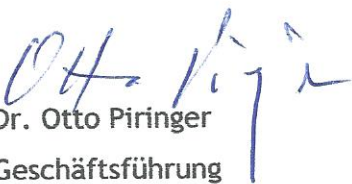


Die in den PP-Becher eingebrachte EVOH-Schicht von 3 µm Dicke ist eine effiziente Barriere für Migranten.

Mit dem beispielhaft dargestellten Abschätzungsverfahren lassen sich beliebige Kombinationen aus mehreren unterschiedlichen Verpackungsschichten auswerten. Besonders die Berücksichtigung der Umverpackungen aus Recyclingkartons mit vielen migrierfähigen Verunreinigungen bedeutet einen wesentlichen Fortschritt für die theoretische Abschätzung von Stoffübergängen.

München, 28.01.2014

Fabes Innovations gemeinnützige GmbH


Dr. Otto Piringer
Geschäftsführung


Dr. Monika Rüter
Geschäftsführung