

PTS NEWS

FIBRE based solutions for tomorrow's products

Barrierebeschichtungen auf Papier – Chancen und Herausforderungen



**DAkKS akkreditiert: Inkjetcodierbarkeit nach
PTS-Methode PTS-DF 103/2022** [S. 24](#)

**Neue PTS Methode PTS-RH 025:2022 zur Analyse der
wässrigen Phase bei der Faserstoffwiedergewinnung** [S. 23](#)

**KFT Lab Kiefel Fiber Thermoformmaschine
komplementiert PTS-Pilotanlagen** [S. 21](#)

Inhaltsverzeichnis

Titelthema

- S. 04 Barrierebeschichtungen auf Papier – Chancen und Herausforderungen

Aus der Forschung

- S. 08 Entwicklung einer Prüfmethodik zur Funktionsprüfung von Indikatoretiketten: Vorstellung des IK-MF-Projektes FlndE!
- S. 10 Wissenschaftliche Abschlussarbeit: Analytik optischer Aufheller in Lebensmittelkontaktpapieren
- S. 13 Thermografie-Kamerasystem: Anwendungsbeispiele
- S. 16 Dynamische Prüfverfahren in der Papiertechnik
- S. 19 Vorhersage der dreidimensionalen Umformbarkeit von Naturfaserwerkstoffen unter Zuhilfenahme des In-Plane-Schubversuchs
- S. 20 Durchflusszytometer CyFlow Cube 8 komplementiert das Rezyklierbarkeitslabor
- S. 21 KFT Lab Kiefel Fiber Thermoformmaschine komplementiert PTS-Pilotanlagen
- S. 22 PTS startet FuE Projekt „CelluCleave“: Oxidative Behandlung von Holzabfällen zur Auslösung von Cellulose und Hemicellulosen

Dienstleistung & Technologie

- S. 23 Neue PTS Methode PTS-RH 025/2022 zur Analyse der wässrigen Phase bei der Faserstoffwiedergewinnung

- S. 24 DAkkS akkreditiert: Inkjetcodierbarkeit nach PTS-Methode PTS-DF 103/2022 – Die Abteilung Druck & Verarbeitung stellt sich vor
- S. 27 Einblicke in die Materialwissenschaft mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) – Serie #3
- S. 28 Qualitätsmanagement und Akkreditierung an der PTS: Interview mit Nicole Brandt als Qualitätsmanagementbeauftragte
- S. 29 Einführung Energie- und Verbrauchskostenpauschale seit 01.10.2022
- S. 30 Methodenschulung rund um die Prüfung der Rezyklierbarkeit

Netzwerke

- S. 31 Professor Michael Bruno Klein, neuer Hauptgeschäftsführer der AiF: Einzigartiges Forschungs- und Transfernetzwerk sichert Weltmarktfähigkeit des deutschen Mittelstandes
- S. 32 PTS Sommerfest für die ganze Familie – Zuckerwatte bis Papierschöpfen

Weiterbildung

- S. 33 Nachbericht: „Paper for Power“ Konferenz zu papierbasierten Materialien für Energieanwendungen
- S. 34 PTS Veranstaltungsübersicht 2023
- S. 35 PTS Academy: Neue Formate & Highlights

Prüfdienstleistungen



Industrielle Lösungen



Forschung



Veranstaltungen



Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

beim 150jährigen Jubiläum des Papierverbandes „Die Papierindustrie e.V.“ wurde die Recyclingfähigkeit von Papier von vielen Redner:innen herausgehoben sowie die Innovationskraft der Branche und deren vielseitig einsetzbaren Grundstoff. Diesen Weg geht unser Team mit motivierten Mitarbeitenden konsequent weiter und sieht Papier als Material in vielen Einsatzgebieten, u. a. bei Verpackungen, um hier die Recyclingfähigkeit weiter zu erhöhen und gleichzeitig die Funktionalität zu erweitern, immer unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Die Erforschung und Entwicklung von Prozessen und Materialien, insbesondere nachwachsende Rohstoffe, sind dabei unerlässlich.

In dieser Ausgabe zeigen wir Ihnen im Titelthema, in welchen Projekten und Entwicklungen die PTS hier aktiv ist, um die Recyclingfähigkeit weiter zu erhöhen. Einen relevanten Anteil hierbei spielen biobasierte Barrierebeschichtungen und Klebstoffe, die faserbasierten Lösungen Funktionalität verleihen, aber ähnlich wie der Faserstoff biologisch abbaubar sein sollen.

Hierzu ist unser Team zudem in der europäischen Initiative 4evergreen als aktives Beratungsglied tätig, um Standards und Methoden mitzuentwickeln (Seite 22), und als Experten:innen auf Fachveranstaltungen gefragt, u. a. bei der „Paper & Beyond 2022“ in Brüssel.

Mit Ausblick auf das Jahr 2023 stehen einige Veränderungen und Entwicklungen an, die die industrielle Forschung und Entwicklung prägen werden. Mit der Neuausschreibung der Projektträgerschaft für das Programm der „Industriellen Gemeinschaftsforschung“ (IGF) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz könnte hier ein bestehendes und funktionierende Mittelstands-

netzwerk durch ein neues ersetzt werden – mit offenem Ausgang für alle Forschungsvereinigungen und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) selbst (Seite 31).

Daher ist es umso wichtiger, dass wir als An-Institut der TU Dresden, einen regionalen und anerkannten Forschungspartner, die Zusammenarbeit und die Vernetzung forcieren. Hierzu laden wir Anfang 2023 zahlreiche Professorinnen und Professoren an die PTS ein, um unser Institut mit dessen Möglichkeiten besser kennen zu lernen.

Das PTS Veranstaltungsjahr 2023 steht zudem ganz im Zeichen von drei PTS Konferenzen, der PTS Konferenz für „Papier, Karton und Tissue im Lebensmittelkontakt“ im März, der „PTS Recovered Paper Conference“ im Mai und dem traditionellen und branchenbekanntem „PTS Coating Symposium 2023“ im September. Alle drei Plattformen sind wichtige Branchenveranstaltungen für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Vertreter:innen aus Verwaltung und Politik, um sich über innovative und relevante Entwicklungs- und Forschungsthemen zu informieren und auszutauschen.

Ich lade Sie herzlich ein mit uns zu diesen Anlässen ins Gespräch zu kommen und gemeinsame Projekt zu starten.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und hoffe auf viele Anregungen für eine Zusammenarbeit mit uns, bleiben Sie gesund!



T. Voß

Ihr Dr. Thorsten Voß,
PTS Vorstand



SAVE
THE
DATE!

PTS Coating Symposium 2023

13.09 - 14.09.2023 in München

www.ptspaper.de/veranstaltungen



Barrierebeschichtungen auf Papier – Chancen und Herausforderungen



Aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt und zu einem großen Anteil recyclingfähig: Papier erfüllt schon heute die Anforderungen an zukünftige Werkstoffe. Es ist also nicht verwunderlich, dass Papier als Verpackungsmaterial Kunststoff zunehmend verdrängt. Zudem hat sich das Anwendungsspektrum von Papier in den letzten Jahren erheblich vergrößert – beispielsweise im Bereich Leichtbau. Dazu beigetragen haben nicht zuletzt innovative Barrierebeschichtungen. Sie verbessern die Stabilität gegenüber Wasser, Ölen und Fetten und schützen Lebensmittel oder andere Packgüter vor einem Qualitätsverlust durch Wasserdampf, Sauerstoff, UV-Licht oder Aromaverlust. Im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Recyclingfähigkeit sind diese, in der Regel petrochemischen, Beschichtungen jedoch teilweise kritisch zu hinterfragen. Im Gegensatz zum Faserstoff werden die Beschichtungsmaterialien im Recyclingprozess derzeit noch nicht zurückgewonnen und es besteht das Risiko einer Freisetzung von Mikroplastik. Außerdem fallen Papiere mit synthetischen Polymer-Beschichtungen unter die Definition der 2021 erlassenen *EU Single Use Plastics Directive* (SUPD). Die Entwicklung von alternativen, möglichst nachhaltigen Beschichtungsmaterialien führte in den letzten Jahren auch zu einem deutlichen Anstieg von Dispersionsbeschichtungen. Diese ermöglichen zum einen die Erzeugung deutlich dünnerer Beschichtungen als bei herkömmlichen Extrusionsverfahren, zum anderen wird die Recyclingfähigkeit der so beschichteten Papiere in der Regel weniger stark beeinträchtigt.

Nicht überraschend ist dementsprechend auch das enorme Interesse an **biobasierten natürlichen Beschichtungsmaterialien**. Da diese ohne weitere Modifizierung oftmals nicht das gewünschte Eigenschaftsprofil zeigen, existieren zahlreiche Bemühungen zur Verbesserung von Filmbildungs- und Barriereigenschaften. Dazu zählen beispielsweise Funktionalisierungen oder die Etablierung von Mehrfachbeschichtungen. Auch biobasierte Klebstoffe rücken zunehmend in den Fokus der Forschung. Ein Überblick ausgewählter Forschungsarbeiten an der PTS findet sich im Info-Kasten auf dieser Seite. Neben öffentlich geförderten Forschungsprojekten steht die PTS auch als zuverlässiger Partner für die Entwicklung von Verpackungen zur Verfügung: so können Barrierebeschichtungen mittels verschiedener Auftragsverfahren (Rakel, Filmpresse, Schlitzdüsenauftrag, Curtain Coater) auf Papier aufgebracht und anschließend hinsichtlich ihrer Barrierewirkung (z. B. Wasserdampf- und Sauerstoffdurchlässigkeit, Fettdichtigkeit, Migration) geprüft werden.

Projekte zum Thema „biobasierte Barrierebeschichtungen und Klebstoffe“

IGF 21841 N „Konzeption von rezyklierbaren biobasierten Beschichtungen für Papierverpackungen“

(BioPaperRecycling – „BiPaRe“) – Papiertechnische Stiftung (PTS) & Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV)
 Laufzeit: 01.06.2021 - 30.11.2023

IGF 21394 N „Beschichtungen auf Basis von Stärke zur Optimierung und modellhaften Erfassung der Aromabarriere von Verpackungspapieren“

(„Stärke-Aromabarriere“) – Papiertechnische Stiftung (PTS) & Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV)
 Laufzeit: 01.12.2020 - 30.11.2022

IGF 21373 N „Wachs-Polymer-Beschichtungen zur regenerativen Superhydrophobierung von Papiererzeugnissen“ („Regenerate“)

– Papiertechnische Stiftung (PTS) & Institut für Makromolekulare Chemie und Papierchemie der TU Darmstadt
 Laufzeit: 01.10.2020 - 31.12.2022

IGF 21316 N „Ligninmodifizierung durch Reaktivextrusion für biobasierte Papierbeschichtungen“

(„LignoREX“) – Papiertechnische Stiftung (PTS) & Institut für Holzforschung, Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
 Laufzeit: 01.09.2020 - 28.02.2023

FNR - 2221HV095A „Entwicklung von neuartigen biobasierten und formaldehydfreien Nassfestmitteln für Stärkeklebstoffe“ („BioWellKleb“)

– Papiertechnische Stiftung (PTS) & Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC)
 Laufzeit: 01.07.2022 – 30.06.2025

FNR - 2220NR168C „Entwicklung von Klebstoffen auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen und dazu passenden Technologien für Faltschachtel- und Wellpappenverpackungen“ („SUGRA“)

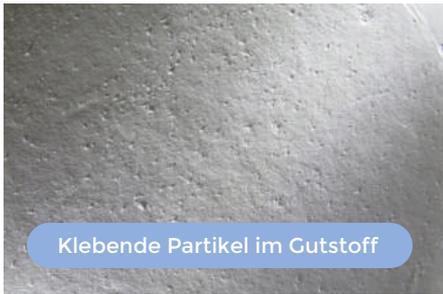
– Papiertechnische Stiftung (PTS), Baumer hhs GmbH & Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)
 Laufzeit: 01.07.2022 – 30.06.2025



Beschichtungsbestandteile im Feinrejekt



Transluzente Partikel im Gutstoff



Klebende Partikel im Gutstoff

Die Entwicklung neuartiger (biobasierter) Beschichtungen stellt jedoch auch neue Herausforderungen an das **Recycling**. Im Vergleich zu herkömmlichen Beschichtungen ist insbesondere der Verbleib der neuentwickelten Beschichtungen im Recyclingprozess nicht vollständig geklärt.

In der **Laborprüfung** zur Untersuchung der **Rezyklierbarkeit** können sich die fragmentierten Partikel der Beschichtungen in der wässrigen Phase, im Sortierrückstand (Rejekt) und/oder in den Gutstoff-Laborblättern wiederfinden. Der Verbleib im Rejekt wird mit den verfügbaren Methoden zur Prüfung der Rezyklierbarkeit, wie der **Methode PTS-RH 021 Kennzeichnung der Rezyklierbarkeit von Packmitteln aus Papier, Karton und Pappe (Kat. II)** erfasst. Bei einem Verbleib der Beschichtung im Sortierrückstand, reduziert sich entsprechend rechnerisch der recyclingfähige Anteil. Wenn Beschichtungen allerdings als kolloidal gelöste Substanzen in die wässrige Phase übergehen, wurde dieser Anteil bisher nicht quantifiziert. In der aktuellen Fassung des deutschen **Mindeststandards zur Bemessung der Recyclingfähigkeit von systembeteiligungspflichtigen Verpackungen gemäß §21 Abs. 3 VerpackG (31.08.2022)** wurde daher die quantitative Ausweisung der ins Filtrat übergehenden Stoffe ergänzt.

Für diese Bestimmung geeignet ist die **Methode PTS-RH 025 „Bestimmung des Gehalts von gelösten, kolloidalen und suspendierten Stoffen in der wässrigen Phase der Faserstoffsuspension nach Desintegration“**

Beschichtung

- Rakelauftrag
- Filmpressenauftrag
- Schlitzdüsenauftrag
- Curtain Coater

Funktionsprüfung

- Wasserdampfdurchlässigkeit
- Sauerstoffdurchlässigkeit
- Fettdurchlässigkeit (z.B. KIT-Test)
- Wasseraufnahme (Cobb-Test)
 - Migration
 - Beständigkeiten (UV, Temperatur)
 - Abrieb
- Verklebungsneigung
- Verklebbarkeit

Verpackungsentwicklung

- Papiermaschine
- Fasergussanlage



Beratung & Kundenworkshops

Rezyklierbarkeit

- PTS-RH021
- PTS-RH025
- CEPI recyclability laboratory test method

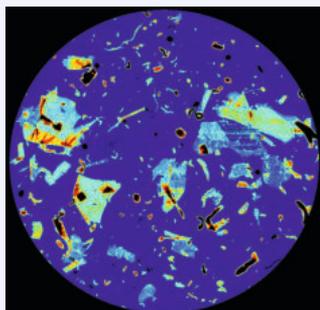
Mikroplastikfreisetzung

- Durchflusszytometrie
- NIR-Imaging

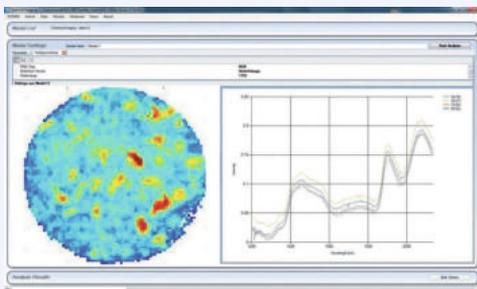
(siehe Beitrag S. 23). Zusätzlich zur gravimetrischen Bestimmung des sogenannten Abdampfrückstandes im Filtrat, ist in der Methode optional auch die Messung des chemischen Sauerstoffbedarfes CSB beschrieben. Dieser Parameter kann für eine qualitative Bewertung der Auswirkungen auf das Prozesswasser genutzt werden. Eine potentielle Anreicherung gelöster, kolloidaler und suspendierter Stoffe im Prozesswasser ist im Hinblick auf die zunehmende Kreislaufschließung zur Reduktion des Wasserverbrauchs, insbesondere in altpapiereinsetzenden Fabriken, problematisch. Diese

können Qualitätsprobleme beim Produkt verursachen oder zu erhöhtem Reinigungsaufwand durch Ablagerungen an Aggregaten führen. Es besteht daher weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich geeigneter analytischer Methoden für die qualitative Charakterisierung der wässrigen Phase. Hier ist insbesondere der Einsatz der Durchflusszytometrie vielversprechend. Zudem sind Untersuchungen notwendig um die Auswirkungen auf das Prozesswasser praxisnah zu bewerten. Dazu gehört auch die Identifikation potentieller Senken im industriellen Prozess sowie effektive Gegenmaßnahmen.

DOMASmultispec und NIR Messsystem



DOMAS Messsystem zur Bestimmung klebender und nicht klebender makroskopischer Partikel in Papier mit NIR-Kameratechnik.



DOMASmultispec ist ein modernes modulares multispektrales Bildanalysesystem, welches speziell für die Papier- und Druckindustrie entwickelt wurde.

Ansprechpartner



Jörg Hempel

joerg.hempel@ptspaper.de
Telefon: +49 3529 551 659

Bei der Prüfung im Labor erfolgt die qualitative Analyse der aus dem sortierten Gutstoff gebildeten Laborblätter. Dies erlaubt weitere Rückschlüsse auf potentielle Herausforderungen im Recyclingprozess. Zum einen können Beschichtungsbestandteile klebende Verunreinigungen verursachen. Zum anderen werden Beschichtungspartikel im Laborblatt als visuell störende, transluzente Partikel sichtbar. Die Untersuchung der Laborblätter erfolgt dabei in der Regel nach qualitativen Kategorien - Blattklebetest und visuelle Bewertung. Für detaillierte, quantitative Analysen stehen an der PTS analytische Methoden auf Basis von IR- und NIR-Spektroskopie zur Verfügung. Neben einer Quantifizierung der Partikel in Papierproben und Präparaten, können die Partikel auch chemisch identifiziert werden, was Rückschlüsse auf die Herkunft der Partikel erlaubt. Automatisiert und damit weniger zeitaufwändig ist die Messung mittels NIR-Kamera und DOMASmultispec Auswertung. Dieses Messsystem steht für Messungen an der PTS zur Verfügung und kann auch als Gerät erworben werden (siehe Infobox).

