

# **BMUKN-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM**

## **Abschlussbericht**

### **zum Vorhaben**

Inline-Bedruckung von Wellpappe in Echtzeit im RSR<sup>®</sup>-Verfahren

### **KfW-Aktenzeichen**

0Se4-003434

### **Zuwendungsempfänger**

Mondi Wellpappe Deutschland GmbH

### **Umweltbereich**

Ressourceneffizienz

### **Laufzeit des Vorhabens**

Von 14.10.2019 bis 31.01.2025

### **Autor**

Raimund Einwich,  
Martin Wedel

### **Datum der Erstellung**

25.07.2025

Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für  
Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

## Berichts-Kennblatt

<b>Aktenzeichen des UBA: 90 030/138</b>	<b>OSe4 - 003434</b>
<b>Titel des Vorhabens:</b> „Inline-Digitalbedruckung von Wellpappe in Echtzeit im RSR®-Verfahren“	
<b>Autoren:</b> Raimund Einwich, Martin Wedel	<b>Vorhabenbeginn:</b> 14.10.2019
	<b>Vorhabenende:</b> 31.01.2025
<b>Zuwendungsempfänger:</b> Mondi Wellpappe Deutschland GmbH	<b>Veröffentlichungsdatum:</b> 01.05.2026
	<b>Seitenzahl:</b> 40
Gefördert im BMUKN-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit.	
<b>Kurzfassung:</b> <p>Die Mondi Wellpappe Deutschland GmbH ist Teil der Mondi Gruppe und spezialisiert auf nachhaltige Verpackungslösungen aus Wellpappe. Ziel des Vorhabens war die Einführung einer innovativen Inline-Digitaldruckanlage (RSR®-Verfahren) zur umweltfreundlicheren und effizienteren Bedruckung von Wellpappe am Standort Greven. Das neue Verfahren ersetzt den bisher genutzten Flexodruck, der mit hohem Rohstoffverbrauch, großem Wasserbedarf und erheblichem Abfallaufkommen verbunden war. Das RSR®-Verfahren erlaubt erstmals die direkte Integration des Digitaldrucks in die Wellpappenproduktion. Dadurch werden Farbverbrauch und Papierbedarf signifikant reduziert, und der Einsatz von Waschwasser sowie die Entstehung von Klärschlamm entfallen vollständig. Die Anlage erreicht seit Anfang 2025 eine Geschwindigkeit von 350 m/min und erfüllt die zentralen Leistungsparameter, wobei die Anlagenverfügbarkeit noch weiter optimiert wird. Die spezifischen Umweltentlastungen umfassen unter anderem eine Verringerung des Papierverbrauchs um zehn Prozent und eine Reduktion des Farbverbrauchs auf ein Drittel. Wirtschaftlich liegt die Amortisationszeit bei unter fünf Jahren. Die Technologie gilt als modellhaft für die Branche und lässt sich auf weitere Produktionsstandorte übertragen. Mondi plant, die Innovation im internationalen Netzwerk weiter auszurollen.</p>	
<b>Schlagwörter:</b> Inline-Digitaldruck, Ressourceneffizienz, Wellpappenproduktion, Prozessinnovation	
<b>Anzahl der gelieferten Berichte:</b>  Papierform: Elektronischer Datenträger: 1	

## Report Coversheet

<b>Reference-No. FEA: 90 030/138</b>	<b>OSe4 - 003434</b>
<b>Report Title:</b> "Inline digital printing of corrugated board in real time using the RSR® process"	
<b>Author:</b>  Raimund Einwich, Martin Wedel	<b>Start of project:</b>  10/14/2019
	<b>End of project:</b>  01/31/2025
<b>Performing Organisation:</b>  Mondi Wellpappe Deutschland GmbH	<b>Publication Date:</b>  05/01/2026
	<b>No. of Pages:</b>  40
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Climate Action, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMUKN).	
<p><b>Summary:</b></p> <p>Mondi Wellpappe Deutschland GmbH, part of the Mondi Group, specializes in sustainable corrugated packaging solutions. The project aimed to introduce an innovative inline digital printing system (RSR® process) for more efficient and environmentally friendly production at the Greven site. This new process replaces the conventional flexographic printing, which involved high raw material and water consumption as well as significant waste. The RSR® process enables, for the first time, direct integration of digital printing into corrugated board production. As a result, ink and paper usage are significantly reduced, while the need for wash water and the generation of sludge are eliminated. Since early 2025, the system has reached a speed of 350 m/min and meets key performance parameters, with ongoing optimization of system availability. Environmental benefits include a ten percent reduction in paper consumption and a two-thirds reduction in ink usage. The payback period is less than five years. The technology serves as a model for the industry and can be transferred to other production sites. Mondi plans to further expand the innovation within its international network.</p>	
<p><b>Keywords:</b></p> <p>Inline digital printing, resource efficiency, corrugated board production, process innovation</p>	

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1 Kurzbeschreibung des Antragsstellers.....	5
1.2 Ausgangssituation .....	5
<b>2. Vorhabensumsetzung</b> .....	<b>11</b>
2.1 Ziel des Vorhabens.....	11
2.2 Technische Lösung und Leistungsdaten.....	13
2.3 Umsetzung des Vorhabens.....	16
2.4 Behördliche Anforderungen.....	17
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	17
<b>3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung</b> .....	<b>19</b>
3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung .....	19
3.2 Stoff- und Energiebilanz.....	20
3.3 Umweltbilanz .....	23
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	27
3.5 Technische Vergleichbarkeit zu konventionellen Verfahren .....	29
<b>4. Übertragbarkeit</b> .....	<b>31</b>
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung .....	31
4.2 Modellcharakter und Übertragbarkeit .....	32
4.3 Kommunikation der Projektergebnisse .....	34
<b>5. Zusammenfassung/Summary</b> .....	<b>36</b>
5.1 Zusammenfassung .....	36
5.2 Summary .....	38
<b>6. Anhang</b> .....	<b>40</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Kurzbeschreibung des Antragsstellers

Die Mondi Wellpappe Deutschland GmbH ist Teil der international tätigen Mondi Gruppe, einem führenden Anbieter nachhaltiger Verpackungs- und Papierlösungen. Das Unternehmen produziert Well- und Vollpappenverpackungen für verschiedene Anwendungen in Logistik, Handel, E-Commerce und Industrie. Zum Portfolio zählen standardisierte Transport- und Automatenverpackungen, Faltschachteln, Displays sowie individuell zugeschnittene Logistiklösungen mit Fokus auf Recyclingfähigkeit und Ressourceneffizienz.

Im April 2025 hat Mondi die westeuropäischen Aktivitäten der Schumacher Packaging GmbH übernommen. Diese Akquisition umfasst sieben Wellpappenverarbeitungsstandorte und zwei Vollpappenwerke, darunter die modernen Produktionsanlagen in Ebersdorf und Greven. Durch diese Übernahme stärkt Mondi seine Marktpräsenz und die Versorgungssicherheit für Kunden in Deutschland und Westeuropa. Im Zuge der Akquisition ist die Förderung aus dem Umweltinnovationsprogramm, die ursprünglich an Schumacher Packaging vergeben wurde, auf Mondi übergegangen.

Die Unternehmensgruppe legt einen besonderen Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit. So werden Verpackungslösungen aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und ein hoher Anteil an Recyclingmaterialien verwendet. Zudem ist Mondi Wellpappe Deutschland nach ISO 50001 zertifiziert, was das Engagement für Energieeffizienz und nachhaltiges Wirtschaften unterstreicht.

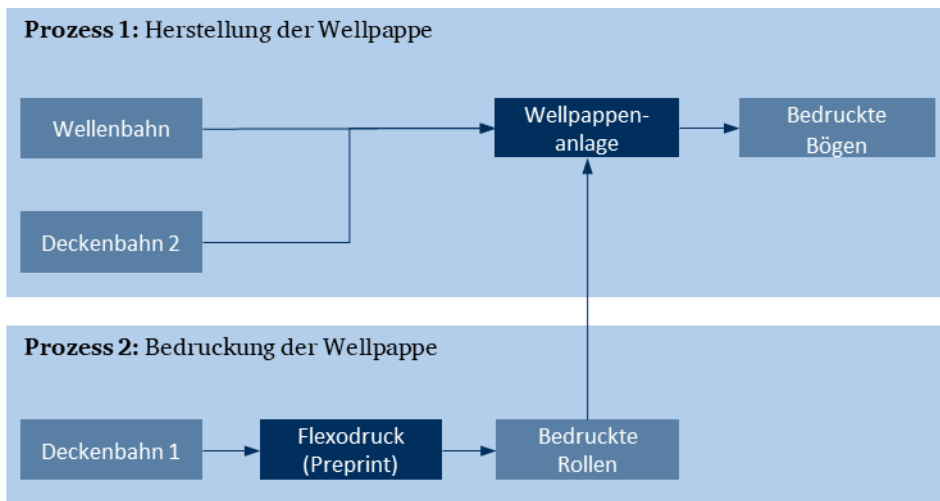
## 1.2 Ausgangssituation

Wellpappe ist ein oft genutztes Verpackungsmaterial. Viele Artikel, die zum Beispiel im Supermarkt zu finden sind, aber auch technische Geräte und schwere Maschinen sind in diesem recycelbaren Material verpackt. Selbst für Gefahrgut ist Wellpappe das Verpackungsmaterial der Wahl. Um den unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Produkte gerecht zu werden, ist Wellpappe in unterschiedlichen Stärken erhältlich. Hier wird nach Flächengewichten der eingesetzten Papiere, Papiersorten, Wellenhöhe und der Anzahl der Wellen unterschieden. Etwa 60 Prozent der weltweit produzierten Wellpappe ist einwellig (Simplex), rund 30 Prozent ist zweiwellig (Duplex) und ein geringer Anteil ist auch dreiwellig (Triplex) ausgeführt. Nachfolgende Abbildung 1 zeigt Wellpappen in unterschiedlichen Ausführungen.

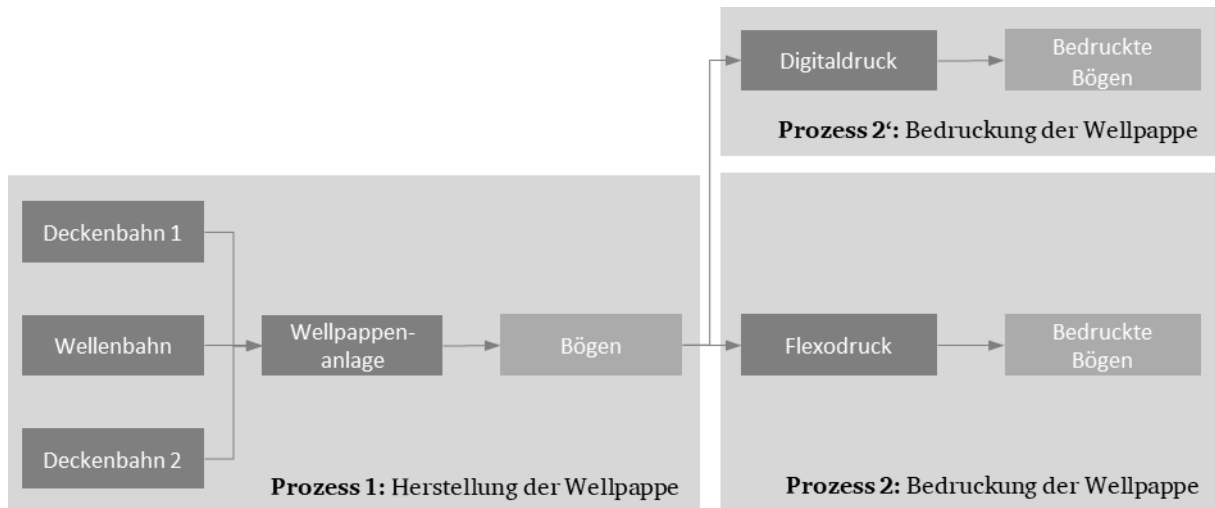


**Abbildung 1: Wellpappe in unterschiedlichen Varianten (Mondi Group)**

Die beiden nachfolgenden Abbildung 2 und Abbildung 3 stellen jeweils den zweistufigen Herstellungsprozess von bedruckter Wellpappe schematisch und vereinfacht dar. Blau hinterlegt sind dabei die Prozesse des Stands der Technik beim sogenannten Rolle-Rolle-Druck, grau beim alternativen Bogen-Bogen-Druck. Diese werden nachfolgend ausführlich beschrieben.



**Abbildung 2: Stand der Technik: Rolle-Rolle (eigene Abbildung)**



**Abbildung 3: Stand der Technik: Bogen-Bogen (eigene Abbildung)**

Der Gesamtprozess der zweistufigen Wellpappenherstellung besteht, vereinfacht dargestellt, aus den beiden Teilprozessen Herstellung (1) und Bedruckung (2). Grundsätzlich sind hierbei zwei Verfahren zu unterscheiden – der sogenannte Rollendruck (Rolle-Rolle), bei dem die Wellpappe aus einer bereits bedruckten Deckenbahn, einer Wellenbahn sowie einer zweiten Deckenbahn hergestellt und danach in einzelne Bögen zugeschnitten wird und der sogenannte Bogendruck (Bogen-Bogen). Dabei wird zunächst die Wellpappe hergestellt und in einzelne Bögen zugeschnitten, welche erst in einem Folgeprozess bedruckt werden und wofür unterschiedliche Druckverfahren (Digital und Flexodruck) zur Verfügung stehen. Der Bogendruck ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, dass die Kosten für die einzelnen Bögen höher sind als bei dem anderen Druckverfahren und damit eine wirtschaftlich sinnvolle Produktion deutlich schwieriger ist. Zudem mussten die bedruckten Bögen weiterverarbeitet werden, um daraus eine Verpackung herzustellen (z. B. falzen, stanzen, zuschneiden etc.). Diese Weiterverarbeitung muss in einem darauf aufbauenden separaten Arbeitsschritt erfolgen, sodass nochmals ein größerer Arbeitsaufwand entsteht. Um einen stabilen Gesamtprozess zu gewährleisten, muss mit Sicherheitspuffern (für Rüsten und Bearbeitung) gearbeitet werden, was sich zu Lasten der Effizienz des Gesamtprozesses auswirkt. Nachfolgend wird der aktuelle Herstellungsprozess von bedruckter Wellpappe im Rolle-Rolle-Verfahren dargestellt.

