

Ribler GmbH  
Stuttgart

**Entwicklung eines Prototypen im Modularsystem  
zur ressourcenschonenden und emissionsarmen Buchbindung**

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt  
gefördert unter dem Az: 35716/01-21 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Georg v. Massenbach

April 2021

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



|    |                 |         |           |             |                     |
|----|-----------------|---------|-----------|-------------|---------------------|
| Az | <b>35716/01</b> | Referat | <b>14</b> | Fördersumme | <b>124.746,00 €</b> |
|----|-----------------|---------|-----------|-------------|---------------------|

**Antragstitel**

**Entwicklung eines Prototypen im Modularsystem  
zur ressourcenschonenden und emissionsarmen Buchbindung**

**Stichworte**

Buchbindung, Maschine, Hardcover, Kaltleim, Modularsystem, Ressourcenschonung, Emissionsarmut

| Laufzeit       | Projektbeginn     | Projektende       | Projektphase(n) |
|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| <b>2 Jahre</b> | <b>15.04.2020</b> | <b>31.01.2021</b> | <b>1</b>        |

Zwischenberichte 28.07.2020, 30.09.2020, 30.11.2020, 30.01.2021

**Bewilligungsempfänger**

Ribler GmbH  
Plieninger Str. 58  
70567 Stuttgart

Tel 0711 – 723045  
Fax 0711 – 7289310

Projektleitung  
Georg v. Massenbach

Bearbeiter  
Renate Hülsmann

**Kooperationspartner**

Keine

**Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Die Ausgangslage war das Fehlen einer umweltschonenden Produktionsmethode für Hardcover Bücher und die Verwendung von schädlichem Heißeim in Klebebindungen bei über 95% der Anwendungen.

Das Ziel bestand in der Entwicklung einer umweltfreundlichen Produktionsmethode und in der Fertigung eines Prototyps auf dieser Basis.

**Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Die Planung umfasste die Konstruktion, Fertigung und Testung eines Prototyps im Modulbau, der Hardcover Bücher umweltfreundlich, im industriellen Maßstab und in kleiner Stückzahl herstellen sollte.

Nach dem bisherigen Stand der Technik war eine industrielle Herstellung von Hardcover Büchern nur in 3 bis 4 einzelnen Arbeitsschritten wirtschaftlich möglich. Eine umweltfreundliche Produktion war fast ausschließlich auf Handarbeit und dabei auf Einzelstücke und Kleinstauflagen beschränkt. Vorhandene Maschinen zur Herstellung von Hardcover Büchern waren nur auf Heißeim ausgerichtet und bei einem Kaufpreis ab 2.000.000 € nur bei Großauflagen rentabel zu betreiben.

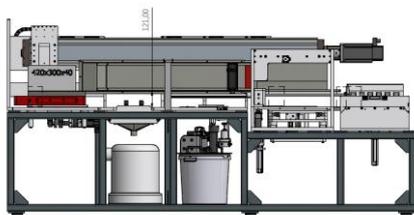


Abbildung 1:  
Konstruktionszeichnung  
GECKO 200

Abbildung 2:  
Design  
GECKO 200



## Ergebnisse und Diskussion

Im Ergebnis des Förderprojekts entstand ein voll funktionsfähiger Prototyp auf Basis der Ribler Kaltleim-Technologie.

Die neuartige Klebebindemaschine reduziert die bisherigen 3-4 Verfahrensschritte auf einen einzigen. Durch die günstigere Prozessabfolge und fehlende Zwischenschritte ergeben sich enorme Vorteile bei Produktionszeit, Arbeitseinsatz, Fehleranfälligkeit und Kosten. Auch Einzel- und Kleinauflagen bis zu mittleren Auflagen von ca. 5.000 Stück werden damit umweltschonend und wirtschaftlich herstellbar. Damit wird die Lücke zwischen Handarbeit und Großmaschinen geschlossen und der Trend in der Grafischen Industrie von Massenproduktionen in Großauflagen zu individualisierten und personalisierten Einzelaufgaben auf Fertigungsebene bedient. Die mittlere Preisklasse der GECKO 200 entspricht auch dem Auftragsvolumen.