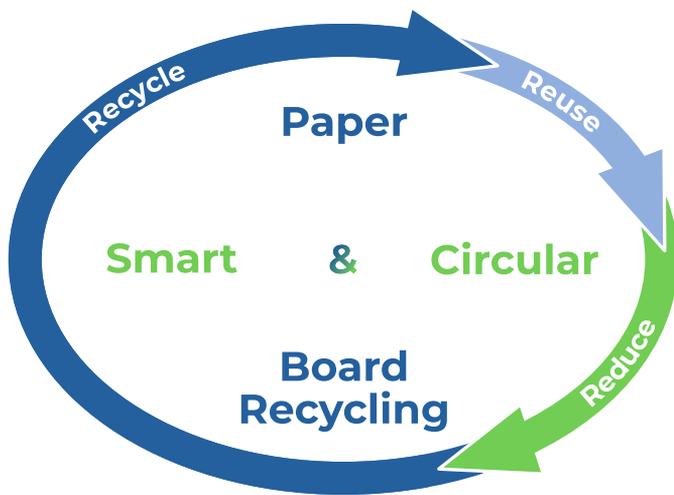
Im Oktober 2022 veröffentlichte die Capi eine Version 2 der europäisch harmonisierten Methode zur Prüfung der Rezyklierbarkeit **CEPI recyclability laboratory test method**. Diese enthält bereits die oben erläuterte Filtratanalyse. Zusammen mit der neuen Version der Methode wurden in Kooperation mit 4evergeen weitere Anhänge veröffentlicht. Insbesondere zu erwähnen sind eine Klassifikation der visuellen Verunreinigungen im Anhang C „Decision Tree for the evaluation of the visual appearance“. Sowie die detaillierte Arbeitsanweisung zur Durchführung der Methode im Anhang H „Detailed Work Description“. In der branchenübergreifenden Allianz **4evergeen** wird zudem auch an einem Bewertungssystem für die Rezyklierbarkeit gearbeitet. Die Veröffentlichung einer Beta Version zur Bewertung der Rezyklierbarkeit in Standard-Recyclinganlagen wird im Dezember 2022 erwartet. Weitere Ergänzungen und Updates folgen in 2023. Die zuvor dargestellten Herausforderungen beim Recycling von Barrierenmaterialien werden auch in 4evergeen adressiert und bearbeitet. Die PTS ist seit 2021 Mitglied der Allianz und unterstützt seit Ende 2020 als *technical advisor*. ●

Lydia Tempel,
lydia.tempel@ptspaper.de
Dr. Antje Harling,
antje.harling@ptspaper.de
Dr. Jennifer Daeg,
jennifer.daeg@ptspaper.de
Dr. Marcel Haft,
marcel.haft@ptspaper.de

Fachtagung Paper & Board Recycling – Smart & Circular

Termin vormerken:
23. - 24. Mai 2023 in Dresden

Updates, Programm & Anmeldung:
www.ptspaper.de/veranstaltungen



Die PTS Fachtagung im Themenbereich Altpapier und Recycling hat eine jahrzehntelange Tradition. Beginnend in den 1990er Jahren mit dem Fokus auf Makrostickys, hat sich das Themenspektrum im Laufe der Jahre sukzessive erweitert:

- Gesetzgebung und politische Strategien für zirkuläre Wertschöpfung
- Sammlung und Sortierung von Altpapier
- Altpapierqualitätsmanagement
- Methoden zur Bewertung des Recyclingverhaltens
- Optimierung der Stoffaufbereitung und Papierproduktion
- Rejektverwertung
- Einsatz von Sensorik und Messtechnik
- digitale Lösungen

Zuletzt fand die Tagung 2021 online und englischsprachig statt.

Am **23. - 24. Mai 2023** möchten wir Sie gern wieder nach **Dresden** einladen. Aufgrund des europaweiten Interesses am Thema soll die Fachtagung zweisprachig stattfinden. Damit braucht sie natürlich auch einen neuen Titel:
Paper & Board Recycling – Smart & Circular.

Die zunehmende Bedeutung von Sensorik und Digitalisierung als auch die ganzheitliche Betrachtung aller Akteure und Stoffströme, spiegelte sich in den letzten Jahren bereits in den Vorträgen wider.

2023 wollen wir bei der Programmgestaltung bewusst die Auswahl der Fachbeiträge und Diskussionsthemen auf den Titelzusatz ‚Smart & Circular‘ ausrichten.

Veranstaltungsleitung



Lydia Tempel
Geschäftsbereichsleiterin
Smart & Circular Solutions
lydia.tempel@ptspaper.de



Dr. Martin Neumann-Kipping
Projektleiter
Smart & Circular Solutions
martin.neumann-kipping@ptspaper.de

Event Organisation



Celine Farr
Event Managerin
ptsacademy@ptspaper.de

Entwicklung einer Prüfmethodik zur Funktionsprüfung von Indikatoretiketten: Vorstellung des IK-MF-Projektes FIndE!

Einleitung / Problemstellung

Die Anforderungen an Etiketten sind so vielseitig wie ihre zahlreichen Einsatzgebiete. Der rasante Zuwachs an „smarten“ Etikettenlösungen, die komplexe Funktionen mittels Indikatorsystemen zu erfüllen haben, erfordern zunehmend flexible Möglichkeiten der Leistungsüberprüfung. Es existiert dabei eine Vielzahl an Indikatoren, die auf unterschiedliche Einflüsse reagieren (siehe Abb. 1). Um die entsprechenden Produkte testen, absichern und optimieren zu können, müssen bestehende Charakterisierungsmethoden und Geräte weiterentwickelt und Prüfparameter an die Belastungsprofile der Etiketten angepasst werden.

In diesem Projekt soll eine Prüfmethodik entwickelt werden, mit der die Funktionsfähigkeit aus dem wachsenden Markt von Indikatoretiketten, u. a. für die Bereiche Verpackung, Medizintechnik und Onlinehandel, überprüft werden kann. Es werden PTS-seitig entwickelte Indikatoretiketten (vgl. **IK-MF 200033 „Sicherheitsetiketten“**) sowie marktgängige Etikettenlösungen in die Untersuchungen einbezogen, die v. a. mittels Fluoreszenz oder Farbumschlag auf definierte Einflussfaktoren reagieren. Mithilfe eines Baukastensystems wird es möglich sein, die Prüfstrategie auf diverse (Indikator-) Etikettenanwendungen zu adaptieren. Zu diesem Zweck ist geplant, einzelne Nachweisverfahren entsprechend der jeweiligen Funktionsweise des zu prüfenden Indikatorsystems flexibel kombinierbar zu gestalten. Berücksichtigt werden sowohl einfache als auch komplexe Konfigurationen des Indikatorsystems.



Abb. 1: Arten von Indikatoren

Letztere benötigen mehrere Faktoren (z. B. das zeitaufgelöste Eintreten von Druck und Feuchte), um den Auslösemechanismus zu aktivieren. Eine Herausforderung besteht darin, diese überlagerten Belastungen und sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren praxisnah abzubilden.

Projektziel

Das Forschungsziel des angestrebten Projektes besteht somit in der Erarbeitung einer validen Prüfmethodik zum Funktionsnachweis von Indikatoretiketten unter Berücksichtigung und Ermittlung relevanter Bedingungen. Mithilfe dieser Prüfmethodik kann das Zusammenwirken, auch komplexer Beanspruchungen, abgebildet und zielgerichtet überprüft werden. Mit Abschluss des Vorhabens soll es möglich sein, Etikettenherstellern für verschiedene Konfigurationen von Indikatorsystemen einen geeigneten Nachweis der Funktionsfähigkeit zu liefern, den diese gegenüber ihren Kunden erbringen müssen. Ein Meilenstein zum Erreichen der Projektziele stellen speziell konzipierte Feldstudien dar, auf Grundlage derer

Projekttitle:

Entwicklung einer Prüfmethodik zum Funktionsnachweis von Indikatoretiketten (FIndE!)

Laufzeit:

01.08.2022 – 31.01.2025

Projektart/-träger:

INNO-KOM Modul
„Marktorientierte Forschung und Entwicklung“, 49MF220041

Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung (PTS),
Projektleiterin: Anke Nikowski

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INNO-KOM

die gesamte Prüfstrategie validiert werden soll. Je nach Art des Etiketts mitsamt seiner individuellen Komponenten – Indikatorsystem, Manipulationsschutz und Echtheitsnachweis – kann mithilfe eines Baukastenprinzips die passende Prüfmethodik zusammengestellt werden (vgl. Abb. 2). Als Grundlage hierfür dienen definierte Stabilitäts- und Funktionsprüfungen zur messtechnischen Beurteilung von Indikatoretiketten. Im Falle von Sicherheitsetiketten erfolgt, wenn erforderlich, auch eine Überprüfung der Manipulierbarkeit.

Anwendungsnutzen durch gezielte Produktüberprüfung

Im Rahmen des Projektes werden Funktionsprüfungen für Indikatore-

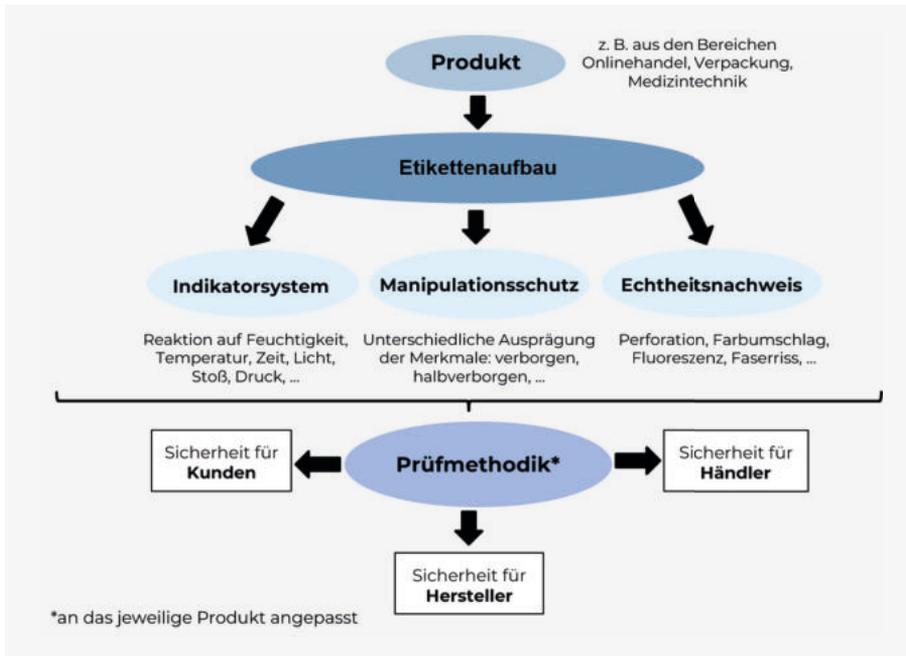


Abb. 2: Schema Prüfmethodik

tiketten (z. B. schichtartig aufgebaut und papierbasiert) als Nachweis des Einwirkens verschiedener und teils überlagerter Einflussparameter entwickelt. Die konzipierten Prüfmethoden sollen dabei flexibel auf diverse Indikatoretikettenanwendungen und deren Märkte (z. B. in der Medizin oder im Agrarbereich) anwendbar sein. Ein Innovationspotential der zu entwickelnden Prüfmethodik liegt u. a. beim Funktionsnachweis von Indikatoretiketten, deren Funktion durch mehrere Einflussfaktoren ausgelöst wird. Hierbei müssen zwingend verschiedenste Wechselwirkungen berücksichtigt werden.

Den größten Nutzen der Projektergebnisse erhält einerseits der Onlinehandel infolge des nachweislich sicheren Erkennens des Warenmissbrauchs im Zuge des Sichtungsprozesses, wenn sich die PTS-seitig entwickelten Indikatorsysteme als funktionssicher herausstellen. Dadurch können Verluste auf Händlerseite maßgeblich reduziert werden, die durch den missbräuchlichen und unsachgemäßen Gebrauch der Produkte entstehen. Bisher ist es beispielsweise für den Online-

Textilhändler nur möglich Wertersatz zu verlangen, sollte sein Produkt beim Testen und Anprobieren nachweisbar geschädigt worden sein. Eine Kürzung der Rückerstattung ist schwierig und nur möglich, wenn der Kunde darüber entsprechend in den AGBs belehrt wird. Weiterhin sollen Unternehmen anderer Produktsegmente stark von der Entwicklung des Forschungsvorhabens profitieren, indem die Funktionsüberprüfung der von ihnen genutzten Etiketten für verschiedene Anwendungsfelder ermöglicht wird. Das Erbringen eines Nachweises erhöht das Vertrauen des Anwenders beim Kauf solcher Etiketten und erweitert somit das Marktpotential für Etikettenhersteller und das Vertrauen in deren Produkte.

Die angestrebten Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens eröffnen den Unternehmen neue Anwendungsfelder für ihre Produkte. Die zu entwickelnde Prüfstrategie ist marktseitig bisher nicht bekannt und soll so konzipiert sein, dass die zweifelsfreie Funktion von Indikatoretiketten für spezielle Einsatzszenarien (z. B. Detektion des Warenmissbrauchs)

nachgewiesen werden kann. Der wachsende Etikettenmarkt wird durch die Arbeit der PTS hinsichtlich neuer Entwicklungen Unterstützung erfahren und entsprechend von Umsatzsteigerungen sowie Kosteneinsparungen profitieren.

Dauer und Zielparameter

Das vom BMWi geförderte Projekt erstreckt sich über eine Laufzeit von 30 Monaten. Für diesen Zeitraum wurden Zielparameter festgelegt, welche in der angestrebten Prüfmethodik verankert sind. Darunter zählen objektive Bewertungsmethoden zur zweifelsfreien Differenzierung zwischen kurzzeitiger/zulässiger und übermäßiger/unzulässiger Nutzung, speziell für den Anwendungsfall von Sicherheitsetiketten im Onlinehandel. Weiterhin soll zu Projektende eine modellhafte Prognose zur Haltbarkeit von bis zu zwei Jahren und Stabilität der Indikatoretiketten entsprechend des geforderten Anwendungsszenarios vorliegen. Zu diesem Zweck muss die Performance der Etiketten während des Alterungsprozesses betrachtet werden, da dieser zu eventuellen Funktionseinschränkungen führen kann. Zudem müssen Einflüsse, wie Temperatur, Feuchte, Zeit oder Bestrahlung, in die Untersuchungen einbezogen werden. Weiterhin werden geeignete Untersuchungsverfahren zur Etikettencharakterisierung für die angestrebte Methodik abgeleitet sowie beanspruchungsrelevante Kenngrößen zur Bewertung von Indikatoretiketten anhand von messtechnischen Beurteilungskriterien zusammengestellt. Im Ergebnis des Projektes wird ein Prüfleitfaden bzw. Baukastensystem zur Funktionsprüfung von Indikator-etiketten entstehen, wobei verschiedene Anwendungsszenarien Berücksichtigung finden. ●

Anke Nikowski,
anke.nikowski@ptspaper.de

Wissenschaftliche Abschlussarbeit: Analytik optischer Aufheller in Lebensmittelkontaktpapieren

Von Dezember 2021 bis Oktober 2022 wurde in Kooperation der Papiertechnischen Stiftung (PTS) mit der TU Dresden, Professur für Lebensmittelkunde und Bedarfsgegenstände, Prof. Dr. Thomas Simat, von Frau Antonia Rosenberger eine wissenschaftliche Abschlussarbeit im Studienfach Lebensmittelchemie zur Problematik der Analytik optischer Aufheller in Lebensmittelkontaktpapieren erstellt.

Einleitung

Die umfangreiche Stoffgruppe der optischen Aufheller findet in vielen alltäglichen Gegenständen Anwendung, wie etwa bei Kunststoffen, Textilien oder Papier und Pappe. Ziel hierbei ist es, die Materialien heller und weißer erscheinen zu lassen, um eine höhere Verbraucherakzeptanz zu erreichen. Dieser Effekt entsteht durch die Eigenschaft der optischen Aufheller, Licht im UV-Bereich zu absorbieren und in Form von blauer Fluoreszenz wieder abzugeben. Betrachtet man aufgehelltes Papier unter der UV-Lampe, so ist ein blaues Leuchten wahrnehmbar (Abbildung 1). Zur Aufhellung von Papier und Pappe werden hauptsächlich Stilben-Derivate (siehe Abbildung 2) eingesetzt, um einem Gelbstich entgegenzuwir-

ken. Diese können anhand der Anzahl von Sulfonsäure-Gruppen im Molekül in weitere Untergruppen eingeteilt werden und besitzen unterschiedliche Affinitäten zur Cellulosefaser. Für Papierprodukte werden meist Vertreter der tetrasulfonierten Stilben-Derivate angewendet. Beim Einsatz von optisch aufgehellten Papierprodukten im direkten Lebensmittelkontakt, beispielsweise als Bäckertüte oder Burgerpapier, können optische Aufheller auf fettige oder insbesondere feuchte Lebensmittel übergehen. Die Aufnahme optischer Aufheller kann toxikologisch relevant sein, weshalb ein Ausbluten zu unterbinden ist (Deutschland BfR XXXVI, Bewertung nach DIN EN 648), oder verschiedene Grenzwerte für den Übergang auf Lebensmittel bestehen (z. B.

gilt in Frankreich für Lebensmittelkontaktmaterialien, die keine Stufe 5 nach DIN EN 648 erreichen, dass Migrationswerte, die zu einer Expositionshöhe von höchstens 50 µg pro Tag und Person führen (siehe die in der Stellungnahme des CSHPF vom 13/10/1998 beschriebene Methodik) erreicht werden müssen.),

Rechtsgrundlagen

Wie für alle Lebensmittelkontaktmaterialien (FCM) gelten auch für Produkte mit optischen Aufhellern die Vorschriften der Europäischen Verordnung (EG) 1935/2004 „über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen“. Diese Verordnung schreibt vor, dass Materialien keine Substanzen an das Lebensmittel abgeben dürfen, die in der Lage sind, die menschliche Gesundheit zu gefährden oder die organoleptischen (sensorischen) Eigenschaften bzw. die Zusammensetzung des Lebensmittels unverträglich zu verändern. Um diesen Grundsatz zu erfüllen, müssen die Erzeugnisse nach „Guter Herstellungspraxis (GMP)“ gemäß Verordnung (EG) 2023/2006

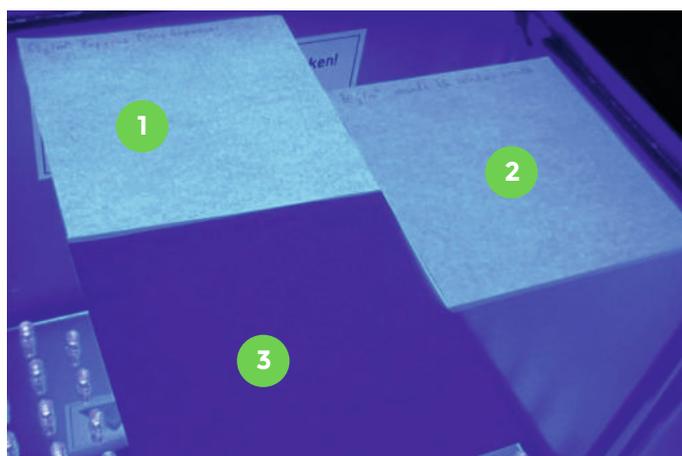


Abb. 1: Papier mit optischen Aufhellern (1, 2) und ohne optische Aufheller (3) [1]

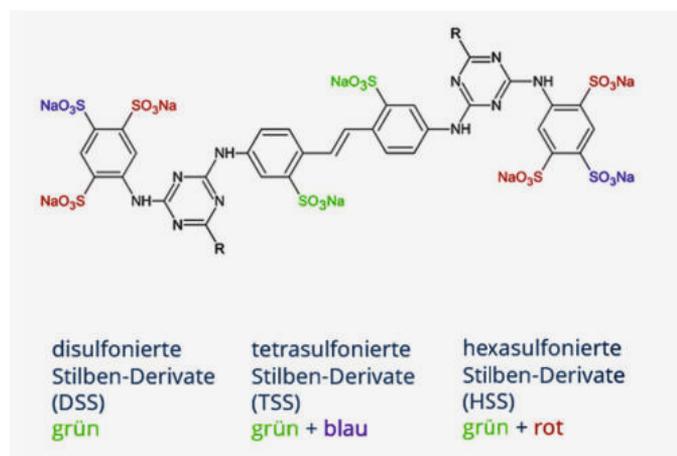


Abb. 2: Strukturformel der Stilben-Derivate

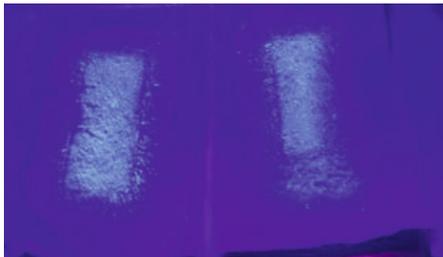


Abb. 3: Stark ausblutendes Papier nach Durchführung der DIN EN 648, Simulanz: destilliertes Wasser

produziert werden. Es muss also schon zu Beginn der Produktion gewährleistet werden, dass das finale Erzeugnis die lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfüllen kann.

