



INFOR-Projekt Nr. 178

**Rezyklierbarkeitsbewertung von Papier- und
Kartonprodukten mit Barrierebeschichtung**

Schlussbericht

Juni 2017

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik

Papiertechnische Stiftung – PTS
München

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel

Projektbearbeiter:
Dipl.-Ing. Saskia Runte
Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz

Prof. Dr. Frank Miletzky
Projektbearbeiter:
Dr. Elisabeth Hanecker

Schlussbericht INFOR-Projekt 178

Rezyklierbarkeitsbewertung von Papier- und Kartonprodukten mit Barriere- beschichtung

Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik (PMV)
Technische Universität Darmstadt

Papiertechnische Stiftung (PTS)

Projektbearbeiter:

Dipl.-Ing. Saskia Runte (PMV)
Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz (PMV)
Dr. Elisabeth Hanecker (PTS)

Juni 2017



Projektbegleiter:

Herr Rainer Blum / BASF, Ludwigshafen

Herr Oliver Csiritis / Mondi, Raubling

Herr Alexander Fried / DS Smith, Aschaffenburg

Frau Petra Hanke / ZELLCHEMING, Darmstadt

Herr Peter Hengesbach / Stora Enso Deutschland GmbH, Mönchengladbach

Herr Günter Ludwig / Weig Karton, Mayen

Herr Johann Oberndorfer / UPM, Augsburg

Herr Manfred Paulus / PK Varel, Varel

Herr Klaus Reimann / UPM, Dörpen

Herr Reinhardt Thiel / VDP, Bonn

Herr Olaf Truppner / Smurfit Kappa, Hoya

Herr Reinhold Walter / Pfeiderer, Teisnach

Herr Harald Kafitz / Sappi, Alfeld

Kontakt:

Technische Universität Darmstadt

Fachgebiet Papierfabrikation und

Mechanische Verfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel

Alexanderstr. 8

D-64283 Darmstadt

Telefon: +49 – 61 51 – 16 22 580

Fax: +49 – 61 51 – 16 22 581

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Ausgangssituation.....	7
2 Forschungsziel und Lösungsweg.....	8
3 Material und Methodik.....	10
3.1 Probematerial.....	10
3.2 Bekannte Methoden zur Messung der Rezyklierbarkeit	12
3.2.1 PTS-Methode RH 021/97	12
3.2.1 ZM-Methode RECO 01/2014 (EcoPaperLoop-Methode 1).....	12
3.3 Entwickelte Methode zur Anreicherung von Stoffen im Filtrat	13
3.4 Entwässerung des zerfaserten Faserstoffs	14
3.4.1 Versuchsdurchführung Durchlaufzentrifuge.....	15
3.4.2 Versuchsdurchführung Britt Jar	15
4 Ergebnisse	16
4.1 Rezyklierbarkeitsbewertungen anhand der PTS-Methode RH 021/97 und der ZM-Methode RECO 01/2014 ($\triangleq$ EcoPaperLoop Methode 1).....	16
4.2 Filtratanreicherung	21
4.3 Entwicklung von Bewertungskriterien für Barrierebeschichtungen.....	23
4.3.1 Untersuchung des Faserstoffs zur Bewertung der Rezyklierbarkeit	24
4.3.2 Untersuchung des Filtrats zur Bewertung der Rezyklierbarkeit	25
4.4 Bewertungsrichtlinien für Barrierebeschichtungen	31
5 Schlussfolgerung	32
6 Literaturverzeichnis	33

Zusammenfassung

Die Diskussion über die Migration von Papier-/Kartoninhaltsstoffen, insbesondere Mineralölen, aus altpapierhaltigen Lebensmittelverpackungskartons und Wellpappen-umverpackungen reißt nicht ab. Toxikologen und Verbraucher fordern grundsätzlich, dass Lebensmittel nicht mit gesundheitsschädlichen bzw. gesundheitsgefährdenden Stoffen verunreinigt sein dürfen. Um diese Problematik zu lösen, könnte zum einen die Entfernung der kritischen Substanzen aus dem Altpapier eine Lösung sein, oder zum anderen eine Barrierebeschichtung des Lebensmittelverpackungskartons zur Vermeidung der Migration der kritischen Substanzen aus der Verpackung in das Lebensmittel. Es ist daher abzusehen, dass die Menge an Verpackungsmaterialien mit Barrierebeschichtungen zukünftig zunehmen wird und damit zwangsläufig größere Mengen in den Altpapier-Recyclingkreislauf gelangen. Alle Anbieter von Beschichtungsmaterialien und alle Kartonhersteller, die bereits Barrierebeschichtungen entwickelt haben, proklamieren für sich, dass ihre Beschichtungen recyclinggerecht sind. Dabei wird allerdings nicht erläutert, wie die Rezyklierbarkeit geprüft bzw. bewertet wurde.

Innerhalb dieses Projektes wurde die Rezyklierbarkeit von 18 Papier- und Kartonprodukten u. a. anhand der PTS-Methode RH 021/97 sowie der im EU-Projekt EcoPaperLoop entwickelten Rezyklierbarkeits-Prüfmethode (ZM-Methode RECO 01/2014) für Verpackungsmaterialien untersucht. Von den getesteten Produkten konnten zwei Produkte bei der Bewertung nach der ZM-Methode RECO 01/2014 nicht rezykliert werden. Nach der PTS-Methode RH 021/97 wurden fünf Produkte als nicht rezyklierbar eingestuft, von denen drei mit einer Barriere gegen Mineralöle beschichtet waren. Eine Probe wurde als bedingt rezyklierbar und 12 Produkte als rezyklierbar eingestuft. Vier dieser 12 Produkte wiesen eine Barriere gegen Mineralöle auf.

Des Weiteren wurde eine Methode entwickelt, die eine mögliche Anreicherung kolloidaler oder gelöster Bestandteile der Beschichtungsmaterialien im Kreislaufwassersystem simuliert. Dabei wurde für die jeweilige Zerkleinerung das zuvor bei der Entwässerung generierte Filtrat eingesetzt. Es zeigt sich, dass bei den untersuchten Proben keine Stickys in den Filtraten angereichert werden. Anhand der ARS-Methode wird die Klebrigkeit des Filtrats (unter Zugabe von Fällungsmittel) untersucht. Abhängig von der Barriereart wird durch die Beschichtung im Vergleich zur Referenzprobe meist eine höhere Menge an klebenden Verunreinigungen im Filtrat gemessen. Eine Ausnahme zeigt die nicht synthetische Barriere (Probe D), bei der es im Vergleich zur deren Referenzprobe zu keinem Anstieg an klebenden Verunreinigungen kommt. Des Weiteren scheint durch die mehrfache Zerkleinerung bei einigen barrierebeschichteten Proben eine Anreicherung an klebenden Verunreinigungen im Filtrat zu erfolgen. Dies muss jedoch durch weitere Versuche mit unterschiedlichen Barrierearten verifiziert werden.

Mit den ermittelten Daten lassen sich bisher noch keine eindeutigen Bewertungskriterien für Barrierebeschichtungen aufstellen, da noch zu wenig Proben untersucht wurden und auch die Parameter zur Bewertung der Rezyklierbarkeit nochmals erweitert bzw. die vorhandenen Ergebnisse verifiziert werden müssen.

Abkürzungsverzeichnis

ARS-Methode	Adsorptionsmethode am rotierenden Sieb
CAD	Computer-aided design
CSB	Chemische Sauerstoffbedarf
k.A.	Keine Angabe
LC	Low consistency
FW	Frischwasser
Otro	Ofentrocken
PMV	Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik
PVOH	Polyvinylalkohol
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk
SD	Stoffdichte
ZM	Zellcheming

1 Ausgangssituation

Die Diskussion über die Migration von Papier-/Kartoninhaltsstoffen, insbesondere Mineralöl, aus altpapierhaltigen Lebensmittelverpackungskartons und Wellpappen-umverpackungen reißt nicht ab. Toxikologen und Verbraucher fordern grundsätzlich, dass Lebensmittel nicht mit gesundheitsschädlichen bzw. gesundheitsgefährdenden Stoffen verunreinigt sein dürfen. Dies gilt umso mehr, wenn diese Substanzen nicht direkt aus der Lebensmittelproduktion stammen, sondern vielmehr nachträglich durch die gewählte Verpackungsart, Lagerung und Distribution in das Lebensmittel gelangen. In verschiedenen Veröffentlichungen wurde gezeigt, dass eine Migration verschiedener Substanzen aus dem Verpackungspapier oder -karton sowie eine Cross-Kontamination durch Transportumverpackungen möglich ist. Um diese Problematik zu lösen, könnte zum einen die Entfernung der kritischen Substanzen aus dem Altpapier eine Lösung sein, oder zum anderen die Vermeidung der Migration der kritischen Substanzen aus der Verpackung in das Lebensmittel.

Zur Entfernung der kritischen Substanzen aus Altpapier wurden schon zahlreiche Projekte durchgeführt, jedoch konnte bisher keine wirtschaftliche Lösung gefunden werden, um die kritischen Inhaltsstoffe ausreichend aus dem Altpapier zu entfernen /1, 2, 3, 4/. Eine Möglichkeit, die nachträgliche Kontamination von Lebensmitteln grundsätzlich zu vermeiden, stellt eine Barrierebeschichtung des Lebensmittelverpackungskartons dar. Eine derartige Beschichtung stellt auch für Frischfaserkartons eine Möglichkeit dar, um jeglicher Diskussion über die Cross-Kontamination durch Transportumverpackungen entgegenzutreten.

Es ist daher abzusehen, dass die Menge an Verpackungsmaterialien mit Barrierebeschichtungen zukünftig zunehmen wird. Damit gelangen zwangsläufig auch größere Mengen des verwendeten Beschichtungsmaterials in den Altpapier-Recyclingkreislauf. Wird von dem "Worst-case Szenario" ausgegangen, dass die für den Lebensmittelkontakt hergestellten Faltschachtelkartons und Verpackungspapiere (keine Wellpappenumverpackungen) beschichtet werden, dann würden in Deutschland gemäß INFOR-Bericht 155 jährlich 1,2 Mio t Papierprodukte (Basiszahlen 2008) zu beschichten sein, die dann auch wieder zu einem sehr hohen Prozentanteil erfasst und in den Recyclingkreislauf zurückgeführt werden würden /1/.

Alle Anbieter von Beschichtungsmaterialien und auch alle Kartonhersteller, die bereits Barrierebeschichtungen entwickelt haben, proklamieren für sich, dass ihre Produkte recyclinggerecht sind. In der Veröffentlichung "Mineralölproblem: Anbieter von Barrierebeschichtungen bestätigen, dass ihre Produkte eingesetzt werden" vom 30. Mai 2016 in der Euwid (s. Anhang), werden ein Großteil der bis dato auf dem Markt erhältlichen Papier- und Kartonprodukte mit Mineralölbarriere beschrieben. Neben den extrusionsbeschichteten Papieren und Kartons und den bei der Kartonproduktion applizierten Barrieren auf wässriger Basis, können auch Mineralöladsorber in der Mittellage des Kartons eingesetzt werden /5/. Es wird allerdings nicht bei allen vorgestellten Produkten erläutert, ob und wie die Rezyklierbarkeit geprüft bzw. bewertet wird. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass Neuentwicklungen weiterer Barrierschichten zukünftig auf den Markt kommen werden.

Werden die Maßstäbe der Rezyklierbarkeit von Klebstoffapplikationen der INGEDE für Druckerzeugnisse zugrunde gelegt, dann sollten Barrierebeschichtungen, ähnlich wie Klebstoffapplikationen, unter Standardbedingungen in den Aufbereitungsanlagen der Papierfabriken absortierbar sein /6/. Leider gibt es zur Bewertung der Recyclingfähigkeit von Barrierebeschichtungen derzeit kein allgemeingültiges Prüfverfahren. Mangels Alternativen wird üblicherweise auf die PTS-Methode RH 021/97 "Kennzeichnung der Rezyklierbarkeit von Packmitteln aus Papier, Karton und Pappe sowie von graphischen Druckerzeugnissen" zurückgegriffen /7/. Die einzige Herausforderung bei diesem Test stellt der sogenannte Blattklebetest des sortierten Gutstoffs dar. Im EU-Projekt EcoPaperLoop wurde eine Rezyklierbarkeits-Prüfmethode für Verpackungsmaterialien entwickelt, die papierfremde Bestandteile, Stippen und Makro-Stickys erfasst /8/. Kriterien für recyclinggerechte Verpackungen existieren noch nicht, allerdings wird für klebende Verunreinigungen (Stickys) ebenfalls eine bestimmte Absortierbarkeit gefordert.

Über eine mögliche Anreicherung kolloidaler oder gelöster Bestandteile der Beschichtungsmaterialien in eng geschlossenen Wasserkreislaufsystemen kann allerdings keine dieser Methoden Hinweise liefern. Insbesondere wenn immer mehr Barrierebeschichtungen zum Einsatz kommen, ist mit einer Anreicherung von chemischen Substanzen über das Altpapier-Recyclingsystem zu rechnen. Daher ist die Entwicklung einer Methode zur objektiven Bewertung des Anreicherungsverhaltens von Barrierebeschichtungsmaterialien im Kreislaufwassersystem erforderlich. Nur so kann der Einfluss des verstärkten Aufkommens von barrierebeschichteten Kartons auf die Wiederverwertbarkeit des Altpapiers über Simulationen und Modellierungen realitätsnäher abgeschätzt werden.

Zusammen mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurde beschlossen, dass in diesem Projekt das Hauptaugenmerk auf die Rezyklierbarkeit von Mineralölbarrieren liegt. Barrieren gegen Wasser-/Wasserdampf, Fett etc. sollte nur am Rande betrachtet werden.

2 Forschungsziel und Lösungsweg

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Laborverfahrens, mit dem die Anreicherung von Substanzen im Wasserkreislaufsystem einer Papiermaschine simuliert und modelliert werden kann. Dieses angereicherte Stoff-Wassersystem soll dann dazu dienen, Prüfungen anzuwenden, mit denen das Verhalten von Mineralölbarrierebeschichtungen während des Rezyklierens von Papier und Karton objektiver ermittelt werden kann. Schlussendlich sollen die ermittelten Daten dazu dienen, ein Bewertungsverfahren für die Rezyklierbarkeit aufzustellen.

Lösungsweg:

Der Ansatz zur Problemlösung liegt in der Nachstellung der Anreicherung von Substanzen im Kreislaufwassersystem verbunden mit der Analyse von Filtrat und/oder Faserstoff. Hierzu soll die mehrfache Zerfaserung von Proben des gleichen Materials unter jeweiliger Verwendung des zuvor von der Suspension gewonnenen Filtrats durchgeführt werden. Das angereicherte Stoff-Wassersystem wird dann für

weiterführende Untersuchungen genutzt. Derartige Anreicherungsversuche wurden z. B. für den CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) von grafischem Altpapier im Zuge von Deinkingversuchen bereits in den 90er Jahren im Hochkonsistenzbereich sowohl mit als auch ohne Chemikaliendosierung durchgeführt /9, 10/. Gemäß **Abbildung 1** ist bereits nach vier bis sechs Zyklen ein Gleichgewichtsniveau erreicht, das für den spezifischen CSB einer Altpapiermischung ohne Chemikaliendosierung zu dessen Verdreifachung führt.

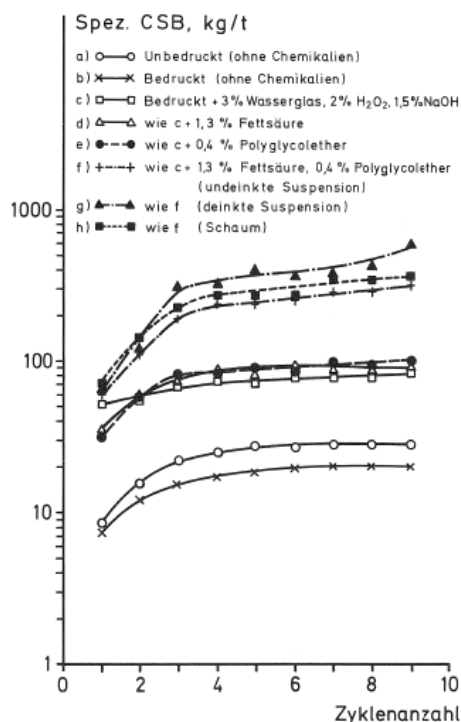


Abbildung 1: CSB-Aufkonzentrierung grafischen Altpapiers mit und ohne Chemikaliendosierung /10/

Für die geplanten Versuche mit Verpackungsmaterialien ist der Niederkonsistenzbereich ohne Chemikaliendosierung und mit einer Zerkleinerungstemperatur von 40 °C anzuwenden, damit die Laborbedingungen möglichst Praxiskonditionen widerspiegeln. Ziel muss es sein, möglichst rasch eine signifikante Anreicherung gelöster und kolloidal gelöster Substanzen im Stoff-Wassersystem zu erreichen.