### **Prozess 1: Herstellung der Wellpappe**

Um aus dem Wellpappenrohpaper Wellpappe herzustellen, durchläuft die Papierbahn als erstes die Stationen des sogenannten „Nassendes“ der Wellpappenanlage (WPA). Hier wird die Papierbahn über den Abroller bzw. Splicer in die Wellpappenanlage eingeführt und über den sogenannten Vorbereiter erwärmt und befeuchtet. Das vorgeheizte Wellenpapier erhält dann

im sogenannten Singlefacer mittels zweier mit Dampf beheizter Riffelwalzen seine Prägung in Wellenform. Im Leimwerk des Singlefacers wird danach auf jeder Wellenspitze hauchdünn Stärkeleim aufgetragen. Anschließend wird die Welle mit einer zweiten vorgeheizten Papierbahn, der sogenannten Deckbahn, verklebt. Im nachfolgenden Kaschierleimwerk wird nun auf die freien Wellenspitzen ebenfalls eine Schicht Stärkeleim aufgetragen. Auch diese Seite wird nun in der Heiz- und Zugpartie mit einer weiteren Papierbahn, der sogenannten Kaschierbahn (bzw. Außendecke), beklebt. Diese bildet später die Außenseite von Verpackungen und wurde in einem parallelen Prozess bereits bedruckt. Zur Herstellung von zwei- bzw. dreiwelliger Wellpappe werden mehrere einseitige Wellpappenbahnen miteinander verklebt.

## **Prozess 2: Bedruckung der Außendecke**

Um farbige Verpackungen für unterschiedlichste Produkte herstellen zu können, muss die Außendecke der Wellpappe bedruckt werden. Beim ursprünglichen Stand der Technik war hierfür eine zweite Anlage nötig, woraus sich zahlreiche umweltrelevante Nachteile ergaben, wie im weiteren Verlauf des Abschlussberichtes detailliert beschrieben wird.

### **Bedruckung im Flexodruckverfahren**

Eine Möglichkeit, die fertige Wellpappe zu bedrucken, ist das sogenannte Flexodruckverfahren. Unter dieser Drucktechnologie ist ein direktes Hochdruckverfahren zu verstehen, bei dem über Klischees, bestehend aus Fotopolymer, die Farbe über das Druckwerk auf den Bedruckstoff aufgebracht wird. Diese Klischees werden in Form des gewünschten Motivs individuell hergestellt. Dann wird die Farbe über eine Farbwanne, in der sich die Tauchwalze dreht, auf die Rasterwalze übertragen. Die Rasterwalze verfügt über ca. 70 bis 500 Nöpfchen pro cm, die mittels Laser eingraviert wurden. Über die Tauchwalze werden diese Nöpfchen mit Farbe gefüllt und überflüssige Farbreste mithilfe einer Rakel abgestreift. Über die Rasterwalze wird die Farbe auf den Druckformzylinder und anschließend auf den Gegendruckzylinder übertragen, wo das Motiv gleichmäßig auf den Bedruckstoff gedruckt wird. Dieses Verfahren war Stand der Technik bei der Bedruckung von Wellpappe in Verbindung mit leistungsstarken WPAs. Kein anderes zu dem Zeitpunkt auf dem Markt verfügbares Verfahren war in der Lage, mit den hohen Taktzeiten dieser Anlage umgehen zu können. Um dieses Druckverfahren mit alternativen Technologien vergleichbar zu machen, fasst nachfolgende Tabelle 1: Vor- und Nachteile des Flexodruckverfahrens dessen Vor- und Nachteile zusammen.

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Geschwindigkeiten möglich</li> <li>• Niedrigere Investitionskosten im Vergleich zu anderen gängigen Verfahren</li> <li>• Technisch einfacher beherrschbar</li> <li>• Gut für Rasterdarstellungen und Volltöne geeignet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Losgrößen (Druckaufträge) sind nicht wirtschaftlich umsetzbar</li> <li>• Hohe Umrüstzeiten bei Motiv- und Formatwechseln</li> <li>• Vergleichsweise geringe Druckqualität (max. 48 Linien/cm)</li> <li>• Hoher Ausschuss bei Produktanlauf</li> <li>• Umweltschädlich durch Farb- und Waschwasser sowie Klärschlamm</li> <li>• Keine variablen Daten möglich</li> </ul>

**Tabelle 1: Vor- und Nachteile des Flexodruckverfahrens**

### Bedruckung im Digitaldruckverfahren

Ein alternatives Verfahren zum dargestellten Flexodruck stellte der separate Digitaldruck dar. Dazu wird die hergestellte Wellpappe, je nach Anlage, entweder als zugeschnittener Bogen oder in Form einer Rolle weiterverarbeitet und bedruckt. Beim Digitaldruck handelt es sich um ein berührungsloses Druckverfahren, d. h., es wird kein separater Druckträger benötigt, sondern die Farbe wird mittels eines elektrofotografischen Drucksystems direkt auf das zu bedruckende Medium aufgebracht. Das Druckbild wird direkt mittels Computer in die Druckmaschine übertragen, wodurch eine aufwendige Maschineneinrichtung, wie dies beim Flexodruck vonnöten ist, entfällt. Tabelle 2 zeigt die Vor- und Nachteile des Digitaldruckverfahrens des damaligen Stands der Technik:

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Druckqualität (bis zu 120 lm/min bei 600 x 400 dpi) in Fotoqualität realisierbar</li> <li>• Kleine Losgrößen (Druckaufträge) sind wirtschaftlich umsetzbar</li> <li>• Umweltfreundlich, da kein Farb- und Waschwasser, kein Klärschlamm sowie kein Ausschuss bei Produktionsanlauf anfallen</li> <li>• Hohe Flexibilität und Anpassbarkeit an aktuelle Druckanforderungen</li> <li>• Eine Integration in eine WPA ist grundsätzlich möglich, wenngleich dies bislang technisch noch nicht umgesetzt werden konnte</li> <li>• Variable Daten können gedruckt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Druckgeschwindigkeit, der zum Zeitpunkt der Antragstellung verfügbarer Systeme ist für die Taktzeit der WPA nicht ausreichend, damit war eine Integration einer Digitaldruckanlage in eine WPA nicht möglich</li> <li>• Realisierung hoher Einsparungen (v.a. Papier) sind jedoch nur dann möglich, wenn die Digitaldruckanlage mit einer WPA (Rolle-Bogen in Echtzeit) kombiniert wird</li> <li>• Die Druckbreite der leistungsfähigsten auf dem Markt verfügbaren Anlagen sind deutlich geringer als Arbeitsbreite der WPA</li> <li>• Technisch schwer zu beherrschen</li> <li>• Hohe Investitionskosten</li> </ul>

**Tabelle 2: Vor- und Nachteile des Digitaldruckverfahrens**

## **Fazit**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der ursprüngliche Stand der Technik bei der Herstellung und Bedruckung von Wellpappe mit erheblichen Nachteilen verbunden war, insbesondere hinsichtlich des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit. Da zum damaligen Zeitpunkt kein Anlagenkonzept existierte, welches die Herstellung und Bedruckung von Wellpappe im Digitaldruckverfahren in einer integrierten Gesamtanlage ermöglicht, war die Verwendung von zwei separaten Anlagen notwendig. Um einen hinsichtlich Taktzeiten und Stückzahlen effizienteren Prozess realisieren zu können, musste die Bedruckung im vergleichsweise umweltschädlichen Flexodruckverfahren erfolgen, da dies die einzige am Markt verfügbare Technologie darstellte, die ein prozesssicheres und wirtschaftliches Bedrucken ermöglichte. Zum damaligen Zeitpunkt am Markt verfügbare Digitaldruckanlagen waren hierfür nicht geeignet.

## **2. Vorhabensumsetzung**

### **2.1 Ziel des Vorhabens**

Der Projektantrag verfolgte das Ziel, eine innovative Anlagentechnologie erstmalig im industriellen Großmaßstab einzusetzen, welche den Herstellungsprozess von Wellpappe und deren Bedruckung in einer einzigen, integrierten Gesamtanlage kombiniert. Dadurch sollten Prozessabläufe optimiert, Produktionszeiten reduziert und eine insgesamt effizientere Ressourcenverwendung ermöglicht werden. Im Zuge des Vorhabens wurde weltweit erstmals eine hochmoderne und umweltschonende Inline-Digitaldruckanlage der Firma BHS Corrugated Maschinen- und Anlagenbau GmbH implementiert, welche das bisherige, umweltbelastende Flexodruckverfahren vollständig ersetzt.

Die Nutzung dieser neuartigen Technologie erzeugt vielfältige Synergieeffekte, die eine deutliche Verringerung der Umweltbelastungen ermöglichen. Besonders hervorzuheben sind dabei die drastische Reduktion von Ausschuss, der vollständige Verzicht auf Farb- und Wasser sowie die Vermeidung des daraus resultierenden, schwermetallhaltigen Klärschlammes, welcher bisher aufwändig entsorgt werden musste. Die neue Technologie reduziert zudem den Energieverbrauch deutlich, da der Digitaldruckprozess wesentlich energieeffizienter gestaltet werden kann als das bisher eingesetzte Flexodruckverfahren.

Konkret sah das Investitionsvorhaben vor, die innovative RSR<sup>®</sup>-Digitaldruckanlage von BHS in die bestehende Wellpappenproduktionsanlage am Standort Greven in Nordrhein-Westfalen zu integrieren. Das von BHS entwickelte RSR<sup>®</sup>-Verfahren („Roll to Sheet in Real Time“) stellt eine technologische Innovation dar, die speziell für die digitale Inline-Bedruckung in der Wellpappenindustrie entwickelt wurde. Dieses Verfahren ermöglicht erstmals eine äußerst flexible und effiziente Bedruckung von Wellpappe direkt in der Produktionslinie und gewährleistet damit eine Echtzeit-Produktion im Rolle-Bogen-Verfahren, bei der auf die bislang erforderlichen Sicherheitspuffer für Makulatur und Ausschuss vollständig verzichtet werden kann. Darüber hinaus ermöglicht das Verfahren eine erhebliche Erhöhung der Produktionsflexibilität, da kurzfristige Änderungen von Druckmotiven und Druckdaten problemlos und ohne Produktionsunterbrechungen vorgenommen werden können.

Das Investitionsvorhaben leistet somit nicht nur einen wesentlichen Beitrag zur Umweltentlastung, sondern auch zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Produktionstechnologien in der Wellpappenindustrie. Gemäß der

Zielstellung des Vorhabens sollten insbesondere folgende Umweltentlastungseffekte realisiert werden:

### **1. Reduzierung des Papierverbrauchs**

Durch das digitale RSR<sup>®</sup>-Direktdruckverfahren ist es möglich, das Papier direkt an der Wellpappenanlage zu bedrucken. Im herkömmlichen Flexodruckverfahren ist aus produktionstechnischen Gründen eine höhere Grammaturn des Papiers erforderlich, was den Rohmaterialbedarf erhöht. Nach Angaben aus der Fachliteratur und von Anlagenherstellern kann der Digitaldruck mit geringeren Papierstärken betrieben werden. Zusätzlich entsteht beim Digitaldruckverfahren im Vergleich zum Flexodruck in der Regel weniger bis kein makulaturbedingter Ausschuss, da der Einrichtungsaufwand entfällt und der Druckprozess unmittelbar gestartet werden kann. Dies führt insgesamt zu einer Einsparung von Rohmaterial und einer effizienteren Ressourcennutzung.

### **2. Wegfall des Farb- und Waschwassers**

Im Flexodruckverfahren müssen die Druckwerke bei jedem Farbwechsel mit Frischwasser gereinigt werden, wodurch regelmäßig ein erheblicher Wasserbedarf entsteht. Das Digitaldruckverfahren arbeitet ohne diesen Reinigungsvorgang, da keine Druckklischees und keine traditionellen Farbwerke zum Einsatz kommen. Infolgedessen entfällt der Einsatz von Frischwasser zur Reinigung vollständig.

### **3. Wegfall des Klärschlamm**

Durch den Wegfall von Waschwassereinsätzen entsteht auch kein damit verbundener Klärschlamm. Im bisherigen Prozess fiel Klärschlamm an, der durch den Kontakt mit Druckfarben mitunter mit Schwermetallen und anderen problematischen Stoffen belastet war und daher entsprechend aufbereitet werden musste. Mit der Einführung des Digitaldruckverfahrens entfällt dieser umweltschädliche Abfallstrom vollständig.