Für die praktische Interpretation dieser Anforderungen werden u.a. die Empfehlungen des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR) herangezogen. Für Lebensmittelkontaktmaterialien aus Papier und Pappe bei Kontakttemperaturen bis 90°C wird die Empfehlung XXXVI „Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt“ angewendet. Hiernach dürfen sulfurierte Stilbenderivate als optische Aufheller in Papieren im Kontakt mit Lebensmitteln nur zu höchstens 0,3% bezogen auf das trockene Fertigerzeugnis eingesetzt werden. Zudem dürfen Optische Aufheller nicht auf Lebensmittel überwandern, wobei die Prüfung nach Norm DIN EN 648 erfolgt. Die Norm stellt ein Modellsystem dar, bei dem der Übergang von optischen Aufhellern auf Glasfaserpapier mithilfe von Lebensmittelsimulanzien untersucht wird. Der Übergang wird visuell anhand der Fluoreszenzintensität bewertet (Abbildung 3). Hierbei soll die Bewertungsstufe 5 (keine sichtbare Fluoreszenz) erreicht werden.

Analytik

Für die Prüfung nach Normvorschrift DIN EN 648 werden Streifen aus inertem Glasfaserpapier mit Lebensmittelsimulanzien getränkt. Dabei werden die Simulanzien destilliertes Wasser, 3%ige Essigsäure, Alkalisalzlösung sowie

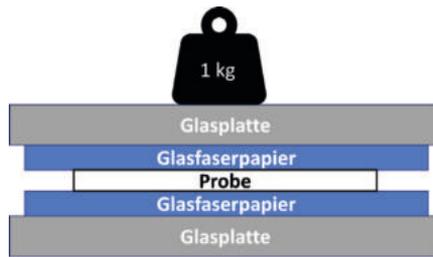


Abb. 4: Prüfstapel nach DIN EN 648

Pflanzenöl verwendet, um verschiedene Lebensmittel-Kontaktszenarien darstellen zu können. Zum Aufbau des Prüfstapels (Abbildung 4) wird das Probenmaterial beidseitig mit den getränkten Streifen in Kontakt gebracht, mit Glasplatten abgedeckt und in Folie eingeschlagen. Je nach vorgesehener Anwendungsbedingung des Lebensmittelkontaktmaterials wird ein Kontakt-Szenario (A – Kurzzeitkontakt, B – Mittelzeitkontakt, C – Langzeitkontakt, D – Heißkontakt) gewählt. Nach Beendigung der Migrationszeit wird der Prüfstapel geöffnet, die Glasfaserpapiere im Dunkeln getrocknet und im Anschluss die Fluoreszenz unter einer UV-Lampe bewertet. Als Vergleichsskala (Stufe 1-5, Abbildung 5) dienen Glasfaserpapiere, auf denen sich definierte Mengen eines vorgegebenen optischen Aufhellers (Fluorescent Brightener 28 CAS-Nummer 4193-55-9) befinden. Die Bewertung erfolgt anschließend durch visuellen Vergleich der Fluoreszenzintensität von Probe und Vergleichsskala. Die Detektion der DIN EN 648 ist allerdings nicht substanzspezifisch. Auch migrierte Substanzen, bei denen es sich nicht um optische Aufheller handelt, können unter Umständen eine wahrnehmbare Fluoreszenz verursachen. Zudem zeigen einzelne Aufheller eine sehr viel stärkere Fluoreszenz als andere. Eine direkte Konzentrationsabhängigkeit des Verfahrens ist somit ebenfalls nicht gegeben.

In dem Normentwurf DIN prEN 17600 (2020) soll der Übergang optischer Aufheller mithilfe einer flüssigchroma-

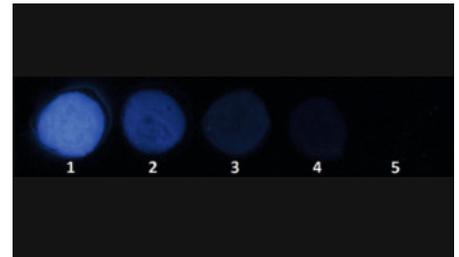


Abb. 5: Vergleichsreihe der DIN EN 648 mit Aufheller XYZ, Stufe 1-5

tographischen Trennmethode detaillierter erfasst werden. Die Migration wird hier identisch zu DIN EN 648 im Prüfstapel durchgeführt. Anschließend werden die getrockneten Glasfaserpapiere mit einer Mischung aus 20 ml Wasser/ACN 50/50 (v/v) zweifach für 10 Minuten im Ultraschallbad extrahiert und ein Aliquot der vereinten Extraktionslösung mit einer RP-HPLC-FLD/UV-Methode (Anregungswellenlänge: 340 nm; Emissionswellenlänge: 440 nm) flüssigchromatographisch bestimmt.

Methodenoptimierung

In der wissenschaftlichen Arbeit von Frau Rosenberger wurde die Methodenvorschrift der DIN prEN 17600 (2020) auf die an der TU Dresden zur Verfügung stehende Technik angepasst und modifiziert. In umfangreichen Messreihen erfolgte eine intensive Methodenoptimierung und -validierung mithilfe von kommerziell erhältlichen Standardsubstanzen, wobei deren Reinheit mittels NMR-Technik geprüft wurde. Die Auswertung erfolgte mithilfe von Kalibrierreihen. Es wurden Anpassungen am Extraktions- und Injektionsgemisch vorgenommen. Die besten Ergebnisse bezogen auf Peakform, Peakfläche und Präparationsaufwand lieferte eine Extraktion und Injektion mit Dimethylsulfoxid/bidest. Wasser 25/75 (v/v).

Mit der optimierten Methode wurde die Menge an migrierten optischen Aufhellern aus Realproben untersucht (Abbildung 6). Hierbei handelte es sich um Frischfaser- sowie Recycling-

Material. Bei einem großen Teil der Proben wurden bewusst optische Aufheller zugegeben. Im Zuge dieser Analytik konnte festgestellt werden, dass mitunter große Abweichungen der Einzelwerte sowohl in Mehrfachbestimmungen bei gleichen Bedingungen, als auch stark voneinander abweichende Ergebnisse bei variierenden Bedingungen erhalten wurden. Dies kann auf unpräzise Vorgaben wie z. B. eine fehlende Festlegung der Trocknungszeit vor der Extraktion zurückgeführt werden. Mit der DIN EN 648 festgestellte falsch-positive Befunde konnten im Rahmen der Diplomarbeit bestätigt werden. Es war bei mehreren Proben Papier (Rohpapiere, Frischhaltepapier) zwar eine Fluoreszenz (DIN EN 648 Stufe 4) feststellbar, jedoch wurden bei der Einzelsubstanzbestimmung keine optischen Aufheller der Gruppe der sulfonierten Stilben-Derivate oder Biphenyldistyryl-Derivate nachgewiesen.

Einfluss der Trocknungszeit auf die Fluoreszenz

Im Zuge der Methodvalidierung wurde weiterhin festgestellt, dass die Fluoreszenz der optischen Aufheller auf dem Glasfaserpapier mit der Trocknungszeit deutlich abnimmt und nach 24 h nicht mehr wahrzunehmen ist (Abbildung 7). Dieser „Trocknungs-

effekt“ wurde nach visueller Betrachtung unter der UV-Lampe beobachtet und korreliert mit der Quantifizierung der optischen Aufheller nach RP-HPLC-FLD. Auf Filterpapier und vergleichbaren Materialien konnte dieses Phänomen nicht bestätigt werden. Im Zusammenspiel mit den vielen Freiheitsgraden der beiden Normen, u.a. bei der Trocknungszeit der Glasfaserpapiere vor der Extraktion bzw. Bewertung, kann dies ein starker Unsicherheitsfaktor sein. Auch die Durchführung der Migration selbst zeigte sich als große Schwachstelle der Bestimmung. Hier lagen die festgestellten Reproduzierbarkeiten in Mehrfachmessungen identischer Proben bei teilweise nur 50%, während die eigentliche HPLC-Messung und Extraktion gut reproduzierbar sind.

Zusammenfassung

Ausgehend von den Ergebnissen der Diplomarbeit, sollte die in DIN prEN 17600 vorgeschlagene Methode zur Quantifizierung der migrierten optischen Aufheller hinsichtlich mehrerer Parameter nochmals systematisch geprüft und mittels Ringversuch die Laborvergleichbarkeit verifiziert werden. Hierbei sind insbesondere zu nennen: RP-HPLC-FLD-Methode: (Art der Trennsäule, Optimierung des Fließmittelgradienten, Optimierung der Anregungs-/

Emissionswellenlängen der Fluoreszenzdetektion) sowie Extraktionsvorschrift: (Art des Extraktionslösungsmittels und Verdünnungsvorgaben).

Die Intensitätsunterschiede der Fluoreszenzstrahlung einzelner Aufheller werden durch die visuelle Detektion bei der DIN EN 648 nicht berücksichtigt. Optische Aufheller der Gruppe Distyrylbiphenyl-Derivate werden systematisch überschätzt, sulfonierte Stilben-Derivate werden systematisch unterschätzt. Zudem wird durch die Fluoreszenz-Detektion nur die fluoreszierende trans Form der Stilben-Moleküle erfasst. Da in wässriger Lösung gleichzeitig auch eine nicht fluoreszierende Form vorliegen kann, eignet sich das Verfahren nicht, um die gesamten, migrierten Stilben-Aufheller zu bestimmen. In den Versuchen zur Stabilität ausgewählter Aufheller konnte zudem gezeigt werden, dass deren Fluoreszenzintensität auf Glasfaserpapier mit der Trocknungszeit deutlich abnimmt. Durch die genannten negativen Aspekte der Methodik, werden nach DIN prEN 17600 und DIN EN 648 eventuell nicht alle Übergänge optischer Aufheller analytisch sicher bestimmt. Daher ist es fraglich, inwieweit die vorgestellten Methoden zur Quantifizierung von optischen Aufhellern für die Beurteilung einer

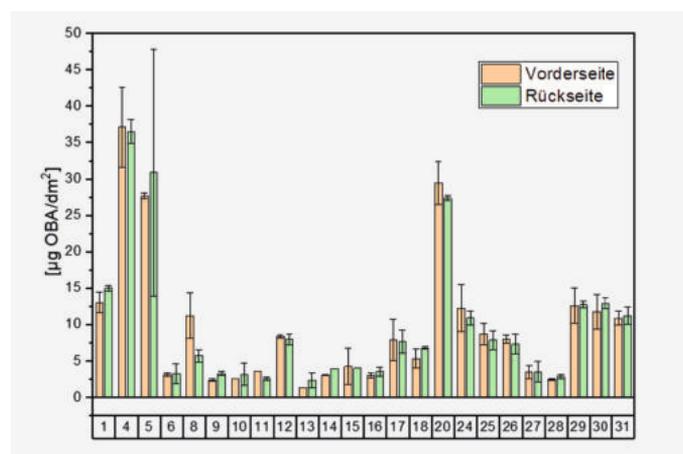


Abb. 6: Migrationsergebnisse ausgewählter unbedruckter Realproben (Papiere und Pappen für den Lebensmittelkontakt) 1-31 (Migration in destilliertes Wasser 24 h bei 23 °C)

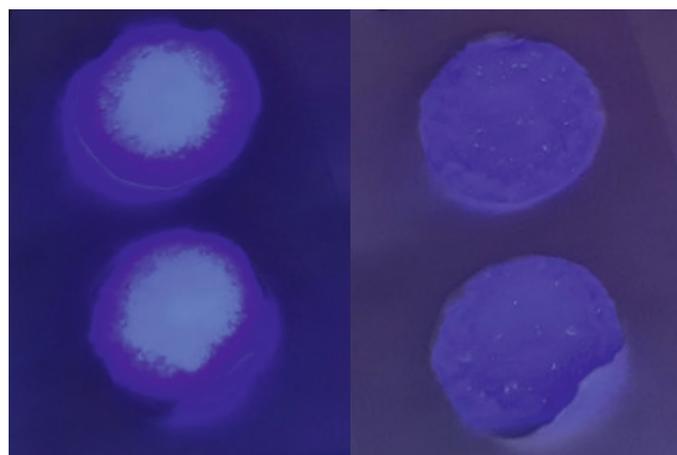


Abb. 7: Mit optischen Aufhellern dotierte Glasfaserpapiere, links: Zeitpunkt 0 min, rechts: Zeitpunkt 60 min

Konformität nach Art. 3 VO 1935/2004 hinreichend ist. Es sollte also zum Beispiel auf eine Methode hingearbeitet werden, die beide Isomere analytisch erfassen kann und reproduzierbare Ergebnisse liefert ohne dabei den Bezug zum tatsächlich stattfindenden Übergang auf Lebensmittel zu verlieren. ●

Max Schneider,
max.schneider@ptspaper.de
Dr. Antje Harling,
antje.harling@ptspaper.de

Quellen

[1] Bildquelle: <https://www.mikrocontroller.net/topic/297116>

DIN EN 648 (2019): Papier und Pappe für den Kontakt mit Lebensmitteln – Bestimmung der Farbechtheit von optisch aufgehelltem Papier und Pappe.

DIN prEN 17600 (2020): Papier und Pappe für den Kontakt mit Lebensmitteln – Bestimmung der Farbechtheit von optisch aufgehelltem Papier und Pappe – Analyse durch Hochleistungsflüssigkeitschromatographie.

VERORDNUNG (EG) Nr. 1935/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen

BfR: 2022, XXXVI. Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt, Bundesinstitut für Risikobewertung

<https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Papiers-et-cartons>

Thermografie-Kamerasystem: Anwendungsbeispiele

Das im Beitrag *Neue Prüfmöglichkeiten an der PTS: Thermografie-Kamerasystem* in der PTS News 02/2020 beschriebene **Photonische Hochleistungs-Prüfsystem XGA** (Fa. InfraTec GmbH Infrarotsensorik und Messtechnik, Dresden) kam in den letzten zwei Jahren bei mehreren Anwendungen in der Papiertechnik zum Einsatz. Die Thermografie ist ein bildgebendes Messverfahren, welches die Oberflächentemperaturen von Objekten hochauflösend anzeigt. Demnach können jegliche Fragestellungen untersucht werden, in denen Temperaturen oder Temperaturunterschiede Einfluss auf Materialien oder Prozesse haben können. Da es sich um ein indirektes und somit berührungsloses Messverfahren handelt, kommt es bei den Messungen zu keinerlei Beeinflussung des zu untersuchenden Systems. Beispiele für umgesetzte Messanwendungen sind u.a.:

- Tonerfixierung beim Drucken und Kopieren
- Temperaturverteilungen beim Trocknungsprozess

einer Streichmaschine

- Durchwärmung von (keramischen) Papieren – Wärmeleitfähigkeit

Auf die genannten Beispiele wird im Folgenden näher eingegangen, wobei auf eine detaillierte Ausführung zu den Fragestellungen bewusst verzichtet wird. Die Beispiele sollen insbesondere das breite Anwendungsspektrum der Messtechnik aufzeigen, um so auch Kunden und Partner zu animieren über Fragestellungen im eigenen Haus nachzudenken.

Tonerfixierung beim Drucken und Kopieren

Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Fragestellung, ob und wann ausgewählte Toner gut bzw. schlecht am Substrat haften und welchen Einfluss hierbei die Temperatur des Druck- bzw. Kopierprozesses hat. In einer ersten Messreihe konnten hierbei die Temperaturen beim Prozess des Druckvorgangs definiert werden, vom Austritt aus dem Gerät bis zum Abschluss des gesamten Druckvorgangs.