Anschließend sollen Bewertungskriterien für Barrierebeschichtungen entwickelt werden und ein Vergleich der angereicherten Filtrate mit dem Filtrat aus der ersten Zerkleinerung durchgeführt werden. Als mögliche Bewertungskriterien sollen die Fällung anionischer Substanzen aus dem Substrat (INGEDE-Methode 6), die Adsorptionsmethode am rotierenden Sieb (ARS), die Stickybestimmung (z. B. INGEDE für Makro-Stickys und PMV-Hausmethode für Mikro-Stickys) sowie eine Bestimmung der Klebrigkeit betrachtet werden. Abschließend sollen Bewertungsrichtlinien für Barrierebeschichtungen festgelegt werden, die recyclinggerechte Verpackungen erfüllen müssen.

3 Material und Methodik

Zur Bearbeitung dieses Projektes werden verschiedene Papier- und Kartonprodukte eingesetzt, die in Kapitel 3.1 aufgeführt und beschrieben sind. Die verwendeten Methoden werden in Kapitel 3.2 bis 3.4 näher erläutert.

3.1 Probematerial

Die in diesem Projekt verwendeten Papiere und Kartons werden im Folgenden dargestellt. Neben den in **Abbildung 2** gezeigten Produkten, wurde zusätzlich ein gebleichter Zellstoff untersucht.

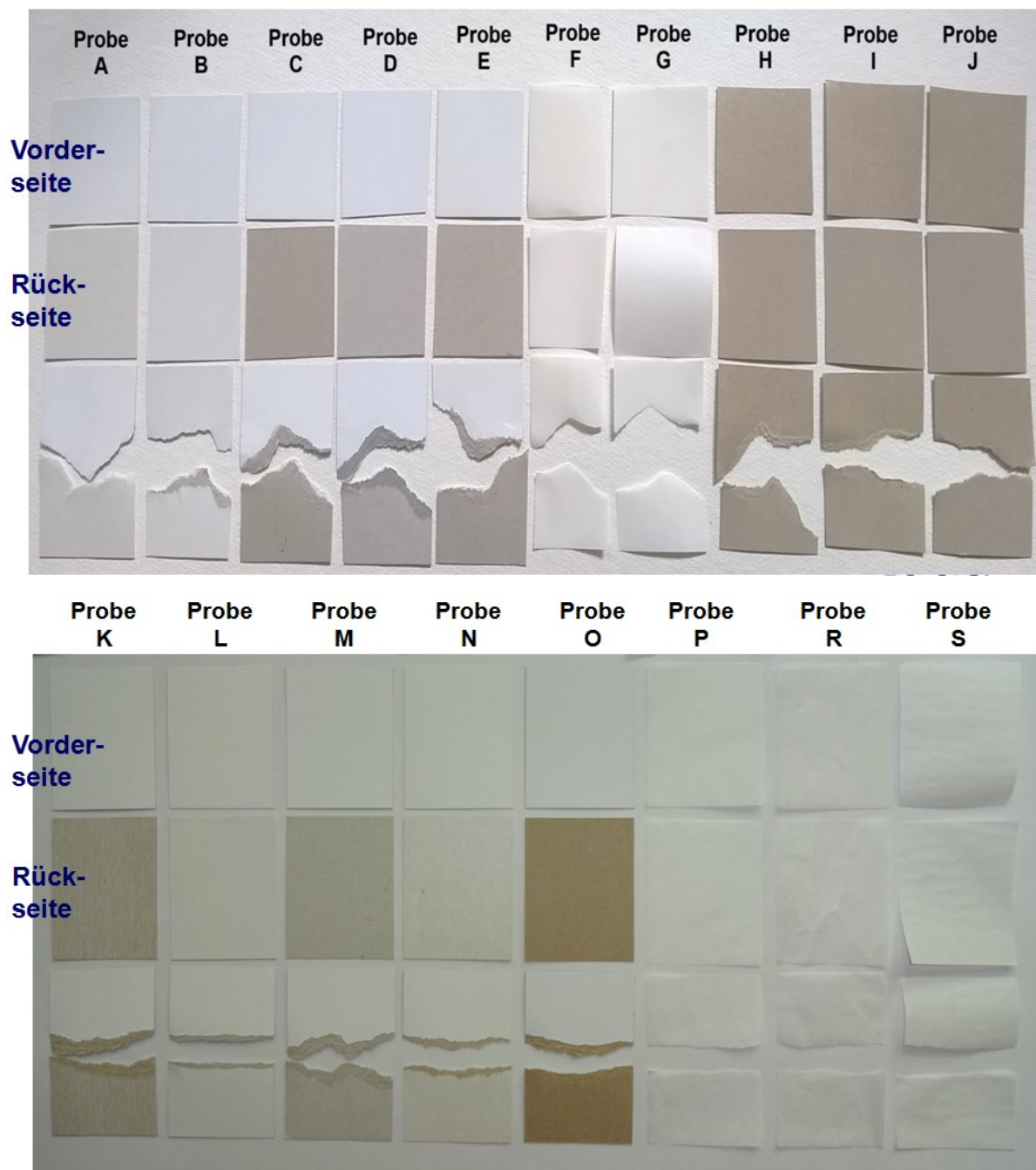


Abbildung 2: Eingesetzte Papier- und Kartonprodukte

Die zur Verfügung stehenden Produkte unterscheiden sich zum einen im Ausgangsmaterial (Papier, Karton) und zum anderen in dem eingesetzten Beschichtungsmaterial und dessen Auftragsverfahren. Des Weiteren werden die Produkte für verschiedene Einsatzzwecke verwendet. In **Tabelle 1** sind alle vorhandenen Informationen über die Produkte zusammengefasst.

Tabelle 1: Grundinformationen der verwendeten Papier- und Kartonprodukte

Bezeichnung im Projekt	Ausgangsmaterial	Barriere gegen...	Auftragsmenge in g/m ²	Kommentar
Probe E	Karton	-	-	Referenz zu A - D
Probe D	Karton	Mineralöl	k. A.	Barriere in Masse
Probe A	Karton	Fett	k. A.	SBR und Talkum + PVOH basiert mit weiteren Additiven
Probe B	Karton	Fett	k. A.	-
Probe C	Karton	Wasserdampf	k. A.	SBR und Talkum + Mischung aus Styrol-acrylat und Paraffinwachs
Probe F	Papier	-	-	Referenz zu G
Probe G	Papier	Mineralöl	k. A.	-
Probe H	Karton	Mineralöl	4	Wässrige Acrylatdispersion - Variation der Auftragsmenge
Probe I	Karton	Mineralöl	8	
Probe J	Karton	Mineralöl	12	
Probe L	Karton	-	-	Standardprodukt
Probe M	Karton	-	-	Standardprodukt
Probe N	Karton	Mineralöl	k. A.	-
Probe K	Karton	Mineralöl	k. A.	Abwandlung zu Probe N
Probe O	Karton	Wasserdampf	k. A.	-
Probe P	Papier	k. A.	k. A.	-
Probe R	Papier	k. A.	k. A.	-
Probe S	Papier	Wasserdampf	k. A.	-

3.2 Bekannte Methoden zur Messung der Rezyklierbarkeit

3.2.1 PTS-Methode RH 021/97

Eine bekannte Methode zur Kennzeichnung der Rezyklierbarkeit ist die PTS-Methode RH 021/97. Diese wird in zwei Kategorien eingeteilt und wird zum einen für grafische Druckerzeugnisse (Kategorie 1) und zum anderen für Packmittel aus Papier, Karton und Pappe (Kategorie 2) angewendet. In diesem Projekt erfolgt die Untersuchung nach Kategorie 2, wie in **Abbildung 3** dargestellt. Kennzeichnend für diese Methode sind die Zerfaserung unter Einsatz von 50 g otro Faserstoff bei einer Stoffdichte von 2,5 % sowie der abschließende Blattklebetest.

Mittels der PTS-Methode RH 021/97 werden die folgenden Parameter getestet und bewertet:

- Qualität der Zerfaserung,
- Rückstand (Anteil papierfremde Bestandteile) in %,
- Blattklebetest des sortierten Stoffs,
- Blattklebetest des unsortierten Stoffs.

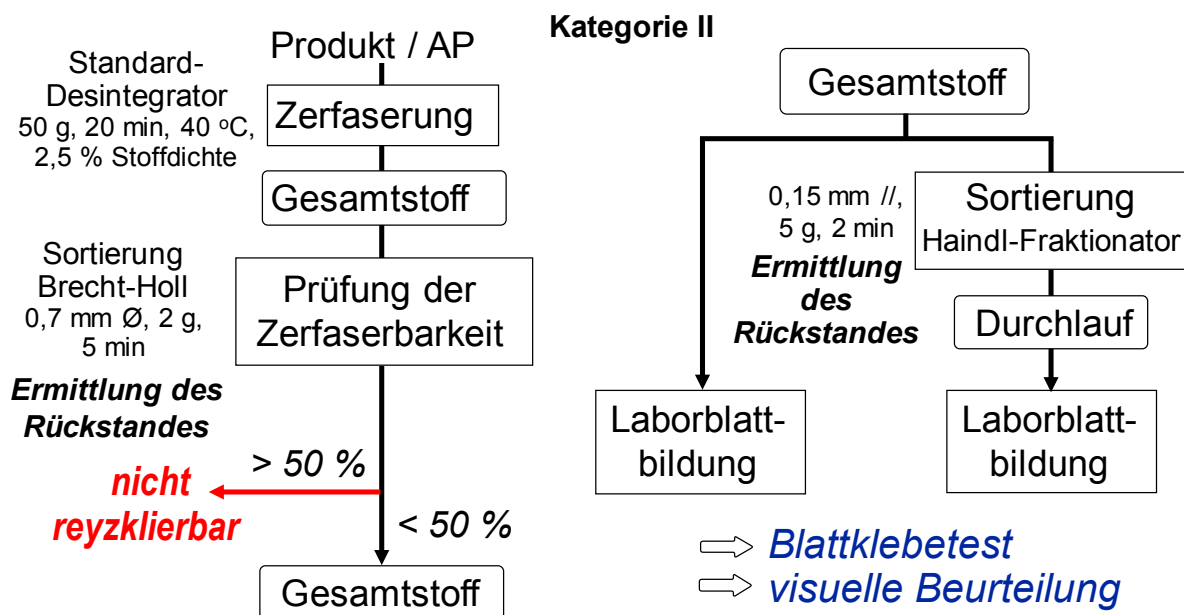


Abbildung 3: Rezyklierbarkeitsmethode gemäß PTS-Methode RH 021/97 /7/

Bei der Rezyklierbarkeitsbewertung nach der PTS-Methode RH 021/97 wird eine relativ geringe Menge an Faserstoff bewertet, die Bewertung der Klebrigkeit erfolgt visuell und es erfolgt keine Bewertung des Filtrats.

3.2.1 ZM-Methode RECO 01/2014 (EcoPaperLoop-Methode 1)

Der Prozessablauf der in dem EU-Projekt EcoPaperLoop entwickelten Rezyklierbarkeits-Prüfmethode für Verpackungsmaterialien ist in **Abbildung 4** dargestellt. In Anlehnung an die industrielle Praxis werden 480 g otro Faserstoff bei einer Stoffdichte von 4 % zerfasert.

Mittels dieser Methode werden die folgenden Parameter getestet und bewertet:

- Grobrejekt in %,
- Stippengehalt in %,
- Makro-Stickyfläche < 2.000 μm äquivalenten Kreisdurchmesser in mm^2/kg ,
- Optische Inhomogenität.

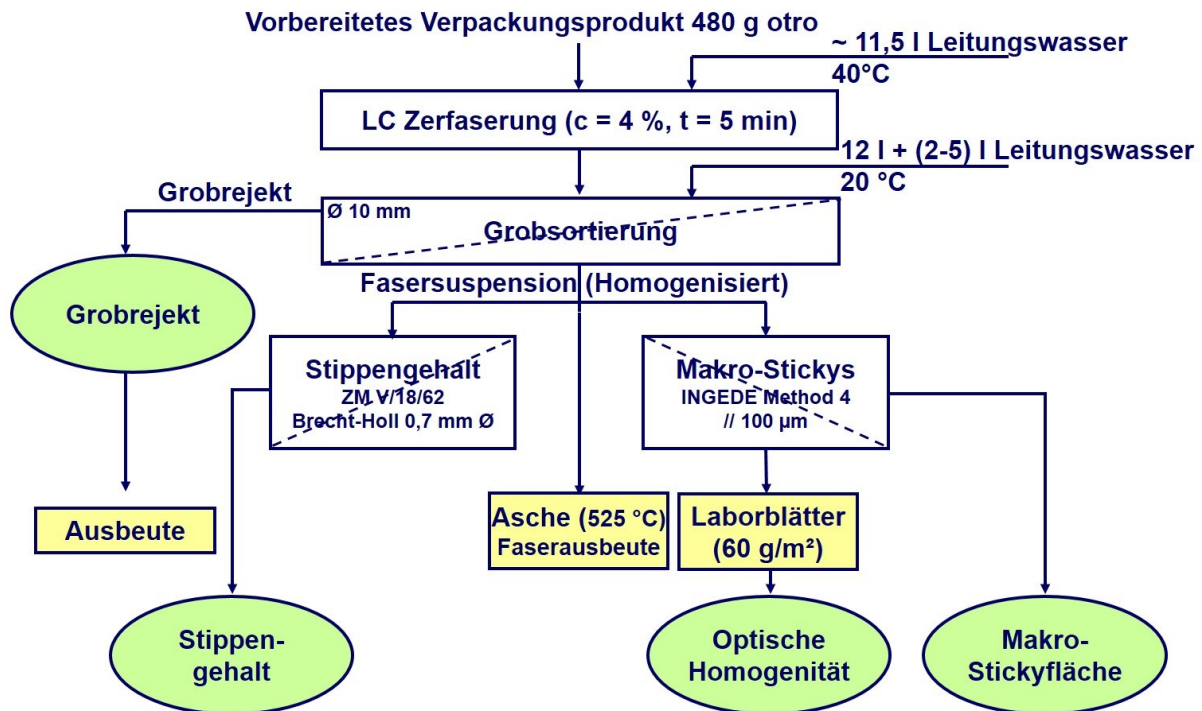


Abbildung 4: Prüfung des Rezyklierungsverhaltens von Verpackungen gemäß EcoPaperLoop (5th Draft) /8/

Bei der Rezyklierbarkeitsbewertung nach der EcoPaperLoop-Methode wird der Aufbereitungsprozess in der Stoffaufbereitung einer Papierfabrik industrienah simuliert, jedoch erfolgt keine Bewertung der Klebrigkeit und des Filtrats.

3.3 Entwickelte Methode zur Anreicherung von Stoffen im Filtrat

Zur Bewertung der Rezyklierbarkeit wurde innerhalb dieses Projektes eine Methode in Anlehnung an die EcoPaperLoop-Methode entwickelt. Neben der Zerkaserung des Papier- und Kartonproduktes wird zusätzlich eine mögliche Anreicherung von chemischen Substanzen durch Mehrfachzerkaserung bewertet, die die Anreicherungsvorgänge in eingegengten Wasserkreisläufen von Stoffaufbereitungsanlagen und Papiermaschinen in altpapierverarbeitenden Papierfabriken simuliert.

Nach der ersten Zerkaserung der Verpackung mit Frischwasser (Leitungswasser) im Niederkonsistenzpulper bei einer Temperatur von 40 °C und einer Stoffdichte von 4 %, erfolgt eine möglichst weitgehende Entwässerung der Suspension, bei der das Filtrat aufgefangen wird. Zur Entwässerung wird eine Durchlaufzentrifuge (s. Kapitel 3.4.1) genutzt werden. Mit dem aufgefangenen und mit etwas Frischwasser ergänzten Filtrat erfolgt dann die Zerkaserung einer zweiten Probe des zu untersuchenden Verpackungsproduktes. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt bis sich ein

Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Dieser Prozess ist in **Abbildung 5** schematisch dargestellt.