### **4. Wegfall der Druck-Klischees**

Das RSR<sup>®</sup>-Verfahren arbeitet ohne die im Flexodruck notwendigen Druck-Klischees. Die Herstellung, Lagerung und Entsorgung dieser Klischees ist mit zusätzlichem Material- und Energieaufwand verbunden. Durch die Digitalisierung des Druckprozesses entfallen diese Arbeitsschritte und damit verbundene Umweltbelastungen.

### **5. Reduzierung des Platzbedarfs**

Die Integration des Digitaldrucks in die bestehende Wellpappenanlage führt zu einer Optimierung des Anlagenlayouts. Da der Druckprozess unmittelbar mit der Produktion verknüpft ist, werden Zwischenlager für vorgedruckte Rollen und weitere Pufferflächen

weitgehend überflüssig. Dies reduziert den Flächenbedarf am Standort und ermöglicht eine effizientere Nutzung der Produktionsumgebung.

## 2.2 Technische Lösung und Leistungsdaten

In enger Zusammenarbeit mit der BHS Corrugated GmbH konnte Mondi Wellpappe Deutschland GmbH in aufwendigen Vorentwicklungen ein neues Anlagenkonzept entwickeln, welches weltweit erstmalig die Integration einer hochleistungsfähigen Digitaldruckanlage im RSR®-Verfahren in eine Wellpappenanlage ermöglichte.

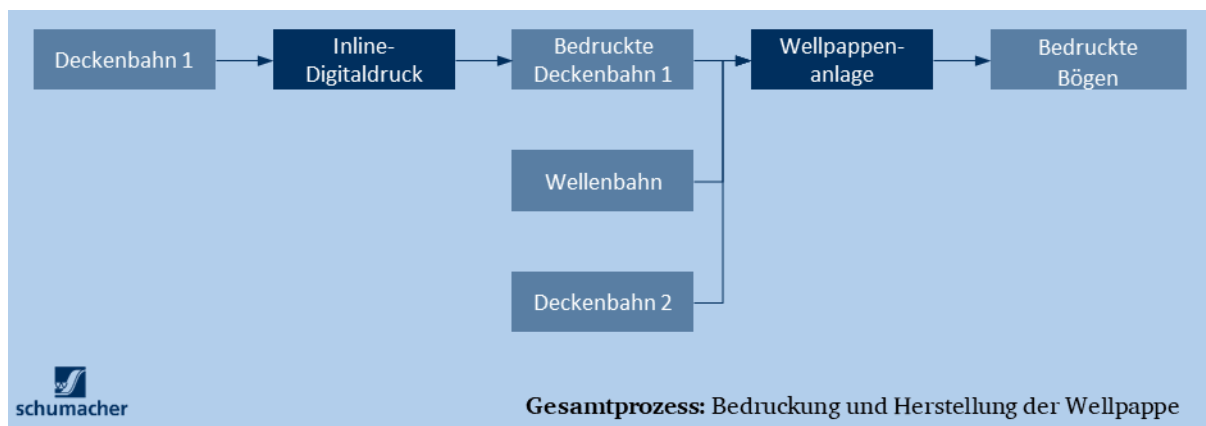
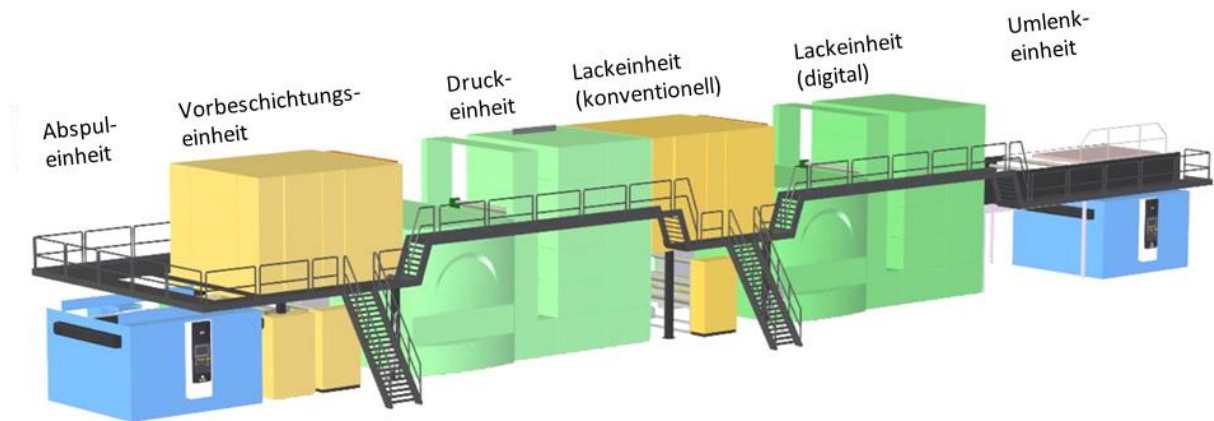


Abbildung 4: Innovativer Gesamtprozess (eigene Abbildung)

Ziel des geförderten Vorhabens war die Übertragung und Implementierung der entwickelten Technologie auf Anlagengröße, um weltweit erstmalig die Integration einer hochleistungsfähigen Digitaldruckanlage im RSR®-Verfahren in eine Wellpappenanlage zu realisieren. Dadurch kann die Wellpappenherstellung, die Bedruckung im Digitaldruckverfahren sowie der Zuschnitt in einzelne Bögen innerhalb einer integrierten Gesamtanlage realisiert werden. Diese Entwicklung stellt einen Paradigmenwechsel in der Branche dar, da sie eine schnellere, kostengünstigere und vor allem umweltfreundlichere Produktion und Bedruckung von Wellpappe ermöglicht. Im Folgenden wird die Funktionsweise dieser innovativen Technologie skizziert. Abbildung 4 zeigt schematisch den Gesamtprozess für die Herstellung von einwelliger bedruckter Wellpappe, während Abbildung 5 die einzelnen Module der RSR®-Inline-Digitaldruckanlage darstellt, bestehend aus Abspuleinheit, Vorbeschichtungseinheit, Druckeinheit, konventioneller und digitaler Lackeinheit sowie Umlenkeinheit.

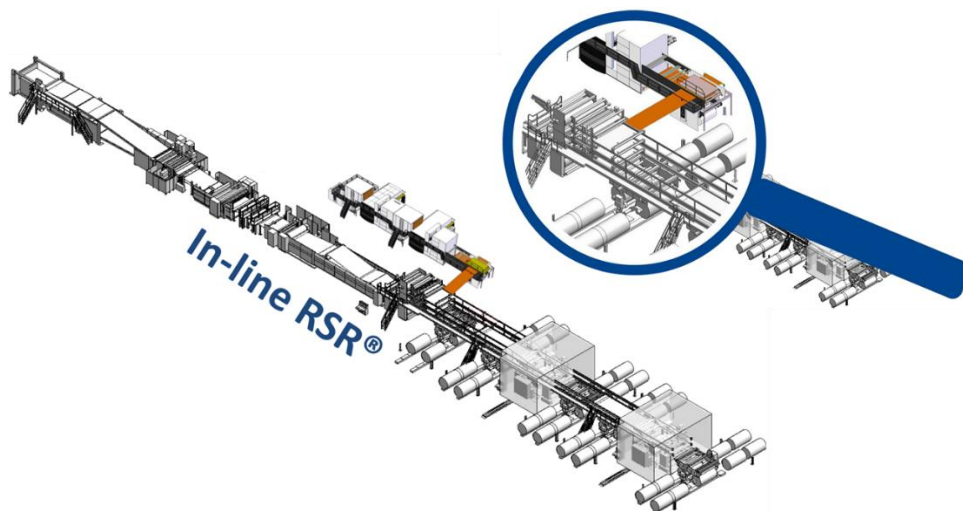


**Abbildung 5: Einzelne Module der Inline-Digitaldruckanlage (BHS)**

Der Prozess beginnt in der Abspuleinheit mit der Abwicklung und Reinigung einer Papierrolle als zu bedruckender Deckenbahn (in der Abbildung als „Deckenbahn 1“ dargestellt). Diese wird zunächst mit einem wasserbasierten Primer vorkonditioniert, der verhindert, dass die Pigmente der Druckfarben im späteren Druckprozess in das Papier eingesaugt werden und die Druckqualität negativ beeinflusst.

Mittels einer Temperiereinheit wird der Primer getrocknet, sodass das Papier zur Weiterverarbeitung bereit ist. Die Bedruckung erfolgt anschließend im Digitaldruckwerk, wo das Papier im Inkjet-Verfahren vierfarbig (CMYK) bedruckt wird. Die Tinte wird danach mittels Infrarottechnik und Heißluft effizient getrocknet. Um die aufgedruckte Farbe zu schützen, wird im darauffolgenden Schritt ein Lack aufgebracht. Dies ist entweder im Rasterwalzenverfahren oder mittels Digitaldruck möglich, je nach Größe und Form der zu lackierenden Fläche. Der aufgebrachte Lack wird wieder entsprechend getrocknet. Über die Umlenkeinheit wird das bedruckte Papier zur Weiterverarbeitung in der WPA geführt. Dort erfolgt die Zusammenführung der bedruckten Deckenbahn mit der Wellenbahn und der zweiten Deckenbahn zu fertiger Wellpappe sowie deren Zuschnitt.

Abbildung 6 zeigt rechts oben (vergrößert) die Übergabe des bedruckten Papiers zur Herstellung der bedruckten Wellpappe. Links im Bild ist die Gesamtanlage dargestellt. Während der Bedruckung der Deckschicht wird in der Wellpappenanlage parallel die Wellenbahn hergestellt, die wiederum mit den beiden Deckenbahnen zu Wellpappe verbunden wird.



**Abbildung 6: Einbettung der In-line-Digitaldruckanlage in die WPA (BHS)**

Diese Wellpappenbahn wird in einem anschließenden Prozess zu Bögen unterschiedlicher Abmessungen zugeschnitten. Damit ermöglicht es dieses innovative Verfahren erstmals, die beiden Offline-Prozesse Rolle-Rolle und Bogen-Bogen durch einen Inline Rolle-Bogen-Prozess zu ersetzen. Aufgrund der Tatsache, dass der gesamte Herstellungsprozess nun in einer einzelnen, aufeinander abgestimmten Anlage in Echtzeit stattfinden kann, gehen damit erhebliche Effizienzvorteile einher, die aufgrund der zur Anwendung kommenden Technologie mit signifikanten Umweltvorteilen verbunden sind. Wichtige Leistungsparameter der Inline Digitaldruckanlage sind der untenstehenden Tabelle 3 zu entnehmen:

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
Maximaler Farbabstand bei gleichbleibender Druckbedingungen nach PSD	$\Delta E < 2,5$
Glanzwert bei Lackierung mit digitaler Glanztinte auf weißen, gestrichenen Papieren	50–60 GE (60° Messwinkel)
Zieltoleranz für die Registerabweichung zwischen den Grundfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz (CMYK)	50 $\mu\text{m}$
Zieltoleranz für die Registerabweichung zwischen dem Farbdruck und der digitalen Lackierung	300 $\mu\text{m}$
Metsae Prime WKL Big/m <sup>2</sup> , max. Inklimit: 250%, Lack konventionell, Druckgeschwindigkeit:	200m/min
Metsae Prime WKL 135g/m <sup>2</sup> , max. inklimit: 300%, Lack konventionell, Druckgeschwindigkeit	200m/min
Hamburger Rieger Top 140g/m <sup>2</sup> , max Ink: 250%, ohne Lack, mit Primer,	250m/min
Hamburger Rieger Top 140g/m <sup>2</sup> , max Ink: 300%, ohne Lack, mit Primer,	220m/min
Hamburger Rieger Top 140g/m <sup>2</sup> , max Ink: 300%. ohne Lack, ohne Primer,	220m/min

**Tabelle 3: Wichtige Leistungsparameter**

## 2.3 Umsetzung des Vorhabens

Das Projekt zur Installation und Inbetriebnahme der Druckeinheit (DPU) bei der ursprünglichen Antragstellerin Schumacher Packaging GmbH begann im Jahr 2020 mit dem Aufbau der Anlage. Die geplante Inbetriebnahme verzögerte sich jedoch aufgrund von Lieferengpässen, die insbesondere durch Brexit-bedingte Handelsbeschränkungen sowie Auswirkungen der Covid-19-Pandemie verursacht wurden. Der Transport notwendiger Komponenten aus England nach Greven gestaltete sich dadurch erheblich schwieriger als vorgesehen.

Die Druckeinheit konnte schließlich im Februar 2021 in Betrieb genommen werden. Erste Funktionstests zeigten vielversprechende Ergebnisse, jedoch wurde die vertraglich vereinbarte Druckleistung von einer Million Quadratmeter pro Monat zunächst nicht erreicht. Dies führte zu einer Verzögerung von rund vier bis fünf Monaten. Dank einer vorsichtigen und vorausschauenden Projektplanung konnte dieser Rückstand im Laufe des Jahres 2021 teilweise aufgeholt werden. Durch schrittweise Steigerung der Druckgeschwindigkeit sowie gezielte technische Optimierungen, insbesondere im Bereich Primer und Temperatursteuerung, gelang es im weiteren Jahresverlauf, den Verschleiß an den Düsenköpfen zu reduzieren und einen stabilen Druckprozess sicherzustellen.

Im Jahr 2022 wurden die Optimierungsmaßnahmen konsequent fortgesetzt, um die Druckgeschwindigkeit schrittweise auf die vertraglich zugesicherte Leistung zu erhöhen. Gegen Ende des Jahres erfolgte die formelle Eigentumsübertragung der Druckeinheit an die Schumacher Packaging GmbH durch den Abschluss einer Übernahmevereinbarung mit dem Anlagenbauer BHS Corrugated Maschinen- und Anlagen GmbH. Die Projektleitung äußerte zu diesem Zeitpunkt die Zuversicht, dass das Projekt früher als ursprünglich geplant abgeschlossen werden könne.