Die Umweltentlastungen durch eine Klebebindemaschine bestehen in einer signifikanten Reduktion von Produktionsmitteln im Vergleich zur Herstellung mit Heißleim:

|                 | Einsparung   |           |                                       |
|-----------------|--------------|-----------|---------------------------------------|
|                 | in Einheiten | in EUR    | in Äquivalenten                       |
| Energie         | - 10 MWh     | - 2.200 € | = 2,1 Mittelklasse-PKWs               |
| CO <sub>2</sub> | - 5,5 to     | - 140 €   | = 1,5 Einfamilienhäuser m. 4 Personen |
| Leim            | - 660 kg     | - 1.600 € | = 1.479 Liter oder 9,3 Barrel Rohöl   |

*Tabelle 3: Übersicht Einsparungseffekte*

Bei geschätzten 1.500 Klebebindemaschinen in Deutschland und 24.500 Klebebindern weltweit ist das Einsparpotential sehr hoch.

Damit werden die gesetzlichen Grenzwerte bei der Schadstoffkonzentration u.a. an Isocyanaten in den Produktionshallen um ein Vielfaches unterboten.

Der Zeitplan von ursprünglich zwei Jahren wurde mit einem Jahr unterboten. Das kalkulierte Budget entsprach den tatsächlichen Ausgaben, allein das Verhältnis der Kostenarten hat sich durch die kürzere Projektlaufzeit und eine stärkere Einbeziehung externer Lieferanten verlagert.

Der soziokulturelle Mehrwert der Ribler Technologie wird von uns in der umweltgerechten und günstigeren Herstellung des Mediums „Buch mit festem Einband“, in den besseren Arbeitsbedingungen sowie in der Verbreitung auch in Regionen ohne Zugang zu hochpreisigen Produktionsmitteln gesehen. Dadurch entsteht ein Beitrag zur sozioökonomischen Stabilität und zum Erhalt des Kulturguts Buch.

## Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Veröffentlichungen wurden in den einschlägigen Fachmagazinen vorgenommen. Die Verbreitung der Ergebnisse per Fachvorträge und Messeausstellungen war zudem geplant, wurde jedoch coronabedingt verschoben.

## Fazit

Die Projektziele der technischen Umsetzung, Effizienzsteigerung und umwelttechnischen Einsparungen sind übertroffen worden.

Das Vorhaben wurde in Bezug auf Zeit und Aufwand effizienter umgesetzt als geplant. Infolge der verdoppelten Leistungsfähigkeit der Maschine ist auch das Potential für den Umweltschutz nochmals erhöht.

## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Projektkennblatt.....                     | 2  |
| A) <b>Zusammenfassung</b> .....           | 7  |
| B) <b>Einleitung</b> .....                | 8  |
| C) <b>Hauptteil</b> .....                 | 10 |
| 1. Probleme & Lösungen .....              | 10 |
| 2. Funktionsweise Klebebinder .....       | 11 |
| 3. Die Vorteile.....                      | 13 |
| 4. Die Effekte .....                      | 23 |
| 5. Die Innovation .....                   | 27 |
| 6. Die Auszeichnungen .....               | 30 |
| 7. Die Arbeitsschritte und Methoden ..... | 31 |
| D) <b>Fazit</b> .....                     | 33 |
| E) Literaturverzeichnis .....             | 35 |
| F) Anhänge .....                          | 35 |

## Verzeichnis von Abbildungen und Tabellen

- Abbildung 1: Konstruktionszeichnung GECKO 200
- Abbildung 2: Design GECKO 200
- Tabelle 3: Übersicht Einsparungseffekte
- Abbildung 4: Heißleim (Klammereffekt) vs. Ribler Kaltleimsystem (Layflat)
- Tabelle 5: Herstellprozesse Heißleim vs. Ribler Kaltleim Technologie
- Abbildung 6: Vergleich Aufschlagverhalten Heißleim vs. Ribler Kaltleim
- Tabelle 7: Leimbedarf bei 5.000 Bindungen
- Tabelle 8: Jährlicher Energiebedarf eines Klebebinders
- Abbildung 9: Druckfreie Bereiche
- Abbildung 10: Premelter Maschinen in verschiedenen Ausführungen
- Abbildung 11: Hotmelt funktionell und nach dysfunktionalen Verkokungen
- Abbildung 12: Abluftabsauganlage mit Verrohrung
- Abbildung 13: Effekte einer Ribler Einzelmaschine
- Abbildung 14: Effekte der Ribler Technologie in Deutschland
- Abbildung 15: Effekte der Ribler Technologie weltweit
- Abbildung 16: Aufbau des Ribler Modulsystems
- Abbildung 17: Optionale Anbaumodule des Ribler Modulsystems
- Abbildung 18: Ribler Auszeichnungen und Förderungen seit 2009
- Abbildung 19: Auswahl an Umweltzertifikaten für Druckprodukte

## Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

- 180° Layflat-Bindung: flaches Aufliegen der Buchseiten beim Aufschlagen
- Block: Buchblock, d.h. die meist bedruckten inneren Buchseiten
- Decke: Der Einband eines Buches, auch „Buchdecke“
- Einhängen: Verkleben von Block und Decke, meist mit Vorsatzpapieren
- FOGRA: Das Fogra Forschungsinstitut für Medientechnologien e.V. ist laut Wikipedia ein gemeinnütziger, eingetragener Verein mit Sitz in Aschheim bei München. Es verfolgt den Zweck, die Druck- und Medientechnik in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Anwendung zu fördern und die Ergebnisse für die Druckindustrie nutzbar zu machen.
- Gestrichene Papiere: Gestrichenes Papier, auch Kunst- oder Bilderdruckpapier genannt, ist ein Papier, bei dem die Oberfläche mit einem Bindemittelauftrag veredelt ist, z.B. Kreide, Kaolin, Kasein oder Kunststoffdispersion
- Grundieren: Vorbereitung des Leimauftrags durch eine wässrige Lösung zur Erhöhung der Bindekraft, auch „aktivieren“, „primern“
- Hardcover: Bucheinband aus Karton aus festerem Karton ab ca. 500 g/m<sup>2</sup> Gewicht, auch „Festeinband“
- Hochzeit: Verkleben von Block und Decke, siehe auch „Einhängen“
- Klebebinden: Block fräsen, grundieren, ableimen und mit der Decke verbinden
- Landscape-Drucke: Bilder werden auf zwei gegenüberliegenden Seiten gedruckt, sodass sie über den mittigen Falz reichen und ein Gesamtbild ergeben
- Leim auftragen: auch beleimen, ableimen, Leim aufschlagen
- Pulltest: Prüfmethode zur Blattausreißfestigkeit
- Schnellläufer: Große Klebebindemaschinen zur Weiterverarbeitung größerer Druckauflagen; die häufigste Abgrenzung von mittleren zu großen Auflagen erfolgt dabei bei einer Stückzahl von 5.000
- Softcover: Bucheinband aus leichterem Papier bzw. Karton bis 400-500 g/m<sup>2</sup> Gewicht), auch „Broschur“
- Verkokung: Veränderung der chemischen Eigenschaften eines Grundstoffs infolge von Pyrolyse, hier: Oberflächenverhärtungen mit brandähnlichen Symptomen.

## A) ZUSAMMENFASSUNG

Fördergegenstand war die Entwicklung und Fertigung einer ersten modularen und umweltschonenden Klebebindemaschine für Hardcover-Bücher.

Die **Ausgangslage** war das Fehlen einer umweltschonenden Produktionsmethode für Hardcover Bücher und die Verwendung von schädlichem Heißleim in Klebebindungen bei über 95% der Anwendungen.

Die Ribler GmbH hat im **Ergebnis** eine vollständig neue Konstruktion entwickelt und einen Prototyp dieses neuen Klebebinders, das Modell GECKO 200, bei einem Lieferanten produziert. Die Ziele der technischen Umsetzung, Effizienzsteigerung und umwelttechnischen Einsparungen sind deutlich übertroffen worden.

Mit Ribler Klebebindern werden **Vorteile** bei Produkten, Prozessen, Kosten sowie im Umwelt- und Arbeitsschutz erzielt.