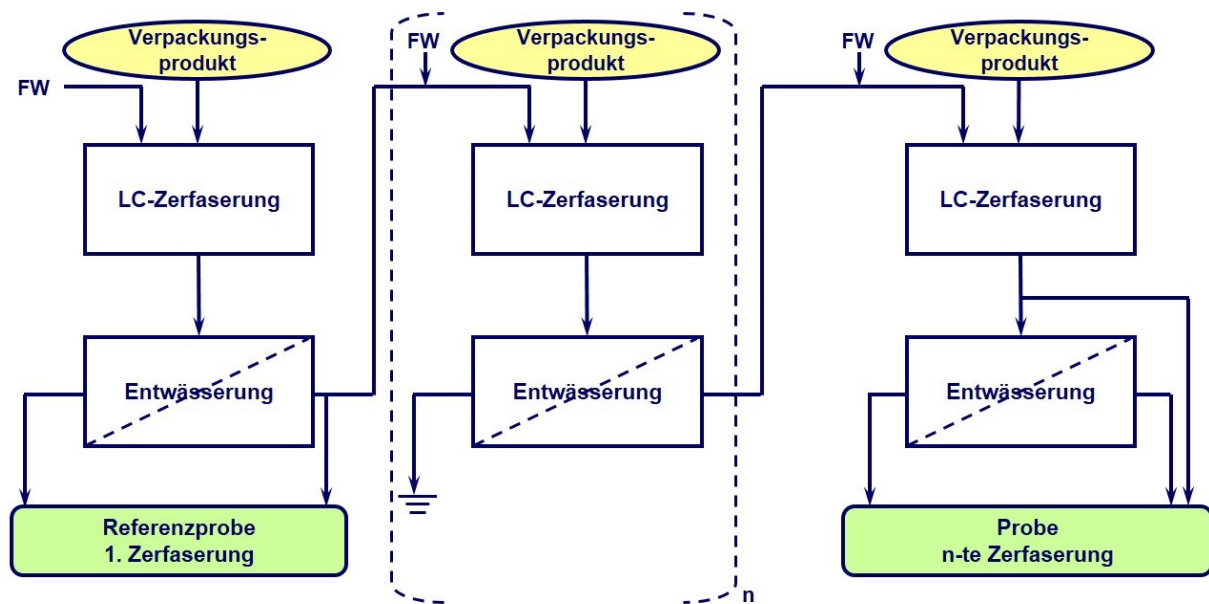


Abbildung 5: Prinzipielles Vorgehen bei Zerfaserung und Entwässerung (FW = Frischwasser)

Von dem Faserstoff und dem Filtrat wurden die folgenden Parameter untersucht, die dann im Ergebnisteil näher betrachtet werden (s. Kapitel 4.4).

- Makro- und Mikro-Stickys im Faserstoff,
- Makro- und Mikro-Stickys im Filtrat,
- Klebende Verunreinigungen anhand der Adsorptionsmethode am rotierenden Sieb (ARS-Methode) (mit Fällungsmittel) im Filtrat,
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) im Filtrat,
- Leitfähigkeit im Filtrat,
- Feststoffgehalt im Filtrat,
- pH-Wert im Filtrat.

3.4 Entwässerung des zerfaserten Faserstoffs

Für die Anreicherung von chemischen Substanzen im Stoff-Wassersystem sollte eine einheitliche Methodik entwickelt werden, die möglichst hohe Gleichgewichtskonzentrationen erreicht, die in wenigen Zyklen und mit geringem Arbeits- und Zeitaufwand realisiert werden kann.

Innerhalb des Projektes wurden zur Entwässerung neben der Durchlaufzentrifuge die Entwässerung mittels des Britt Jars (Dynamic Drainage Jar-Methode (DDJ)) untersucht. Die Ergebnisse der Entwässerungen und Anreicherungen werden in Kapitel 4 (Ergebnisse) näher erläutert. Zunächst werden hier der Aufbau und die Durchführung der Entwässerung mittels der Durchlaufzentrifuge und der Britt Jar-Methode dargestellt.

3.4.1 Versuchsdurchführung Durchlaufzentrifuge

In **Abbildung 6** ist ein Schnittbild der Durchlaufzentrifuge zu sehen, die zur Entwässerung des zerfaserten Faserstoffs eingesetzt wird. Um den Faserstoff mit einer Stoffdichte von 4 % in die Zentrifuge zu befördern, wird der Faserstoff mittels einer Pumpe in die Zentrifugentrommel befördert (Position 1). Abweichend zur Abbildung 6 wurde der Trichter durch eine Schlauchkupplung am Einlaufrohr ersetzt, so dass der Faserstoff mit der Exzentrerschneckenpumpe mit einem Fördervolumen von ca. 2 bis 10 l/min gepumpt werden kann. Der verwendete Siebkorb hat eine Maschenweite von 120 μm , womit der Faserstoff zurückgehalten wird (Position 2). Das daraus entweichende Filtrat wird über das Auslaufrohr aufgefangen (Position 3). Die Durchlaufzentrifuge wird während des Entwässerungsvorgangs mit einer maximalen Drehzahl von 4500 min^{-1} betrieben. Während der Entwässerung findet eine, über die gesamte Siebfläche verteilte, Ausbildung eines Filterkuchens statt.

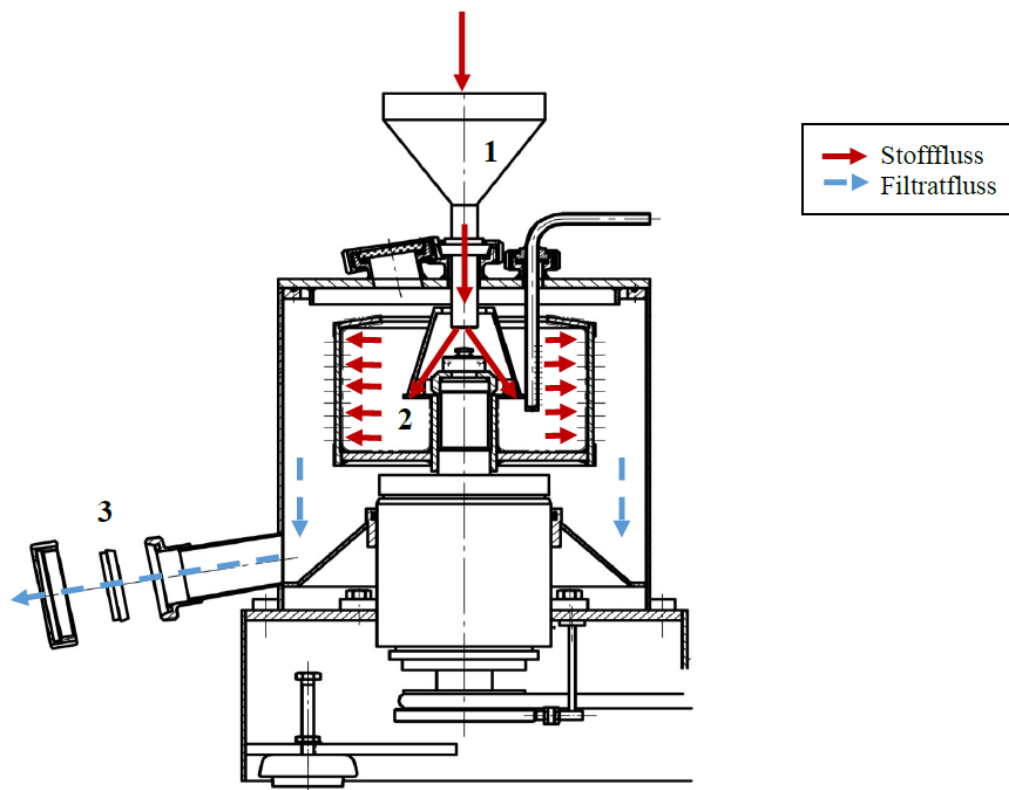


Abbildung 6: Schnittbild der verwendeten CEPA-Laboratoriums-Schleuder LS /11/

3.4.2 Versuchsdurchführung Britt Jar

Eine weitere Möglichkeit zur Entwässerung der Fasersuspension wurde mit Hilfe des Britt Jar (Dynamic Drainage Jar-Methode) umgesetzt. Dabei wird die Fasersuspension in einem Rührbehälter über ein Sieb (Siebmaschenweite von 800 μm) sortiert und abweichend zur Methode anschließend nochmals über eine Laborblattbildungssieb mit 120 μm Maschenweite (entsprechend der Maschenweite der Durchlaufzentrifuge) abfiltriert. Um ein Zusetzen des Siebes zu verhindern, wird die Fasersuspension kontinuierlich gerührt. Über ein Ventil im Boden des Rührbehälters kann das entwässerte Filtrat aufgefangen werden.

4 Ergebnisse

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse basieren teilweise auf Ergebnissen von studentischen Arbeiten, die am PMV innerhalb dieses Projektes durchgeführt wurden /11, 12/.

4.1 Rezyklierbarkeitsbewertungen anhand der PTS-Methode RH 021/97 und der ZM-Methode RECO 01/2014 ($\triangleq$ EcoPaperLoop Methode 1)

Zur ersten Bewertung der Rezyklierbarkeit von den Referenz- sowie den barrierebeschichteten Papieren und Kartons, wurden die Produkte zum einen nach der PTS-Methode RH 021/97 (s. Kapitel 3.2.1) und zum anderen nach der ZM-Methode RECO 01/2014 (s. Kapitel 3.2.1) getestet und bewertet.

Die Bewertung der Rezyklierbarkeit erfolgt bei der PTS-Methode RH 021/97 nach den drei Kategorien rezyklierbar, bedingt rezyklierbar und nicht rezyklierbar. Diese Bewertung setzt sich aus der Qualität der Zerkleinerung, dem Rückstand und dem Ergebnis von Blattklebetests an sortiertem und unsortiertem Stoff zusammen. Die Ergebnisse der Rezyklierbarkeit sind, für die in diesem Projekt verwendeten Papiere und Kartons, in **Tabelle 2** entsprechend der Rezyklierbarkeitsergebnisse (rezyklierbar, bedingt rezyklierbar und nicht rezyklierbar) zusammengefasst. Es wird deutlich, dass sich alle Produkte im Standarddesintegrator gut zerkleinern ließen. Der Rückstand auf der Lochplatte (0,7 mm $\varnothing$) nach der Sortierung mittels des Brecht-Holl-Gerät liegt insgesamt auf einem sehr geringen Niveau. Bis auf Probe O mit 6,7 % Rückstand und Probe I mit 1,7 % Rückstand beträgt der Rückstand bei allen getesteten Produkten weniger als 1 %. Bei Betrachtung der Blattklebetests lassen sich unterschiedliche Ergebnisse zwischen den Produkten erkennen. Von den 18 getesteten Produkten sind 12 als nicht klebrig eingestuft. Diese Produkte sind allesamt rezyklierbar. Ein Produkt ist leicht klebrig und wird als bedingt rezyklierbar eingestuft. Und bei fünf Produkten werden die Blattklebetests als klebrig eingestuft, sodass diese Produkte als nicht rezyklierbar eingestuft werden müssen.

Bezüglich der Mineralölbarrieren zeigt sich, dass die auf der Oberfläche (Probe K und Probe N) sowie die in der Masse (Probe D) zugefügte Mineralölbarriere sich nicht auf die Klebrigkeit beim Blattklebetest auswirkt und somit nach der PTS-Methode als rezyklierbar eingestuft werden. Im Gegensatz dazu ist die Mineralölbarriere (Probe G) als nicht rezyklierbar bewertet worden. Im Vergleich zu dem Referenzpapier (Probe F) hat der Blattklebetest des sortierten und des unsortierten Stoffs gezeigt, dass die Probe klebrig ist. Bei Betrachtung der Mineralölbarrieren mit unterschiedlichem Strichgewicht der Barriere zeigt sich, dass der mit 4 g/m² beschichtete Karton (Probe H) beim Blattklebetest nicht klebt und damit als rezyklierbar eingestuft wird. Dahingegen wurden die mit 8 g/m² und 12 g/m² beschichteten Kartons (Probe I und J) auf Grund ihrer Klebrigkeit beim Blattklebetest als nicht rezyklierbar eingestuft. Dies zeigt, dass bei der Bewertung der Rezyklierbarkeit auch die Auftragsmenge der Beschichtung eine maßgebliche Rolle spielen kann.

Tabelle 2: Rezyklierbarkeit nach der PTS-Methode RH 021/97

	Zerfaser- ung	Rückstand in %	Blattklebetest unsortierter Stoff	Blattklebetest sortierter Stoff	Bewertung
Probe E	gut	0,3	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe D	gut	0,2	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe C	gut	0,6	klebrig*)	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe F	gut	0,0	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe H	gut	0,1	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe L	gut	0,1	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe M	gut	0,2	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe N	gut	0,2	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe K	gut	0,2	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe O	gut	6,7	klebrig*)	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe P	gut	0,5	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe S	gut	0,4	nicht klebrig	nicht klebrig	Rezyklierbar
Probe A	gut	0,2	leicht klebrig	leicht klebrig	Bedingt rezyklierbar
Probe B	gut	0,3	Klebrig	Klebrig	Nicht rezyklierbar
Probe G	gut	0,0	Klebrig	Klebrig	Nicht rezyklierbar
Probe I	gut	1,7	Klebrig	Klebrig	Nicht rezyklierbar
Probe J	gut	0,2	Klebrig	Klebrig	Nicht rezyklierbar
Probe R	gut	0,9	Klebrig	Klebrig	Nicht rezyklierbar

*) Die das Kleben verursachenden Partikel ließen sich absortieren.

Für die Untersuchung der Rezyklierbarkeit nach der EcoPaperLoop-Methode (ZM-Methode RECO 01/2014) gibt es bisher noch keinen allgemein gültigen Bewertungsmaßstab. Jedoch lässt sich sagen, dass ein geringer Anteil an Grobrejekt sowie ein geringer Stippen- und Makro-Stickygehalt gefordert werden. Zusätzlich ist eine optische Homogenität der Laborblätter nach der Sortierung wünschenswert.

Im Vergleich zur PTS-Methode RH 021/97 erfolgt die Zerfaserung von knapp der zehnfachen Probenmenge (480 g o_{tro}) bei einer Stoffdichte von 4 %. Bei den Versuchen ließen sich die Proben P und R nicht zerfasern, sodass ein Grobrejekt von 100 % gemessen wurde. Aus diesem Grund werden diese beiden Proben im Folgenden nicht weiter betrachtet. Bis auf eine weitere Probe (Probe O mit 7 %) ließen sich alle anderen Produkte einwandfrei zerfasern und wiesen kein Grobrejekt auf. Insgesamt liegt der Stippengehalt (**Abbildung 7**) bei den Papier- und Kartonprodukten auf niedrigem Niveau, im Mittel bei 4 %. Die getesteten Proben mit Mineralölbarriere liegen dabei mit Ausnahme von Probe K und Probe N unterhalb des Mittelwertes. Der höchste Stippengehalt wurde mit 13,5 % bei Probe K gemessen (Mineralölbarriere). Ob die Stippen aus der Barriere oder dem bei der Herstellung der Basisprodukte eingesetzten Altpapier resultieren, kann nicht differenziert werden.

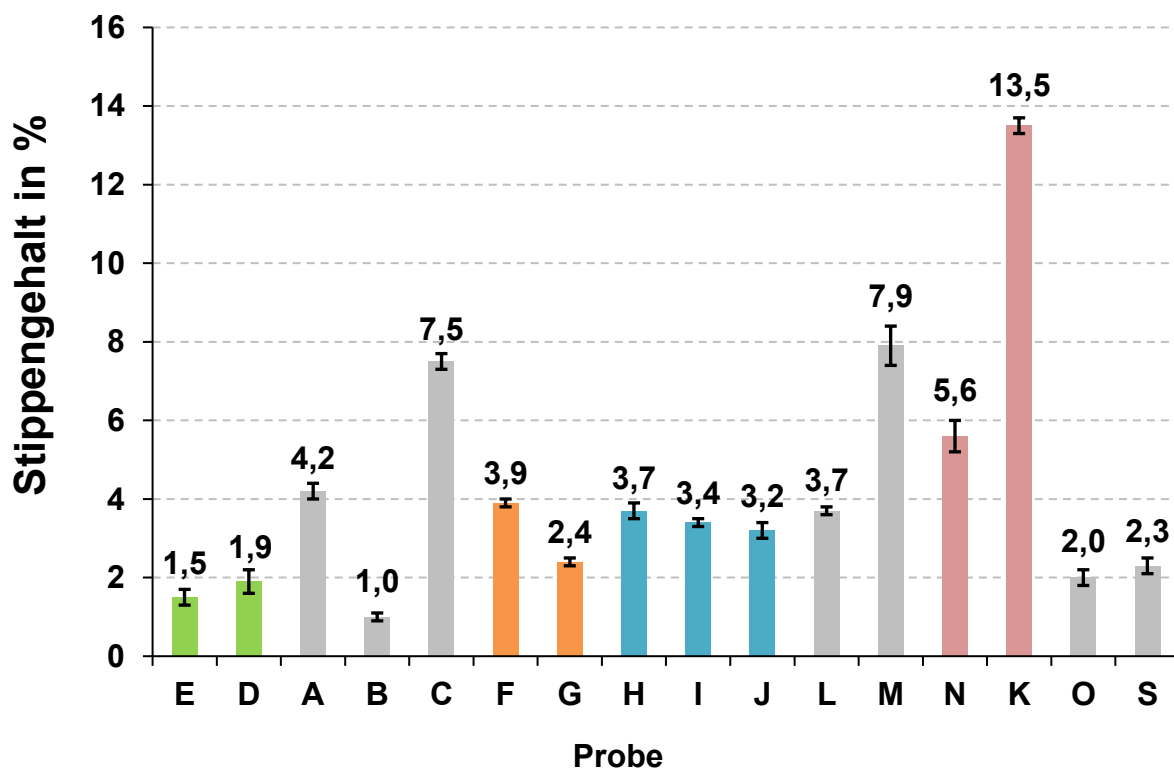


Abbildung 7: Bewertung der Rezyklierbarkeit nach der ZM-Methode RECO 01/2014, Stippengehalt

Da sich in der Stoffaufbereitungsanlage die Reinigungsleistung von Makro-Stickys verbessert, je größer die Klebstoffe im Altpapierstoff sind, sollen vor allem Makro-Stickys < 2.000 µm äquivalentem Kreisdurchmesser vermieden werden. Typischerweise resultieren Makro-Stickys aus Klebstoffanwendungen des Verpackungsproduktes, oder werden durch das Altpapier direkt eingetragen, wenn sie beim vorherigen Papierherstellungsprozess nicht vollständig abgetrennt wurden. An dieser

Stelle werden die Makro-Stickys gemessen, die entweder aus dem eingesetzten Altpapier oder aus der Barrierschicht resultieren (**Abbildung 8**).