Im weiteren Verlauf des Projekts stellte sich jedoch im Jahr 2023 heraus, dass die vereinbarten Druckgeschwindigkeiten vom Anlagenhersteller nach wie vor nicht vollständig erreicht werden konnten. Als Konsequenz daraus stellte Schumacher Packaging GmbH die letzten Zahlungen zurück, bis die vertraglich zugesicherten Leistungsparameter vollständig erfüllt sein würden. Die Optimierungen konzentrierten sich in dieser Phase insbesondere auf technische Anpassungen beim Druckkopf und bei der Drucktinte, um Probleme wie Verschmieren oder Schleierbildung bei hohen Geschwindigkeiten zu beseitigen. Aufgrund dieser technischen Herausforderungen ging das Projektteam nun davon aus, dass die angestrebten Zielvorgaben erst im Jahr 2025 erreicht werden könnten, was eine Verlängerung der

Projektlaufzeit erforderlich machte. 2025 erfolgte zudem, wie bereits dargestellt, die Übernahme von Schumacher Packaging durch Mondi. Die Anlage wurde am 01.01.2024 bilanziell aktiviert, zu diesem Zeitpunkt begann die planmäßige Abschreibung. Zu diesem Zeitpunkt war der bestimmungsgemäße Betrieb möglich, wenngleich nicht mit den vertraglich vereinbarten Leistungsparametern.

Insgesamt wurden die Projektziele weitgehend erreicht, allerdings mit deutlichen Verzögerungen gegenüber der ursprünglichen Planung. Grund dafür waren insbesondere technische Schwierigkeiten bei der Einhaltung der vereinbarten Leistungsparameter. Gemeinsam mit dem Anlagelieferanten wurde in diesem Zusammenhang ein neuer technischer Standard etabliert, der nun großtechnisch umgesetzt wurde. Die ursprünglich definierten Meilensteine konnten somit erreicht werden, wenn auch später als geplant. Die vorgenommenen Arbeiten waren technisch notwendig und angemessen, um die geforderten Leistungsanforderungen zu erfüllen und den stabilen Betrieb der Druckeinheit dauerhaft sicherzustellen.

## **2.4 Behördliche Anforderungen**

Zur Umsetzung des Vorhabens waren keine behördlichen Genehmigungen erforderlich.

## **2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten**

Um eine präzise Erhebung der relevanten Kennzahlen sicherzustellen, verfügt Mondi als nach ISO 50001 zertifiziertes Unternehmen über geeignete Messsysteme, die direkt in die Anlage integriert wurden. Dies umfasst insbesondere eine entsprechende Sensorik zur exakten Erfassung des Energiebedarfs einzelner Aggregate. Auf Basis dieser detaillierten Datengrundlage ist eine umfassende Auswertung des Energie- und Ressourcenverbrauchs möglich.

Nach Inbetriebnahme der RSR<sup>®</sup>-Anlage wurden detaillierte Messungen durchgeführt, um die aus der erstmaligen Integration einer hochleistungsfähigen Digitaldruckanlage in eine Wellpappenanlage resultierenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen quantitativ zu erfassen. Diese Messungen bilden die Grundlage für eine transparente Erfolgskontrolle der mit dem Vorhaben angestrebten Umweltentlastungen.

Die bislang erhobenen Daten (dargestellt im Abschnitt *Stoff- und Energiebilanz*) sind derzeit noch nicht vollständig aussagekräftig, da die vertraglich vereinbarte Anlagenleistung von 350 m/min erst Anfang 2025 dauerhaft erreicht werden konnte. Daher liegen bislang keine ausreichenden Langzeitdaten vor, um eine abschließende quantitative Bewertung der realisierten

Einsparungen vorzunehmen. Zudem hatte der Verkauf der Anlage von Schumacher Packaging an Mondi, der im zweiten Quartal 2025 vollzogen wurde, Einfluss auf die interne Prioritätensetzung hinsichtlich der weiteren Optimierungs- und Messmaßnahmen. Erst nach einer längeren Betriebsphase unter stabilen Bedingungen wird es möglich sein, fundierte Aussagen über die langfristigen Umwelt- und Effizienzvorteile der neuen Technologie zu treffen.

## 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

### 3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung

Das Vorhaben, die RSR®-Inline-Digitaldruckanlage in die Wellpappenproduktion am Standort Greven zu integrieren, wurde technisch umgesetzt und hat erstmals den durchgängigen Rolle-Bogen-Prozess innerhalb einer einzigen Gesamtanlage ermöglicht. Seit Anfang 2025 erreicht der Verbund aus Abspuleinheit, Vorbeschichtung, Digitaldruck, Lackierung und Weiterverarbeitung die vertraglich vorgesehene Geschwindigkeit von 350 m/min; bei Testläufen wurden zeitweise 250 m/min bereits 2022 überschritten. Damit ist der Kernnachweis erbracht, dass Wellpappe industriell ohne Flexodruckplatten, Waschwasser, Klärschlamm und mit einer um rund zehn Prozent niedrigeren Papiergrammatur gefertigt werden kann. Langzeitdaten zur tatsächlichen CO<sub>2</sub>- und Ressourceneinsparung liegen derzeit noch nicht vor, weil der Regelbetrieb mit voller Leistung erst seit wenigen Monaten möglich ist.<sup>1</sup> Erst nach einem vollen Produktionsjahr, voraussichtlich Mitte 2026, wird eine belastbare Umweltbilanz vorliegen.

Unerwartete Verzögerungen resultierten zunächst aus Brexit-bedingten Zoll- und Transporthemmnissen sowie pandemiebedingten Lockdowns, die den Aufbau der Anlage ins Jahr 2021 verschoben. Nach der mechanischen Fertigstellung zeigten sich prozesstechnische Schwierigkeiten: Hoher Düsenverschleiß, Schleierbildung bei Geschwindigkeiten oberhalb 300 m/min, instabile Registerhaltigkeit sowie ein sensibles Zusammenspiel von Primerauftrag und Trocknung führten dazu, dass die monatliche Zielleistung von einer Million Quadratmetern lange verfehlt wurde. Hinzu kam 2025 der Eigentümerwechsel zur Mondi-Gruppe, der interne Prioritäten bei Optimierungen und Messkampagnen verschob. Um diese Probleme zu beheben, investierte Mondi zusätzlich rund 500 bis 1.000 TEUR in verschleißfestere Druckköpfe, optimierte Tintenrezepturen, eine präzisere Temperatur- und Feuchteregelung sowie Software-Updates für die Registerkontrolle. Ein gemeinsam mit BHS Corrugated gebildetes Expertenteam steigerte die Geschwindigkeit stufenweise, während vertragliche Anreize, insbesondere die Zurückhaltung letzter Teilzahlungen, Druck auf den Anlagenlieferanten ausübten. Die getroffenen Maßnahmen stabilisierten den Prozess: Der Farbabstand liegt inzwischen unter  $\Delta E$  2,5, die Registerabweichung innerhalb der geforderten 50  $\mu\text{m}$ , und makulatur-spezifische Stillstände haben deutlich abgenommen. Die Gesamtverfügbarkeit beträgt derzeit etwa 82 Prozent; der Zielwert von 90 Prozent ist noch nicht erreicht.

---

<sup>1</sup> Stand zum Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichts im Juli 2025.

Insgesamt kann das Vorhaben als weitgehend erfolgreich umgesetzt gelten. Die wesentlichen technischen Hürden wurden überwunden, und die Anlage erfüllt heute die vertraglich definierten Leistungsparameter bis auf die noch zu verbessernde Verfügbarkeit. Die eingeleiteten Gegenmaßnahmen haben sich als wirksam erwiesen, wobei Restarbeiten zur Feinjustierung des Trocknungssystems und zur weiteren Reduktion ungeplanter Stillstände fortgeführt werden. Sollten diese Optimierungen planmäßig verlaufen, ist damit zu rechnen, dass sowohl die Verfügbarkeit von 90 Prozent als auch eine belastbare Umweltbilanz bis Mitte 2026 erreicht werden können.

### 3.2 Stoff- und Energiebilanz

Die vertraglich vereinbarte Produktionsgeschwindigkeit von 350 m/min wurde erst Ende des Jahres 2024 erreicht. Die nachfolgend dargestellten Betriebsdaten (Tabelle 4) beziehen sich auf das Kalenderjahr 2024 und spiegeln den laufenden Optimierungsprozess wider. Die Anlage lief im Betrachtungszeitraum im Einschichtbetrieb; zudem führte der Hersteller BHS weiterhin Testproduktionen durch. Die dargestellten Verbrauchswerte können daher nur eingeschränkt als repräsentativ für den stabilen Regelbetrieb herangezogen werden.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Wasserverbrauch	m <sup>3</sup>	<i>Kein Anfall.</i>
Abwasserverbrauch	m <sup>3</sup>	<i>Kein Anfall.</i>
Klärschlamm	kg	<i>Kein Anfall.</i>
Farbverbrauch	kg	3.880
Papierverbrauch (gesamt)	m <sup>2</sup>	15.527.779
<i>davon auf gestrichenem Papier (mit Lack)</i>	m <sup>2</sup>	<i>1.121.392</i>
<i>davon auf ungestrichenem Papier</i>	m <sup>2</sup>	<i>14.406.387</i>
Papierverbrauch (gesamt)	t	1.921
Ausschuss	m <sup>2</sup>	470.195
Hilfsstoffverbrauch (Reiniger)	kg	930
Energieverbrauch (Strom und Gas, gesamt)	kWh	5.505.245
<i>davon Strom</i>	<i>kWh</i>	<i>965.057</i>
<i>davon Gas (Erdgas)</i>	<i>kWh</i>	<i>4.540.188</i>

**Tabelle 4: Stoff- und Energiebilanz DPU (Jahr 2024)**

Da die gemessenen Energieverbräuche aufgrund der beschriebenen Einschränkungen nicht den Regelbetrieb abbilden, wurde für die Bewertung des Energiebedarfs auf Angaben des

Herstellers BHS zurückgegriffen. Für die beiden maßgeblichen Produktionsarten liegen folgende spezifische Verbrauchswerte vor, jeweils aufgeschlüsselt nach Strom und Gas:

- Farbig, gestrichenes Papier, mit Lack: Gesamtenergieverbrauch 0,08338 kWh/m<sup>2</sup> (davon Strom: 0,04435 kWh/m<sup>2</sup>, Gas: 0,03903 kWh/m<sup>2</sup>)
- Monochrom, ungestrichenes Papier, ohne Lack: Gesamtenergieverbrauch 0,01044 kWh/m<sup>2</sup> (ausschließlich Strom; kein Gasverbrauch)

Der Gasverbrauch entsteht durch die Trocknung, die beim farbigen Druck auf gestrichenem Papier mit Lackierung erforderlich ist. Beim monochromen Druck auf ungestrichenem Papier erfolgt die Trocknung strombasiert; demnach fällt hier kein Gasverbrauch an. Bezogen auf die im Jahr 2024 produzierten Mengen (1.121.392 m<sup>2</sup> auf gestrichenem Papier, 14.406.387 m<sup>2</sup> auf ungestrichenem Papier) ergibt sich ein Gesamtenergieverbrauch von 243.904 kWh, bestehend aus 200.137 kWh Strom und 43.768 kWh Gas. Der gewichtete mittlere Gesamtenergiebedarf beträgt 0,0157 kWh/m<sup>2</sup> (davon Strom: 0,0129 kWh/m<sup>2</sup>, Gas: 0,0028 kWh/m<sup>2</sup>). Die zugrundeliegenden Herstellerangaben sind im Anhang dokumentiert (s. Anhang 1 und 2).

Als Vergleichstechnologie diente der am Standort Greven eingesetzte Flexodruck (s. Ausführungen auf S. 5 ff.). Tabelle 5 zeigt die gemessenen Verbrauchswerte des Flexodrucks für das Kalenderjahr 2024.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Abwasserverbrauch <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	13.428
Klärschlamm	kg	103.500
Farbverbrauch	kg	64.000
Papierverbrauch	m <sup>2</sup>	82.699.112
Papierverbrauch	t	41.372
Ausschuss	m <sup>2</sup>	<i>Wird nicht erfasst.</i>
Hilfsstoffverbrauch (Reiniger)	kg	<i>Wird nicht erfasst.</i>

<sup>2</sup> Dieser Wert bezieht sich auf die gesamte Abwassermenge am Standort Greven. Eine separate Erfassung des Flexodrucks erfolgt dabei nicht. Der Großteil dieser Menge entfällt jedoch auf das Waschen der Farbwerke der Flexodruckanlage.

Energieverbrauch (Strom)	kWh	<i>Wird nicht bei allen Maschinen erfasst.</i>
Energieverbrauch (Gas)	kWh	<i>Kein Anfall.</i>

**Tabelle 5: Stoff- und Energiebilanz Flexodruck (Jahr 2024)**

Da nicht sämtliche Energieverbräuche über alle Flexodruckmaschinen hinweg erfasst werden, wurde eine repräsentative Flexo-Vordruckmaschine ausgewählt, die eine große Bandbreite an Produkten abdeckt und hinsichtlich des Produktportfolios mit der DPU vergleichbar ist. Die für diese Maschine ermittelten Energieverbräuche sind in Tabelle 6 dargestellt.