Aus dem Blickwinkel des **Umweltschutzes** erreicht der Umfang der Effekte gegenüber der herkömmlichen Heißleim-Technik bei Energie und CO<sub>2</sub> 78%, beim Klebstoff 80% und beim Papier 5,3%. Vor allem im Energiebereich führt dies zu jährlichen Einsparungen von 10 MWh Energie und 5,5 t CO<sub>2</sub> bei einer einzigen Klebebindemaschine. Hochgerechnet auf alle circa 1.500 Maschinen in Deutschland bedeutet dies einen Energie- und CO<sub>2</sub>-Effekt verglichen mit über 3.000 Kraftfahrzeugen der Mittelklasse oder 2.200 Einfamilienhäusern mit vier Personen.

Eine Zusammenfassung der Maschinen-Prozessschritte wie durch die Ribler Technologie und damit eine **Innovationshöhe** wurden im Markt der Druckweiterverarbeitung bisher für unmöglich gehalten. Im Ergebnis hat Ribler ein nachhaltiges System mit hervorragenden Binde- und Produkteigenschaften entwickelt. An dem Ergebnis haben alle 6 Neu- und Weiterentwicklungen der Ribler Technologie einen Anteil: die Walzenfräse, der Aktivator, der Klebstoff, die Düse und schließlich die mechanische Zusammenführung in der Gesamtmaschine. Der Bindeprozess erfolgt nahezu ohne Energie und CO<sub>2</sub>-Verbrauch. Das Modulsystem bringt zusätzliche Vorteile bei der Variabilität im praktischen Einsatz, bei der Zusammenstellung der kundenspezifischen Wünsche sowie im Lebenszyklus der Maschine mit ihren eingesetzten Rohstoffen.

Im nächsten Schritt soll dieser Entwicklungsstand zur Marktreife weiterentwickelt werden.

Ribler ist als kleines Unternehmen mit 5 Mitarbeitern für ein solches Unterfangen auf externe Lieferanten angewiesen. Maßgeblich an diesem erfolgreichen Projekt mitgewirkt haben hierbei ein Konstruktionsbüro und zwei Betriebe zur Fertigung und Montage der Maschine.

Dieses Ergebnis konnte nur durch die Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt umgesetzt werden (Az. 35716/01).

## B) EINLEITUNG

### Die Ausgangssituation:

Bis heute existieren weltweit Klebebinder zur Herstellung von Hardcover-Büchern weder in einem Arbeitsgang noch in umweltschonender Produktionsform oder geeignet für die Herstellung kleiner Auflagen.

In der Klebebindung von Büchern werden heute fast ausschließlich Heißeime als Bindematerial eingesetzt. Überwiegend wird die industrielle Buchherstellung für Softcover und in großen Auflagen eingesetzt. Diese verursachen sehr negative Auswirkungen auf Menschen und Umwelt, Buchbindereien und Leser. Für die industrielle Herstellung von Büchern werden heute die Nachteile in Kauf genommen.

Die Umweltauswirkungen der herkömmlichen Heißeim-Produktion betreffen Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauch, Materialverbrauch, Materialverlust bei der Reinigung, Papierverbrauch, Lageranforderungen für Gefahrstoffe und Sonderabfälle bei der Wiederverwertung von Büchern.

Heutige Bindemaschinen werden jeweils für einen singulären Einsatzzweck und eine Leistungsgröße konzipiert und produziert. Die Verwendung eines Herstellablaufs für mehrere Produktgattungen und für mehrere Maschinenklassen existiert nicht. Eine Reduktion von Materialeinsatz und ein Wertstoffkreislauf sind im Bau von Klebebindemaschinen keine verbreiteten Maßstäbe.

### Die Zielsetzung:

Ribler entwickelt einen umweltschonenden Klebebinder für Hardcover in einem Arbeitsgang.

Die Ribler GmbH hat bisher Kaltleime und weitere 5 Komponenten einer patentierten Bindetechnologie zur ressourcenschonenden Herstellung von Druckerzeugnissen entwickelt.