Insgesamt kann gezeigt werden, dass die Makro-Stickyfläche im Mittel mit 2.362 mm²/kg auf relativ niedrigem Niveau liegt. Jedoch ist deutlich zu erkennen, dass zum Beispiel im Vergleich zum Referenzpapier (Probe F mit 93 mm²/kg), durch die Mineralölbarriere (Probe G) die Makro-Stickyfläche signifikant auf 7.726 mm²/kg gesteigert wird. Auch bei Betrachtung der Proben H, I und J wird deutlich, dass mit steigender Auftragsmenge der Barriere die Makro-Stickyfläche deutlich zunimmt. Lediglich bei der Probe D, bei der die Barriere in Form eines Adsorptionsmittels in der Masse eingetragen ist, nimmt die Makro-Stickyfläche im Vergleich zur Referenzprobe (Probe E) ab. Da bei den weiteren getesteten Produkten keine Referenzprodukte zur Verfügung stehen, kann nicht eindeutig beschrieben werden, ob die Makro-Stickys aus den Barrieren oder dem eingesetzten Altpapier zur Kartonherstellung resultieren.

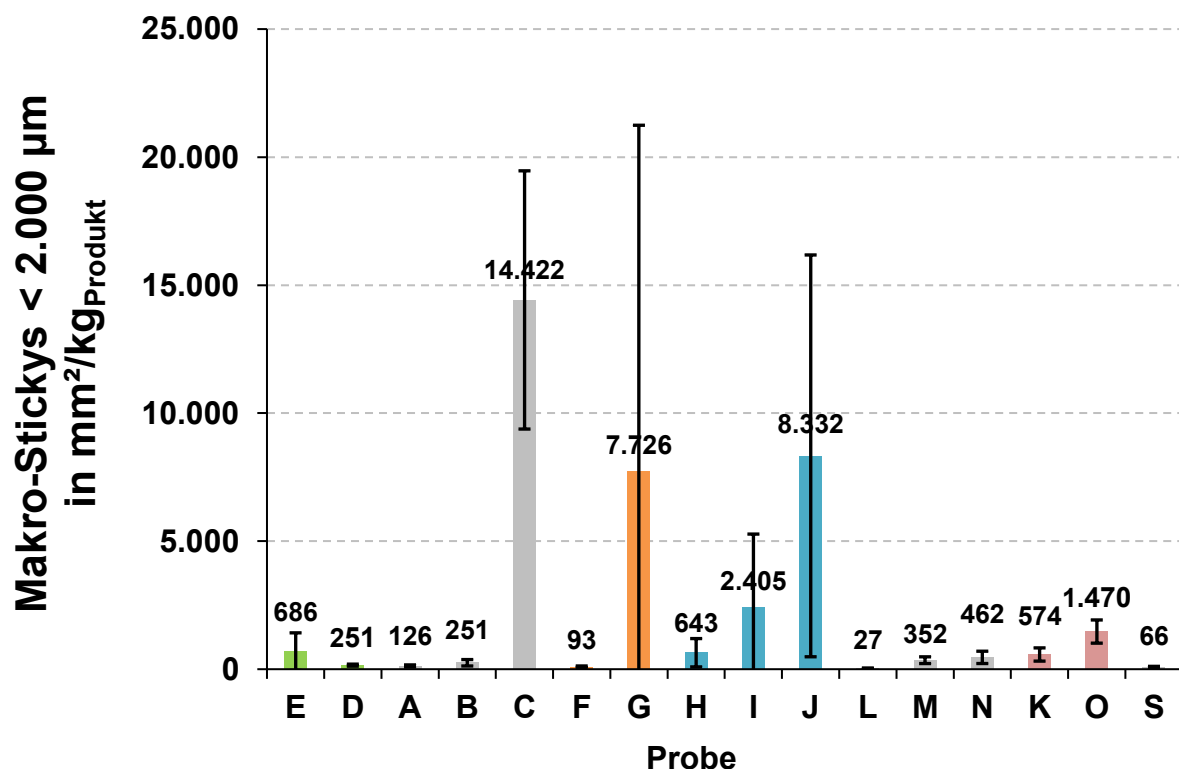
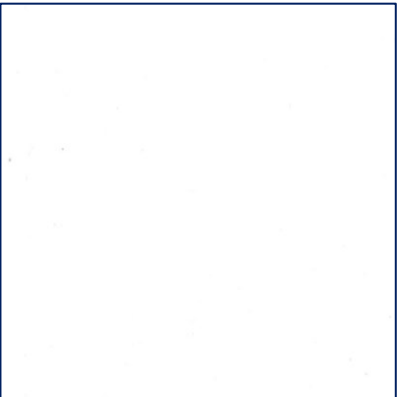
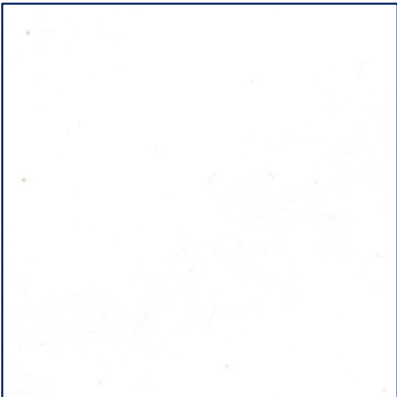


Abbildung 8: Bewertung der Rezyklierbarkeit nach der ZM-Methode RECO 01/2014, Makro-Stickyfläche (Fehlerbalken resultieren aus 4-facher Sortierung einer Probe)

Für die Bewertung der Rezyklierbarkeit ist die optische Homogenität nicht ausschlaggebend, dennoch wird sie in der EcoPaperLoop-Methode betrachtet. Von dem Gutstoff der Makro-Stickymessung werden 60 g/m² Laborblätter hergestellt und auf ihre Homogenität hin optisch bewertet. Die Verunreinigungen können dabei aus dem eingesetzten Rohstoff des Ausgangsmaterials (altpapierhaltiger Karton, ...), vom aufgetragenen Deckstrich oder der Barriere resultieren. Die auf Papier aufgetragene Mineralölbarriere (Probe G) und deren Referenzprodukt (Probe F) sowie die Probe S weisen keine optischen Inhomogenitäten auf. Auf den Blättern der Proben H und I sowie der Probe O sind einige Inhomogenitäten zu sehen. Deutlich wird, dass alle

weiteren untersuchten Produkte hohe Inhomogenitäten aufweisen. Eine inhomogene Blattstruktur ist für die Recyclingfähigkeit nicht entscheidend, nichtsdestotrotz sind zur Verdeutlichung Ausschnitte der Blätter von ausgewählten Produkten in **Tabelle 3** zusammengefasst.

Tabelle 3: Ausschnitte ausgewählter Laborblätter (5 cm x 5 cm, 300 dpi) zur Bewertung der optischen Homogenität

		
Probe A	Probe D	Probe E
		
Probe F	Probe G	Probe K
		
Probe H	Probe I	Probe J

Neben der Messung des Grobrejekts, des Stippengehalts, der Makro-Stickyfläche und der Betrachtung der optischen Homogenität wird zusätzlich der Aschegehalt von den Produkten bestimmt (**Abbildung 9**). Bei einer möglichen Bewertung wird der Aschegehalt keinen Einfluss auf das Ergebnis der Rezyklierbarkeit haben, gibt jedoch zusammen mit dem Grobrejekt eine Auskunft über die Faserausbeute der Produkte. Der Aschegehalt der untersuchten Proben liegt im Mittel bei 20 % (ohne Probe S bei 22 %). Durch die Barrierenzugabe in der Mitte (Probe D) wurde der Aschegehalt im Vergleich zu dessen Referenzprodukt (Probe E) um 2 % gesteigert. Die gleiche Zunahme konnte bei der Mineralölbarriere (Probe G im Vergleich zu Probe F) beobachtet werden. Wird der steigende Einfluss der Auftragsmenge bei den Proben H, I und J betrachtet, so wird der Aschegehalt mit steigender Auftragsmenge um insgesamt 1 % reduziert.

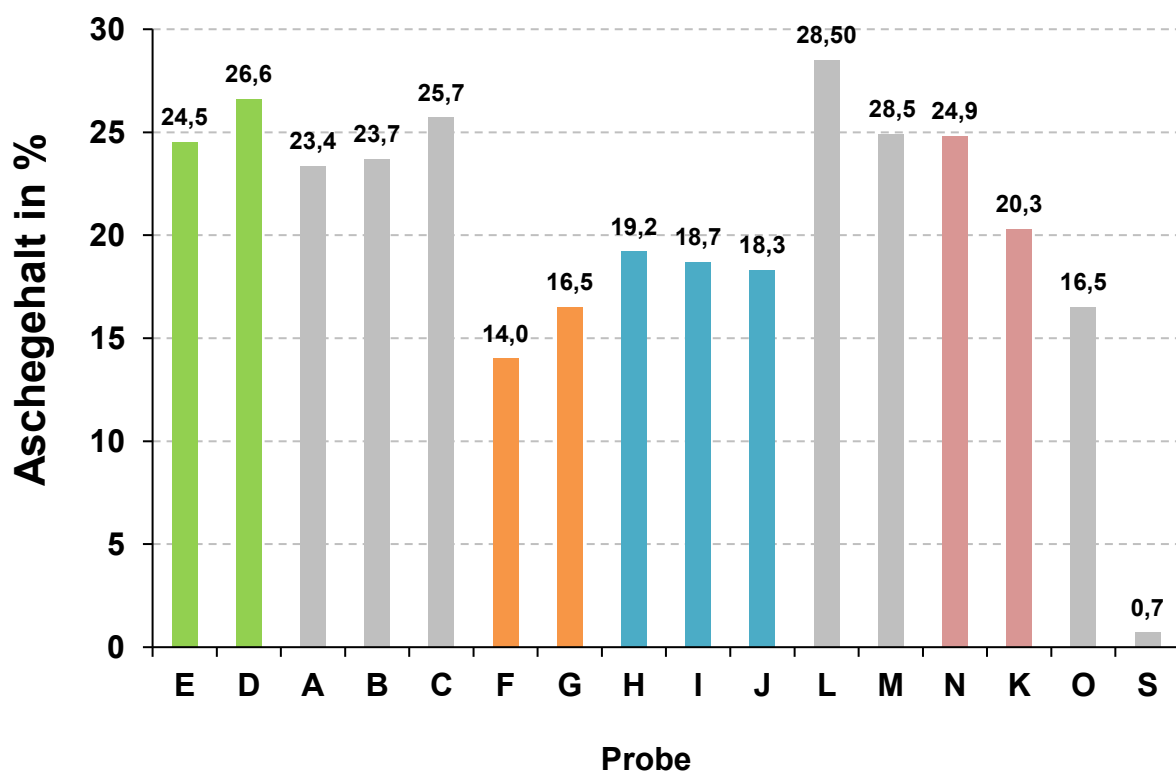


Abbildung 9: Bewertung der Rezyklierbarkeit nach der ZM-Methode RECO 01/2014, Aschegehalt

4.2 Filtratanreicherung

Zur Simulation der Anreicherung von Substanzen im Stoff-Wassersystem, wurde der in Kapitel 3.3 beschriebene Prozessablauf verwendet. Dabei wird das von einem Produkt gewonnene Filtrat wieder für die nächste Zerfaserung eingesetzt. Ziel ist es, eine möglichst hohe Gleichgewichtskonzentration nach wenigen Zyklen zu erzielen. Die Zerfaserung findet dabei praxisnah im Niederkonsistenzbereich ohne Chemikaliendosierung bei erhöhter Temperatur statt. Anschließend werden das Filtrat und der Faserstoff analysiert. Im Folgenden werden zum einen die verschiedenen, zur Entwässerung eingesetzten Aggregate miteinander verglichen. Zum anderen werden die Ergebnisse der Anreicherungsversuche analysiert. In den Diagrammen werden

verschiedene Parameter über die Anreicherungsstufen für verschiedene Proben dargestellt. Dabei entspricht die 0. Anreicherungsstufe der 1. Zerkleinerung. Die Entwässerung des Faserstoffs wurde mittels einer Durchlaufzentrifuge (s. Kapitel 3.4.1) und der Dynamic Drainage Methode Britt Jar (s. Kapitel 3.4.2) untersucht.

Wird der Feststoffgehalt des Filtrats nach der Entwässerung untersucht, so ist im Vergleich zwischen Britt Jar und der Durchlaufzentrifuge deutlich zu erkennen, dass das Filtrat einen höheren Feststoffgehalt aufweist, wenn es mittels dem Britt Jar im Vergleich zur Durchlaufzentrifuge entwässert wurde (**Abbildung 10**). In der Durchlaufzentrifuge bildet sich eine Faserschicht auf dem Sieb aus, die weitere Feststoffe zurückhält. Dahingegen wird beim Britt Jar die Bildung dieser Faserschicht durch einen Rührer verhindert, um so eine Entwässerung überhaupt zu ermöglichen.

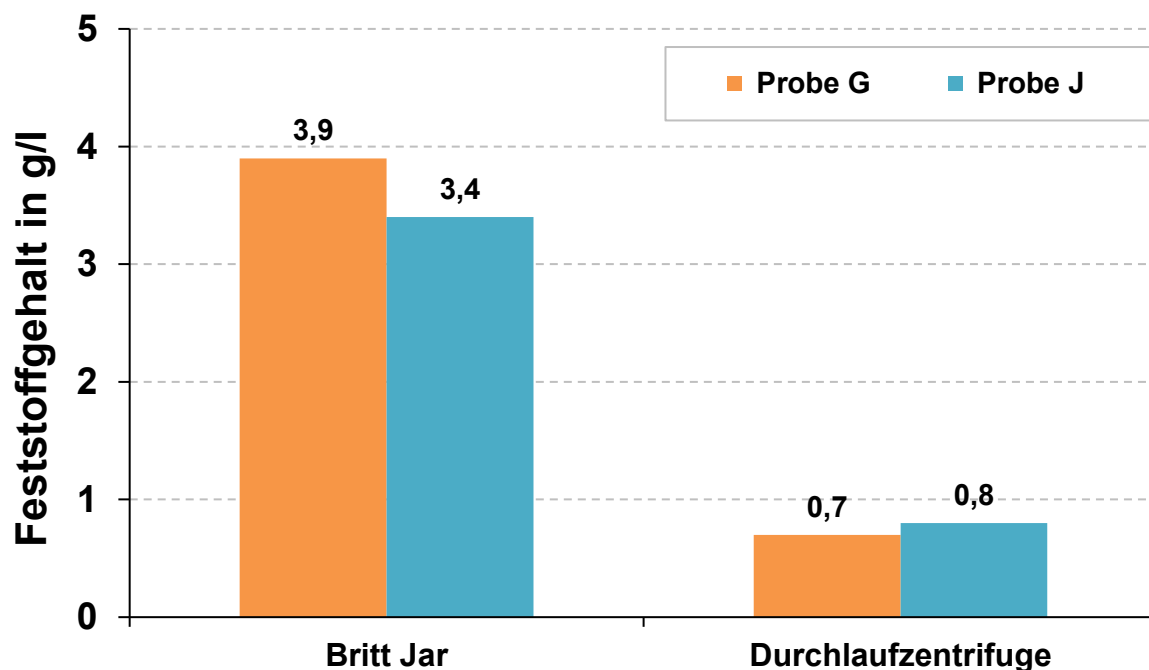


Abbildung 10: Feststoffgehalt nach Entwässerung der Proben G und J

Wie in **Abbildung 11** zu erkennen, wird durch die Entwässerung über den Britt Jar mehr Feststoffgehalt im Filtrat angereichert als bei der Entwässerung durch die Durchlaufzentrifuge, wo der Feststoffgehalt nach der ersten Anreicherung über die folgenden Anreicherungsstufen konstant bleibt. Da nach der Britt Jar Methode mehr Feststoff angereichert wird und die Probe über einen vergleichsweise kleinen Durchmesser durch die Vakuumpumpe abgenutzt wird, dauert die Entwässerung des zerkleineren Faserstoffs sehr lange. Für eine zerkleinerte Probe muss ein Tag aufgewendet werden. Mittels der Durchlaufzentrifuge können dagegen auf Grund der wirkenden Kräfte sechs bis sieben Entwässerungen pro Tag durchgeführt werden.