Projekttitel:

Ausbau der technischen Infrastruktur der PTS in 2020

Projektart/-träger:

INNO-KOM Modul "Investitionszuschuss wiss.-techn. Infrastruktur", Förderkennzeichen 49IZ200010

Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung (PTS), Pirnaer Straße 37, 01809 Heidenau (Benjamin Hiller, Martin Röllig)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

INNO-KOM

Die Materialseite, welche als erstes bedruckt wird („oben“) kühlt hierbei bereits während des Druckprozesses wieder ab. Abbildung 1 zeigt hierbei den Zustand kurz vor Beendigung des Druckprozesses. Dem Temperaturdiagramm ist zu entnehmen, dass die Temperatur von Austritt des Materials aus dem Drucker (unten) innerhalb

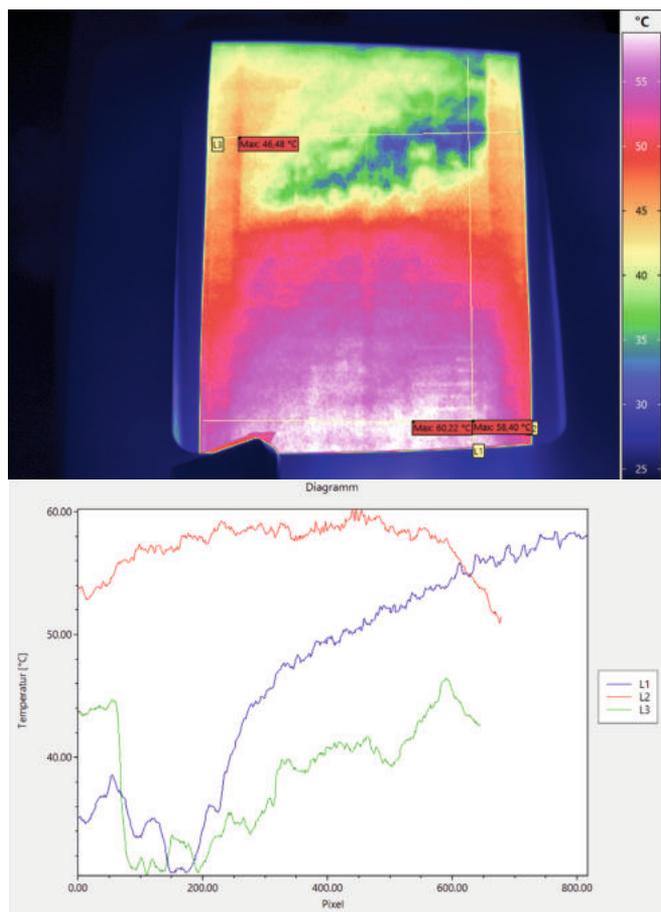


Abb. 1: Temperaturverteilung kurz vor Abschluss des gesamten Druckvorgangs (oben) sowie Temperaturverteilungen entlang signifikanter Linien (unten)

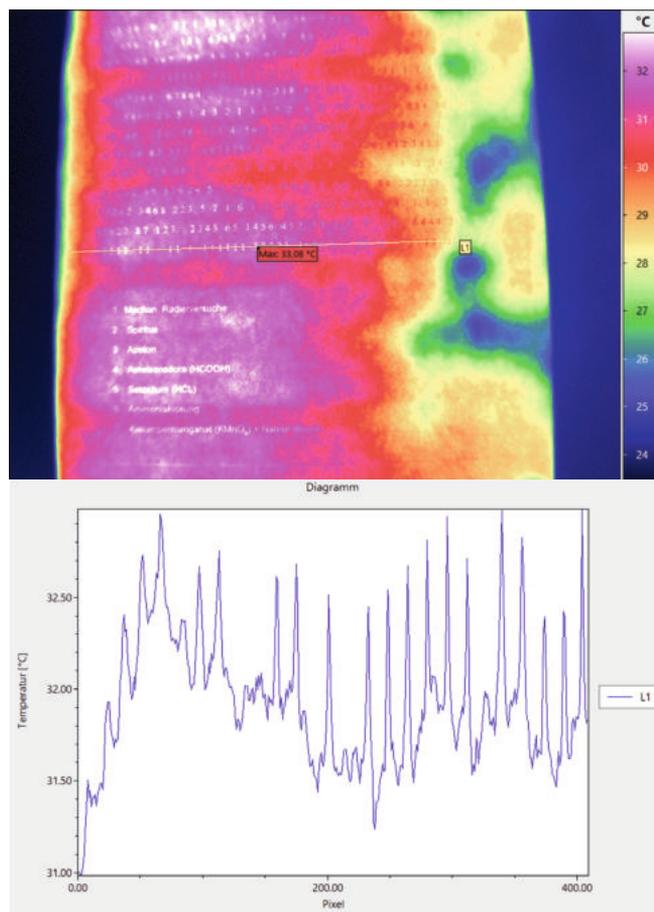


Abb. 2: Thermografiebild eines mit Zahlen bedruckten Blatts (oben) inkl. Temperatureinsparungen an bedruckten Bereichen (unten)

weniger Sekunden von 60 °C (rot) auf 30 °C (blau) abfällt und auch die Temperaturverteilung in Querrichtung weder am Austritt noch an der Oberseite des Papiers homogen verteilt ist (rote Kurve am Austritt, grüne Kurve am oberen Rand). Die Ränder des Papiers sind am Austritt ca. 10 K kühler als der Mittelbereich, wohingegen am oberen Blattende die Außenseiten ca. 15 K höhere Temperaturen aufweisen. In den unbedruckten Bereichen findet demnach eine andere Abkühlung statt, als in den mittig bedruckten Bereichen.

Zudem können auch lokale Temperaturunterschiede untersucht werden, bis hin zu der Möglichkeit bedruckte und unbedruckte Bereiche klar voneinander zu trennen, wie Abbildung 2 zeigt. Die gezeigte Auswertung entspricht dem Temperaturverlauf entlang einer definierten Linie. Berei-

che, die bedruckt sind (an denen erwärmter Toner vorhanden ist), weisen wesentlich höhere Temperaturen auf als unbedruckte Bereiche. In Detailaufnahmen können entsprechend selbst Zahlen und Buchstaben exakt definiert und unterschieden werden.

Die ersten Ergebnisse der Untersuchungen zeigten einen potentiellen Einfluss der globalen Temperaturverteilungen auf die Druckqualität. Die durchgeführten Voruntersuchungen eröffnen Perspektiven für daraus folgende Forschungsprojekte in Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft.

Temperaturverteilungen beim Trocknungsprozess einer Streichmaschine

Die Eigenschaften eines auf Papier aufgetragenen Strichs hängen zu

einem großen Teil von der Qualität seiner Trocknung nach dem Auftrag ab. Im Technikum der PTS wird der Trocknungsprozess anhand zweier unterschiedlicher Verfahren untersucht: Die Trocknung mit Hilfe eines Heizzyinders oder mit Infrarotheizung. Da die Thermografie-Kameratechnik mobil eingesetzt werden kann, ist es problemlos möglich, relevante Bauteile und Prozessschritte während des laufenden Produktionsbetriebs zu analysieren (vgl. Abbildung 3).

Anhand der Untersuchungen war für beide Verfahren eine Charakterisierung dahingehend möglich, wie sich Materialien während des Prozesses durchwärmen und wie gleichmäßig dies geschieht. Heizraten und Temperaturverteilungen können Abbildung 4 entnommen werden. Auch Abhängigkeiten der Aufheizraten von der Bahn-



Abb. 3: Messaufbau der Kamera am Heizzylinder (li) sowie an der Infrartheizung (re.) der Streichmaschine des PTS Technikums

geschwindigkeit können in diesem Zusammenhang detektiert werden.

Das Liniendiagramm der Infrartheizung weist zwei markante Peaks mit Temperatursenken auf, welche sich baubedingt durch quer verlaufende Streben in der Streichmaschine ergeben, die die Messungen blockieren. Dies muss generell bei Messaufbauten beachtet werden, ebenso wie der Fakt, dass Messungen durch normales Fensterglas nicht möglich sind. Wenn dennoch Messungen hinter einer Scheibe erforderlich sind – wie z. B. in einem Klimaprüfschrank – muss diese aus Saphirglas bestehen.

Durchwärmung von (keramischen) Papieren - Wärmeleitfähigkeit

In verschiedenen an der PTS durchgeführten Projekten wurden weiterhin keramische Papiere für Hochtemperaturanwendungen entwickelt. Interessant bei diesen Materialien ist die Frage, welche Zeit für eine komplette Durchwärmung über die Materialdicke benötigt wird. Technisch gesehen kann dies mit der Ermittlung einer Wärmeleitfähigkeit verglichen werden. Ein einfacher Messaufbau (Thermografiebild) ist auf Abbildung 5 dargestellt. Der Abbildung kann entnommen werden, dass alle vier Materialien

ähnliche Wärmedurchgänge aufweisen (Anstieg des Graphen), sich aber in der Absoluttemperatur, die durch das Material dringt, unterscheiden. Die Analysen der Temperaturentwicklungen können wie abgebildet über die Materialdicke durchgeführt werden, aber auch bei Erwärmung lediglich einer Seite des Materials innerhalb der Ebene. Dies ist insbesondere bei Heizpapieren von Interesse und lässt einen Vergleich verschiedener Heizstrukturen untereinander zu.

Zusammenfassung

Neben den dargestellten Anwendungsfällen wurde eine Reihe weiterer Untersuchungen durchgeführt mit teils sehr unterschiedlichen Fragestellungen. Da die Messtechnik mobil ist und sich auch für vor Ort Messungen eignet, kann sie universell und flexibel eingesetzt werden. Für Anregungen und eine Durchführung von Untersuchungen steht Ihnen die PTS auch bei ihrer Fragestellung im Bereich Thermografie zur Verfügung. ●

Benjamin Hiller,
benjamin.hiller@ptspaper.de
 Martin Röllig,
martin.roellig@ptspaper.de

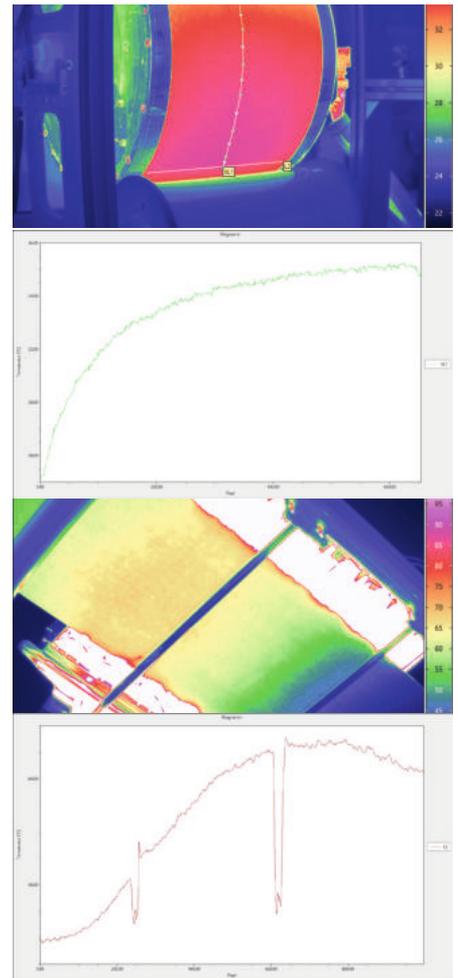


Abb. 4: Thermografiebild des Heizzylinders inkl. Linientemperatur entlang des Umfangs sowie Thermografiebild der Infrartheizung inkl. Linientemperatur während des Aufheizprozesses (von oben nach unten)

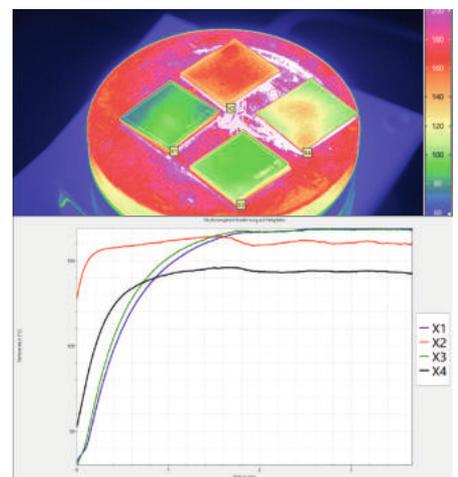


Abb. 5: Thermografiebild von vier unterschiedlichen Materialmustern auf einer Heizplatte (oben) inkl. zeitabhängiger Temperaturentwicklung der Einzelflächen (Mittelwert) (unten)

Dynamische Prüfverfahren in der Papiertechnik

Einleitung

Ein wichtiger Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt der PTS ist die verbesserte Werkstoffcharakterisierung naturfaserbasierter Materialien wie Papier und Karton oder daraus erzeugter Weiterverarbeitungsprodukte, wie Wellpappe oder Papierwabenkerne. Über viele Jahre hinweg entwickelte der Geschäftsbereich Materialprüfung & Analytik bestehende Prüfverfahren weiter oder bei Bedarf gänzlich neu. Hierbei lag das Hauptaugenmerk auf den für die Branche wichtigen **statischen Kennwerten** (z. B. Steifigkeit, Festigkeit). Ein **Out-of-Plane-Schubprüfstand** zur Ermittlung der Schubkennwerte über die Materialdicke, **Langzeitprüfvorrichtungen** zur Ermittlung von Kriecheigenschaften an Wellpappe, ein Krümmungswiderstandsprüfgerät (*Curvature Resistance Test*, CRT) zur Bestimmung dickenunabhängiger Biegekennwerte und die Anwendung der **Digitalen Bildkorrelation** (Optische Dehnfeldanalyse) zur Detektion lokaler Versagenseigenschaften seien hier nur als einige Beispiele und Entwicklungen aus der Abteilung Methoden & Simulation genannt. Die genannten Methoden haben hinsichtlich ihres Lastprofils jedoch eines gemeinsam: Die Probe wird kontinuierlich mit einer definierten Geschwindigkeit ohne Lastwechsel bis zum Bruch belastet und die entsprechenden Kennwerte aufgenommen. Dabei bilden die ausgewählten und auch realisierbaren Belastungskollektive einen quasistatischen Versuchsablauf ohne Hystereseverhalten ab.

Für eine Nutzung von naturfaserbasierten Materialien in neuen Anwendungsgebieten sind diese statischen Kennwerte aber oft nicht hinreichend aussagekräftig. Insbesondere für einen Einsatz im allgemeinen und

konstruktiven Maschinenbau sowie vergleichbaren Anwendungen wie Automotive, Aerospace, Bauwesen etc. ist die Bestimmung von Kennwerten hinsichtlich zyklischer Belastungen unumgänglich, da nahezu jeder reale Belastungsfall zu diesen zyklischen Beanspruchungen im Material führt – vom Transport einer Verpackung aus Wellpappe bis zu Vibrationsbelastungen in einem Autodach, in welchem Papierwabenkerne verbaut sind. In der Papier- und Wellpappenbranche findet die Ermittlung solcher Werkstoffeigenschaften bislang jedoch kaum Anwendung, da alle gebräuchlichen Normen lediglich statische Lastfälle betrachten und dies bislang als ausreichend angenommen wurde. Dieser Umstand hindert den Zugang des Materials aktuell zu zahlreichen Anwendungsgebieten. Trotzdem ist das Interesse in der Industrie ungebro-



Abb. 1: Elektro-Dynamische Prüfmaschine LTM 3 HR inkl. PC-Arbeitsplatz in den Laboren der Papiertechnischen Stiftung (PTS)

Projekttitel:

Ausbau der technischen Infrastruktur der PTS in 2021

Projektart/-träger:

INNO-KOM Modul "Investitionszuschuss wiss.-techn. Infrastruktur", Förderkennzeichen 49IZ210006

Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung (PTS), Pirnaer Straße 37, 01809 Heidenau (Benjamin Hiller, Martin Röllig)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

INNO-KOM

chen groß, Papierwerkstoffe aufgrund ihrer außerordentlich guten Wiederverwertbarkeit und ihres guten Leichtbaupotenzials einzusetzen.

Eine durch die PTS angeschaffte **Elektro-Dynamische Prüfmaschine** (vgl. Abbildung 1) mit der Bezeichnung LTM 3 HR (Fa. ZwickRoell GmbH & Co.KG, Ulm) ermöglicht es, dieses komplett neue Forschungsfeld hinsichtlich dynamischer Kennwerte sowie Dauer- und Ermüdungsverhalten zu eröffnen und das Wissen in Bezug auf die Materialien Papier, Pappe, Karton und Wellpappe sowie Werkstoffkomposite umfangreich zu erweitern. Für die gesamte Wertschöpfungskette können mit der Technologie neue Werkstoffkennwerte geliefert werden, um die Materialien ihrem geplanten Anwendungsfall besser anzupassen. Somit kann perspektivisch die Sicherheit der Konstruktionen aus papier-

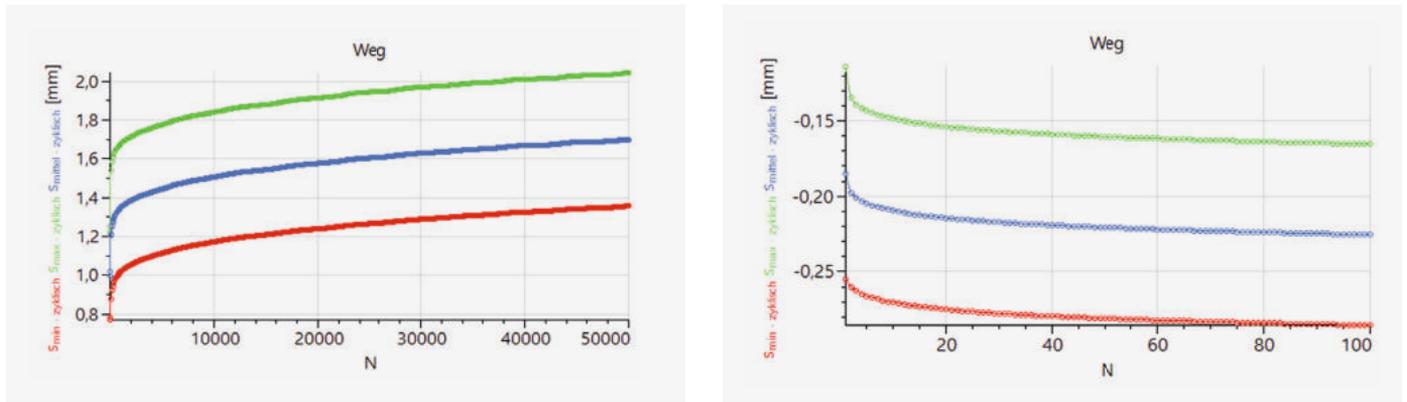


Abb. 2: Weg-Lastwechsel-Diagramme zur Untersuchung der größer werdenden Verformung bei gleichbleibender Kraft, links: Zugversuch, rechts: Kantenstauchwiderstand

technologisch hergestellten Bauteilen erhöht werden, bei gleichzeitig unverändert geringem Gewicht und Materialeinsatz. Langfristig können zudem Normen aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse entwickelt werden, die es der gesamten Branche ermöglichen, Papier als (Konstruktions-) Werkstoff besser am Markt zu platzieren und das Vertrauen der Nutzer durch neu ermittelte Kennwerte zu erhöhen. Grundlage hierzu ist die ebenso getätigte Anschaffung aller relevanten Prüfeinheiten für Zug-, Druck- und Biegebelastungen an Papier und Wellpappe.

