

INFOR-Projekt Nr. 155

Bewertung von Maßnahmen zur Problemlösung von Mineralöl in Verpackungspapieren und Karton

Schlussbericht

Der vollständige Schlussbericht zum oben genannten Forschungsprojekt kann im VDP angefordert werden bei:

E.Kloss@vdp-online.de

Dezember 2012

Papiertechnische Stiftung - PTS

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik

Dr. Frank Miletzky

Projektbearbeiter:
Dipl.-Ing. Ingrid Demel
Dr.-Ing. Johannes Kappen

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel
Projektbearbeiter:
Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz

Schlussbericht INFOR-Projekt 155

Bewertung von Maßnahmen zur Problemlösung von Mineralöl in Verpackungspapieren und Karton

Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische
Verfahrenstechnik (PMV)
Technische Universität Darmstadt

Papiertechnische Stiftung (PTS)

Projektbearbeiter:

Dipl.-Ing. Ingrid Demel (PTS)

Dr.-Ing. Johannes Kappen (PTS)

Dipl.-Chem. Antje Kersten (PMV)

Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz (PMV)

Dezember 2012

Projektbegleiter:

Dipl.-Ing. Armin Buschmann / Smurfit Kappa, Hoya (Projektsprecher)

Dr. Roland Dietrich / Weig Karton, Mayen

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Faul / INGEDE, Bietigheim-Bissingen

Dr. Alexander Fried / SCA Packaging, Aschaffenburg

Dr. Hans-Günter Ludwig / Weig Karton, Mayen

Dipl.-Ing. Martin Mühlhauser / Mayr-Melnhof, Frohnleiten

Dipl.-Ing. Artur Stöckler / Papierfabrik Palm, Aalen-Neukochen

Herr Roland Thiemann / VPWP, Darmstadt

Dr. Reinhardt Thiel / VDP, Bonn

Kontakt:

Technische Universität Darmstadt

Fachgebiet Papierfabrikation und

Mechanische Verfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel

Alexanderstr. 8

D-64283 Darmstadt

Telefon: +49 – 61 51 – 16 21 54

Fax: +49 – 61 51 – 16 24 54

E-Mail: schabel@papier.tu-darmstadt.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	3
2 Ausgangssituationen und Zielstellungen der Studie	5
2.1 Ausgangssituation	5
2.2 Zielstellung.....	6
3 Rahmenbedingungen der Studie.....	7
4 Mineralölbarrieren und mineralölfreie Druckfarben	8
4.1 Einsatz von Barrierebeschichtungen und Einsatz von Innenbeuteln	8
4.1.1 Grundsätzliche Eigenschaften der Barrierschichten.....	8
4.1.2 Barrierebeschichtungen auf wässriger Basis.....	9
4.1.3 Extrusionsbeschichtungen.....	11
4.1.4 Innenbeutel	13
4.2 Bewertung mineralölfreier Druckfarben.....	14
5 Konzentration an Mineralöl in Rohstoffen, Papierprodukten sowie Prozessen der Papierherstellung und -verarbeitung.....	16
5.1 Auswertung vorhandener Literatur	16
5.1.1 Mineralölgehalte in Faserstoffen, Rohpapieren und Druckerzeugnissen.....	16
5.1.2 Reduzierung der Mineralölgehalte in den Prozessen der Altpapieraufbereitung und bei der Papierherstellung.....	18
5.2 Ergänzende Mineralölanalysen	20
5.2.1 Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik	20
5.2.2 Ergebnisse der Untersuchungen an bedruckten und unbedruckten Papieren und Karton sowie Faserstoffen.....	22
5.2.3 Exemplarische Ergebnisse der Systemuntersuchungen in altpapierverarbeitenden Werken	24
6 Funktionsumfang und Kalibrierung des Bilanzierungsmodells	27
6.1 Massenbilanz.....	27
6.1.1 Rohpapierproduktion in Deutschland.....	27
6.1.2 Betrachtete Stoffströme	28
6.1.3 Grundeinstellungen	30
6.1.4 Struktur des Berechnungsmodells.....	31
6.2 Mineralölbilanzierung.....	32
6.2.1 Kalibriereinstellungen	32
6.2.2 Berechnungsmodell Mineralöl	33

6.3	Vergleich der berechneten Werte (Basiskalibrierung) mit den im Rahmen des Projektes ermittelten Messwerten	34
6.3.1	Rohpapiere	34
6.3.2	Papierprodukte	35
6.3.3	Altpapiersorten	35
7	Betrachtete Szenarien	37
7.1	Verwendung mineralöhlhaltiger Druckfarben im bisherigen Umfang	37
7.2	Einsatz von Frischfasern oder mineralölarmer Altpapiersorten anstelle der gemischten Altpapiere.....	37
7.3	Getrennte Altpapiersammlung und Sortierung zur Minimierung des Anteils grafischer Papiere.....	38
7.4	Umstellung auf mineralölfreie Druckfarben	38
7.5	Einsatz von Barrierebeschichtungen und Einsatz von Innenbeuteln	39
7.6	Einsatz von Reinigungsverfahren innerhalb der Stoffaufbereitung	39
8	Ergebnisse im Szenarienvergleich	40
9	Abklingverhalten von Inhaltsstoffen	47
10	Vergleichende Bewertung der Maßnahmen zur Mineralölreduktion	47
11	Ausblick.....	53
12	Anhang	54
12.1	Betriebskostenberechnungen, Holzbedarf und CO ₂ -Emissionen.....	54
12.2	Messdaten Mineralölmessungen	61
13	Literaturverzeichnis.....	65