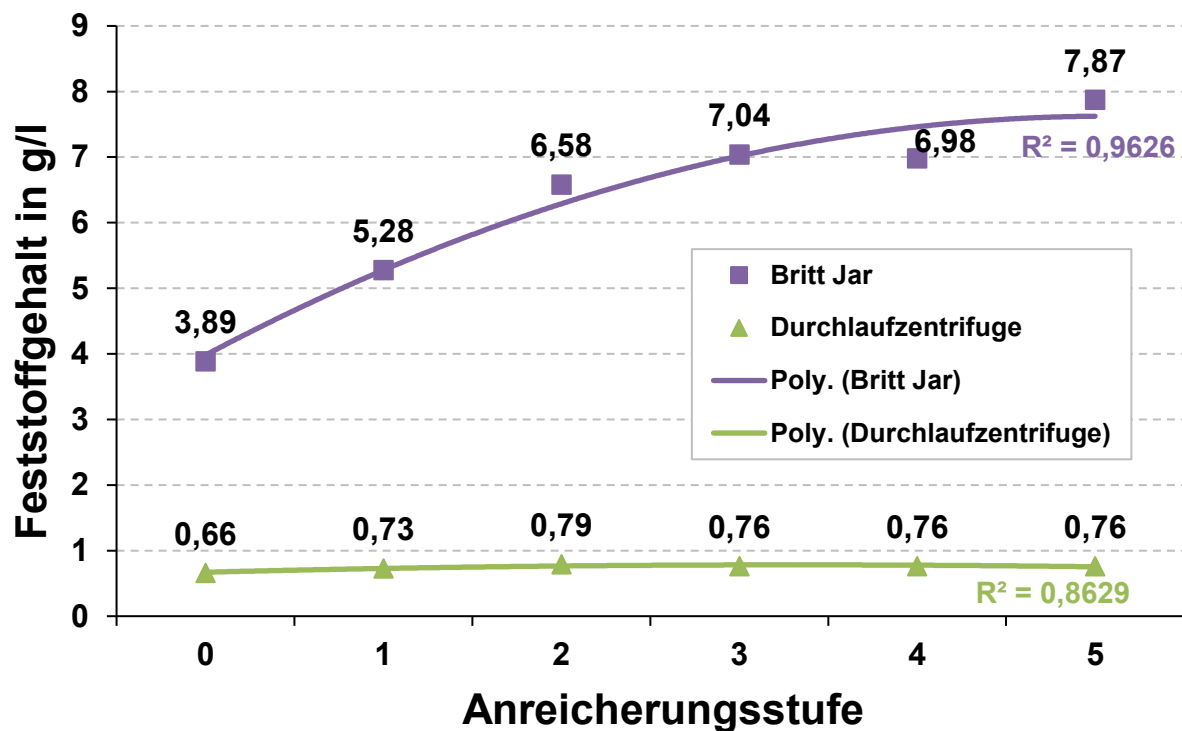


Abbildung 11: Einfluss der Anreicherung auf Feststoffgehalt; Probe G

Aus diesen Gründen wird für die Entwässerung des Faserstoffs im weiteren Projekt die Durchlaufzentrifuge als Laborgerät eingesetzt. Es erfolgt keine signifikante Anreicherung von Feststoffen und der Versuchsaufwand ist mit bis zu sechs möglichen Anreicherungszyklen pro Tag am besten geeignet.

Beobachtungen und Fazit zum Einsatz der Durchlaufzentrifuge

Insgesamt muss jedoch noch erwähnt werden, dass die Entwässerung mittels der Durchlaufzentrifuge zwar effektiver ist als mit den anderen getesteten Verfahren, es jedoch zu Einschränkungen bei dessen Gebrauch kommt, wenn barrierebeschichtete Papiere entwässert werden sollen. Wahrscheinlich kommt es durch die teilweise schlechte Entwässerung schnell zur Unwucht in der Durchlaufzentrifuge, sodass der Versuch abgebrochen werden muss, um eine Schädigung der Durchlaufzentrifuge zu vermeiden. Je nach Faserstoff müssen die Versuchsparmeter individuell angepasst werden, indem zum Beispiel die Stoffdichte des Faserstoffs oder der Durchsatz verringert werden.

4.3 Entwicklung von Bewertungskriterien für Barrierebeschichtungen

Zur Bewertung der Rezyklierbarkeit von Barriereprodukten sollen die angereicherten Filtrate mit denen aus der ersten Zerkleinerung verglichen werden. Dadurch wird eine mögliche Anreicherung von Stoffen im Kreislaufwasser einer Papiermaschine simuliert, die sich negativ auf die Runability der Papiermaschine auswirken könnte.

Zur Bewertung wurden innerhalb dieses Projektes die Makro-Stickys (INGEDE-Methode 4), die Mikro-Stickys (PMV-Hausmethode) und die Adsorptionsmethode am rotierenden Sieb (ARS-Methode) als Bewertungskriterien am Filtrat untersucht. Dabei

erfolgte die Entwässerung mittels der Durchlaufzentrifuge. Des Weiteren wurden die Mikro- und Makro-Stickys der Faserstoffe bewertet.

4.3.1 Untersuchung des Faserstoffs zur Bewertung der Rezyklierbarkeit

Zur Bewertung der Rezyklierbarkeit der Papier- und Kartonprodukte, wurden die zerfaserten und entwässerten Faserstoffe auf den Mikro- und Makro-Stickygehalt hin untersucht.

Wie in **Abbildung 12** dargestellt, wurden in den untersuchten Produkten sowohl Makro-Stickys, als auch Mikro-Stickys unter 2.000 μm äquivalentem Kreisdurchmesser gemessen. Insgesamt liegen vor allem die Makro-Stickys auf einem geringen Niveau. Wie schon bei der Analyse des Makro-Stickygehalts nach der EcoPaperLoop-Methode (Abbildung 8) ist ein Anstieg der Stickyfläche mit steigender Strichmenge der Barriere zu erkennen (Vergleich Probe H und Probe J). Insgesamt liegen die Makro-Stickys aller in dieser Abbildung getesteten Produkte auf gleichem Niveau wie bei der Messung nach der EcoPaperLoop-Methode.

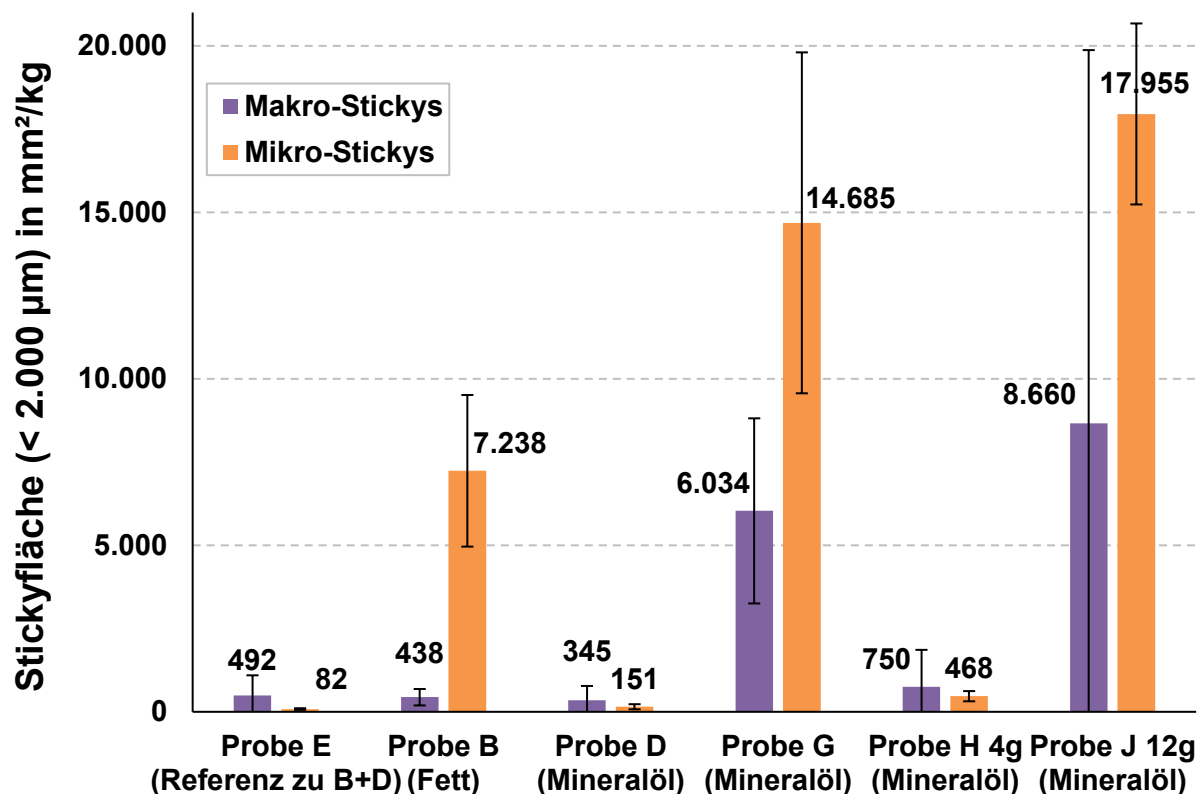


Abbildung 12: Makro- und Mikro-Stickyfläche verschiedener Produkte nach 1. Zerfaserung (Fehlerbalken resultieren aus 4-facher Sortierung einer Probe)

Die Gesamt-Makro-Stickyflächen weichen nur leicht von den hier dargestellten Flächen unter 2.000 μm ab und an Mikro-Stickys wurden keine über 2.000 μm gemessen. Die Ergebnisse sind im Anhang in Tabelle A zusammengefasst.

Neben den zerfaserten Referenzproben wurde die Makro- und Mikro-Stickyflächen an entwässerten Faserstoffen gemessen, die in der Trommel der Durchlaufzentrifuge zurückgehalten werden. Dabei wird eine mögliche Anreicherung der Stickys über

mehrere Zerfaserungsstufen (vgl. Abbildung 5) untersucht. In **Abbildung 13** sind die Makro- und Mikro-Stickyflächen unter 2.000 µm äquivalenten Kreisdurchmesser der Probe G nach der ersten, vierten und achten Zerfaserung dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Stickyfläche < 2.000 µm im Faserstoff nicht durch die Anreicherung beeinflusst wird.

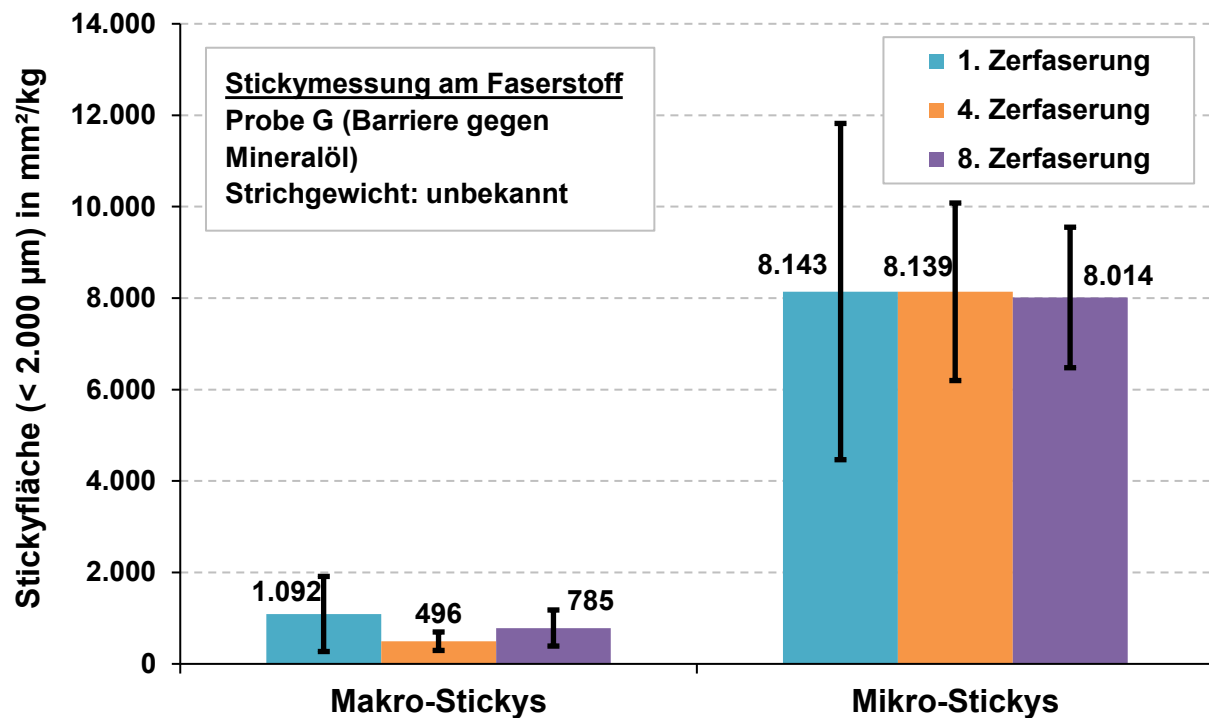


Abbildung 13: Einfluss der Anreicherung auf Stickyfläche vom Faserstoff, Probe G, Entwässerung mittels Durchlaufzentrifuge (Fehlerbalken resultieren aus 4-facher Sortierung einer Probe)

Auch bei der Betrachtung einer weiteren Probe mit Barrierbeschichtung (Probe H) kann kein signifikanter Einfluss der Anreicherung auf die Stickys im Faserstoff ermittelt werden. Die Ergebnisse der Stickyflächen sind im Anhang in Tabelle A dargestellt.

4.3.2 Untersuchung des Filtrats zur Bewertung der Rezyklierbarkeit

Allgemeine Parameter

Am Beispiel der Probe B (**Abbildung 14**) wird gezeigt, wie verschiedene Parameter bei der Anreicherung des Filtrats beeinflusst werden können. Durch die mehrfache Zerfaserung wird der pH-Wert nicht verändert. Der Feststoffgehalt steigt in der ersten Anreicherungsstufe noch leicht an und bleibt dann über die weiteren Zerfaserungsstufen auf gleichem Niveau und folgt somit dem gleichen Trend wie bei Probe G in Abbildung 11. Des Weiteren wird gezeigt, dass die Leitfähigkeit über die Anreicherungsstufen leicht ansteigt. Bei dieser Probe erfolgt eine deutliche Steigerung des CSB-Gehalts und auch nach der sechsten Anreicherung ist noch kein Gleichgewicht erreicht.