Die neue Prüfmaschine der PTS definiert sich über folgende technische Hauptmerkmale:

- Maximalkraft, dynamisch ± 3 kN
- Kolbenhub 60 mm
- Prüffrequenz bis zu 120 Hz
- Maximale Kolbengeschwindigkeit 1,5 m/s
- Arbeitsraumhöhe: max. 1.040 mm

Zudem bietet die Maschine in ihrer verlängerten Ausführung die Möglichkeit eine Klimaprüfkammer nachzurüsten, um Untersuchungen abseits des Normklimas von 23 °C und 50 % r. F. durchzuführen. Ziel der Untersuchungen ist es, zyklische Kennwerte an Materialproben zu generieren, welche auf Bauteile, wie z. B. Verpackungen umgerechnet werden können. Diese Eigenschaften sind last-, fre-

quenz- und amplitudenabhängig und müssen demnach für nahezu jeden Anwendungsfall individuell generiert werden.

Allgemeiner Prüfablauf und vorhandene Prüfvorrichtungen

Anders als bei Versuchen an quasistatischen Prüfmaschinen ist es bei dynamischen Messverfahren notwendig, orientierende Vorversuche durchzuführen, um die Regler der Maschine korrekt einzustellen. Dies liegt darin begründet, dass jeder Werkstoff und teilweise auch die Vorrichtungen selbst anders auf verschiedene Vorgaben hinsichtlich Prüfkraft, -weg und auch -frequenz reagieren. Die in den Maschinen eingesetzten PID-Regler (proportional-integral-derivative controller) führen zu einer gezielten Übersteuerung des auf den Werkstoff einwirkenden Lastkollektivs, sodass es zu einer Anpassung von vorgegebener Soll- zu gemessener Ist-Kurve kommt. Aufgrund der elektro-dynamischen Funktionsweise der hier vorgestellten Maschine ist jedoch nur der P-Anteil von Bedeutung. Dieser besteht ausschließlich aus einem proportionalen Anteil zur Verstärkung des Ausgangssignals. Die Messungen können hinsichtlich verschiedener Vorgaben geregelt werden. Am gängigsten ist die Regelung nach einer Kraft- oder Wegvorgabe. Hierbei wird eine definierte Verformung (Weg) oder eine

definierte Beanspruchung (Kraft) in zeitlicher Abhängigkeit (Frequenz) definiert. Dies kann als Sinus- aber auch als Rampenfunktion geschehen. Anhand von Erfahrungswerten wird eine erste Auswahl für den Regler der Maschine getroffen und die Beanspruchung in das Material eingeleitet. Es wird beobachtet, wie sich das Material verhält und der Regler wird manuell nachgesteuert. Nachdem eine optimale Einstellung der Regelparameter gefunden wurde (Istkurven liegen nahezu passend über Sollkurven), kann die Prüfung an unbelasteten neuen Mustern erfolgen. Abbildung 2 (links) zeigt hierfür exemplarisch ein Weg-Lastwechsel-Diagramm für einen Zugversuch an Faltschachtelkarton (vgl. Abbildung 3). Zu erkennen ist, dass es zu einer kontinuierlich ansteigenden Verformung im Material kommt. Diese ist auf die zyklische Langzeitbelastung zurückzuführen, da die Kraft konstant gehalten wurde. Neben den dargestellten Hüllkurven von Maximal-, Minimal- und Mittelwert des Weges lassen sich Aussagen treffen hinsichtlich:

- Dynamischer Steifigkeit,
- Verlustarbeit/Speicherarbeit,
- Dämpfung und
- Verlustwinkel

des jeweils gemessenen Materials. Aus einer Reihe an gezielt durchgeführten

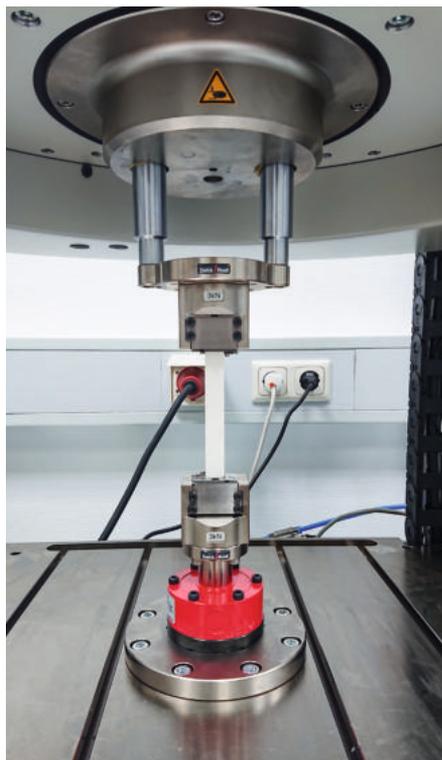


Abb. 3: Detailaufnahme des Prüfkolbens, einer in den Zugklemmen eingespannten Kartonprobe sowie der Kraftmessdose (von oben nach unten)

Versuchen mit variierenden Laststufen lässt sich dann die Schwingfestigkeit des Werkstoffs bestimmen. In der Werkstofftechnik ist dies als sogenannter Wöhlerversuch oder auch Dauer-schwingversuch bekannt. Die Wöhlerkurve beschreibt für einen Werkstoff die Bereiche Kurzzeit- (K), Zeit- (Z) und Dauerfestigkeit (D) (vgl. Abbildung 4) und kann als Nachweis zur Dauer- bzw. Betriebsfestigkeit herangezogen wer-

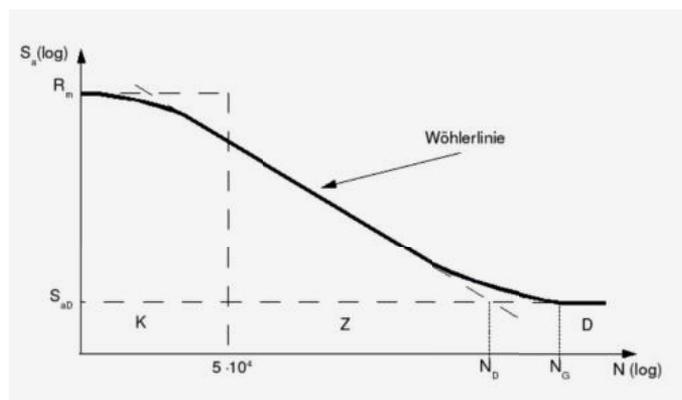


Abb. 4: Qualitative Darstellung der Wöhlerlinie, Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wöhlerversuch>

den. Dieses Messverfahren findet insbesondere im Bereich Metallwerkstoffe Anwendung, jedoch ist die Nachfrage auch aus anderen Gebieten der Werkstoffforschung steigend. Dieser Trend wird über kurz oder lang auch an den naturfaserbasierten Werkstoffen nicht vorübergehen.

Analog der Zugversuche an dünnen Kartonmustern können ebenso Druck- und Biegeuntersuchungen an Wellpappe mit speziellen Einbauten durchgeführt werden. Die Druckplatten haben einen Durchmesser von 150 mm, was die Bestimmung dynamischer Druckparameter der Wellpappen, angelehnt an die gängigen Normen für den Kanten- und Flachstauchwiderstand, ermöglicht. Die Aussage zu definierten dynamischen Kennwerten, insbesondere über das Verhalten während einer ECT-Langzeitmessung, kann zu verbesserten Vorhersagen über das Materialverhalten z. B. beim Transportprozess führen. Angelehnt an reale Anwendungsbeispiele, lassen sich Stauchkurven des Materials bestimmen (vgl. Abbildung 2 rechts) und somit die Eignung für den Einsatz zur Herstellung von Packmitteln ableiten. Insbesondere bei der Verwendung von Wellpappen im Bereich Gefahrgutverpackungen oder dem Versand hochwertiger Bauteile ist dies von entscheidender Bedeutung. Vorher-

sagen mittels BCT-Messung oder Anwendung der McKee-Formel bieten oft nicht die notwendigen Sicherheiten und führen in den meisten Fällen zu einer Überdimensionierung der Packmittel.

Neben den Druckversuchen sind ebenso die Bestimmungen der dynamischen Steifigkeits- und Festigkeitskennwerte im Biegeversuch für die beiden Hauptrichtungen MD (Maschinenlaufrichtung) und CD (Querrichtung) von Interesse (vgl. Abbildung 4). Bei der Konstruktion der hierzu notwendigen Vorrichtung wurde darauf geachtet, dass auch unterschiedliche Proben durch flexible Einstellmöglichkeiten und der Wahl passender Auflagerflächen derart fixiert werden können, dass die Durchführung einer Wechselbiegebeanspruchung möglich ist. ●

Benjamin Hiller,
benjamin.hiller@ptspaper.de
Martin Röllig,
martin.roellig@ptspaper.de



Abb. 5: 4-Punkt-Biegebank zur Durchführung von (Wechsel-) Biegeversuchen

Vorhersage der dreidimensionalen Umformbarkeit von Naturfaserwerkstoffen unter Zuhilfenahme des In-Plane-Schubversuchs

Der Einsatz biobasierter Werkstoffe in der Industrie wird durch einen stetig wachsenden Bedarf an nachhaltig verfügbaren Rohstoffen, bei knapper werdenden Rohölressourcen, angetrieben. Diese Nachfrage wird durch die steigende Werthaltigkeit biobasierter Werkstofflösungen sowie durch politische Verordnungen (zum Beispiel durch die EU-Richtlinie 2019/904 über die Verringerung der Umweltauswirkungen bestimmter Kunststoffherzeugnisse) bedingt.

Das Ziel der im Rahmen des Projekts **UniVorsUm** durchgeführten Diplomarbeit mit dem Thema *Einfluss der In-Plane- sowie Out-of-Plane-Schubeigenschaften von naturfaserbasierten Werkstoffen auf deren Umformverhalten mittels Tiefziehens und Hydroforming* war es, den Einsatz von Kartonmaterialien in Umformprozessen, wie dem Tiefziehverfahren, zu optimieren. Dadurch lassen sich bestehende Anwendungsgrenzen von Naturfaserwerkstoffen ausweiten. Es wurde hierbei eine universelle Vorhersagbarkeit des Umformprozesses auf Basis von neuronalen Netzen angestrebt. Dafür stehen insbesondere die Schubeigenschaften der Faserwerkstoffe im Fokus. Hierbei ist im Vorfeld mit dem In-Plane-Schubversuch (Anschaffung via IGF 20956 BR Papier-Blech-Verbund II) ein Verfahren entwickelt worden, welches bezüglich einer effektiven Kennwertermittlung validiert und nutzbar gemacht wurde.

Das Prüfverfahren besteht aus einem Schubrahmen, welcher in eine Universalprüfmaschine eingespannt wird (vgl. Abbildung 1). Dieser überträgt eine aufgebrachte Zugbelastung in eine zusätzliche Druckbelastung

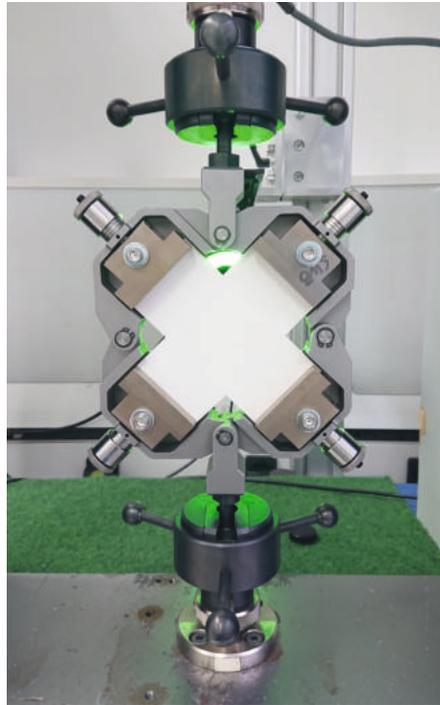


Abb. 1: Darstellung des In-Plane-Schubrahmens mit eingespanntem Probekörper

in einem dazu stehenden Winkel von 90° in der Ebene. Dadurch wird eine Schubbeanspruchung in einem 45°-Winkel induziert. Die Zuordnung von Kraft zu Traversenweg ermöglicht die Bestimmung von mechanischen Kennwerten. Die Beanspruchung wird einerseits durch zusätzliche Belastungseinträge, wie Biegespannungen beeinflusst. Andererseits treten Faserverschiebungen während des Versuchs auf, sodass eine Auswertung im plastischen Verformungsbereich nicht weiter betrachtet wurde.

Die Belastungssituation wurde zusätzlich durch vergleichende Simulationen auf Basis der Finiten-Elemente-Methode aufgeschlüsselt. Bei einer Berechnungsvariante, bei dem die Fasern des Werkstoffs in 45° zur Kraftaufnahme der

Vorrichtung orientiert sind, ergibt sich eine inhomogene, aber symmetrische Belastung (vgl. Abbildung 2). Dies wird mit Hilfe einer Vergleichs-Spannung (hier: Tresca-Spannung) abgebildet, die im Verhältnis zum realen Spannungs-

Projekttitel:

Entwicklung einer universellen Methode zur Vorhersage der Umformbarkeit von papierbasierten Materialien im Tiefziehen und Hydroforming

Laufzeit:

01.12.2020 bis 31.05.2023

Projektart/-träger:

IGF Vorhaben Nr. 21513 BG

Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung – Institut für Zellstoff und Papier (PTS-IZP), Pirnaer Straße 37, 01809 Heidenau (Dr. Martin Zahel, Benjamin Hiller)
- Steinbeis-Hochschule Berlin gGmbH, Ernst-Augustin-Straße 15, 12489 Berlin (Holger Schubert, Lukas Höhne)
- Technische Universität Darmstadt – Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt (Cédric Brunk)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

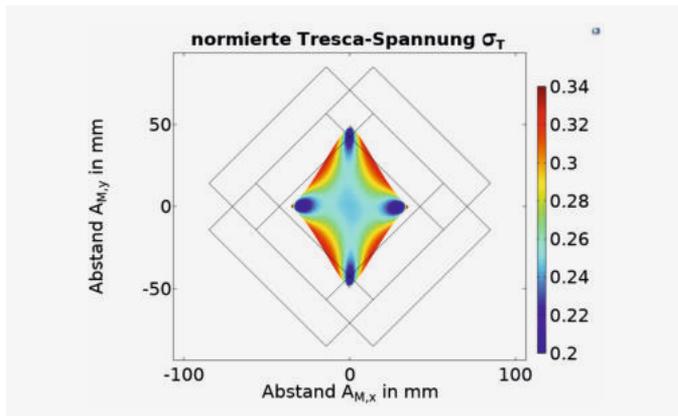


Abb. 2: Darstellung der normierten Tresca-Spannung σ_T über der Messfläche

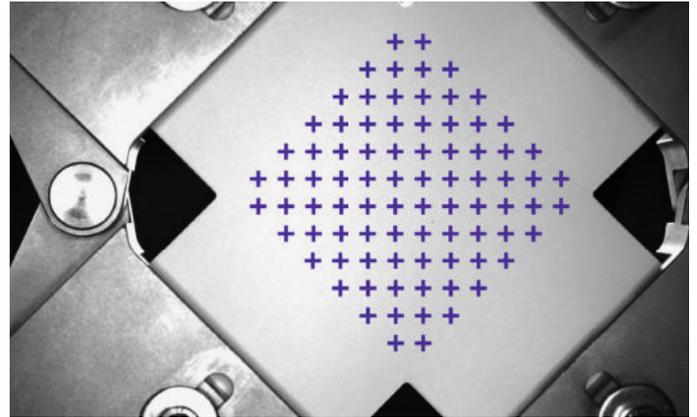


Abb. 3: Darstellung des In-Plane-Schubprüfkörpers mit lokal definierten Messpunkten

zustand steht. Zum inhomogenen Verhalten tragen beispielsweise Einspanneffekte bei, die die aufgebrachte Schubbelastung überlagern.

Die ermittelten Steifigkeitskennwerte können mit denen eines Zugversuchs verglichen werden, da hier ebenfalls eine Schubbelastung induziert beziehungsweise berechnet werden kann. Hierbei ist festzustellen, dass die Werte für die Schubsteifigkeiten des In-Plane-Schubrahmens um ca. 13 % höher liegen. Die Abweichungen sind durch die inhomogene Belastung, sowie durch die indirekte Kraftübertragung, die in beiden Verfahren in unterschiedlicher Art und Weise auftreten, zu erklären.

Die Reaktion des Werkstoffs auf die Schubbelastung wird zudem jeweils durch ein mechanisch stark lokales Verhalten geprägt. Die mikroskopi-

sche Ursache liegt in der statistischen Beschaffenheit der Faserstruktur von Naturfaserwerkstoffen, wie der Faserbindungen. Dies führt im In-Plane-Schubversuch zum Auftreten von Phasen, die eine jeweils unterschiedliche Dehnung aufweisen. Diese lassen sich mittels eines optischen Kamerasystems detektieren und über die digitale Bildkorrelation bewerten, welche einen Verschiebungsvektor zu jedem definierten Zeitpunkt für jeden bestimmten Messpunkt auf dem zu untersuchenden Material liefert (vgl. Abbildung 3). Das lokale Verhalten kann durch die Phasenfeldmethode bewertet werden, sodass geeignete lokale Kennwerte definiert und bestimmt werden können. Diese besitzen einen statistischen Charakter, sodass zukünftig Vorhersagen des Eigenschaftsbildes für die In-Plane-Schubprüfung auf einer statistischen Variation von Kennwerten basieren kann.