Die Umweltlösungen betreffen mehrere Bereiche: der Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauch wird maßgeblich durch die fehlende Erhitzung der Heißeimstrecke vom Vorratsbehälter bis zur Auftragseinheit weitgehend reduziert. Der Materialverbrauch liegt beim Ribler System unter der Hälfte des Heißeimsystems. Weiterhin wird der Materialverlust bei der Reinigung reduziert. Der Papierverbrauch wird gemindert: die Klammerwirkung entfällt und der Druck in der Bindenaht benötigt keinen größeren Randabstand. Lageranforderungen für Gefahrstoffe gibt es bei den umweltfreundlichen Verbrauchsmaterialien Aktivator und Leim nicht mehr. Sonderabfälle beim Rezyklat unserer Buchbindungen fallen nicht mehr an.

Die Ribler Klebebinder sind die einzigen Maschinen zur Herstellung von Hardcover-Büchern in 1 Arbeitsgang mit kurzer Nachbearbeitung. Das Ribler Modularsystem ermöglicht durch den Austausch einzelner Teilaggregate die Herstellung von Büchern und Blöcken und damit von verschiedenen Bindeprodukten auf einer Maschine. Alle Einzelteile sind auf Wiederverwendbarkeit und Einsatz in anderen Maschinen ausgerichtet. Mit Hilfe der Ribler Technologie werden höherwertige Endprodukte, effizientere Prozesse, sinkende Kosten, nachhaltiger Umweltschutz sowie erhöhter Arbeitsschutz erreicht.

Der Klebebinder ist auch konzipiert für die Bindung kleiner Auflagen. Infolge sekundenschneller Rüstzeiten bei Inbetriebnahme und Formatwechseln ist er auf die Auflagengröße 1 ausgerichtet. Mit einer Maschinenleistung von 200 Büchern pro Stunde können auch mittlere Auflagen praxisnah erfüllt werden.

Eine spezifisch quantitative Zielsetzung erfolgte im Vorfeld des Vorhabens nicht. Denn bei Erreichen der qualitativen Ziele war eine mengenmäßig relevante Umweltentlastung die klare Folge.

## C) HAUPTTEIL

### 1. Probleme & Lösungen

#### Die Probleme

- a) Die Klebetechniken haben sich auf der ganzen Welt seit den 1970er Jahren nicht wesentlich verändert. 97% der Bücher werden mit **Heißleimen** (Schmelzklebern, Hotmelts) gebunden – mit sehr negativen Auswirkungen auf Buchbindereien und Leser, Menschen und Umwelt. Der früher verbreitete Kaltleim wurde vom Heißleim als Standard in der Buchbindung wegen dessen schnellerer Trocknung und leichteren industriellen Verarbeitung verdrängt. Nach dem aktuellen Stand der Technik haben alle Heißleim-Produkte durch ihre Inflexibilität und Leim-Auftragsstärke einen Klammereffekt – die Bücher bleiben nicht flach aufgeschlagen liegen, die Haltbarkeit ist beschränkt und beim Überdehnen bricht der Hotmelt. Fehlende Innovationen führen zu einem ruinösen Preiskampf.

Die Herstellung von klassischen Hardcover-Büchern benötigt 3-4 Prozessschritte und viel Handarbeit; die Rüstzeiten liegen bei 1 bis 1,5 Stunden, Personaleinsatz und Durchlaufzeiten der Produkte sind hoch. Die Kosten werden neben dem Personal durch Reinigungs- und Wartungsbedarf sowie hohen Energieeinsatz getrieben: beim Heißleim ist das Erhitzen der gesamten Prozesskette – vom Vorratsbehälter über die Leitungen bis zu den Düsen – auf 130 bis 200 °C notwendig. Aufwändige Nebenaggregate sind zum Aufheizen und Umpumpen des Leims sowie zum Absaugen der toxischen Gase und Dämpfe notwendig. Bei der immer stärker verbreiteten Nebenform des Hotmelts Polyurethan (PUR) werden cancerogene Isocyanate als Haftvermittler eingesetzt – die Auswirkungen auf die Gesundheit der Mitarbeiter werden verschwiegen.

- b) Die **Standard-Bindemaschinen** werden ohne System konzipiert. Der Aufwand in Konstruktion, Fertigung, Montage und Wartung sowie in Ersatzteilversorgung, Zweitmarkt, Recycling und Design ist sehr hoch.