Parameter	Einheit	Wert
Papierverbrauch	m <sup>2</sup>	4.204.374
Energieverbrauch (Strom)	kWh	69.463
Energieverbrauch (Gas)	kWh	<i>Kein Anfall.</i>
Energieverbrauch (Strom)	kWh/m <sup>2</sup>	0,0165

**Tabelle 6: Energieverbrauch einer ausgewählten Flexo-Vordruckmaschine**

Für den Vergleich der beiden Druckverfahren wurden die in den Stoff- und Energiebilanzen ausgewiesenen Verbrauchsmengen durch die jeweils produzierte Papierfläche dividiert, um spezifische Kennzahlen pro Quadratmeter zu erhalten. Diese Normierung ermöglicht eine sachgerechte Gegenüberstellung trotz unterschiedlicher Produktionsvolumina und Betriebszeiten. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die Trocknung am Standort Greven bei der DPU mit Erdgas erfolgt, beim Flexodruck hingegen ausschließlich mit Strom. Tabelle 7 zeigt die spezifischen Verbrauchskennzahlen im Vergleich.

Parameter	Einheit	DPU	Flexodruck
Farbverbrauch	g/m <sup>2</sup>	0,25	0,77
Reinigerverbrauch	g/m <sup>2</sup>	0,06	<i>Wird nicht erfasst.</i>
Stromverbrauch	kWh/m <sup>2</sup>	0,0129	0,0165
Gasverbrauch	kWh/m <sup>2</sup>	0,0028	<i>Kein Anfall.</i>
Ausschussquote	%	3,03	<i>Wird nicht erfasst.</i>
Wasserverbrauch	l/m <sup>2</sup>	<i>Kein Anfall.</i>	<i>Wird nicht erfasst.</i>
Abwasser	l/m <sup>2</sup>	<i>Kein Anfall.</i>	<i>Wird nicht erfasst.</i>
Klärschlamm	g/m <sup>2</sup>	<i>Kein Anfall.</i>	<i>Wird nicht erfasst.</i>

**Tabelle 7: Vergleich von DPU mit Flexodruck (relative Werte) im Jahr 2024**

### 3.3 Umweltbilanz

Die nachfolgende Umweltbilanzierung analysiert die Umweltentlastung durch den Einsatz der RSR®-Inline-Digitaldruckanlage im Vergleich zum konventionellen Flexodruck. Grundlage sind die in Abschnitt 3.2 dargestellten Stoff- und Energiebilanzen des Kalenderjahres 2024 sowie die Herstellerangaben zum Energieverbrauch der DPU. Da sich die Anlage im Betrachtungszeitraum noch im Optimierungsprozess befand, sind die nachfolgenden Kennzahlen als vorläufig zu betrachten; belastbare Langzeitdaten werden erst nach einem vollen Produktionsjahr im Regelbetrieb vorliegen.

#### **Reduzierung des Papierverbrauchs**

Eine wesentliche Umweltentlastung ergibt sich aus dem geringeren flächenbezogenen Materialeinsatz der mit dem RSR®-Verfahren hergestellten Wellpappe. Zwar wird in der DPU nur die spätere Außendecke vor der Wellpappenherstellung bedruckt; der Einspareffekt betrifft jedoch die gesamte fertige Wellpappenkonstruktion. Beim Flexodruck wird die bereits hergestellte Wellpappe bedruckt. Um dabei eine vergleichbare Druckqualität zu erzielen, sind in der Regel höhere Flächengewichte, kleinere Wellenteilungen oder teilweise Doppelwellen erforderlich. Das RSR®-Verfahren ermöglicht demgegenüber leichtere Wellpappenkonstruktionen und damit einen geringeren Rohstoffeinsatz je Quadratmeter.

Die mittlere flächenbezogene Masse der 2024 im RSR®-Verfahren hergestellten Wellpappe betrug rund 447 g/m<sup>2</sup>. Dieser Wert ergibt sich aus 6.945 t produzierter Wellpappe bezogen auf 15.527.779 m<sup>2</sup> Produktionsfläche. Beim Flexodruck lag der Vergleichswert bei rund 500 g/m<sup>2</sup>, berechnet aus 41.372 t bei 82.699.112 m<sup>2</sup>. Die Differenz beträgt damit 53 g/m<sup>2</sup>. Bezogen auf die im Jahr 2024 mit der DPU produzierte Fläche von 15.527.779 m<sup>2</sup> ergibt sich daraus eine Materialeinsparung von rund 823 t pro Jahr. Dies entspricht einer Reduktion um rund 10,6 % gegenüber dem Flexodruckniveau.

Für Fluting- und Testlinerpapiere aus 100 % Recyclingfasern weist eine aktuelle, verifizierte Environmental Product Declaration einen Wert von 824 kg CO<sub>2</sub>e je Tonne Papier (GWP-total) aus.<sup>3</sup> Unter Zugrundelegung dieses Faktors ergibt sich für die berechnete Materialeinsparung eine jährliche CO<sub>2</sub>-Entlastung von rund 678 t CO<sub>2</sub>e.

---

<sup>3</sup> Quelle: Burgo Group SpA: Environmental Product Declaration „Fluting paper and testliner paper derived from 100% recycled fibres“, EPD-IES-0012830:001 (S-P-12830), The International EPD System, 27.06.2024, <https://www.environdec.com/library/epd12830> (abgerufen am 17.04.2026).

Die in Tabelle 4 ausgewiesenen 1.921 t beziehen sich demgegenüber auf den Verbrauch der DPU-bedruckten Außendecken und sind nicht Grundlage der vorstehenden Grammaturrechnung.

### **Vergleich der Ressourcennutzung**

Aus der spezifischen Stoff- und Energiebilanz (Tabelle 7) ergeben sich folgende wesentliche Unterschiede zwischen DPU und Flexodruck: Der Farbverbrauch der DPU beträgt 0,25 g/m<sup>2</sup> gegenüber 0,77 g/m<sup>2</sup> beim Flexodruck – eine Reduktion um rund 68 %. Der Einsatz von Waschwasser und die Entstehung von Klärschlamm entfallen bei der DPU technologiebedingt vollständig; beim Flexodruck fielen im Jahr 2024 insgesamt 13.428 m<sup>3</sup> Abwasser und 103.500 kg Klärschlamm an. Ebenso entfällt beim Digitaldruckverfahren der Bedarf an Flexodruckplatten (Klischees), deren Herstellung, Lagerung und Entsorgung zusätzlichen Material- und Energieaufwand verursacht. Die Ausschussquote der DPU lag im Jahr 2024 bei 3,03 %; ein Vergleichswert für den Flexodruck am Standort Greven wird nicht erfasst.

### **Energieverbrauch und klimarelevante Emissionen**

Für die Bewertung des Energieverbrauchs der DPU wurde auf die Angaben des Herstellers BHS zurückgegriffen, da die Messdaten aus dem Optimierungszeitraum nicht repräsentativ sind (vgl. Abschnitt 3.2). Der spezifische Gesamtenergieverbrauch der DPU beträgt 0,0157 kWh/m<sup>2</sup> und setzt sich aus Strom (0,0129 kWh/m<sup>2</sup>) und Erdgas (0,0028 kWh/m<sup>2</sup>) zusammen. Die Produktion erfolgte im Einschichtbetrieb; bei Vollaustlastung im Dreischichtbetrieb ist ein niedrigerer spezifischer Verbrauch zu erwarten, hierzu liegen jedoch noch keine Messwerte vor. Beim Flexodruck erfolgt die Trocknung ausschließlich mit Strom; der spezifische Stromverbrauch beträgt 0,0165 kWh/m<sup>2</sup>, Gasverbrauch fällt nicht an.

Die Umrechnung in CO<sub>2</sub>-Äquivalente erfolgt gemäß den Emissionsfaktoren des BAFA-EEW-Programms (Strom: 0,435 t CO<sub>2</sub>/MWh; Erdgas: 0,201 t CO<sub>2</sub>/MWh). Da die Aufschlüsselung des DPU-Energieverbrauchs in Strom und Gas vorliegt, werden die Emissionsfaktoren differenziert angesetzt:

- Emissionen (DPU):  $0,0129 \text{ kWh/m}^2 \times 0,435 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} + 0,0028 \text{ kWh/m}^2 \times 0,201 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 0,0062 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$

Beim Flexodruck wird ausschließlich Strom verbraucht, sodass nur ein Emissionsfaktor anzusetzen ist:

- Emissionen (Flexo):  $0,0165 \text{ kWh/m}^2 \times 0,435 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 0,0072 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$

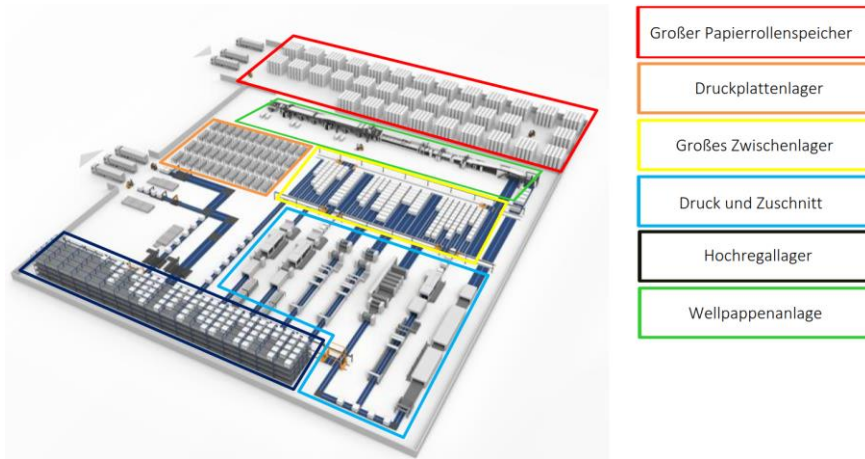
Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der DPU liegen somit mit 0,0062 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> rund 14 % unter denen des Flexodrucks (0,0072 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). Dieser Vorteil resultiert aus dem niedrigeren Emissionsfaktor des Erdgasanteils. Der Gesamtenergieverbrauch pro Quadratmeter ist bei beiden Verfahren von vergleichbarer Größenordnung (DPU: 0,0157 kWh/m<sup>2</sup>; Flexo: 0,0165 kWh/m<sup>2</sup>). Die konkreten Werte sind vom jeweiligen Produktportfolio und den Betriebsbedingungen abhängig. Methodisch ist zu beachten, dass die DPU-Werte auf Herstellerangaben für den Regelbetrieb basieren, während der Flexo-Vergleichswert aus Messdaten einer einzelnen Referenzmaschine stammt. Die Vergleichsbasis ist daher nicht vollständig symmetrisch; die Größenordnung des Ergebnisses wird dadurch jedoch nicht wesentlich beeinflusst.

### **Gesamtbetrachtung der CO<sub>2</sub>-Einsparung**

Zusammenfassend ergeben sich aus dem Vergleich der DPU mit dem Flexodruck zwei wesentliche Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Einsparung: Erstens die Reduzierung der energiebedingten Emissionen um 0,0010 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, was bezogen auf die Jahresproduktion von 15.527.779 m<sup>2</sup> einer Einsparung von rund 15,6 t CO<sub>2</sub> entspricht. Zweitens und quantitativ weitaus bedeutsamer: die Papiereinsparung von rund 823 t pro Jahr, die einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 678 t CO<sub>2</sub>e entspricht (bei 0,824 kg CO<sub>2</sub>e/kg). Die Gesamteinsparung an CO<sub>2</sub> beträgt somit rund 694 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr. Hinzu kommen weitere, nicht quantifizierte Umweltentlastungen durch den Wegfall von Waschwasser, Klärschlamm und Druckplatten.

### **Reduzierung des Platzbedarfs**

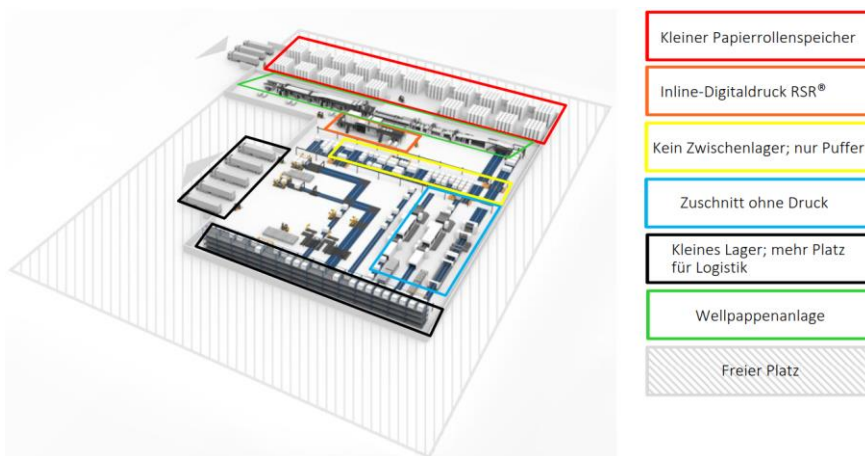
Ein weiterer positiver Aspekt, der mit dem RSR<sup>®</sup> Inline-Digitaldruckverfahrens einhergeht, ist eine deutliche Reduzierung des Platzbedarfs. Nachfolgende Abbildung 7 zeigt die bisherige Anlagenkonfiguration, bestehend aus einem großen Papierrollenspeicher, einem Druckplattenlager, einem großen Zwischenlager, dem Druck- und Zuschnittsbereich, der Wellpappenanlage sowie einem Hochregallager. Durch die prozessbedingt notwendigen großen Zwischenlager war der Platzbedarf dementsprechend hoch.