Zusammenfassend lassen sich verschiedene Naturfaserwerkstoffe anhand ihrer Schubeigenschaften in der Materialebene mittels des In-Plane-Schubrahmens durch eine einfache und schnelle Prozessführung untereinander quantifizieren. Für das Tiefziehverfahren können Kennwerte der In-Plane-Schubprüfung im elastischen Verformungsbereich Zielgrößen des Prozesses aber nur bedingt vorhersagen, da zum Beispiel nur eine bedingte Kausalitätsbeziehung zwischen den Parametern besteht. Hierfür werden zukünftig Anstrengungen zur Weiterentwicklung des Prüfstandes für eine Kennwertermittlung im plastischen Verformungsbereich angestrebt. ●

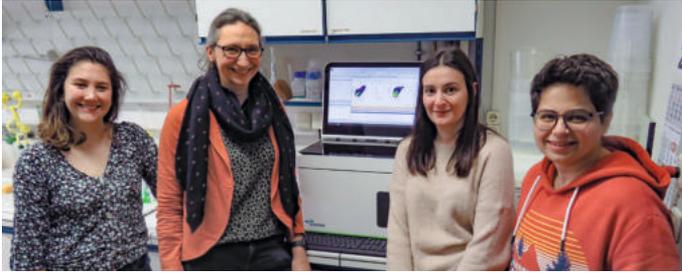
Louis Maier,
louis.maier@ptspaper.de
 Benjamin Hiller,
benjamin.hiller@ptspaper.de

Durchflusszytometer CyFlow Cube 8 komplementiert das Rezyklierbarkeitslabor

Die Durchflusszytometrie kann ein wertvolles Instrument zur Erforschung der Verunreinigung im Prozesswasser von Papierfabriken sein, da sie die

Messung der Menge und Größenverteilung von Partikeln im Mikrometerbereich ermöglicht. Daher erforscht der Geschäftsbereich *Smart & Circular*

Solutions der PTS seit Februar 2022, die Anwendbarkeit der Durchflusszytometrie bei der Analyse von polymeren Partikeln in Faserstoffsuspensionen.



In diesem Zeitraum wurde ein Durchflusszytometer hauptsächlich für eine Bachelorarbeit unter der Betreuung von Dr. Annika Eisenschmidt eingesetzt, in der Faserstoffsuspensionen von Materialien, die mit verschiedenen Polymeren beschichtet waren, analysiert wurden. Die Ergebnisse trugen zu der Entwicklung einer Methodik für die Detektion und die Quantifizierung von Mikroplastik-Partikeln in Faserstoffsuspensionen bei.

Im November 2022 erwarb die PTS ihr eigenes Durchflusszytometer CyFlow Cube 8 der Firma Sysmex, ein kompak-

tes Gerät für die Analyse einzelner mikroskopischer Partikel in einem Größenbereich von 0,1 - 100 µm. Aus diesem Grund führte Frau Marthe Klein von Sysmex eine Schulung für die Mitarbeitenden der Geschäftsbereiche *Smart & Circular Solutions* und *Funktionale Oberflächen* durch, in der sie die Funktionen und Anwendungen des neuen Gerätes vorstellte.

Der Fokus der Arbeit mit dem Durchflusszytometer liegt jetzt auf der Intensivierung der Forschung über die Kontamination der wässrigen Phase beim Papierrecycling. Die Durchflusszytometrie hat das Potenzial, die Filtratanalyse gemäß der PTS-Methode PTS-RH 025:2022, die im Jahr 2022 veröffentlicht wird, weiterzuentwickeln. Darüber hinaus wird die Analyse von polymeren Partikeln mittels Durchflusszytometrie in laufenden Forschungsprojekten wie BioPaperRecycling einbezogen werden. ●

Vanessa Wortmann, vannessa.wortmann@ptspaper.de
Dr. Jennifer Daeg, jennifer.daeg@ptspaper.de

KFT Lab Kiefel Fiber Thermoformmaschine komplementiert PTS-Pilotanlagen



Anfang November 2022 wurde eine durch das BMWK im Rahmen des INNO-KOM-Investitionszuschusses geförderte KFT Lab Kiefel Fiber Thermoformmaschine zur Herstellung von Faserguss-Formkörpern im Nassverfahren erfolgreich in Betrieb genommen.

Die Anlage ist in der Lage, bis zu einer Werkzeuggröße von 300 x 300 mm dreidimensionale Prototypen und Kleinserienteile mit höchster Oberflächengüte zu erzeugen und damit Forschungs- und Auftragsforschungsfragestellungen der PTS wirksam zu begleiten.

Im Fokus der Arbeiten stehen dabei z. B. Barriereentwicklungen für Fasergussverpackungen sowie der Einsatz von alternativen Faserstoffen

sowie Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft. Durch die dezentrale Bereitstellung und vergleichsweise kleinen Anfallmengen ist die Fasergusstechnologie für eine wertschöpfende Nutzung dieser Stoffströme besonders vorteilhaft.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die Herstellung von Formkörpern für thermische Isolationszwecke und zur elektromagnetischen Abschirmung im Bereich der Elektromobilität. Das volle Potenzial der Anlage für FuE-Fragestellungen wird durch die flankierenden Faserstoffaufbereitungsmöglichkeiten und die moderne Materialprüfung & Analytik der PTS wirksam ausgeschöpft. ●

Steffen Schramm,
steffen.schramm@ptspaper.de

PTS startet FuE Projekt „CelluCleave“: Oxidative Behandlung von Holzabfällen zur Auslösung von Cellulose und Hemicellulosen

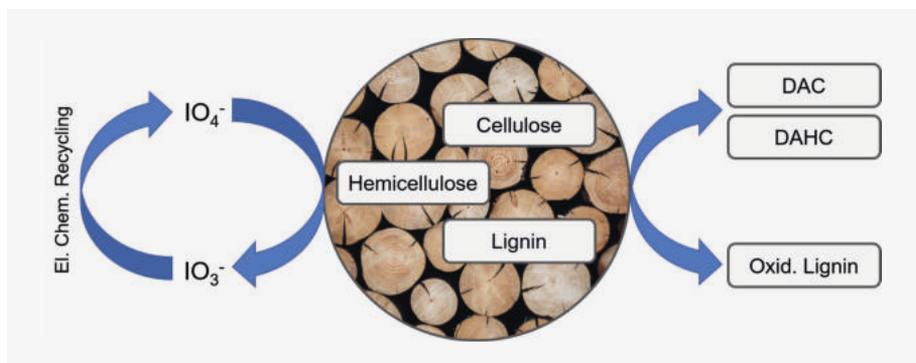


Abb. 1: Schematische Darstellung des geplanten CelluCleave Holzaufschlusses.[4]

Von den jährlich in Deutschland eingeschnittenen 37 Mio. Festmeter Rundholz werden nur etwa 60% des Holzes zu Schnittholz verarbeitet. Die Restlichen 40% fallen dabei als sog. Sägebenebenprodukte in Form von Sägespänen, Spreißeln und Holzhackschnitzel an.[1] Während letztere in der Zellstoffproduktion eingesetzt werden, gibt es vor allem für Sägespäne, aufgrund ihrer geringen Korngröße, kaum technische Anwendungen, weswegen sie hauptsächlich thermisch verwertet werden. Mit dem 01.10.2022 angelaufenen Projekt „CelluCleave“, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des INNOKOM-Programms, hat sich die PTS zum Ziel gesetzt, ein neuartiges Aufschlusskonzept zu entwickeln, um bisher ungenutzte lignocellulose Abfälle, wie Sägespäne, chemisch zu verwerten.

Kernstück des geplanten Prozesses ist eine chemische Behandlung der Holzabfälle mit Periodationen (IO_4^-), wodurch eine selektive Oxidation der einzelnen Holzbestandteile bewirkt wird.[2] In den enthaltenen Polysacchariden Cellulose und Hemicellulose bewirkt die Periodatbehandlung eine oxidative Glykolspaltung der C2-C3 Bindung nach dem Malaprade Mechanismus,

wodurch die beiden Biopolymere Dialdehydcellulose (DAC) und Dialdehydhemicellulose (DAHC) erzeugt werden.[3] Diese Polyaldehyde stellen eine Gruppe hoch interessanter Verbindungen dar, denn durch die Aldehydfunktionalitäten ist eine Reihe an nachgelagerten chemischen Modifikationen möglich. So ist es möglich, eine Reihe an hoch spezifischen funktionellen Polymeren zu designen, welche bisherige Cellulosederivate und petrochemische Polymere in unterschiedlichen Anwendungen substituieren können.

In dem Holz enthaltenen Lignin hingegen, bewirkt die Periodatbehandlung eine Oxidation der aromatischen Ringe, ohne die polymere Struktur zu zersetzen.[5] Verglichen mit bisher verfügbaren Ligninen aus der Zellstoffproduktion, zeichnet sich das so erzeugte Lignin einerseits durch deutlich höhere Molmassen, sowie einen hohen Anteil an funktionellen Gruppen aus. Die macht es besonders interessant für potentielle Anwendungen als Polymerfüllstoff und -additiv, oder in der Düngemittelindustrie als *slow-release fertilizer*.

Die Auftrennung des oxidierten Holzstoffes soll im CelluCleave-Prozess

Projekttitel:

Oxidative Behandlung von Holzabfällen zur Auslösung von Cellulose und Hemicellulosen

Laufzeit:

01.10.2022-31.03.2025

Projektart/-träger:

IK-MF 220091

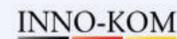
Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung (PTS), Projektleiter: M. Sc. Gerrit Schaper

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



durch wässrige Extraktion durchgeführt werden. Da DAC und DAHC heißwasserlösliche Polymere sind, lassen sich die Polysaccharide so von dem oxidierten Lignin abtrennen. Im Vergleich zu bisherigen Holzaufschlüssen zur Zellstoffgewinnung, bei denen das Lignin in eine lösliche Form überführt und von dem unlöslichen Zellstoff abgetrennt wird, verläuft der geplante CelluCleave-Prozess genau entgegengesetzt, sodass man ihn auch als „Inversen Holzaufschluss“ bezeichnen kann.

Das im Prozess benötigte Periodat wird während der Holzoxidation zu Iodat (IO_3^-) reduziert. Dies lässt sich durch eine elektrochemische Reoxidation erneut zu Periodat oxidieren und kann so für den erneuten Holzaufschluss rezykliert werden. Als Nebenreaktion fällt hierbei elektrochemisch erzeugter Wasserstoff

an. Mit Hinblick auf den zunehmenden Anteil an nachhaltig gewonnenen Strom aus regenerativen Quellen im Deutschen Stromnetz, ist dadurch die erwartete Ökobilanz des Prozesses besonders hoch. Somit stellt CelluCleave insgesamt ein völlig neuartiges Konzept im Rahmen von *Power-to-X* Projekten dar. ●

Gerrit Schaper,
gerrit.schaper@ptspaper.de

Quellen

[1] U. Mantau, P. Döring, *Standorte Der Holzwirtschaft. Sägeindustrie – Einschnitt Und Sägenebenprodukte 2010*, Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie Der Holz- Und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

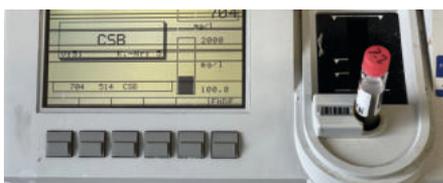
[2] M. N. Alam, T. G. M. Van De Ven, *J-for* 2014, 4, 22–26.

[3] X. Dang, P. Liu, M. Yang, H. Deng, Z. Shan, W. Zhen, *Cellulose* 2019, 26, 9503–9515.

[4] Rbreidbrown, "Cross-section of an Oak Log Showing Growth Rings," can be found under https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cross-section_of_an_Oak_Log_Showing_Growth_Rings.jpg, 2017.

[5] R. J. A. Gosselink, J. E. G. Van Dam, E. De Jong, G. Gellerstedt, E. L. Scott, J. P. M. Sanders, *Holzforschung* 2011, 65, 155–162.

Neue PTS Methode PTS-RH 025:2022 zur Analyse der wässrigen Phase bei der Faserstoffwiedergewinnung



Die erhebliche Reduktion des Wasserverbrauchs bei der Papierherstellung basiert auf einer zunehmenden Kreislaufschließung in den Papierfabriken. Insbesondere in Altpapier-einsetzenden Verpackungspapierfabriken wird inzwischen mit teils oder vollständig geschlossenem Wasserkreislauf gear-

beitet. Die deutlichen Vorteile dieser Ressourcenschonung gehen einher mit einer potentiellen Akkumulation von gelösten, kolloidalen und suspendierten Stoffen im Prozesswasser. Diese Stoffe können Qualitätsprobleme beim Produkt verursachen aber auch zu erhöhtem Reinigungsaufwand durch Ablagerungen an Aggregaten führen. Die Berücksichtigung des Eintrags dieser potentiell störenden Stoffe ist in der PTS Methode PTS-RH 021:2012 zur Bewertung der Rezyklierbarkeit von Packmitteln nicht enthalten.

Die neue PTS Methode PTS-RH 025:2022 dient zur Bemessung der Bestandteile, die beim Aufschluss der faserbasierten Produkte in die Wasserphase gelangen. Zur **Quantifizierung der gelösten, kolloidalen und suspendierten Stoffe im Filtrat** der Faserstoffsuspension erfolgt zunächst ein Standardaufschluss im **Labormaßstab**. Nach definierter Filtration der Faserstoffsuspension, wird der Wasseranteil des Filtrates verdampft und der zurückbleibende Anteil gravimetrisch bestimmt. Zur **qualitativen Bewertung** des Filtrates erfolgt **optional** die

Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB). Die Bewertung der untersuchten Probe erfolgt im Vergleich zu Referenzwerten.

In der Revision der *Cepi Recyclability Laboratory Test Method for recycling in standard mills, Version 2* (2022) wurden die beschriebenen Arbeitsschritte und Parameter bereits integriert.

Die Entwicklung der Methode erfolgte im Rahmen des Forschungsprojektes BioPaperRecycling, um das Störpotenzial unterschiedlicher biobasierter Beschichtungen bezüglich des Filtrates nach Zerfaserung auszuwerten.

Prüfungen nach PTS-RH 025:2022 können bei der Papiertechnischen Stiftung (PTS) durchgeführt werden, bitte senden Sie eine Anfrage an recyclingtest@ptspaper.de. Die Methodenbeschreibung im PDF-Format kann ebenfalls über diese Adresse angefordert werden. ●

Vanessa Wortmann,
vanessa.wortmann@ptspaper.de
Marie Geißler,
marie.geissler@ptspaper.de

DAkKS akkreditiert: Inkjetcodierbarkeit nach PTS-Methode PTS-DF 103/2022

Die Abteilung Druck & Verarbeitung stellt sich vor

Als erste hauseigene Methode wurde die Prüfung der Inkjetcodierbarkeit von Faltschachtelkarton von der DAkKS im diesjährigen Fachaudit (siehe auch Artikel Seite 28/29) in den Akkreditierungsumfang der PTS-Laboratorien aufgenommen. In der Abteilung Druck & Verarbeitung (D&V) liegen bereits langjährige Erfahrungen zur Codierung von Verpackungsmaterialien mittels verschiedenster Technologien, wie Inkjetdruck, Thermotransferdruck (TTD) oder Lasermarkierung vor. Aus diesem Grund konnten auch alle „Hürden“ zur Akkreditierung einer Hausmethode, welche z.B. in der umfangreichen Validierung der Methode und dem Nachweis der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse bestehen können, ohne kritische Abweichungen in der Begutachtung genommen werden. Von großem Vorteil dabei war die intensive Zusammenarbeit der Abteilung mit dem PTS-Prüfgerätedienst, der beim Bau der Codierstrecke sowie ihrer Kalibrierung fachlich kompetent unterstützte.

Data Matrix Codes, als individuelles Erkennungsmerkmal, müssen zur Erhöhung der Fälschungssicherheit von Produkten aus dem pharmazeutischen

Bereich z. B. auf Medikamentenverpackungen aufgebracht werden und maschinell lesbar sein. Das konforme Aufbringen des für jede Sekundärverpackung (Faltschachtel) individuellen Codes ist über unterschiedliche Kennzeichnungstechnologien wie z.B. Inkjetdruckmethoden (Thermal-Inkjet - TIJ, Continuous Inkjet CIJ), möglich. Innerhalb der Codierbarkeitsprüfungen werden die GS1-DataMatrix-Codes anhand der Standards der ISO/IEC 15415 bewertet. Die Wischfestigkeit der Codes kann nach definierten Zeiträumen (0,3 s – 1,0 s) bezogen auf die FFPI-SP-08/2018 „Spezifikation Pharmakarton“ bestimmt werden. Hierdurch wird der Nachweis erbracht, dass im Herstellungsprozess die Trocknung der Tinte ausreichend schnell erfolgt, um das Abschmieren der Codes in der Verpackungslinie zu verhindern. Die Qualität der Codes basiert auf einem komplexen Zusammenspiel der Eigenschaften der Faltschachtelkartons, der verwendeten Tinte und des Drucksystems. In enger Zusammenarbeit mit verschiedenen OEMs und Tintenherstellern können an der PTS marktübliche Tinten und Drucksysteme zur Prüfung verwendet werden. In Abstimmung mit der „Forschungsgemeinschaft Faltschach-

teln für die Pharmazeutische Industrie“ (FFPI) kann ein Zertifikat für die geprüften Materialien erhalten werden. Die Abteilung D&V bietet ihren Kunden auch Prüfungen zur Codierbarkeit mittels Thermotransferdruck (TTD) oder Lasermarkierung (inverse Codes durch Laserablation oder Lasermarkierung auf thermochromen Oberflächen) an.

Neben den Codierungsuntersuchungen beschäftigen sich die 7 Mitarbeiter*innen der Abteilung auch mit Fragen der Alterungsbeständigkeit und Fälschungssicherheit von Urkunden und Dokumenten. Im Urkundentechnischen Prüfdienst werden hierbei Geräte (Drucker, Kopierer,) welche zur Herstellung von Urkunden genutzt werden, entsprechend §12 Dienstordnung für Notare (DONot) geprüft. Hierbei wird immer das Gesamtsystem – Gerät, Toner/Tinte, Papier – betrachtet. Auch andere Hilfsmittel zur Urkundenherstellung, wie Kugelschreiber, Fineliner, Stempeltinten und Siegelmarken können entsprechend der bestehenden Prüfnormen im Labor getestet werden.

Ein weiteres Arbeitsgebiet der Abteilung sind die vielfältigen Anwendungsfälle von Etiketten. Neben Standardprüfungen wie den FINAT-Methoden lösen wir spezielle Kundenprobleme auch mit entsprechend angepassten Prüfkonzepten und arbeiten dabei eng mit unseren Kolleg*innen der Abteilungen Analytik, Materialprüfung und Methoden & Simulation zusammen. Somit können wir jederzeit auf eine Vielzahl analytischer Möglichkeiten zurückgreifen und unseren Kunden bestmögliche Ergebnisse liefern.