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie wurde von PTS und PMV im Rahmen eines vom INFOR-Forschungsrat genehmigten und geförderten Projektes durchgeführt. Sie behandelt die Möglichkeiten zur Reduktion des Mineralölgehalts in Faltschachtelkarton durch Modellrechnungen. Dabei wurden folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- die Verwendung mineralölfreier Additive bei der Rohstoff- und Papierherstellung,
- die Substitution von Altpapier durch mineralölarme Altpapiersorten,
- die Substitution von Altpapier durch Frischfasern,
- eine bessere Abtrennung der grafischen Papieranteile aus dem gemischten Altpapier,
- und eine Umstellung auf mineralölfreie Offset-Coldset Zeitungsdruckfarben.

Im Rahmen der Studie wurde die Summe an aliphatischen und aromatischen Mineralölen der Klassen II und III gemäß JECFA-Zuordnung (MOSH und MOAH) mit den Kettenlängen C10 bis < C25 betrachtet.

Die Modellrechnung geht von einem Massenstrommodell aus und bilanziert Mineralölgehalte. Die eingesetzten Konzentrationswerte beruhen auf Literaturangaben, eigenen Erfahrungswerten der beteiligten Forschungsstellen, Annahmen über Auswirkungen verschiedener Prozessstufen der Altpapieraufbereitung und der Papierherstellung und wurden im Rahmen des Projekts durch zusätzliche Messungen ergänzt. Der modellierte Ausgangszustand (Ist-Zustand) für einen unbedruckten Recycling-Faltschachtelkarton ergab einen Mineralölgehalt von rund 400 mg/kg, der durchaus im Bereich von realen Messergebnissen liegt.

Betrachtet wurden auch Maßnahmen zur Vermeidung der Migration von Mineralöl vom Karton in das Lebensmittel durch Verwendung von Innenbeuteln oder Barrierebeschichtungen. Beide Maßnahmen leisten keinen Beitrag zur Absenkung des Mineralölgehalts im Lebensmittelkarton.

Für alle betrachteten Maßnahmen wurden die Auswirkungen auf den Mineralölgehalt im Faltschachtelkarton für einen Gleichgewichtszustand berechnet, für den davon ausgegangen wurde, dass die berücksichtigte Maßnahme nicht nur in Deutschland, sondern auch im europäischen Ausland greift, so dass Importe von Altpapier und verpackten Gütern keinen signifikanten Einfluss auf den Mineralölgehalt im Faltschachtelkarton haben.

Für die betrachteten Maßnahmen wurde jeweils Kostenschätzung vorgenommen und die Effizienz der jeweiligen Maßnahme durch Quotientenbildung von Mineralölreduktion durch zu erwartende Mehrkosten bewertet. Die mit Abstand effizienteste der betrachteten Maßnahmen ist die Substitution mineralölhaltiger durch mineralölfreie Offsetdruckfarbe. Mit Unterstützung durch die Verwendung mineralölfreier Additive von der Rohstoff- bis zur Papierherstellung in allen Produktbereichen ließe sich der Mineralölgehalt im Faltschachtelkarton auf 3 mg/kg, also mehr als 99 %, reduzieren.

Die ökologischen Auswirkungen durch die Verwendung von Pflanzenölen anstelle von Mineralölen in Druckfarben sind dabei völlig zweitrangig, da der Pflanzenölbedarf für Druckfarben in Europa max. 0,1 % der weltweiten und weniger als 1 % der europäischen Pflanzenölproduktion ausmachen würde. Auch die geschätzten Mehrkosten für diese Druckfarben sind irrelevant, da sie durchschnittlich max. 1 Eurocent/Ausgabe einer deutschen Tageszeitung betragen dürften. Ausdrücklich zu betonen ist allerdings die Tatsache, dass der niedrige berechnete Mineralölgehalt im Faltschachtelkarton nur durch ein Zusammenwirken aller Beteiligten reali-

siert werden kann. Alle Mitglieder der Wertschöpfungskette sind dabei gefragt ihren Beitrag zu leisten, um Mineralöl in allen verwendeten Additiven, Prozessen, etc. zu substituieren.

Vorteilhaft ist die Tatsache, dass diese Maßnahme in der Praxis umgesetzt werden kann. Dagegen sind andere, weniger effektive Maßnahmen, zum Teil rein theoretische Überlegungen, die z. B. an einer vollständigen Trennung von grafischen Papierprodukten aus dem gemischten Altpapier oder an der Verfügbarkeit mit mineralölarmer Altpapiersorten oder mit Frischfasern scheitern würden. So liefert das Szenario 2c zwar mit eines der besten Ergebnisse was den Mineralölgehalt im Faltschachtelkarton für Lebensmittelverpackungen (63 mg/kg) angeht, erfordert aber im Vergleich zum Altpapierrecycling den jährlichen Einsatz von 2,3 Mio t Frischfasern mit den dazugehörigen Ressourcenbelastungen an Holz, Energie, Wasser und Luft. Gleichzeitig würden große Altpapierüberschussmengen entstehen (2,4 Mio t/a), die in Deutschland nicht mehr verarbeitet werden könnten und exportiert werden müssten. Volkswirtschaftlich muss es daher Zielsetzung bleiben, das Altpapierrecycling tatkräftig zu unterstützen, um weiterhin Kreislaufwirtschaft auf hohem Niveau betreiben zu können.