- Großer Papierrollenspeicher
- Druckplattenlager
- Großes Zwischenlager
- Druck und Zuschnitt
- Hochregallager
- Wellpappenanlage

**Abbildung 7: Gesamtanlage samt Peripherie auf dem Stand der Technik (eigene Abbildung)**

Abbildung 8 zeigt das neue Layout der Gesamtanlage, bestehend aus einem verkleinertem Papierrollenspeicher, der Wellpappenanlage, der RSR® Inline-Digitaldruckanlage, einem Pufferspeicher, dem Zuschnittsbereich und einem verkleinerten Lager. Durch den Wegfall nicht mehr benötigter Anlagenkomponenten<sup>4</sup> konnte insgesamt über 3.000 m<sup>2</sup> Platz eingespart werden, in der nachfolgenden Abbildung grau schraffiert. Dadurch wird es nun möglich, den Verladebereich für Lkw deutlich zu vergrößern und die Effizienz des Gesamtprozesses maßgeblich zu erhöhen.



- Kleiner Papierrollenspeicher
- Inline-Digitaldruck RSR®
- Kein Zwischenlager; nur Puffer
- Zuschnitt ohne Druck
- Kleines Lager; mehr Platz für Logistik
- Wellpappenanlage
- Freier Platz

**Abbildung 8: Gesamtanlage mit innovativem RSR® Inline-Digitaldruck (eigene Abbildung)**

<sup>4</sup> BAFA EEW-Programm: CO<sub>2</sub>-Faktor für Strom (Effizienzmaßnahme): 0,435 t CO<sub>2</sub>e/MWh (Informationsblatt CO<sub>2</sub>-Faktoren, Stand 01.08.2024)

### **3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse**

Es wurde bereits ausführlich dargestellt, dass das RSR® Inline-Digitaldruckverfahren mit wesentlichen Umweltentlastungen – der Einsparung von Papier, Farb- und Waschwasser sowie dessen Aufbereitung in einer Kläranlage und der Entsorgung des dabei anfallenden Klärschlammes – einhergeht. Diese Aspekte führen zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum bisherigen Stand der Technik. Auf Basis der in Tabelle 8 dargestellten Werte ergibt sich eine rechnerische jährliche Einsparung von 2.317 TEUR. Die Nutzungsdauer der gesamten Anlage beträgt gemäß Afa-Tabelle zehn Jahre. Daraus resultiert eine rechnerische Amortisationszeit von 4,8 Jahren auf Basis der Einsparungen im Vergleich zum Flexodruck als Stand der Technik.

	Plan-Werte	Ist-Werte
Investitionssumme Anlage [TEUR]	14.256	13.854
./.. Förderung UIP [TEUR]	2.851	2.771
=	<b>11.405</b>	<b>11.083</b>
Einsparung Papier [TEUR p. a]	2.200	2.200
Einsparung Farb-/Waschwasser [TEUR p. a]	50	50
Einsparung Klärschlamm/Kläranlage [TEUR p. a]	67	67
Amortisationszeit [a]	<b>4,9</b>	<b>4,8</b>

**Tabelle 8: Amortisationsbetrachtung**

Die in der Tabelle dargestellten Einsparungen basieren auf den Preisen des Jahres 2018 zum Zeitpunkt der Antragstellung. Aufgrund der seitdem eingetretenen allgemeinen Inflation sowie spezifischer Preissteigerungen bei den relevanten Einsatzstoffen und Energieträgern sind diese Kostenwerte mit dem Preisniveau des Jahres 2025 nicht mehr direkt vergleichbar. Insbesondere im Zeitraum 2018 bis 2025 kam es sowohl zu deutlichen Steigerungen bei den Energiepreisen als auch zu Preisentwicklungen bei Rohstoffen und Hilfsstoffen, die nicht in den ursprünglich zugrunde gelegten Kalkulationen abgebildet werden können. Eine Hochrechnung der Einsparungen auf das aktuelle Preisniveau würde eine verzerrte Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse bewirken und ist für diesen Abschlussberichts nicht zielführend.

Aus diesem Grund wird für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Zielerreichung des Projektes ausdrücklich auf die dokumentierten Stoff- und Energiemengen, nicht auf die damit verbundenen monetären Einsparungen, verwiesen. Für eine sachgerechte Beurteilung der Projektergebnisse sind die Angaben der Stoff- und Energiebilanz maßgeblich.

Zudem sei darauf hingewiesen, dass die obige Amortisationsbetrachtung nicht als Vollkostenbetrachtung aufgefasst werden kann. Kostenpositionen wie Wareneinsatz, Personalaufwand, Wartung und Instandhaltung, Zinsen etc. sind hierbei nicht enthalten, wirken sich jedoch negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Die obige Darstellungsform wurde jedoch gewählt, um die innovative Technologie bestmöglich dem bisherigen Stand der Technik gegenüberstellen zu können und aufzuzeigen, dass sich maßgebliche Umweltentlastungen und ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb nicht gegenseitig ausschließen.

Die UIP-Förderung hatte einen entscheidenden Einfluss auf die erfolgreiche Umsetzung des Vorhabens. Ohne diese finanzielle Unterstützung wäre das Projekt in der vorliegenden Form nicht realisierbar gewesen. Die erstmalige großindustrielle Umsetzung des RSR® Inline-Digitaldruckverfahrens war mit einem erheblichen technischen und wirtschaftlichen Risiko

verbunden. Insbesondere aufgrund der hohen Komplexität der Technologie konnten die geplanten Leistungsparameter nur schrittweise und deutlich langsamer als ursprünglich erwartet erreicht werden.

Die hierdurch entstandene temporäre Lücke in der Wirtschaftlichkeit konnte durch die gewährte Förderung wirkungsvoll kompensiert werden. Sie trug maßgeblich dazu bei, das finanzielle Risiko zu begrenzen und die notwendige Entwicklungs- und Anlaufphase zu überbrücken. Die Förderung ermöglichte es somit, neue technologische Wege im Sinne des Umweltschutzes zu beschreiten, ohne die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Unternehmens zu gefährden.

### 3.5 Technische Vergleichbarkeit zu konventionellen Verfahren

Das RSR®-Verfahren ermöglicht einen flexiblen Wechsel von Druckaufträgen, Substraten und Arbeitsbreiten, unabhängig von Losgrößen und „on the fly“, also im laufenden Betrieb. Im Gegensatz dazu sind derartige Wechsel im Flexodruck, dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Antragsstellung, mit aufwendigen Umrüstvorgängen verbunden, die einen Stillstand der Anlage zur Folge hatten.

Dank der Digitaldrucktechnologie und eines hochkomplexen Steuerungskonzepts ist es nun möglich, die einzelnen Anlagenkomponenten präzise zu kontrollieren. Dadurch werden unterschiedliche Bahnspannungen aufgrund von Feuchtigkeitsdifferenzen vermieden, was eine kontinuierliche Fertigung und Bedruckung der Wellpappe ermöglicht.

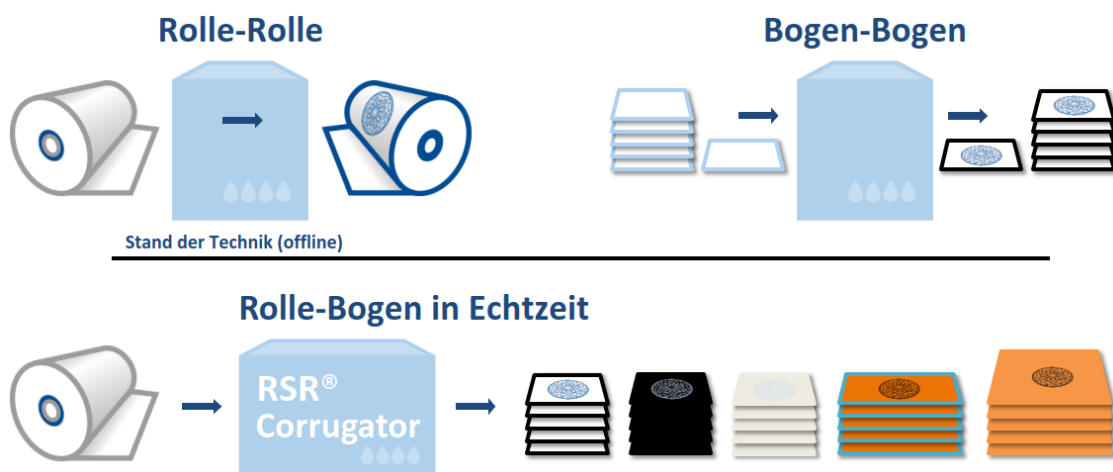
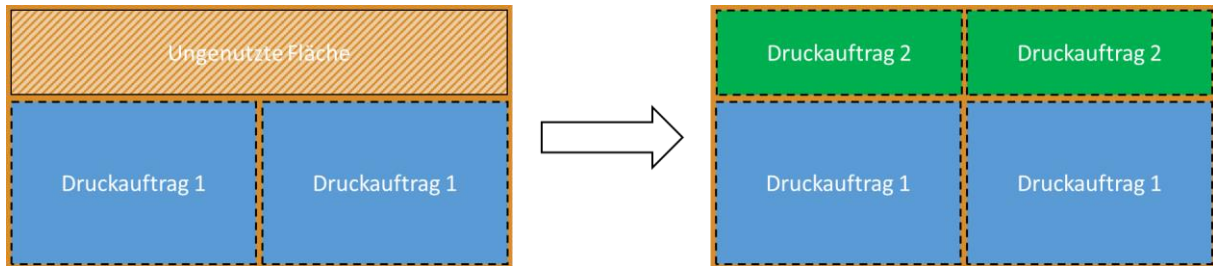


Abbildung 9 Vergleich des Standes der Technik mit der Innovation

Der bisherige Stand der Technik im Flexodruck erforderte zwingend eine serielle Abarbeitung der Druckaufträge, da für jedes Druckmotiv eine eigens angefertigte Druckform (Klischee)

benötigt wurde (Abbildung 9). Dies führte dazu, dass Druckaufträge nicht optimal kombiniert werden konnten, was eine effiziente Ausnutzung der Wellpappe verhinderte. Abbildung 10 verdeutlicht diesen Sachverhalt: Links ist der bisherige Stand der Technik dargestellt, bei dem die fertige Wellpappe im Flexodruckverfahren bedruckt wird. Ist die Breite des Druckauftrags geringer als die Breite der Wellpappe, bleibt eine freie Fläche ungenutzt, die abgeschnitten und entsorgt werden musste.



**Abbildung 10: Optimale Flächeneffizienz**

Im Gegensatz dazu ermöglicht das RSR<sup>®</sup>-Inline-Digitaldruckverfahren, diese ungenutzten Freiflächen mit geeigneten Aufträgen zu bedrucken, wodurch die Flächen bestmöglich im Sinne einer optimalen Ressourceneffizienz genutzt werden. Gleichzeitig reduziert sich der Papierbedarf, da im Flexodruck, wie beschrieben, die fertige Wellpappe bedruckt wurde, was bei Fehldrucken zu Ausschuss führte. Bei möglichen Fehldrucken im neuen Digitaldruckverfahren ist lediglich die Deckenbahn betroffen, da die Wellpappe erst in einem nachfolgenden Prozessschritt hergestellt wird.

Die RSR<sup>®</sup>-Technologie ermöglicht nicht nur die gleichzeitige Bearbeitung unterschiedlicher Druckaufträge, sondern auch eine Anpassung an variable Druckgeschwindigkeiten.

## 4. Übertragbarkeit

### 4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die Implementierung der RSR<sup>®</sup>-Anlage begann mit dem erfolgreichen Abbau und Transport der DPU-Einheit zum Standort der damaligen Schumacher Packaging GmbH in Greven. In dieser Anfangsphase traten jedoch unerwartete Herausforderungen auf, da Lieferengpässe durch die COVID-19-Pandemie und den Brexit verursacht wurden. Diese Umstände führten dazu, dass die erforderlichen Komponenten nicht rechtzeitig aus England geliefert werden konnten, was die Inbetriebnahme verzögerte.

Trotz dieser anfänglichen Schwierigkeiten konnte die Inbetriebnahme schließlich erfolgreich abgeschlossen werden. Die ersten Funktionstests lieferten vielversprechende Ergebnisse, jedoch zeigte sich, dass die angestrebte Druckgeschwindigkeit von einer Million Quadratmetern pro Monat nicht erreicht werden konnte. Diese Diskrepanz führte zu einer Verzögerung im Projektablauf, die trotz solider Projektplanung und kontinuierliche Anpassungen im Betrieb nicht vollständig kompensiert werden konnte. Aufgrund der Nichterfüllung der vertraglich vereinbarten Druckgeschwindigkeiten wurde die Schlusszahlung an BHS vorerst zurückgehalten.

Die enge Zusammenarbeit zwischen den Anlagenbetreibern, den Planern und den Anlagenherstellern war entscheidend, um die Akzeptanz der neuen Technologie zu gewährleisten und potenzielle Skepsis im Team abzubauen. Diese kollektive Anstrengung hat das Vertrauen in die Technologie gestärkt und die Grundlage für eine erfolgreiche Implementierung gelegt.