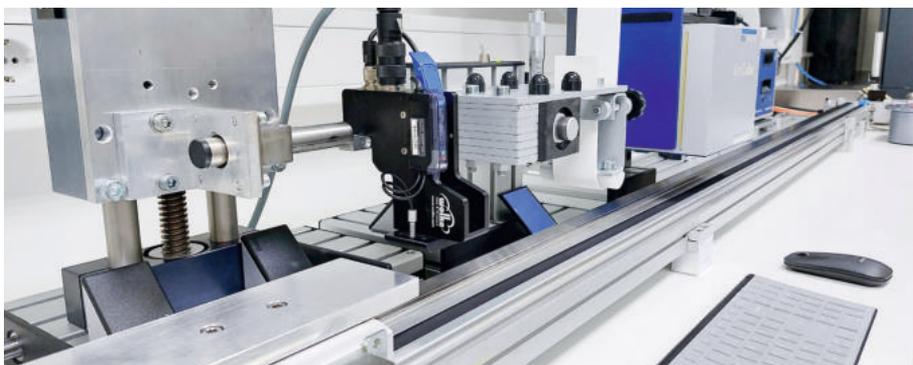


Abb. 1: PTS-Inkjetcodierstrecke mit Wischeinheit und Verifier



Abb. 2: Wischeinheit der Inkjetcodierstrecke mit Muster

Auch an verschiedenen Forschungsprojekten wird in der Abteilung gearbeitet. Das Projekt „proTEct“ beschäftigt sich mit der Performance von Etiketten auf Kartonoberflächen und den eventuell nachteiligen Einflüssen von Belastungen während des Transports und Gebrauchs der etikettierten Verpackungen durch Licht, Temperatur und Feuchte sowie den Lagerbedingungen. Ebenso werden entsprechende alterungsbedingte Veränderungen am Etiketten-Karton-Verbund untersucht. In einem weiteren Projekt mit dem Titel „FindE! – Funk-

tionsnachweis für Indikatoretiketten“ wird eine Prüfmethodik für Indikatoretiketten, welche z.T. auch in einem PTS-Vorgängerprojekt entwickelt wurden, erarbeitet (siehe hierzu auch Artikel auf S. 8/9). Durch die baukastenartige Zusammenstellung einzelner Tests, welche die Funktionssicherheit des entsprechenden Indikatorsystems im Etikett nachweisen sollen, werden Indikatoretiketten verschiedenster Anwendungsfelder bewertbar sein und den Anwendern Sicherheit beim Einsatz an ihren Produkten bieten.

Unseren Kunden kommen die in den Forschungsarbeiten gewonnenen Erfahrungen natürlich auch bei standardmäßigen Prüfungen von Etiketten (z. B. FINAT-Methoden), welche wir ebenso anbieten können, zu gute.

Wir freuen uns darauf, Sie bei der Lösung Ihrer Problemstellungen durch unser Know-how, Standardprüfungen oder auch mittels Auftragsforschungsprojekten zu unterstützen. Gern erstellen wir ihnen hierzu entsprechende Angebote und Versuchspläne. Die Kolleg*Innen der Abteilung D&V werden sie natürlich auch auf unseren PTS-Weiterbildungsveranstaltungen antreffen können. ●

Katrin Kühnöl
katrin.kuehnoel@ptspaper.de
 Nicole Brandt
nicole.brandt@ptspaper.de

Ihre Kontaktmöglichkeiten:

- codierung@ptspaper.de
- urkunde@ptspaper.de

Event Highlights 2023

Anmeldung & Informationen:

www.ptspaper.de/veranstaltungen

Papier, Karton und Tissue im Lebensmittelkontakt



Fachtagung • 07. - 08.03.2023 • Dresden



Fachtagung Paper & Board Recycling – Smart & Circular



Fachtagung • 23. - 24.05.2023 • Dresden



PTS Coating Symposium 2023



Symposium • 13. - 14.09.2023

Ort wird zeitnah bekanntgegeben.



Save the Date!

PTS Coating Symposium 2023

Termin vormerken & Teilnahme planen!

Ort wird zeitnah bekanntgegeben



Mittwoch, 13. – Donnerstag, 14. September 2023 |
Konferenzsprache: Englisch

Das PTS Coating Symposium ist das internationale Treffen für Experten aus Industrie, Forschung und Entwicklung, um sich über die neuesten Innovationen in der Beschichtung und Oberflächenbehandlung von Papier- und Kartonmaterialien zu informieren und zu diskutieren. Neben einem gut ausgewählten wissenschaftlichen Programm haben Sie die Möglichkeit, Ihr Netzwerk zu erweitern und interessante Sponsoren und Aussteller kennenzulernen.

Schwerpunkthemen:

- Neue Beschichtungsmaterialien (Ausgangsstoffe und Rohstoffe)
- Anwendungen (Verpackungen, intelligente und funktionelle Oberflächen)
- Beschichtungsanlagen
- Methoden und Prozesse
- Markttrends
- Charakterisierung von Oberflächen

Werden Sie Teil des international anerkannten Branchentreffens!

- **Speaker mit Call for Paper:** Senden Sie uns interessante Papers zu und erhalten Sie Chance den Teilnehmer:innen vorzustellen.
- **Sponsoren und Aussteller:** Präsentieren Sie Ihre Lösungen, Produkte und Dienstleistungen einem breiten Branchenpublikum und Experten auf verschiedenen Plattformen.

Veranstaltungsleitung



Dr. Marcel Haft

*Geschäftsbereichsleiter
Funktionale Oberflächen
marcel.haft@ptspaper.de*



Ina Greiffenberg

*Projektleiterin
Funktionale Oberflächen
ina.greiffenberg@ptspaper.de*

Event Organisation



Celine Farr

*Event Managerin
ptsacademy@ptspaper.de*

Updates, Programm & Anmeldung:

www.coating-symposium.com

Einblicke in die Materialwissenschaft mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) – Serie #3

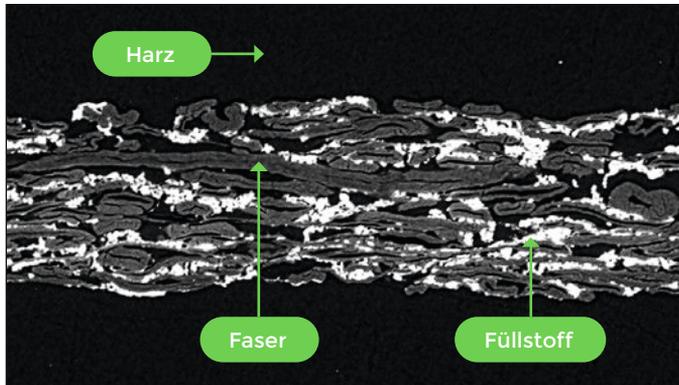


Abb. 1: Überkontrastierter REM-Querschnitt eines in Harz eingebetteten Papiers (400-fache Vergrößerung)

Thema/Objekt/Material: Füllstoffverteilung in z-Richtung füllstoffhaltiger Papiere, Pappen und Kartonagen

Beschreibung:

Füllstoffe, wie Calciumcarbonat, Kaolin und Talkum (später auch Titandioxid) werden seit Mitte des 20. Jh. bei der Papierherstellung hinzugefügt, um Fasermaterial zu substituieren und Kosten zu sparen. Inzwischen liegt einer der Hauptgründe für den erhöhten Füllstoffeinsatz jedoch in einer gezielten Verbesserung von Papiereigenschaften (z. B. Glanz, Glätte, Bedruckbarkeit, Opazität). Welches Pigment für welche Papiersorte zum Einsatz kommt, ergibt sich durch die geforderten Papiereigenschaften, aber auch verfahrenstechnische Gründe können hierbei ausschlaggebend sein. Die Verteilung der Füllstoffe spielt besonders bei hochgefüllten und niedergrammaturigen Papieren eine sehr wichtige Rolle.

Eine moderne Möglichkeit zur messtechnischen Bewertung der Füllstoffverteilung in z-Richtung ist die bildanalytische Auswertung von rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen von Papierquerschnitten (vgl. Abb. 1). Voraussetzung für eine hohe Bildqualität ist die Herstellung von artefaktfreien

Querschnittsaufnahmen. Dies wird durch Einbetten des Papiermaterials in Epoxidharz mit anschließender Oberflächenbehandlung, indem die Oberfläche mit Siliciumcarbid-Papieren unterschiedlicher Korngrößen geschliffen und mit einer feinen Diamantpaste poliert wird, erreicht.

Anwendung:

Für alle Papiere, Pappen und Kartonagen, die Füllstoffe enthalten. Durch die zusätzliche Bestimmung des Glührückstands (mittels thermogravimetrischer Analyse) können die prozentualen Anteile auf die Probe übertragen werden.

REM-Analytik:

Die Aufnahmen werden im Rückstreuelektronenmodus (RE) angefertigt. Da sich der Rückstreukoeffizient annähernd proportional zur Ordnungszahl der Elemente verhält, erscheinen Fasern (hauptsächlich aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehend) dunkel und die Bereiche mit Füllstoff aufgrund der in ihnen enthaltenen schwereren Elemente (u. a. Mg, Al, Si, Ca, Ti) heller – wie in Abb. 1 verdeutlicht.

Auswertung:

Die bildanalytische Auswertung der RE-Aufnahmen erfolgt mittels eines an der PTS entwickelten Softwaretools im DOMAS-System, wobei vorrangig eine pixelorientierte Auswertung der Füllstoffe verwendet wird. Mit dieser Methode kann der exakte Anteil des Füllstoffgehalts je Zone ermittelt werden. Die Zonen entsprechen dabei bestimmten Dickenbereichen der Probe, beginnend von der Oberseite des Prüfmusters, wobei die Anzahl der Zonen einstellbar ist. Anhand des Kurvenverlaufs im dadurch erzeugten Diagramm kann die Gleichmäßigkeit der Füllstoffverteilung bewertet werden. Beispielhafte Darstellungen zeigen die Abbildungen 2 und 3. ●

Stefan Lupatsch, stefan.lupatsch@ptspaper.de

Pia Schenke, pia.schenke@ptspaper.de



Abb. 2: Papier mit gleichmäßiger Füllstoffverteilung in z-Richtung

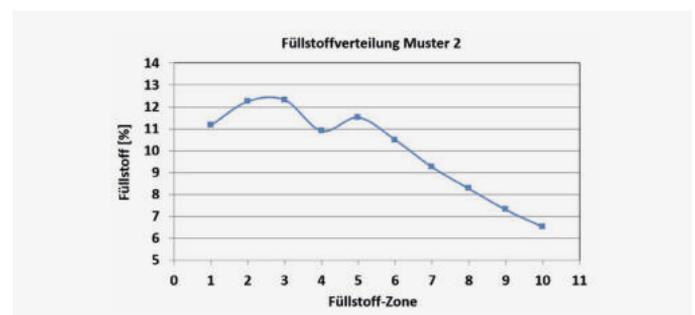


Abb. 3: Papier mit ungleichmäßiger Füllstoffverteilung in z-Richtung

Expertensicht

Qualitätsmanagement und Akkreditierung an der PTS: Interview mit Nicole Brandt als Qualitätsmanagementbeauftragte

Allgemeine Fragen zu dir und deinem Aufgabengebiet:

Was machst du an der PTS, wie lange bist du schon an Bord und was ist dein beruflicher Hintergrund/Ausbildung/Werdegang?

Ich bin seit 2006 als Projektleiterin im Bereich Materialprüfung und Analytik an der PTS. Als Chemikerin hatte ich mit Papierprüfung erst mal nicht viel zu tun und war deshalb sehr froh, dass ich hier eine umfassende Einarbeitung in alle Teilgebiete der Materialprüfung erhalten habe. Dies beinhaltete sowohl die Arbeiten im Labor als auch die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.

Seit 2016 bin ich Qualitätsmanagementbeauftragte und damit verantwortlich für das gesamte Qualitätssystemsmanagement der PTS.

Wie sieht dein Arbeitsalltag an der PTS aus?

Ich arbeite die meiste Zeit an Kundenanfragen und Prüfberichten. Die Arbeit als QMB läuft ganz automatisch nebenbei mit ab. Die Hauptaufgabe ist hier, Dokumente bereitzustellen und aktuell zu halten. Der Austausch mit den Kolleg*innen ist dabei natürlich sehr wichtig, weshalb man mich auch oft bei Gesprächen finden wird.

Was gefällt dir an deinem Aufgabengebiet am besten?

Mir hat schon immer die Vielfalt der Themen, Prüfungen und Materialien gefallen, mit denen man sich hier beschäftigt, ich liebe es aber auch zu organisieren. Vorteil am Job des QMB

ist, man kann die meisten Aufgaben delegieren und muss den Leuten lediglich auf die Füße treten, ihre Aufgaben bis zum vereinbarten Termin zu erledigen.

Fachliche Fragen zur Erweiterung des Akkreditierungsumfangs bei der PTS:

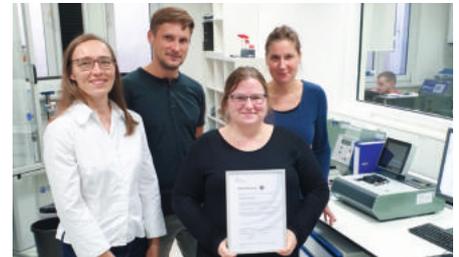
Welche Bereiche und Dienstleistungen sind an der PTS akkreditiert?

Die Papiertechnische Stiftung (PTS) ist seit 2015 nach DIN EN ISO/IEC 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ als Prüflaboratorium für die Prüfung an Papier, Karton, Pappe, Wellpappe und technischen Produkten aus der Papierindustrie akkreditiert.

Es handelt sich dabei um Prüfmethoden aus sehr verschiedenen Bereichen: physikalische, mechanisch-technologische, chemische, Oberflächen- und Umweltsimulationsprüfungen (z. B. Migrationsprüfungen für Lebensmittelkontakt).

Wie verläuft ein Akkreditierungsprozess und welche Vorbereitungen muss die PTS dafür treffen?

Wenn man wie die PTS bereits nach ISO 17025 akkreditiert ist, führt die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS), die für unsere Akkreditierung zuständig ist, regelmäßige sogenannte Überwachungs- oder Wiederholungsbegutachtungen durch, um sicherzustellen, dass die akkreditierten Labore kontinuierlich nach den Vorgaben der Norm arbeiten. Hierzu wird jedem Laboratorium durch den*die Verfahrensmanager*in ein oder bei



verschiedenen Prüfgebieten auch mehrere Fachbegutachter*innen und ein*e Systembegutachter*in zugewiesen, welche in einem regelmäßigen Turnus (5 Jahre) wechseln.

Üblicherweise vereinbart man alle 1,5-2 Jahre mit den Begutachtern einen Termin, zu dem dann vor Ort eine Auswahl der Prüfungen demonstriert wird sowie Dokumente gesichtet werden. Alle QM-relevanten Dokumente werden aber auch bereits vorab an die DAkkS übermittelt.

Sollten während der Begutachtung so genannte Abweichungen (von der Norm) festgestellt werden, werden diese von den Begutachtern dokumentiert und die akkreditierte Stelle hat dann 2 Monate Zeit, diese Abweichungen zu beheben.

Anschließend übermittelt der*die Auditor*in den Bericht mit (hoffentlich) der Empfehlung zur Aufrechterhaltung der Akkreditierung an die DAkkS und der Akkreditierungsbeirat entscheidet dann über die Aufrechterhaltung und eventuell beantragte Erweiterungen.

Warum hat die PTS den Akkreditierungsumfang erweitert und auf welche Leistungen?

Die Wiederholungsbegutachtung im Juli 2022 haben wir dazu genutzt, unseren Akkreditierungsumfang erneut zu erweitern. Highlight aus

unserer Sicht war sicherlich die erste sogenannte „PTS-Methode“, die wir als validierte Hausmethode in den Akkreditierungsumfang aufgenommen haben – die „Inkjetcodierbarkeit von Faltschachtelkarton“ (siehe Beitrag auf Seite 24 zur Inkjetcodierbarkeit).

Diese Methode wird sehr häufig von Kunden aus dem pharmazeutischen Bereich angefragt, die eine unabhängige Bestätigung der Eignung Ihrer Materialien benötigen.

Bei der Akkreditierung von genormten Verfahren, also beispielsweise der Dicke nach DIN EN ISO 534, muss man lediglich nachweisen, dass man exakt so wie in der Norm beschrieben arbeitet. Bei Hausmethoden muss man zusätzlich die selbst entwickelte Methode validieren, also nachweisen, dass sie für den geplanten Zweck geeignet ist. Dies haben wir nun mit der PTS-Methode PTS-DF 103 das erste Mal erfolgreich durchgeführt und können nun auf dem Verfahren aufbauend auch andere PTS-Methoden akkreditieren lassen.

Weiterhin wurden die Opazität nach ISO 2471 und DIN 53146, der Trockengehalt nach DIN EN ISO 638-1 und der Glührückstand nach DIN 54370, ISO 1762 und ISO 2144 neu in den Akkreditierungsumfang aufgenommen.



www.ptspaper.de/de/pruefdienstleistungen/urkundensicherheit/

Welchen Mehrwert bietet eine Akkreditierung für die Kunden der PTS?

Viele Kunden benötigen die Bestätigung durch ein unabhängiges akkreditiertes Prüflabor für die Übereinstimmung ihrer Produkte mit Spezifikationen oder gesetzlichen Anforderungen. Die Akkreditierung nach ISO 17025 stellt dabei sicher, dass das Laboratorium nach den allgemeinen Anforderungen der Norm kompetent arbeitet, was nach erfolgrei-

chem Audit der Deutschen Akkreditierungsstelle DAkkS von unabhängiger Seite bestätigt und laufend kontrolliert wird. Der Prozess der Aufrechterhaltung aller erforderlichen Dokumentationen und Verfahren ist dabei natürlich etwas zeit- und kostenaufwändig.

Mit der Akkreditierung weist die PTS nach, dass sie kompetentes, laufend geschultes Personal einsetzt, Geräte und Räumlichkeiten in einwandfreiem Zustand sind, was beispielsweise durch die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen sichergestellt wird, und die Laborarbeiten nach dem Stand der Technik durchgeführt werden.

In den für uns relevanten Bereichen der Papierbranche sind wir auch in den Normungsgremien vertreten und entwickeln so DIN-Normen weiter und sind aktiv an neuen Normungsprojekten beteiligt.