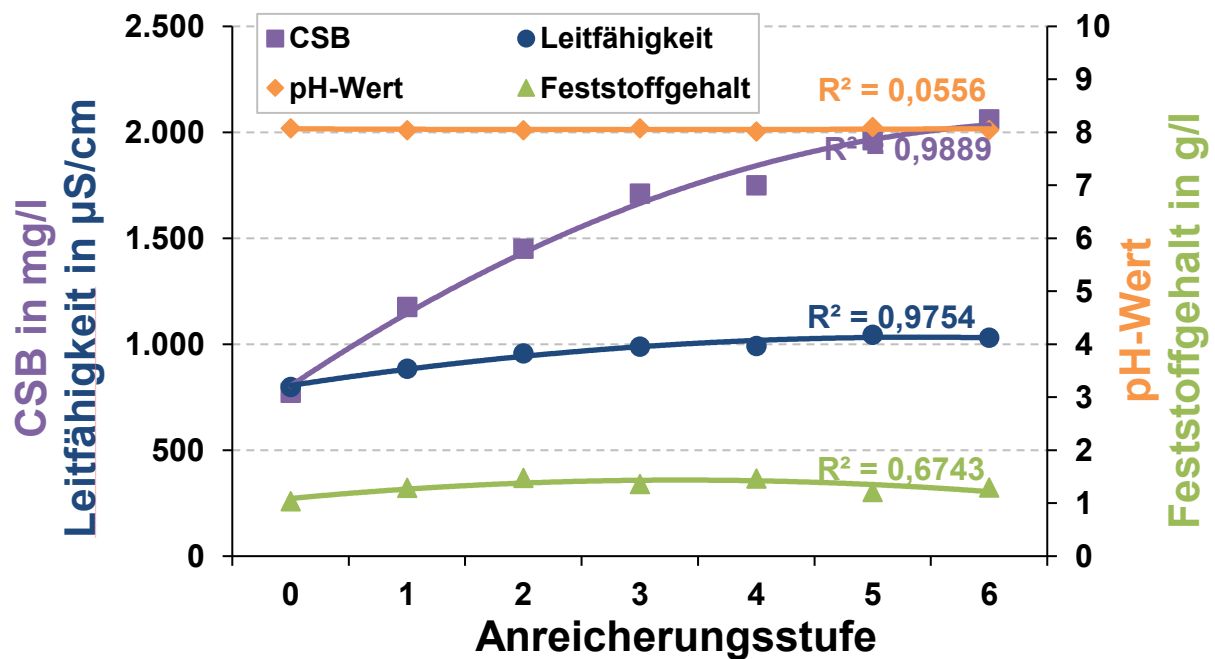


Abbildung 14: Anreicherung des Filtrats mittels Durchlaufzentrifuge, Probe B

Trübung und Schaumbildung

Bei den Versuchen kann beobachtet werden, dass sich je nach Probe Stoffe über die Anreicherungsstufen hinweg anreichern können. In **Abbildung 15** ist zu erkennen, dass das Filtrat der Probe G durch die mehrfache Zerkleinerung trüber wird. Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass es über die Anreicherungszyklen zum Schäumen des aufgefundenen Filtrats kommt. Dabei verhält sich die Schaumentwicklung bei den verschiedenen Proben unterschiedlich. So konnte beobachtet werden, dass beispielsweise nach 6 Zerkleinerungen die Schaumentwicklung bei Probe D (Mineralölbarriere) nur halb bis ein Drittel so stark ausgeprägt ist, wie bei deren Referenzprobe E. Andere Produkte mit einer Barrierschicht gegen Mineralöle schäumen dahingegen mehr als ihre Referenzprodukte.

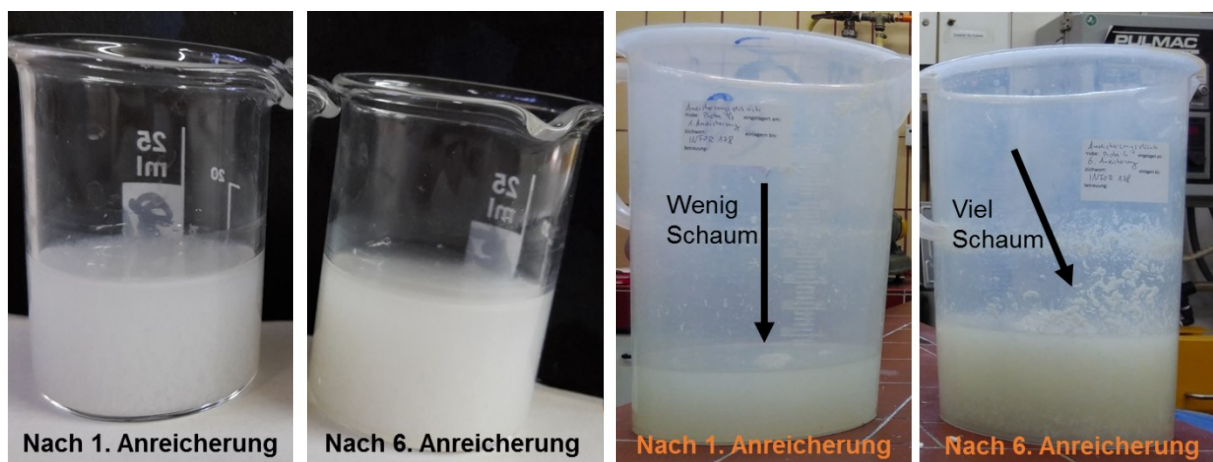


Abbildung 15: Einfluss Anreicherung auf Trübung und Schaumbildung (Probe G)

Mikro-Stickybestimmung (PMV-Hausmethode)

Durch die Messung der Mikro-Stickys lässt sich die Klebrigkeit des Filtrats bewerten, die durch klebrige Bestandteile unter 100 µm bewirkt wird. Bei den untersuchten Proben (entsprechend denen in Abbildung 12) wurden keine Mikro-Stickys nach der ersten Zerkleinerung im Filtrat gemessen. Auch unter Zugabe von Fällungsmitteln konnten keine Mikro-Stickys ermittelt werden.

Makro-Stickybestimmung

Durch die Messung der Makro-Stickys lässt sich die Klebrigkeit des Filtrats bewerten, die durch klebrige Bestandteile über 100 µm bewirkt wird. Dafür wurden Versuche durchgeführt, bei denen die Anreicherung von Makro-Stickys über die Anreicherungsstufen untersucht wurden (**Abbildung 16**). Da die Probe G (Barriere gegen Mineralöl) bei der Rezyklierbarkeitsbewertung nach der PTS-Methode RH 021/97 als klebrig eingestuft wird und bei der ZM-Methode RECO 01/2014 ein sehr hoher Makro-Stickygehalt in der Referenzprobe gemessen werden kann, wurde diese Probe ausgewählt, da hier die größten Einflüsse der Anreicherung auf den Makro-Stickygehalt im Filtrat zu erwarten ist. Abweichend von der Bestimmung der Makro-Stickys nach der INGEDE Methode 4 ist die eingesetzte Stoffmenge bei der Sortierung sehr viel geringer, da die Stoffdichten der Prozesswässer unter 0,2 % liegen. Dargestellt ist die jeweilige Makro-Stickyfläche unter 2.000 µm äquivalentem Kreisdurchmesser. Hinzuzufügen ist, dass keine größeren Makro-Stickys gemessen wurden und die gesamte Makro-Stickyfläche diesen Werten entspricht. Wobei bei den gemessenen Makro-Stickys im Filtrat deutlich gemacht werden muss, dass sie insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau liegen. Deutlich wird, dass es durch die Anreicherungsstufen zu keiner Anreicherung von Makro-Stickys im Filtrat kommt.

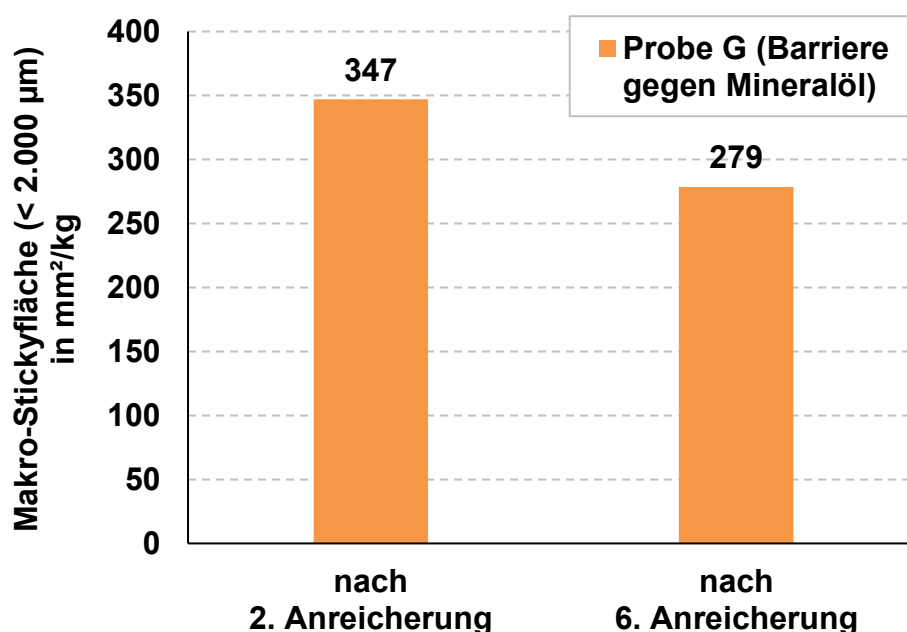


Abbildung 16: Makro-Stickyfläche im Filtrat (Entwässerung mit Durchlaufzentrifuge)

Da nach den mehrfachen Zerkleinerungsstufen keine aussagekräftige Anreicherung von Makro-Stickys im Filtrat sowie in den untersuchten Faserstoffen gemessen werden konnte, ist die Messung des Makro-Stickygehalts im Filtrat und am Faserstoff zur Bewertung der Anreicherung nach der INGEDE Methode 4 nicht sinnvoll.

Adsorptionsmethode am rotierenden Sieb (ARS-Methode)

Zur Bewertung der Klebrigkeit der verschiedenen Barrieren erfolgt die Untersuchung der Adsorption am rotierenden Sieb in Anlehnung an die von Hamann beschriebene Methode /13/. Mittels dieser Methode wird die Klebrigkeit der Suspension direkt untersucht und es können Aussagen dazu getroffen werden, ob das Filtrat beispielsweise zu Ablagerungen an den Sieben der Papiermaschine führen kann. Dafür wird ein Polyestersieb auf ein rundes Drahtgestell gespannt und mit 25 min^{-1} für zwei Stunden durch 2,5 Liter Filtrat gedreht. Dabei ist ein Drittel des Rades vom Filtrat umgeben. Um näher an der industriellen Praxis zu sein, wird das Filtrat konstant auf 45°C erwärmt. Des Weiteren wird der obere Teil des Siebes mit 90°C heißer Luft angetrocknet. Nach der zweistündigen Rotation des Siebes durch das Filtrat wird das Rad entnommen und mit Leitungswasser abgespült. Die verbleibenden klebenden Ablagerungen am Sieb werden gravimetrisch ermittelt, indem das Sieb nach der Durchführung der Methode gewogen wird und das Referenzgewicht des Siebes vor der Durchführung abgezogen wird. Der Versuchsaufbau sowie eine CAD-Zeichnung der ARS-Methode ist in **Abbildung 17** dargestellt.

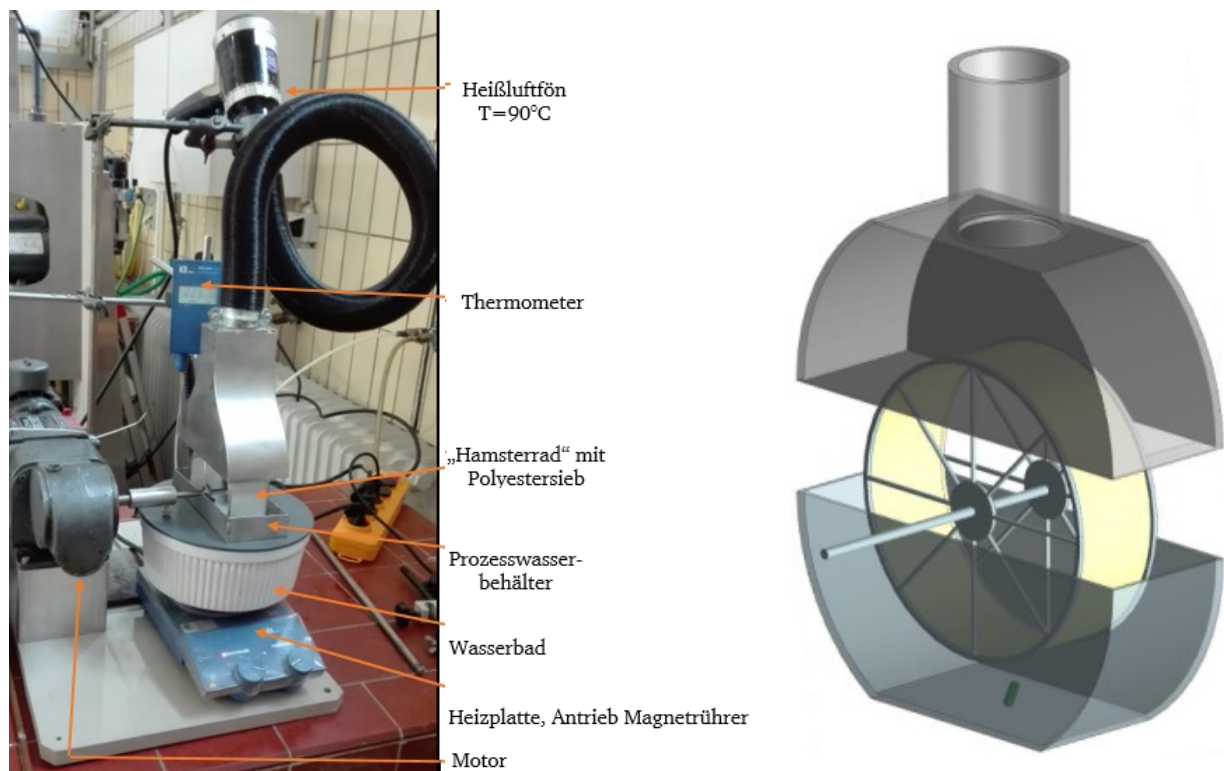


Abbildung 17: Versuchsaufbau und CAD-Zeichnung der ARS-Methode /11, 12/

Abweichend zu der Methode von Hamann wird dem Filtrat Fällungsmittel ($1,25 \text{ g}/2,5 \text{ l}$ Filtrat) hinzugegeben, um die Ablagerungen der klebenden Bestandteile

zu verbessern. Um auszuschließen, dass das Fällungsmittel und nicht die klebenden Verunreinigungen gemessen werden, wurde in einer ersten Untersuchung die ARS-Methode unter Zugabe von Fällungsmittel im Filtrat von zerfasertem Zellstoff durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass es bei dieser Konfiguration zu keiner Ablagerung an dem rotierenden Sieb gekommen ist.

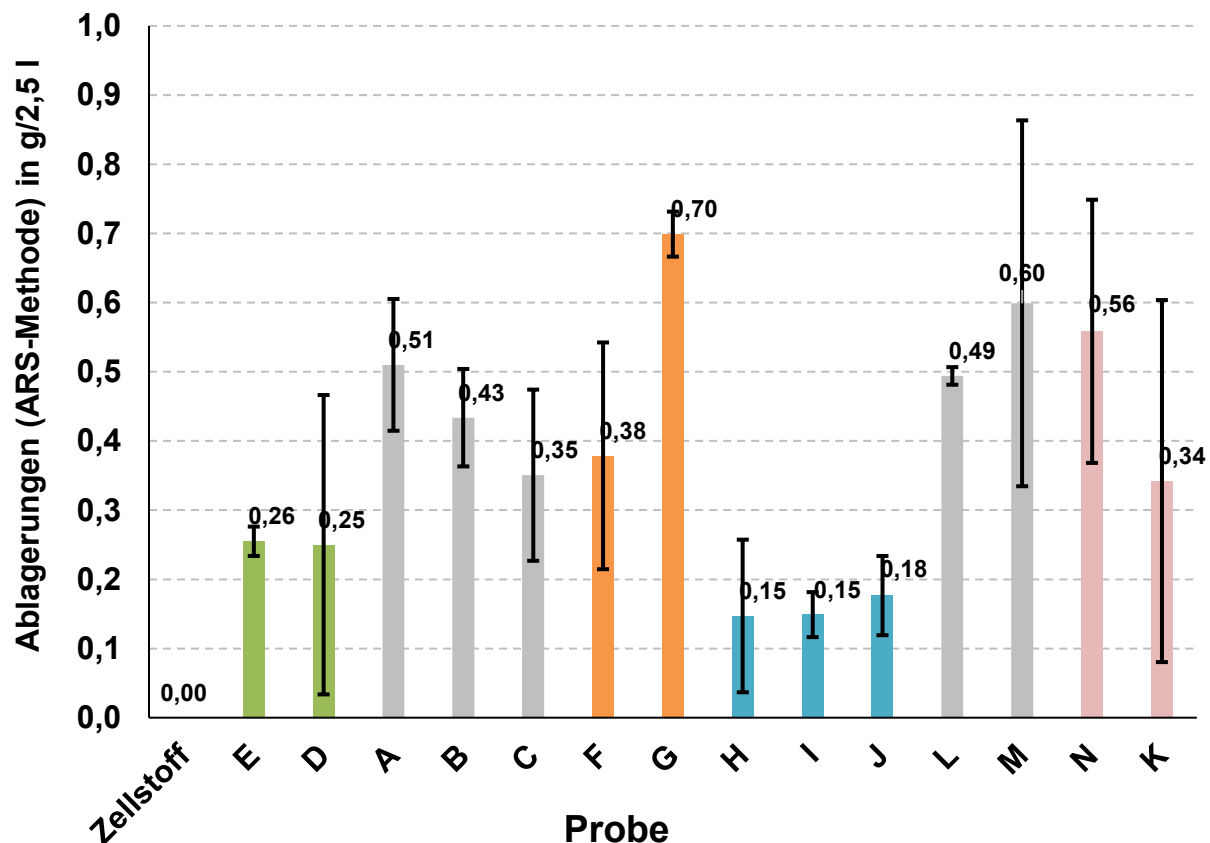


Abbildung 18: Klebende Verunreinigungen im Filtrat (ARS-Methode mit Fällungsmittel) von zerfaserten Proben