Zusätzlich hat sich gezeigt, dass eine detaillierte Analyse der Betriebsdaten sowie eine umfassende Kommunikation über die Fortschritte und Herausforderungen unerlässlich sind, um das volle Potenzial der Technologie auszuschöpfen. Die kontinuierliche Anpassung der Betriebsparameter und der Einsatz moderner digitaler Analyse- und Planungstechniken waren dabei entscheidend, um Einsparpotenziale und Effizienzsteigerungen zu identifizieren.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass trotz der Herausforderungen und Verzögerungen eine erfolgreiche Implementierung der RSR<sup>®</sup>-Anlage möglich war. Die Bereitschaft zur Zusammenarbeit und die Implementierung notwendiger Anpassungen war entscheidend für einen positiven Abschluss des Projekts.

## 4.2 Modellcharakter und Übertragbarkeit

Wellpappe ist ein Naturprodukt, das durchschnittlich zu etwa 80 Prozent aus Recyclingmaterialien und zu 20 Prozent aus Frischfasern besteht. Diese Frischfasern werden aus Bruch- und Durchforstungsholz gewonnen, das in der Regel aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Nahezu 100 Prozent der verwendeten Wellpappenverpackungen werden dem Recyclingprozess zugeführt, wodurch Wellpappe Teil eines nachhaltigen Stoffkreislaufs ist.

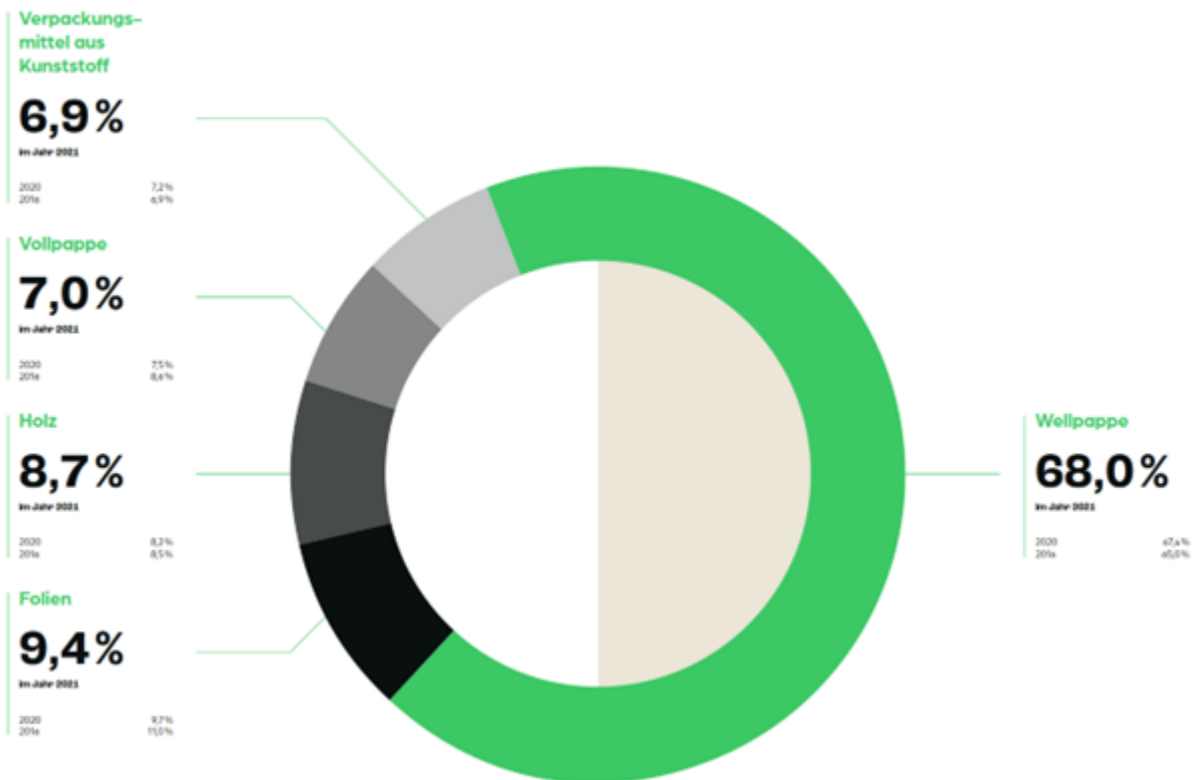
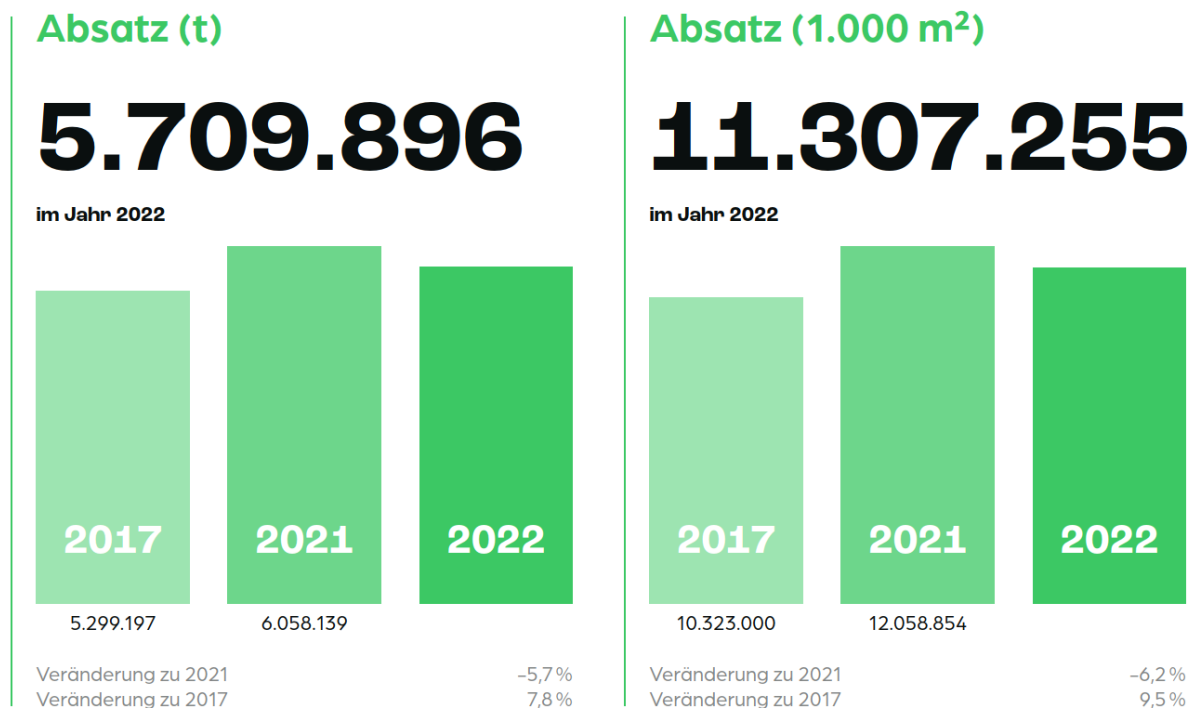


Abbildung 11: Wellpappe als meistgenutzte Transportverpackung (Verband der Wellpappen-Industrie e.V., 2023)

Aufgrund dieser Eigenschaften zählt Wellpappe zu den am häufigsten genutzten Verpackungsmaterialien. Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse einer Analyse des Verbands der Wellpappen-Industrie e. V., aus der hervorgeht, dass Wellpappe mit einem Anteil von 67 Prozent die wichtigste Transportverpackung darstellt.

Der Bedarf an Wellpappe ist entsprechend groß: In der Bundesrepublik Deutschland werden jährlich rund 6 Mio. Tonnen bzw. 11 Mrd. Quadratmeter Wellpappe abgesetzt, Tendenz seit



Quelle: VDW | Bezug: gesamte deutsche Wellpappenindustrie  
 Quellen ab 2020: VDW, Fisher International, ifo Institut | Bezug: gesamte deutsche Wellpappenindustrie

**Abbildung 12: Absatz der deutschen Wellpappenindustrie (Verband der Wellpappen-Industrie e.V., 2023)**

Jahren steigend (Abbildung 12). Deutschland liegt im europäischen Vergleich mit etwa einem Fünftel der in Europa abgesetzten Wellpappenmenge an der Spitze, was die Bedeutung der Wellpappe für die deutsche Industrie unterstreicht.

Die genannten Zahlen verdeutlichen das Potenzial des erstmalig realisierten Vorhabens. Durch die Integration der neuen Technologie wird die Möglichkeit geschaffen, sämtliche Wellpappenanlagen in Verbindung mit Flexodruckmaschinen zu substituieren. Angesichts der dargestellten Umweltentlastungen ergibt sich ein enormes Potenzial, das es zu heben gilt. Die Übertragbarkeit der Technik ist somit gegeben.

Hinsichtlich einer möglichen Ausweitung des Einsatzes der neuen Anlagentechnik auf weitere Standorte verfolgt die Mondi Gruppe zum aktuellen Zeitpunkt (Oktober 2025) keine konkreten Pläne. Die Entscheidung über eine Erweiterung der Kapazitäten ist wesentlich von der wirtschaftlichen Gesamtlage abhängig. Vor dem Hintergrund der aktuellen konjunkturellen Entwicklung in Deutschland und Europa ist die Nachfrage nach Verpackungslösungen rückläufig, wodurch sich die Preissensibilität des Marktes deutlich erhöht hat. Unter diesen Rahmenbedingungen bleiben konventionelle Verfahren gegenwärtig kostengünstiger und werden daher weiterhin in größerem Umfang nachgefragt, wodurch eine weitere Erhöhung der Kapazitäten für Mondi derzeit nicht wirtschaftlich ist.

Gleichwohl wird die entwickelte Technologie kontinuierlich weiter optimiert, um zusätzliche Effizienzpotenziale und Kosteneinsparungen zu erschließen. Sollte sich das wirtschaftliche Umfeld erholen und die Nachfrage nach hochwertigen, ressourcenschonenden Verpackungslösungen wieder steigen, wäre eine Ausweitung der Anlagentechnik auf weitere Produktionsstandorte aus heutiger Sicht denkbar und wünschenswert. Die technologischen Fortschritte könnten dann einen entscheidenden Einfluss auf zukünftige Investitionsentscheidungen innerhalb der Mondi Gruppe ausüben.

### **4.3 Kommunikation der Projektergebnisse**

Im Anschluss an die Inbetriebnahme der RSR®-Anlage erfolgte zunächst die Kommunikation der Projektergebnisse durch den Anlagenhersteller BHS Corrugated. Der Fokus lag hierbei auf der Darstellung der technologischen Neuheit und der ingenieurwissenschaftlichen Umsetzung des Verfahrens. In mehreren Fachveröffentlichungen wurde die weltweit erstmalige Kopplung einer CMYK-Digitaldruckmaschine mit einer Wellpappenanlage vorgestellt und in ihren technologischen Vorteilen erläutert<sup>5 6</sup>. Diese Beiträge richteten sich in erster Linie an ein Fachpublikum aus Maschinenbau, Drucktechnik und Verpackungsindustrie und trugen maßgeblich dazu bei, das Verfahren innerhalb der Branche bekannt zu machen und seine Innovationshöhe zu dokumentieren.

Parallel dazu begann Mondi zunächst mit der gezielten Kommunikation gegenüber Bestands- und Neukunden. Dabei stand nicht die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit, sondern die direkte Vertriebsansprache im Mittelpunkt. Ziel war (und ist es), potenziellen Kunden die technologischen und ökologischen Vorteile des neuen Druckverfahrens im Rahmen konkreter Anwendungsfälle zu erläutern. Diese Vorgehensweise erwies sich als zweckmäßig, da sich das Verfahren gegenwärtig noch in einer wirtschaftlichen Anlaufphase befindet und konventionelle Druckverfahren in vielen Marktsegmenten weiterhin kostenseitig im Vorteil sind. Vor diesem Hintergrund wurde auf eine breit angelegte Marketingkampagne bislang verzichtet. Stattdessen liegt der Schwerpunkt auf der sachlichen und nutzenorientierten Kommunikation im

---

<sup>5</sup> BAFA EEW-Programm: CO<sub>2</sub>-Faktor für Erdgas: 0,201 t CO<sub>2</sub>e/MWh (ebd.)

<sup>6</sup> Diese Einsparung setzt sich wie folgt zusammen: Zwischenlager und Fördertechnik 1.500 m<sup>2</sup>, Klischeelager 700 m<sup>2</sup>, Klischeewerkstatt 200 m<sup>2</sup>, Druckwerke 180 m<sup>2</sup>, Farbmischanlage 300 m<sup>2</sup> sowie Farbwasseranlage 150 m<sup>2</sup>.

direkten Kundenkontakt, um die Akzeptanz des Verfahrens schrittweise und auf Basis praktischer Erfahrungen zu steigern.

Mit der Übernahme der Schumacher Packaging GmbH durch die Mondi-Gruppe eröffnen sich für die weitere Markteinführung des RSR®-Digitaldruckverfahrens deutlich erweiterte Perspektiven. Als international agierender Verpackungskonzern mit einem umfangreichen Netzwerk von Produktions- und Vertriebsstandorten verfügt Mondi über hervorragende Voraussetzungen, um die Technologie über den deutschsprachigen Raum hinaus zu positionieren. Durch die globale Präsenz und die etablierten Kommunikationskanäle des Konzerns kann die Sichtbarkeit der umweltfreundlichen Digitaldrucklösung langfristig erhöht werden. Zudem bietet die Integration in die Mondi-Gruppe die Möglichkeit, die Technologie in weiteren Werken zu implementieren und die Kommunikation künftig auf internationaler Ebene strategisch auszubauen. Auf diese Weise soll das Verwertungspotenzial des RSR®-Verfahrens erheblich erweitert und die nachhaltige Entwicklung der Wellpappenbranche weiter vorangetrieben werden.