Auch einige Rechtsvorgaben, wie z. B. die EU-Kontroll-Verordnung (VO (EU) 2017/625), fordern eine Messung von Parametern bei nach ISO 17025 akkreditierten Prüflaboratorien. Die Kunden haben mit der Akkreditierung einen stetigen Nachweis der Vertraulichkeit und Unabhängigkeit, ohne dass sie selbst Audits bei uns durchführen müssen.

Für uns ist es selbstverständlich, dass der komplette Laborbetrieb nach einem einheitlichen Prozess abläuft. Deshalb unterliegen nicht nur die akkreditierten Methoden, sondern soweit möglich alle unsere Prüfdienstleistungen den Prozessen des Qualitätsmanagementsystems.

Alle unsere Prüfdienstleistungen finden Sie unter www.ptspaper.de/de/pruefdienstleistungen, die Sie themenspezifisch oder direkt über die Auswahl anfragen können. ●

Nicole Brandt,
nicole.brandt@ptspaper.de

Einführung Energie- und Verbrauchskostenpauschale seit 01.10.2022

Aufgrund von Lieferkettenengpässen haben sich unsere Kosten in den letzten Monaten erheblich erhöht.

Insbesondere die Preise für Energie und Verbrauchsmaterialien sind massiv angestiegen. Eine Entspannung der Situation ist zurzeit nicht erkennbar. Um Ihnen auch zukünftig alle unsere Leistungen in gewohnt überzeugender Qualität anbieten zu können, haben wir zum 01.10.2022 eine Energie und Verbrauchskostenpauschale zum Ausgleich der Preissteigerungen eingeführt. Die Energie- und Verbrauchskostenpauschale wird in Höhe von 10 % auf den Nettorechnungsbetrag zusätzlich berechnet. Die Preise für Einzel-Artikel bleiben hierbei unverändert. Die zusätzliche Pauschale gilt für alle Leistungen, die ab dem 01.10.2022 von der PTS angeboten bzw. bei dieser beauftragt werden.

Wir danken Ihnen für Ihr Verständnis und freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit. ●

Dr. Thorsten Voß,
PTS Vorstand

Methodenschulung rund um die Prüfung der Rezyklierbarkeit

Als Forschungs- und Dienstleistungsinstitut unterstützen wir die Papierindustrie und Unternehmen aus allen Branchen bei der Entwicklung und Anwendung moderner faserbasierter Lösungen. Auch die Bewertung der faserbasierten Lösungen auf Ihre Recyclingfähigkeit gewinnt weiter an Bedeutung und kann umfassend an der PTS untersucht werden. Durch eine breite Erfahrung auf dem Gebiet des Recyclings von faserbasierten Produkten, deren aktuelle Entwicklung sowie die Arbeit als technische Beratung in der Initiative 4evergreen verfügt die PTS über ein umfassendes Wissen, das es ihr ermöglicht, ein breites Methodentraining rund um das Thema Rezyklierbarkeit anzubieten.

Gern unterstützen wir Sie gern bei aktuellen Fragestellungen zu Methoden der Rezyklierbarkeitsprüfung

- Sie möchten Ihre Materialentwicklung vorab testen, um geeignete Muster für die weitere Entwicklung und spätere Zertifizierung auszuwählen.
- Sie haben ein Labor zur Prüfung der Rezyklierbarkeit und möchten Ihr Methodenspektrum festigen, erweitern oder validieren.
- Sie benötigen Beratung beim Aufbau eines Labors, dem Methodentraining und der Beschaffung geeigneter Geräte für die Durchführung der Methoden.

Dafür bieten wir Ihnen von der Auswahl geeigneter Muster, über ein maßgeschneidertes, theoretisches Vorabtraining zum Hintergrundwissen, dem praktischen Training vor Ort, begleitenden Support bis hin zur Validierung Ihrer Ergebnisse unsere Beratung und Unterstützung an.

Welche Methoden schulen wir?

- **PTS-RH 025/2022** Bestimmung des Gehalts von gelösten, kolloidalen und suspendierten Stoffen in der wässrigen Phase der Faserstoffsuspension nach Desintegration.

- **PTS-RH 021/2012** Bewertung der Rezyklierbarkeit von Packmitteln aus Papier, Karton und Pappe nach PTS-RH 021:2012 (Entwurf Oktober 2019) Kategorie II: Altpapier für die Herstellung von Verpackungspapier
- **CEPI Laboratory Recyclability Test Method, Version 2 (Standard Recycling Mill)** Harmonised European laboratory test method to generate parameters enabling the assessment of the recyclability of paper and board products in standard paper and board recycling mills
- **INGEDE Methode 4 + 12** Bewertung der Rezyklierbarkeit von Druckprodukten - Prüfung des Fragmentierhaltens von Klebstoffapplikationen
- **INGEDE Methode 11** Bewertung der Rezyklierbarkeit von Druckprodukten - Deinkbarkeit

Abhängig von Ihren Anforderungen können verschiedene Schwerpunkte kombiniert werden. Das Training kann sowohl in Deutsch als auch in Englisch durchgeführt werden.

Eine erfolgreiche Schulung durften wir bereits zusammen mit der **DELSCI GmbH** durchführen. Gegenstand der Schulung waren die Prüfmetho-

den PTS-RH 021:2012 Kategorie II (Verpackungen) und PTS-RH 025:2022. Im ersten Teil erfolgte eine Online-Schulung zu gesetzlichen Hintergründen und theoretischen Grundlagen der Methoden. Die praktische Schulung der Methoden erfolgte durch eine PTS-Mitarbeiterin an zwei Tagen vor Ort und umfasste neben der praktischen Durchführung selbst auch die gemeinsame Diskussion über Optimierungsvorschläge zu den vorhandenen Prozessen und der Infrastruktur. Zudem erfolgte die Validierung der Ergebnisse anhand von parallel durchgeführten Prüfungen der gleichen Muster in der PTS.

Die Möglichkeit einer Methodenschulung gewinnt durch die Initiative 4Evergreen und dem damit verbundenem Harmonisierungsprozess weiter an Bedeutung. Mehr Firmen, Brand Owner oder Verarbeiter haben den Wunsch, ein eigenes Labor zu etablieren um Rezyklierbarkeitsprüfungen durchzuführen und so die Recyclingfähigkeit der Produkte zu gewährleisten. ●

Marie Geißler,
marie.geissler@ptspaper.de
 Lydia Tempel,
lydia.tempel@ptspaper.de



Professor Michael Bruno Klein, neuer Hauptgeschäftsführer der AiF: **Einzigartiges Forschungs- und Transfernetzwerk sichert Weltmarktfähigkeit des deutschen Mittelstandes**

„Der Erfolg der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) liegt in der Struktur der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. und ihrer 100 Mitglieder begründet. Die AiF muss mit ihren Forschungsvereinigungen in der künftigen Programmstruktur und Administration der IGF erhalten bleiben, sonst droht Schaden für das seit 70 Jahren bewährte System der vorwettbewerblichen und themenoffenen Mittelstandsförderung in Deutschland“, erklärt der neue AiF-Hauptgeschäftsführer Professor Michael Bruno Klein eindringlich. Als Forschungs- und Transfernetzwerk Mittelstand koordiniert die AiF die Förderung anwendungsnaher Forschung zugunsten kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Das weltweit einzigartige BMWK-Förderprogramm „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ fungiert dabei als sichtbar erfolgreiche Brücke zwischen wissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Anwendung im Mittelstand.

Der habilitierte Wissenschaftler führt seit September 2022 das AiF-Netzwerk, zu dem 100 branchenorientierte Forschungsvereinigungen mit mehr als 50.000 eingebundenen Unternehmen von Automobil- bis Zementindustrie gehören, und vertritt es nach außen. „Vor dem Hintergrund meiner über 20-jährigen Erfahrung im Wissenschafts- und Innovationsmanagement, werde ich vor allem die Systemrelevanz der AiF verdeutlichen. Das haben wir in den letzten Jahren

versäumt; hier müssen wir besser werden. Denn das Thema der AiF ist nicht die AiF, sondern Forschung und Transfer in und für den Mittelstand“, betont Klein. Hier sei weltweit Einmaliges seit Jahrzehnten erfolgreich realisiert, wie zum Beispiel gelebte Vernetzung zwischen den Branchen, die besondere Einbindung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und die Möglichkeit zur frühzeitigen und themenoffenen Adressierung ihres Forschungsbedarfs. Der neue AiF-Hauptgeschäftsführer macht leidenschaftlich auf den „Lichtschaltereffekt der AiF“ in Bezug auf den Transfer von Forschungsergebnissen in die mittelständische Wirtschaft im Sinne der Gemeinschaftsforschung aufmerksam: Betätigt man einen Lichtschalter, wird es nicht nur für den Einzelnen, sondern für alle hell.



Klein übernimmt die Aufgabe von Dr.-Ing. Thomas Kathöfer, der in den Ruhestand geht. „Mit Professor Klein haben wir eine erfahrene Führungspersönlichkeit gewonnen, die bundesweit in

Die Papiertechnische Stiftung gehörte 1954 zu den Gründungsmitgliedern der AiF. Im Dezember 2021 wurde das IGF-Projekt „Papiertechnisch hergestellte Stromverteiler für die PEM-Elektrolyse“ mit den 25. Otto von Guericke-Preis der AiF ausgezeichnet.



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

Politik, Forschung und Wirtschaft bestens vernetzt ist. Wir freuen uns auf die zukunftsorientierte Profilstärkung unseres Forschungsnetzwerkes mit ihm“, sagt AiF-Präsident Professor Sebastian Bauer. Für die Bewerbung auf die anstehende Ausschreibung des IGF-Programms sieht Klein die AiF bestens gerüstet. „Seit ihrer Gründung arbeitet die AiF erfolgreich an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Staat, um mittelständische Unternehmen an Innovationsaktivitäten heranzuführen. Rund 13,5 Milliarden Euro an öffentlichen Fördermitteln hat die AiF in neue Entwicklungen und Innovationen lenken und mehr als 245.000 Forschungsprojekte auf den Weg bringen können. ●

Frauke Frodl (AiF Pressereferentin),
Frauke.Frodl@aif.de
Armin Bieler,
armin.bieler@ptspaper.de

PTS Sommerfest für die ganze Familie – Zuckerwatte bis Papierschöpfen



In den vergangenen Jahren konnten reale Zusammentreffen des gesamten PTS Teams leider nicht stattfinden, so dass im September die Mitarbeiter und deren Angehörigen zum PTS Sommerfest eingeladen wurden, um auch mal abseits des Arbeitsalltag zusammenzukommen. Unter Leitung von Celine Farr (PTS Event Managerin) wurden viele verschiedene Aktivitäten für die ganze Familie angeboten. Bei Hüpfburg, Dosenwerfen, Kinderschminken, Riesen-Würfel-Spiel und Wellpappier-Basteln hatten Groß und Klein viel Spaß und Ablenkung. Das PTS Team aus dem Technikum bot allen Beteiligten beim Papierschöpfen auch einen thematischen Einblick in die Arbeit der PTS und eigens geschöpftes und gestaltetes Papier waren beliebte Erinnerungen an diesen Tag für die Kinder.

Mit einem extra aufgebauten Zelt wurde Wetterunabhängigkeit geschaffen und eine reichhaltige Verpflegung mit Schwenkgrill, Salaten, Zuckerwattenmaschine, Desserts und Kaltgetränken sorgten beim PTS Team für eine gute Stimmung und eine gute Zeit zusammen. ●

Celine Farr,
celine.farr@ptspaper.de



Nachbericht: „Paper for Power“ Konferenz zu papierbasierten Materialien für Energieanwendungen



Unter dem Motto „Paper for Power“ standen am 10. November 2022 erstmalig papiertechnologische Herstellungen kostengünstiger Funktionsmaterialien für Energieanwendungen, deren Oberflächenveredelungen sowie der Einsatz technischer Cellulosematerialien auf dem PTS-Veranstaltungsplan, welcher gemeinsam mit dem europäischen Netzwerkcluster HZwo ausgerichtet wurde.

Schwerpunkt der Tagung lag auf der Vorstellung neuartiger papierbasierter Zellkomponenten für Wasserstoff- und Batteriespeichertechnologien, die Herausforderungen und Ziele sowie deren Einordnung in die regionalen sächsischen und überregionalen Wasserstoffaktivitäten des Netzwerkclusters und der Papierindustrie. Mehr als 35 Teilnehmende aus Industrie, Wirtschaft, Wissenschaft und Technik kamen ins Steigenberger Hotel de Saxe nach Dresden. Die Präsenzver-

anstaltung war geprägt von offener ausgelassener Stimmung und regem Austausch während der Netzwerkpausen, wurde abgerundet von einer Podiumsdiskussion und mit der Bekundung nach einer Fortsetzung beschlossen. In den kommenden Jahren will der PTS Bereich Funktionswerkstoffe diese Veranstaltungsplattform etablieren, um regional und bundesweite Akteure zusammen zu bringen und dieses interdisziplinäre Forschungsfeld vorantreiben. ●

Michael Rentzsch,
michael.rentzsch@ptspaper.de
 Veranstaltungspartner:
 HZwo – www.hzwo.eu



Veranstaltungen 2023

Feb	Papierherstellung im Überblick · Grundkurs · 07. - 08.02.2023 · Dresden 
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Introduction to compliance work and quality assurance for paper and board in contact with food (FCM) Workshop · 28.02.2023 · Online </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Microplastics and Single Use Plastics Directive (SUPD) -definitions, regulatory situation, analytical methods, alternative materials Workshop · 28.02.2023 · Online </p> </div> </div>
Mär	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Surface functionalization of paper & board based packaging · Workshop · 01.03.2023 · Online </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Recyclability of paper & board based packaging Workshop · 01. - 02.03.2023 · Online </p> </div> </div>
	<p>Einführung Konformitätsarbeit und Qualitätssicherung für Papier, Karton und Tissue für Lebensmittel Workshop · 06.03.2023 · Dresden </p>
	<p>Papier, Karton und Tissue im Lebensmittelkontakt · Fachtagung · 07. - 08.03.2023 · Dresden  ★</p>
Mär	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Introduction to paper manufacturing Grundkurs · 14. - 15.03.2023 · Online </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Recyclinggerechte Gestaltung von faserbasierten Lebensmittelverpackungen Grundkurs · 28. - 30.03.2023 · Online </p> </div> </div>
	<p>Qualitätskontrolle und -sicherung durch mikroskopische Prüfung von Papier, Fasern & Füllstoffen Grundkurs · 09. - 10.05.2023 · Dresden </p>
Mai	<p>Fachtagung Paper & Board Recycling – Smart & Circular Fachtagung · 23. - 24.05.2023 · Dresden   ★</p>
	<p>Faserstoffeigenschaften · Grundkurs · 06. - 07.09.2023 · Dresden </p>
Sep	<p>PTS Coating Symposium 2023 · Symposium · 13. - 14.09.2023  ★</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Introduction to compliance work and quality assurance for paper and board in contact with food (FCM) Workshop · 19.09.2023 · Online </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Microplastics and Single Use Plastics Directive (SUPD) -definitions, regulatory situation, analytical methods, alternative materials Workshop · 19.09.2023 · Online </p> </div> </div>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Surface functionalization of paper & board based packaging · Workshop · 20.09.2023 · Online </p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Recyclability of paper & board based packaging Workshop · 20. - 21.09.2023 · Online </p> </div> </div>
Okt	<p>Einführung in die Papiererzeugung: Modul 1 - 4 · Grundkurs · 23. - 27.10.2023 · Dresden </p>
Nov	<p>Einblicke in die Prüfung von Papier, Karton, Wellpappe und Verpackungen Grundkurs · 06. - 07.11.2023 · Online </p>
	<p>Auswahl und Bewertung von Altpapier Vertiefungskurs · 14. - 15.11.2023 · Dresden </p>

Anmeldung & Informationen:
www.ptspaper.de/veranstaltungen

Ansprechpartnerin



Celine Farr

Eventmanagerin

T +49 3529 551-704

E ptsacademy@ptspaper.de

PTS Academy: Neue Formate & Highlights



PTS Fachtagungen

Im Fokus unserer Fachtagungen steht der Wunsch, neueste wissenschaftliche Erkenntnisse wie auch Erfahrungen und Innovationen aus allen mit der Papierindustrie vernetzten Industriezweigen zusammenzubringen und zu präsentieren. Hier erhalten Sie nicht nur die Möglichkeit, sich über die neuesten Trends zu informieren, sondern auch Ihr Netzwerk zu erweitern.

Papier, Karton und Tissue im Lebensmittelkontakt · 07. - 08.03.2023

Fachtagung Paper & Board Recycling – Smart & Circular · 23. - 24.05.2023



PTS Insights: Kostenfrei & Online

Das Team der PTS lädt einmal im Monat zu einem PTS Insight Termin ein. In diesem Online Angebot stellen PTS Experten aktuelle Forschungsthemen, Projekte und Methoden vor und beantworten gern Ihre Fragen. Mit diesem Format möchten wir mit Ihnen in den Austausch kommen, um Innovationen und Projektideen voranzutreiben. Unter anderem:

Reactive extrusion and fibre engineering for paper and biocomposites · 14.02.2023

Codierung – gedruckt oder gelasert · 04.04.2023

PTS Coating Symposium 2023 München · 13. - 14.09.2023

The PTS Coating Symposium is the international meeting for experts from industry and research and development to learn and discuss about latest innovations in coating and surface treatment of paper and board materials. Besides a well selected scientific program you will get the chance to broaden your network and enjoy the event.



PTS eLearning Plattform „Papierzeugung im Überblick“

Formate des Lernens sind vielfältig. Mit den Seminarreihen „Papierzeugung im Überblick“ und den Modulen zur „Einführung in die Papierzeugung“ bietet die PTS parallel zu Präsenzangeboten in Heidenau auch eine **eLearning Plattform** zum blended learning für ein flexibles Lernen an. Weiterbildung und Lernen richtet sich dann nach den zeitlichen Ressourcen Ihrer Mitarbeiter. Die einzelnen Lerneinheiten sind dafür in 5-10 minütigen Modulen untergliedert und enthalten interaktive Elemente, die das Lernen mit aha-Effekt verbinden.



Papiertechnische Stiftung (PTS)

Pirnaer Straße 37
01809 Heidenau

Informationen & Fragen
info@ptspaper.de

Veranstaltungsmanagement
www.ptspaper.de/veranstaltungen
E-Mail: academy@ptspaper.de

in /papiertechnische-stiftung-pts-

X /papiertechnischestiftung

t /ptspaper

www.ptspaper.de