In **Abbildung 18** sind die Ablagerungen der untersuchten Filtrate dargestellt, die nach der ARS-Methode ermittelt wurden. Der jeweilige Mittelwert der Probe geht aus einer Zwei- bis Vierfachbestimmung hervor. Die Einzelwerte sind in Tabelle B im Anhang zusammengefasst. Es zeigt sich, dass zunächst alle Proben eine geringe Ablagerung am rotierenden Sieb aufweisen und die Standardabweichung innerhalb einer Probe teilweise sehr stark ausgeprägt ist. Dennoch lässt sich sagen, dass die Probe E, welche das Referenzprodukt zu den Proben A bis D ist, eine geringere Ablagerungsmenge ausweist, als deren barrierebeschichteten Produkte A bis C. Die Probe D (Mineralölbarriere) liegt dahingegen im Mittel auf dem gleichen Niveau wie das Referenzprodukt (Probe E) und weist somit keine erhöhte Menge an klebenden Verunreinigungen auf. Ein deutlicher Anstieg der Ablagerungen ist bei Betrachtung der Mineralölbarriere G im Vergleich zu deren Referenzprobe F zu erkennen, bei der insgesamt auch die höchste Ablagerungsmenge gemessen wurde. Bei der Betrachtung der Mittelwerte der Proben H bis J ist an dieser Stelle kein eindeutiger Anstieg der Ablagerungen mit steigendem Strichgewicht der Barrierebeschichtung zu

erkennen. Bei Betrachtung der Einzelwerte konnte bei diesen drei Proben jedoch bei zwei von drei Versuchsreihen ein Anstieg der Ablagerungen bei steigendem Strichgewicht gemessen werden (s. Tabelle B im Anhang). Auch bei den vier Proben (K bis N) wurden Ablagerungen am Sieb gemessen, die teilweise sehr hohe Standardabweichungen aufweisen. Es lässt sich vermuten, dass die Ablagerungen teilweise aus der Barrierschicht resultieren (Probe K und N) und teilweise aus dem eingesetzten Altpapier (vor allem bei Probe L und M). Die gemessenen Ablagerungen dieser Produkte liegen auf einem höheren Niveau als die der barrierebeschichteten Produkte H bis J und unter Beachtung der Standardabweichung auch teilweise auf dem Niveau der barrierebeschichteten Probe G. Wobei sich bei Probe G die Ablagerung von der Barriere an sich her ergibt, da diese auf ein Frischfaserpapier aufgetragen wurde, und somit keine Ablagerungen beispielsweise aus dem eingesetzten Altpapier her resultieren können.

Insgesamt muss an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass die Ergebnisse der ARS-Methode kritisch betrachtet werden müssen. Sie geben zwar einen Trend für die Ablagerungsneigung, um jedoch eindeutige Aussagen über die Klebrigkeit des Filtrats machen zu können, sollte die Methode verbessert werden. So werden durch das Drahtgestell Turbulenzen am Rad erzeugt, die zu einer inhomogenen Anhaftungsverteilung führen. Auch sollte die Leistung des Föhns erhöht werden, da dieser die Siebbahn während der Zeit außerhalb des Filtratbades nicht genug trocknet. Des Weiteren können beim Demontieren der Siebbahn vom Rad Partikel abgelöst werden. Nach der Methode soll nach der Rotation des Siebes in dem Filtrat das Sieb entnommen und mit je 5 Liter Wasser pro Seite abgespült werden. Wird das behutsam gemacht, so werden keine Partikel abgelöst; bei einem groben Abspülen hingegen willkürlich mehr. Das zeigt, dass durch die Bedienung der ARS-Methode durch verschiedene Mitarbeiter schon ein hoher Fehlerfaktor mit betrachtet werden muss. Des Weiteren bildet sich durch die Entwässerung mittels der Durchlaufzentrifuge teilweise viel Schaum auf dem Filtrat, was die Entnahme für die ARS-Methode erschwert. Befindet sich in dem Filtrat für die ARS-Methode viel Schaum, so lagert sich dieses direkt am Rad an und es ergibt sich eine sehr ungleichmäßige Anhaftung über den zeitlichen (und örtlichen Bahn-) Verlauf.

Zusätzlich wurden mit der ARS-Methode Untersuchungen zur Anreicherung über mehrfache Zerfaserungsstufen durchgeführt. Der Prozessablauf folgt dem beschriebenen Verfahren in Kapitel 3.3 unter Einsatz der Durchlaufzentrifuge zur Entwässerung. Untersucht wurden eine Mineralölbarriere (Probe G) und dessen Referenzprodukt. Wie in **Abbildung 19** zu sehen, werden durch die mehrfache Zerfaserung klebende Verunreinigungen dieses barrierebeschichteten Papiers im Filtrat signifikant angereichert. Im Vergleich dazu, ist bei dessen Referenzprodukt zwar eine geringfügige Ablagerungserhöhung zu erkennen, jedoch auf sehr geringem Niveau. Das zeigt, dass es durch die mehrfache Zerfaserung dieses Produkts zu einer Anreicherung von klebenden Ablagerungen im Filtrat kommt, jedoch kann diese Aussage nicht für alle barrierebeschichteten Papiere und Kartons verallgemeinert werden.

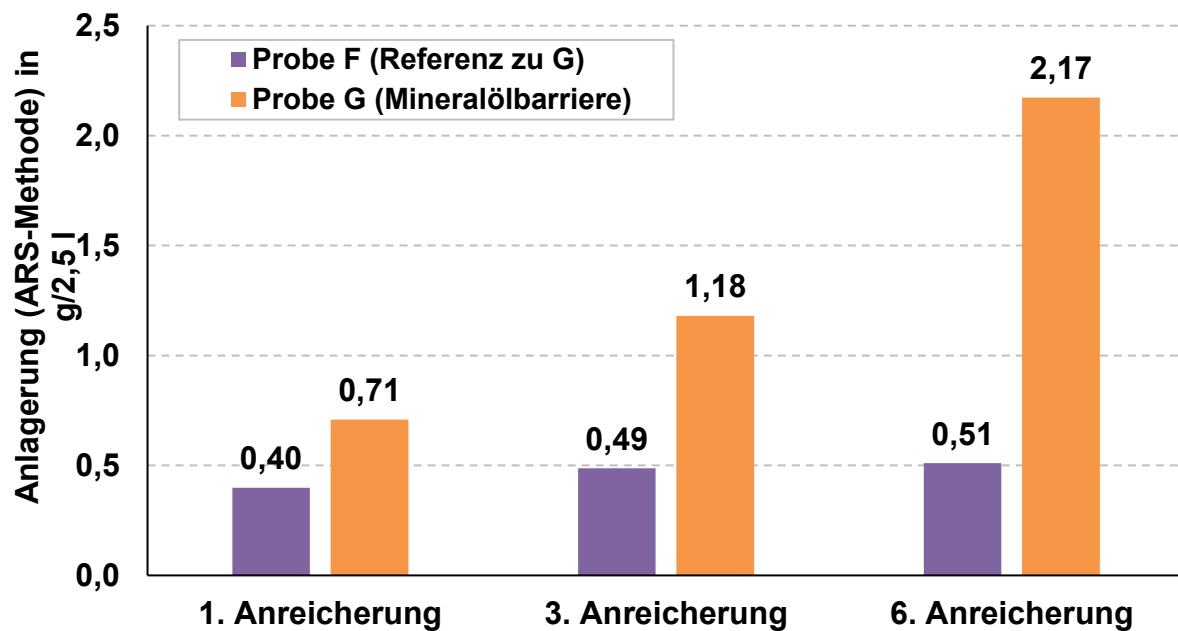


Abbildung 19: Anreicherung von klebenden Verunreinigungen im Filtrat von Probe F und Probe G (ARS-Methode mit Fällungsmittel)

4.4 Bewertungsrichtlinien für Barrierebeschichtungen

Ein weiteres Ziel des Projektes war die Festlegung von Bewertungsrichtlinien für Barrierebeschichtungen, die als recyclinggerechte Verpackungen bzw. als Ausgangsmaterial für recyclinggerechte Verpackungen eingesetzt werden können. Neben der Bewertung der Parameter aus den Rezyklierbarkeitsuntersuchungen der PTS-Methode RH 021/97 und der ZM-Methode RECO 01/2014 sollte eine mögliche Anreicherung von kolloidalen oder gelösten Bestandteilen der Beschichtungsmaterialien im Kreislaufwassersystem einer Papiermaschine simuliert werden, die sich negativ auf die Runability der Papiermaschine auswirken könnte.

Auf Grundlage der in diesem Projekt generierten Ergebnisse, kann noch keine abschließende Aussage zu Bewertungsrichtlinien getroffen werden. Da die meisten Hersteller von barrierebeschichtetem Papier und Karton proklamieren, dass sie ihren Ausschuss - der bei der Produktion dieser Produkte anfällt - selbst wieder für die weitere Papier- und Kartonproduktion einsetzen, ist davon auszugehen, dass diese Produkte in bestimmten Mengenanteilen rezyklierbar sind.

Für die Festlegung von Bewertungsrichtlinien sollte ein weiteres Projekt beantragt werden, in dem die Recyclingfähigkeit von Barriereprodukten, auf Grundlage der Ergebnisse aus diesem Projekt, weiter untersucht wird.

5 Schlussfolgerung

In diesem Projekt wurde die Rezyklierbarkeit verschiedener Papier- und Kartonprodukte mit und ohne Barrierebeschichtung untersucht. Neben den teils schon bekannten Methoden zur Rezyklierbarkeit: PTS-Methode RH 021/97 und der ZM-Methode RECO 01/2014 (EcoPaperLoop-Methode 1), wurde eine neue Methode in Anlehnung an die ZM-Methode RECO 01/2014 entwickelt. In dieser Methode wird das Filtrat nach der Entwässerung untersucht sowie eine mögliche Anreicherung von kolloidalen oder gelösten Bestandteilen in dem Filtrat bei mehrfacher Zerfaserung bewertet.

Von den getesteten Produkten konnten zwei Produkte bei der Bewertung der Rezyklierbarkeit nach der ZM-Methode RECO 01/2014 nicht zerfasert werden, sodass sie nicht rezykliert werden konnten. Bei der Rezyklierung nach der PTS-Methode RH 021/97 wurden fünf Produkte auf Grund der Klebrigkeit im Blattklebetest als nicht rezyklierbar eingestuft. Drei dieser Produkte waren mit einer Barriere gegen Mineralöle beschichtet. Eine Probe wurde als bedingt rezyklierbar und 12 Produkte als rezyklierbar eingestuft. Von diesen 12 Produkten wiesen die Proben D, H, K und N eine Barriere gegen Mineralöle auf.

Interessant ist für die Papierindustrie auf Grund der sich immer weiter schließenden Wasserkreisläufe eine mögliche Anreicherung von Stoffen im Kreislaufwasser von Papierfabriken. Dafür wurde eine neue Methode entwickelt, die den Einfluss der mehrfachen Zerfaserung der Barrieren und einer damit verbundenen Anreicherung von Stoffen auf die Rezyklierbarkeit untersucht.

Innerhalb dieses Projektes ist bei den untersuchten Proben keine Anreicherung von Makro- und Mikro-Stickys detektiert worden, wobei hier beachtet werden muss, dass die Methoden auf die Bewertung von Faserstoffen und nicht von Filtraten ausgelegt sind. Anhand der ARS-Methode wird die Klebrigkeit des Filtrats (unter Zugabe von Fällungsmittel) untersucht. Abhängig von der Barriereart wird durch die Beschichtung, im Vergleich zur Referenzprobe, meist eine höhere Menge an klebenden Verunreinigungen im Filtrat gemessen. Eine Ausnahme zeigt die nicht synthetische Barriere (Probe D), bei der es im Vergleich zur deren Referenzprobe zu keinem Anstieg an klebenden Verunreinigungen kommt. Des Weiteren scheint durch die mehrfache Zerfaserung bei einigen barrierebeschichteten Proben eine Anreicherung an klebenden Verunreinigungen im Filtrat zu erfolgen. Dies muss jedoch durch weitere Versuche mit unterschiedlichen Barrierearten verifiziert werden.

Um eine abschließende Bewertung der Rezyklierbarkeit von barrierebeschichteten Produkten durchführen zu können und eine mögliche Festlegung von Bewertungsrichtlinien aufstellen zu können, sollte eine größere Menge an Proben untersucht werden und auch die Parameter zur Bewertung der Rezyklierbarkeit nochmals erweitert bzw. die vorhandenen Ergebnisse verifiziert werden.

6 Literaturverzeichnis

- 1 Demel, I.; Kappen, J.; Kersten, A.; Putz, H.-J.: „Bewertung von Maßnahmen zur Problemlösung von Mineralöl in Verpackungspapiere und Karton“ (Februar 2012), Schlussbericht INFOR-Projekt 155
- 2 Ewald, C.; Kersten, A.; Putz, H. J.; Demel, I.; Hanecker, E.: Entfrachtung von Mineralölen aus Altpapierstoffsuspensionen. TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV) / Papiertechnische Stiftung (PTS), München, Abschlussbericht zu INFOR Projekt 156, 2014
- 3 Ewald, C.; Kersten, A.: Mineralölentfrachtung von Altpapierstoffen durch thermisch-mechanische Maßnahmen. TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV), Abschlussbericht zu AiF-Projekt 17272 N, 2014
- 4 Runte, S.: Extraktion von Altpapier und Altpapierstoffen mit überkritischem CO₂ – eine Möglichkeit zur Entfernung von kritischen Inhaltsstoffen aus trockenem Altpapier. TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV), Abschlussbericht zu AiF-Projekt 17756 N, 2016
- 5 N.N.: Mineralölproblem: Anbieter von Barrierelösungen bestätigen, dass ihre Produkte eingesetzt werden. Euwid, 30.05.2016. Download am 23.03.2017: <http://euwid-verpackung.de/news/unternehmen/einzelsicht/Artikel/mineraloelproblem-anbieter-von-barriereloesungen-bestaetigen-dass-ihre-produkte-eingesetzt-werden.html>
- 6 N. N.: Assessment of Printed Product Recyclability - Scorecard for the Removability of Adhesive Applications. May 2011. <http://www.paperforrecycling.eu/publications/erpc-publications>. Abgerufen am 07.02.2011
- 7 N. N.: Kennzeichnung der Rezyklierbarkeit von Packmitteln aus Papier, Karton und Pappe sowie von graphischen Druckerzeugnissen. PTS-Methode RH 021/97, Version Oktober 2012, PTS München
- 8 N. N.: Recyclability Test for Packaging Products (5th Draft). Methode vorgestellt auf dem Ecopaperloop-Workshop am 22./23.01.2014 in Ljubljana, Slowenien
- 9 Putz, H.-J., Götsching, L.: Weißgrad und Reinheit deinkter Faserstoffe sowie Abwasserbelastung beim Flotationsverfahren. Teil III: Einfluß von Flotationshilfsmitteln und Bestandsaufnahme von industriellen Deinkinganlagen. Das Papier, 37(1983) Nr. 3, 97-106
- 10 Putz, H.-J.: Upcycling von Altpapier für den Einsatz in höherwertigen graphischen Papieren durch chemisch-mechanische Aufbereitung (Deinken und Bleichen). Dissertation Fachbereich Maschinenbau, Technische Hochschule Darmstadt, 1987
- 11 Petrescu, D.: Entwicklung einer neuen Methode zur Bewertung der Rezyklierbarkeit von beschichteten Verpackungen. TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV), Bachelor Thesis, 2015
- 12 Ricklefs, N.: Entwicklung einer neuen Methode zur Bewertung der Klebrigkeit von Filtrationsrückständen. TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV), Master Thesis, 2015
- 13 Hamann, A.: Untersuchung des Ablagerungsverhaltens klebender Verunreinigungen bei der Papierherstellung aus Altpapier. 101 S. Darmstadt, Technische Universität, Institut für Makromolekulare Chemie, Dissertation, 2003

Anhang INFOR-Projekt 178**Tabelle A: Gesamt-Stickyflächen verschiedener Barrieren (Entwässerung mittels Durchlaufzentrifuge)**

	Gesamt-Stickyfläche in mm ² /kg			
Probe	Mittelwert Makro-Stickys	Mittelwert Mikro-Stickys	StAbW Makro-Stickys	StAbW Mikro-Stickys
B (Fett)	438	7.238	247	2.277
D (Mineralöl)	345	151	431	77
E (Referenz zu D)	492	82	604	25
G (Mineralöl)	6.315	14.685	2.905	5.120
H (Mineralöl)	1.061	468	1.577	153
H - 5. Anreicherung	2.037	364	1.820	73
J (Mineralöl)	21.406	17.955	30.111	2.718

Tabelle B: Klebende Verunreinigungen im Filtrat (ARS-Methode mit Fällungsmittel) von zerkleinerten Proben

	Ablagerungen in g/2,5 l						
Probe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	MW	StAbW
Zellstoff	k.M.	k.M.	k.M.	0,000	k.M.	0,00	-
A	0,455	0,455	0,620	k.M.	k.M.	0,51	0,10
B	0,391	0,395	0,515	k.M.	k.M.	0,43	0,07
C	0,263	0,438	k.M.	k.M.	k.M.	0,35	0,12
D	0,403	k.M.	k.M.	0,097	k.M.	0,25	0,22
E	0,240	k.M.	k.M.	0,270	k.M.	0,26	0,02
F	0,529	0,491	k.M.	0,320	0,174	0,38	0,16
G	0,722	k.M.	k.M.	0,676	k.M.	0,70	0,03
H	0,225	k.M.	k.M.	0,069	k.M.	0,15	0,11
I	0,126	k.M.	k.M.	0,172	k.M.	0,15	0,03
J	0,136	k.M.	k.M.	0,217	k.M.	0,18	0,06
K	0,157	0,527	k.M.	k.M.	k.M.	0,34	0,26
L	0,503	0,485	k.M.	k.M.	k.M.	0,49	0,01
M	0,412	0,786	k.M.	k.M.	k.M.	0,60	0,26
N	0,424	0,693	k.M.	k.M.	k.M.	0,56	0,19

<http://www.euwid-verpackung.de/news/unternehmen/einzelansicht/Artikel/mineraloelproblem-anbieter-von-barriereloesungen-bestaetigen-dass-ihre-produkte-eingesetzt-werden.html>

Mineralölproblem: Anbieter von Barrierelösungen bestätigen, dass ihre Produkte eingesetzt werden

30.05.2016

Im Mai 2016 diskutiert Deutschland noch immer über eine möglicherweise bevorstehende Mineralölverordnung.