## **5. Zusammenfassung/Summary**

### **5.1 Zusammenfassung**

#### **Einleitung**

Die Mondi Wellpappe Deutschland GmbH ist ein bedeutender Hersteller von Well- und Vollpappenverpackungen und Teil der international agierenden Mondi Gruppe. Das Unternehmen fokussiert sich auf nachhaltige Verpackungslösungen mit einem hohen Anteil an Recyclingmaterialien und legt besonderen Wert auf Energieeffizienz, belegt durch die ISO 50001-Zertifizierung. Mit der Übernahme der westeuropäischen Aktivitäten der Schumacher Packaging GmbH im April 2025 konnte Mondi seine Marktposition und Versorgungssicherheit weiter stärken.

Im Mittelpunkt des Vorhabens stand die Problematik der bisherigen Herstellung und Bedruckung von Wellpappe, die maßgeblich auf dem Flexodruckverfahren basierte. Dieses Verfahren ist mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden – insbesondere durch hohen Rohstoffeinsatz, den Verbrauch von Farb- und Waschwasser sowie die Entstehung von klärschlammhaltigem Abfall. Zudem bedingten technische Restriktionen des Flexodrucks eingeschränkte Produktionsflexibilität und einen erhöhten Ausschuss. Alternative Digitaldruckverfahren waren bis zur Projektdurchführung aufgrund technischer Limitationen für eine großtechnische Inline-Integration nicht geeignet.

#### **Vorhabensumsetzung**

Das Ziel des Projekts war die erstmalige großindustrielle Implementierung einer innovativen Inline-Digitaldruckanlage (RSR®-Verfahren) der Firma BHS Corrugated, integriert in die bestehende Wellpappenproduktion am Standort Greven. Die zentrale Innovation bestand in der direkten Kopplung von Wellpappenherstellung und Digitaldruck innerhalb einer durchgehenden Prozesslinie. Dadurch wurde der vollständige Verzicht auf das umweltschädliche Flexodruckverfahren ermöglicht.

Das RSR®-Verfahren (Roll to Sheet in Real Time) erlaubt die Echtzeit-Bedruckung der Deckenbahn im laufenden Produktionsprozess. Wesentliche technische Merkmale sind die berührungslose Bedruckung mittels Inkjet-Technologie, der Wegfall von Druckklischees sowie ein deutlich reduzierter Rohstoffeinsatz. Zusätzlich ermöglicht das System hohe Flexibilität im Auftragswechsel und eine Optimierung des Anlagenlayouts durch Wegfall von Zwischenlagern und Puffern. Die Integration erforderte umfangreiche technische Anpassungen, insbesondere hinsichtlich Druckkopfdesign, Tintenrezeptur, Temperatur- und Registerregelung.

## **Ergebnisse**

Die technische Umsetzung wurde trotz pandemie- und brexitbedingter Verzögerungen sowie technischer Herausforderungen erfolgreich abgeschlossen. Seit Anfang 2025 erreicht die Anlage eine Produktionsgeschwindigkeit von 350 m/min; die Leistungsparameter hinsichtlich Druckqualität, Registerhaltigkeit und Prozesssicherheit wurden weitgehend erfüllt, bei einer aktuellen Gesamtverfügbarkeit von ca. 82 Prozent. Optimierungsbedarf besteht weiterhin bei der Reduktion ungeplanter Stillstände und der Feinjustierung des Trocknungssystems.

Das Messprogramm ergab signifikante Umweltentlastungen gegenüber dem Flexodruck: Der spezifische Farbverbrauch wurde auf 0,25 g/m<sup>2</sup> reduziert (Flexodruck: 0,77 g/m<sup>2</sup>). Der Papierverbrauch sank aufgrund der niedrigeren erforderlichen Grammaturn um rund zehn Prozent, was einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 678 t CO<sub>2</sub>e entspricht. Der Einsatz von Farb- und Waschwasser sowie die Entstehung von Klärschlamm entfallen vollständig. Der spezifische Gesamtenergieverbrauch (Strom und Gas) der DPU beträgt gemäß Herstellerangaben 0,0157 kWh/m<sup>2</sup> (Flexodruck: 0,0165 kWh/m<sup>2</sup>, ausschließlich Strom). Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der DPU liegen mit 0,0062 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> rund 14 % unter denen des Flexodrucks (0,0072 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). Die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist insgesamt vorteilhaft, da zudem der Ressourcenbedarf für Klischees und deren Entsorgung entfällt.

Wirtschaftlich ergeben sich jährliche Einsparungen, die im Berichtsjahr mit rund 2,3 Mio. EUR beziffert wurden (Preisstand 2018). Die Amortisationszeit beträgt auf Basis der dokumentierten Stoff- und Energiemengen etwa 4,8 Jahre. Eine direkte Übertragung dieser Werte auf das aktuelle Preisniveau ist aufgrund signifikanter Kostensteigerungen in den letzten Jahren jedoch nicht zulässig.

## **Ausblick**

Die Praxiseinführung der RSR<sup>®</sup>-Anlage hat gezeigt, dass die großtechnische Inline-Digitalbedruckung von Wellpappe technisch realisierbar ist und gegenüber dem konventionellen Flexodruck erhebliche Umweltentlastungen ermöglichen kann. Im Mittelpunkt der weiteren Arbeiten stehen nun die Stabilisierung des Regelbetriebs, die Reduktion ungeplanter Stillstände, die weitere Optimierung des Trocknungssystems sowie die systematische Auswertung zusätzlicher Prozess- und Qualitätsdaten. Erst auf Basis eines vollen Produktionsjahres im stabilen Betrieb wird eine belastbare Bewertung der langfristigen Umwelt- und Wirtschaftlichkeitseffekte möglich sein. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse besitzen Modellcharakter und zeigen, dass eine Übertragung des Verfahrens auf weitere Anwendungen grundsätzlich möglich ist, sofern produktspezifische, technische und wirtschaftliche

Rahmenbedingungen dies zulassen. Konkrete Pläne für den Bau weiterer baugleicher Anlagen innerhalb der Mondi Gruppe bestehen zum Stand Oktober 2025 jedoch noch nicht.

## **5.2 Summary**

### **Introduction**

Mondi Wellpappe Deutschland GmbH is a major producer of corrugated and solid board packaging and part of the internationally operating Mondi Group. The company focuses on sustainable packaging solutions with a high proportion of recycled materials and is certified according to ISO 50001 for energy efficiency. The acquisition of the Western European operations of Schumacher Packaging GmbH, including an innovative process at their Greven plant, in April 2025 further strengthened Mondi's market position and supply security.

The project addressed the limitations of conventional corrugated board production and printing, which primarily relied on the flexographic printing process. This method is associated with significant environmental burdens—especially due to high raw material consumption, the use of inks and wash water, and the generation of sludge-containing waste. Technical limitations also restricted production flexibility and resulted in increased waste. Alternative digital printing processes were not suitable for large-scale inline integration at the time of project initiation due to technological constraints.

### **Project implementation**

The objective of the project was the first large-scale industrial implementation of an innovative inline digital printing system (RSR<sup>®</sup> process) from BHS Corrugated, integrated into the existing corrugated board production at the Greven site. The core innovation lay in directly linking corrugated board production and digital printing within a single continuous process line, thus completely eliminating the environmentally detrimental flexographic process.

The RSR<sup>®</sup> process (Roll to Sheet in Real Time) enables real-time printing of the top liner during ongoing production. Key technical features include contactless inkjet printing, elimination of printing plates, and significantly reduced raw material consumption. The system allows high flexibility for job changes and an optimized plant layout by eliminating the need for intermediate storage and buffers. Implementation required extensive technical adaptations, especially concerning printhead design, ink formulation, temperature and register control.

### **Project results**

Despite delays caused by the pandemic and Brexit, as well as technical challenges, implementation was successful. Since early 2025, the system has achieved a production speed of

350 m/min; performance parameters regarding print quality, registration, and process reliability have been largely met, with current overall availability at approximately 82 percent. There remains optimization potential in reducing unplanned downtime and fine-tuning the drying system.

Measurement programs documented significant environmental relief compared to flexographic printing: Specific ink consumption was reduced to 0.25 g/m<sup>2</sup> (flexographic: 0.77 g/m<sup>2</sup>). Paper consumption decreased by approximately ten percent due to lower required grammage, resulting in annual CO<sub>2</sub> savings of approximately 678 t CO<sub>2</sub>e. The use of wash water and the generation of sludge have been eliminated. Specific total energy consumption (electricity and gas) of the DPU is 0.0157 kWh/m<sup>2</sup> according to manufacturer data (flexographic: 0.0165 kWh/m<sup>2</sup>, electricity only). Energy-related CO<sub>2</sub> emissions of the DPU are approximately 14% lower at 0.0062 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> compared to flexographic printing (0.0072 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). The CO<sub>2</sub> balance is overall favorable, additionally benefiting from the elimination of resources needed for printing plates and their disposal.

Economically, the system achieves annual savings estimated at approximately EUR 2.3 million (price level 2018). The payback period, based on documented material and energy quantities, is about 4.8 years. Direct transfer of these figures to current price levels is not valid due to significant cost increases in recent years.

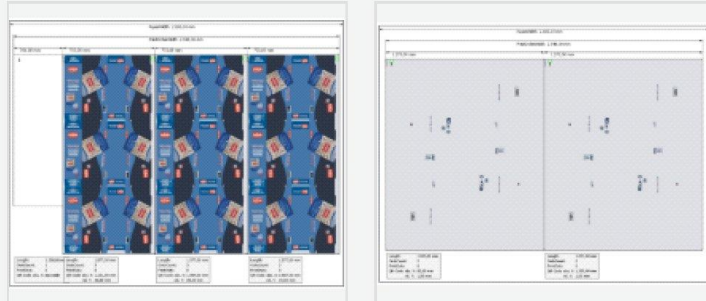
### **Prospects**

The practical introduction of the RSR® system has shown that large-scale inline digital printing of corrugated board is technically feasible and can deliver significant environmental benefits compared with conventional flexographic printing. The focus of further work is now on stabilizing regular operation, reducing unplanned downtime, further optimizing the drying system, and systematically evaluating additional process and quality data. Only on the basis of a full year of production under stable operating conditions will a robust assessment of the long-term environmental and economic effects be possible. The findings generated in the project have model character and show that the process can, in principle, be transferred to other applications, provided that product-specific, technical and economic framework conditions permit this. However, as of October 2025, there are no concrete plans within the Mondi Group to build further identical systems.

## 6. Anhang

### 02 FARBIGER AUFTRAG AUF GESTRICHENES PAPIER UND LACKIERT

Produktionsdatum: 27.05.2025  
 PO ID: 8548 & 8549  
 Kunde: Diverse Kunden  
 Betriebsart: Rolle/Rolle  
 Papier: Testliner weiß gestr. 140g/m<sup>2</sup>  
 Arbeitsbreite: 2650 mm  
 Laufmeter: 5250 m  
 Produktionsgeschwindigkeit: 175 m/min  
 Produktionsdauer: 0,5 Stunden  
 Gesamtverbrauch Strom: 617 kWh  
 Gesamtverbrauch Gas: 543 kWh  
 Stromverbrauch pro m<sup>2</sup>: 44,35 Wh  
 Gasverbrauch pro m<sup>2</sup>: 39,03 Wh

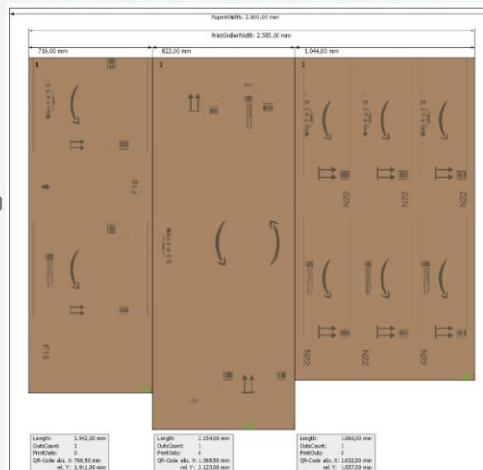


Die Verbräuche sind ausschließlich bei der Produktion.  
 Es wurden keine Rüst- oder Stillstands Zeiten berücksichtigt.

Abbildung 13: Herstellerangaben BHS – Farbiger Auftrag auf gestrichenem Papier, lackiert

### 02 MONOCHROMER AUFTRAG AUF UNGESTRICHENEN PAPIER INLINE

Produktionsdatum: 19.03.2025  
 PO ID: 8162 - 8164  
 Kunde: Amazon  
 Betriebsart: Inline  
 Papier: Testliner 3 125g/m<sup>2</sup>  
 Arbeitsbreite: 2800 mm  
 Laufmeter: 10500 m  
 Produktionsgeschwindigkeit: Von WPA vorgegeben (Durchschnitt 175m/min)  
 Produktionsdauer: 1,0 Stunden  
 Gesamtverbrauch Strom: 307 kWh  
 Gesamtverbrauch Gas: 0 kWh  
 Stromverbrauch pro m<sup>2</sup>: 10,44 Wh  
 Gasverbrauch pro m<sup>2</sup>: 0 Wh



Die Verbräuche sind ausschließlich bei der Produktion.  
 Es wurden keine Rüst- oder Stillstands Zeiten berücksichtigt.

Abbildung 14: Herstellerangaben BHS – Monochromer Auftrag auf ungestrichenem Papier, Inline

Quelle: BHS Corrugated GmbH, Produktionsdaten Jetliner-System, Standort Greven.