Der dritte Entwurf dieser geplanten Regelung („Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung“) liegt nunmehr seit dem 25. Juli 2014 vor, ein vierter Entwurf befindet sich noch immer in Vorbereitung. Wie in der Erstfassung des Entwurfs vom Mai 2011 hatte das zuständige Ministerium im dritten Entwurf die Festlegung von spezifischen Grenzwerten für die Migration von MOSH und MOAH vorgeschlagen. Um diese Grenzwerte einzuhalten, muss der Inverkehrbringer laut dem Entwurf geeignete Unterlagen erstellen und vorrätig halten, welche die Einhaltung dieser Werte belegen. Dabei könne es sich zum Beispiel um Belege handeln, dass in dem jeweiligen Lebensmittelbedarfsgegenstand eine funktionelle Barriere vorhanden ist.

EUWID Verpackung hatte bereits im Sommer 2013 nachgefragt, wie es die Papier-, Karton- und Faltschachtelindustrie mit der Entwicklung solcher funktionellen Barrieren für ihre Produkte hält. Schon damals hieß es, dass Lösungen im Markt angeboten würden. Diese Lösungen wurden inzwischen weiterentwickelt und der eine oder andere Anbieter ist neu hinzugekommen. Wieder andere haben Abstand davon genommen, beispielsweise die Kartonfabrik Buchmann GmbH, Annweiler, die sich vor drei Jahren mit der Entwicklung eines Recyclingkartons mit funktioneller Barriere befasst hatte.

Unterschiedliche Systeme stehen dem Markt zur Verfügung

Was die aktuell angebotenen Barrierelösungen angeht, so ist grundsätzlich zwischen extrusionsbeschichteten Faltschachtelkartons/Verpackungspapieren und Faltschachtelkartons/Verpackungspapieren mit einer Mineralölbeschichtung auf wässriger Basis zu unterscheiden, die direkt bei der Kartonproduktion appliziert wird. Von der Kartonindustrie angeboten werden zudem Lösungen, die Aktivkohle in der Mittellage des Kartons haben, so genannte Mineralöladsorber. Möglich ist darüber hinaus aber auch die Applizierung einer Mineralölbarriere während des Druckprozesses beim Hersteller von Faltschachteln oder Wellpappeverpackungen.

EUWID hat das Thema nun erneut aufgegriffen und wollte im Rahmen einer kleinen Umfrage wissen, wie es – angesichts der noch immer fehlenden spezifischen gesetzlichen Regelung - mit dem Interesse an solchen Barrierelösung seitens der abfüllenden/abpackenden Industrie aussieht und ob solche Produkte denn überhaupt schon in Supermarktregalen stehen. Auch geht es darum zu erfahren, welche Vor- oder Nachteile die jeweiligen Lösungen bieten. Was die vorhandenen Lösungen im Markt betrifft, so erhebt die Umfrage keinen Anspruch auf

Vollständigkeit. Und, um es gleich vorweg zu nehmen: Bis auf eine Ausnahme verweisen die befragten Papier- und Kartonhersteller bei der Frage nach den Anwendern auf „Vertraulichkeitsvereinbarungen“ oder „Geheimhaltungsverträge“.

Barrierelösungen auf wässriger Basis sind eine Option

Erfreulich offen zeigt sich nur die Mayr-Melnhof Karton GmbH, Wien. Ihr Barrierekarton „Foodboard™“ ist seit Ende 2015 im kommerziellen Maßstab erhältlich und steht seit dem 1. Quartal dieses Jahres im Verkaufsregal. Ab dem 3. Quartal wird er von der Ostfriesischen Teegesellschaft (OTG), einem der führenden Teeanbieter in Europa, verwendet. Laut MM Karton wird er darüber hinaus von multinationalen und internationalen Lebensmittelherstellern eingesetzt, beispielsweise in Frankreich.

„Foodboard™“ wird inline über Streichaggregate mit brauner Rückseite (GT4) sowie mit heller Rückseite (GT1) im österreichischen Stammwerk in Frohnleiten hergestellt, die Produktionskapazität liegt bei 300.000 jato. Das Produkt eignet sich für den Einsatz in verschiedenen, vor allem trockenen Lebensmitteln.

Der Vorteil dieser Barrierelösung liegt nach Auffassung des Unternehmens darin, dass es sich um ein Monomaterial handelt, also um eine reine Kartonlösung und nicht um einen extrudierten Verbund oder um kaschiertes Laminat. Weitere Vorteile seien die zahlreichen Laboranalysen und durchgeführten Langzeitserientests auf Kundenseite. Diese hätten eine verlängerte Mindesthaltbarkeitsdauer für einige verpackte Lebensmittel bestätigt.

Entlang der Lieferkette hat MM Karton zudem erstmals ein holistisches Sicherheitskonzept implementiert. Zu den Kernkomponenten dieses Konzepts gehört unter anderem die lückenlose Rückverfolgbarkeit jeder einzelnen Palette mit Hilfe der „Foodboard™“-App auf Tablets, mit denen das Unternehmen Faltschachtelhersteller ausstattet, die eigens für die Verwendung des Barrierekartons zertifiziert werden.

Ebenfalls eine Barrierelösung auf wässriger Basis gegen Mineralölmigration bietet die Moritz J. Weig GmbH & Co. KG, Mayen, mit ihrem Produkt „Unifood“ an. Der Barrierekarton eignet sich für den Kontakt mit trockenen, nicht fettenden Lebensmitteln und ist als Variante mit grauer Rückseite bereits seit über drei Jahren, mit weißer Rückseite seit etwa einem Jahr erhältlich. Laut dem Unternehmen wird er „in regelmäßigen Abständen“ im Kartonwerk Mayen produziert.

Anwender von „Unifood“ gebe es bereits, versichert Weig. Aufgrund von Vertraulichkeitsvereinbarungen könnten diese aber nicht namentlich genannt werden. Es handle sich aber um „bekannte Markenhersteller, die im Sinne des Verbraucherschutzes planen, ganze Produktlinien umzustellen“. Darüber hinaus befinde sich „Unifood“ in zahlreichen europäischen Ländern in industriellen Testphasen. Einen wesentlichen Vorteil seiner Barrierelösung sieht das Unternehmen darin, dass das Herstellungsverfahren „sehr ähnlich dem eines anderen Marktteilnehmers“ sei und es somit auf Kundenseite eine gewünschte Versorgungssicherheit gebe.

Mit einer Barrierelösung versehene Wellpappeverpackungen bietet der österreichische Verpackungshersteller Dunapack Mosburger, Wien, an. Die Verpackungen werden dabei laut dem Unternehmen mittels wässriger Dispersion an der Lebensmittelkontaktseite bedruckt, um die Migration unerwünschter Stoffe ins Lebensmittel zu verhindern. Je nach Verwendungszweck werde die Barriere kundenspezifisch produziert. Somit könnten sowohl

trockene als auch fetthaltige Produkte für einen gewissen Zeitraum wirksam geschützt werden. Die Wellpappeverpackung, welche im Werk der Mosburger GmbH in Wien gefertigt wird, ist nach Unternehmensangaben „ab sofort“ erhältlich.

Adsorber im Karton sind auch möglich

Auf die Adsorptionstechnologie setzt dagegen die Smurfit Kappa Deutschland GmbH, Hamburg, mit ihrem Produkt „Catcherboard MB 12“. Dem Unternehmen zufolge kann die MB 12 Adsorptionstechnologie in allen Papier- und Kartonsorten eingesetzt werden, so dass sowohl Faltschachteln und Vollpappen als auch Wellpappen mit der dieser Technologie ausgerüstet werden können.

Smurfit Kappa zufolge können alle bestehenden Verpackungskonstruktionen beibehalten werden und die physikalischen Eigenschaften der Verpackung ändern sich nicht. Es seien keine Veränderungen in der gesamten Verarbeitungs-Prozesskette notwendig (Leimung, Rillung und Design). Die Migration von organischen Substanzen werde auch über die Kartonkanten, Perforationen und Rillungen verhindert.

„Catcherboard MB 12“ wird seit 2015 in mehreren Papier- und Kartonwerken des Konzerns im kommerziellen Maßstab hergestellt. Produkte mit dieser Barrierekonstruktion finde man auch bereits im Supermarkt. Wegen Geheimhaltungsverträgen dürfe man aber die Abfüller bzw. Abpacker nicht namentlich nennen, sagt das Unternehmen.

Extrusionsbeschichte Produkte werden von zahlreichen Herstellern angeboten

Eine Barrierekonstruktion auf Extrusionsbeschichtungsbasis bietet die Van Genechten Packaging GmbH (VGP), Kempten, mit ihrem, in Kooperation mit der BASF, Ludwigshafen, entwickelten Produkt „WLC Food Safe®“ an. Das Produkt, welches EUWID schon im Rahmen der Umfrage von 2013 vorgestellt hatte, eignet sich nicht nur für trockene, sondern auch für fettende Lebensmittel. Die Barrierebeschichtung wird bereits seit 2012 im kommerziellen Maßstab von der VGP-Tochter VG Extrusion GmbH & Co KG in Kempten erzeugt. Die Weiterverarbeitung zur Faltschachtelverpackung erfolgt in allen VGP-Faltschachtelwerken in Europa.

Abfüller bzw. Abpacker, die dieses Produkt einsetzen, gebe es auch schon seit 2012, bestätigt das Unternehmen. Weitere Details verrät VGP nicht, nur soviel, dass das Produkt im deutschen Handel zu finden sei.

Zu den Vorteilen von „WLC Food Safe®“ zähle, dass das Risiko einer Zerstörung der Barriereeigenschaften durch die mechanische Beanspruchung beim Verarbeiten (Drucken, Stanzen, Rillen, etc.) sehr gering sei. Es könnten alle Arten von Karton (Recycling/Frischfaser) von allen Kartonherstellern mit der Barrierschicht produziert werden, heißt es aus Kempten.

Sowohl Recycling- als auch Frischfaserkartons können auch im Falle von „Walki Pack Most“ der finnischen Walki Group, Espoo, eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um eine Co-extrudierte Polymer-Barrierekonstruktion. Die Vorteile des Produkts liegen dem Unternehmen zufolge darin, dass es, neben der Bereitstellung einer effizienten Barriere gegen die Mineralölmigration auch weitere vielseitige Barrieren z.B. gegen Wasserdampf und Fett bietet.

Im kommerziellen Maßstab wird „Walki Pack Most“ allerdings noch nicht hergestellt, wenngleich die technischen Voraussetzungen im vorhandenen Maschinenpark in deutschen und finnischen Werken vorhanden seien. Zahlreiche Abfüll- und Lagertests hätten die Effektivität des Produktes bestätigt. „Leider reagiert der Markt noch zögerlich auf eine Umstellung“, räumt das Unternehmen ein. Es sei davon auszugehen, dass der Einsatz des Produkts von den gesetzlichen Vorgaben abhängt.

Eine Barrierebeschichtung zur Verhinderung der unerwünschten Migration von Mineralölbestandteilen bietet auch der Verpackungskonzern Mondi Group, Wien, mit seinem Produkt „Miprotex“, das seit 2013 im kommerziellen Maßstab in den Werken Mondi Coating Zeltweg und Mondi Coating Steti produziert wird, an. „Miprotex“ wird auf Karton oder Papier beschichtet und als fertiger Verbund an die Kunden geliefert. Um welche Kunden es sich handelt, möchte das Unternehmen allerdings nicht preisgeben.

Die Barrierebeschichtung eignet sich für den direkten Kontakt mit trockenen Lebensmitteln und auch für Sekundär- und Transportverpackungen. Möglich sei der Einsatz auch bei Verpackungen, die erhöhten Temperaturen ausgesetzt werden, wie beispielsweise Pizzaschachteln oder Verpackungen für Burger.

Zu den Vorteilen von „Miprotex“ gegenüber anderen Barrierelösungen gehört Mondi zufolge unter anderem die Kosteneffizienz des Produkts. So müssten die Kunden mit keinen Zusatzkosten rechnen, heißt es.

Einige Lösungen für die Karton- und Faltschachtelindustrie auf dem Markt

Papier- und Kartonhersteller, die ihre Produkte mit einer Barriere gegen Mineralöl und andere Kontaminanten ausstatten möchten, finden heute eine Reihe von Angeboten im Markt. Eines davon ist die von der Schweizer Omya International AG, Oftringen, in Kooperation mit der BASF, Ludwigshafen, entwickelte Coater-Ready-Barriere-Lösung „Extomine® BM-EM 50%“.

Laut dem Unternehmen handelt es sich eine wässrige Dispersion eines Polymers auf Basis von Acryl- und Methacrylsäureester sowie verschiedenen Spezialpigmenten zur Reduzierung der Verblockungsneigung und Erlangung einer Barriere gegen die Migration von unerwünschten Substanzen. „Extomine® BM-EM 50%“ ist seit mehr als 18 Monaten im kommerziellen Maßstab verfügbar und wird am deutschen Standort in Emden produziert.

Omya zufolge wurde das Produkt in erster Linie für den Einsatz beim Kartonhersteller entwickelt. Dieser hat dann – je nachdem ob es sich um Recycling- oder um Frischfaserkarton handelt – die Wahl, ob er die Barriere auf der dem Lebensmittel abgewandten oder zugewandten Seite aufbringt. Evaluert werde derzeit die Möglichkeit, das Produkt beim Faltschachtelhersteller im Druckprozess aufzubringen, erklärte das Unternehmen gegenüber EUWID.

Eine wässrige Dispersion für die Beschichtung eines Kartons, „Epotal® SP 101D“, hat auch der Chemiekonzern BASF für die Verpackungsindustrie in seinem Portfolio. Darüber hinaus bietet das Unternehmen zur Extrusionsbeschichtung eines Kartons mit einem Polymer die Produkte „Ultramid® B27“ als auch „ecovio® PS 1606“ an. Die Barriereprodukte, welche allesamt kommerziell verfügbar sind, eignen sich BASF zufolge grundsätzlich für alle trockenen Lebensmittel. „Epotal® SP 101D“ könne zudem auch in leicht modifizierten Flexodruckanlagen verarbeitet werden, sagt der Konzern.

Über konkrete Kosten spricht man nicht gern

Über die Zusatzkosten, die sich durch die Verwendung von mit funktionellen Barrieren ausgestatteten Produkten ergeben, möchten sich die meisten Anbieter nicht konkret äußern. Es sei keine allgemeine Aussage möglich, da die Kosten individuell von unterschiedlichen Parametern abhängen, sagte ein Produzent. Aufgrund kundenindividueller Spezifikationen seien die Mehrkosten „pauschal nicht zu benennen“, sagte ein anderer. „Wir reden lieber über Zusatznutzen“, brachte es ein weiterer Anbieter auf den Punkt.