Die Herstellung und Entwicklungszeiten sind langwierig und teuer, Nachhaltigkeit und der Wertstoff-Kreislauf werden prinzipiell nicht berücksichtigt.



*Abbildung 4: Heißleim (Klammereffekt) vs. Ribler Kaltleimsystem (Layflat)*

## Die Lösungen

### a) Neuer Klebebinder GECKO 200

Das erste Wirkprinzip der neuen Klebebindemaschine von Ribler ist der **Kaltleim**. Alleine durch die Abkehr vom alten Werkstoff Heißleim und seinen Varianten wurden die Reduktion von Energie sowie eine höhere Elastizität des Klebstoffs erreicht. Die Rezeptur des Kaltleims ist auf eine Mischung von höherer Elastizität in der Bindenaht für das Layflat Aufschlagverhalten sowie Bindekraft (Adhäsion) und Lagerbeständigkeit konzipiert.

Zur maschinellen Verwendung des Kaltleims in der Buchherstellung war die Reduktion der Trocknungszeiten maßgeblich. Dies führte zur **Faserfreilegung** als einer schonenden und wirksameren Behandlung des Buchrückens.

Die Adhäsion zwischen Blattkante und Buchdecke wurde durch den **Aktivator** als Grundierung zur Veränderung der Polarität in der Grenzphase erreicht.

Mit den Ribler **Düsen** folgten Leimauftragssysteme mit konzentrierter Ausrichtung auf die Wirkprinzipien des Kaltleims und die Blattkantenverklebung von Papier.

Der **Klebebinder** vereint erstmals sämtliche neuheitlichen Ansätze in einer Maschine. Damit sind die Verfahrensschritte Papierrückenbearbeitung, Beleimung, Verbindung von Papierblock und Deckeneinband sowie Zwischenlagerung unter einem kompakten Gehäuse kombiniert worden.

- b) Das **Ribler Modularsystem** ermöglicht den Austausch einzelner Aggregate und damit die Herstellung von Büchern und Notizblöcken auf derselben Basismaschine (**2 in 1**). Auch können Zusatzmodule für mehr Geschwindigkeit, Automation und Ergonomie einfach angedockt werden – die Maschine kann mit ihren Anforderungen wachsen, der Kunde hat volle Variabilität in der Produktion und über die Basismaschine eine niedrige Einstiegschürde.

## 2. Funktionsweise Klebebinder

Die Ribler Klebebinder sind Maschinen zur Herstellung von Hardcover-Büchern in einem Arbeitsgang mit kurzer Nachbearbeitung. Die einzelnen Bearbeitungsschritte bestehen aus <sup>1)</sup>:

- Block fräsen
- grundieren
- ableimen
- Deckblatt rillen (nur Softcover)
- Einhängen
- Sammeln in Auslage.

---

<sup>1</sup> Heinze, Liebau: Klebebinden

Die Nachbearbeitung bei der Ribler Klebebindung besteht aus einem Vorgang von circa 3 Sekunden mit Abziehen der Schutzfolie von Vor- und Nachsatz sowie dem Anpressen in die Decke.

Für einen groben Vergleich werden im heutigen Standard je nach Qualitätsanspruch 3 bis 4 verschiedene Maschinen und Bearbeitungsschritte mit jeweiligen Transporten und Wartezeiten dazwischen benötigt. Bei der Herstellung kommen viele Varianten und unterschiedliche Qualitätsanforderungen in Betracht.

Um einen Vergleich zwischen Standard Heißleim und Ribler Kaltleim Klebebindern überhaupt vornehmen zu können, werden im Folgenden beiderseits Maschinen im mittleren Auflagenbereich und in einfacher Ausführung <sup>2)</sup> angenommen.

Weiterhin können bei dem Vergleich Heißleim-Maschinen nur für **Softcover** aufgeführt werden, Heißleim-Klebebinder für Hardcover gibt es nur als sogenannte „Buchstraßen“ mit einem Einstieg ab einem Investitionsvolumen von 2.000.000 €.

Schließlich beziehen sich die Merkmale der aufgeführten Maschinen auf Leistungen von bis zu 600 Büchern je Stunde.

|          | <b>Standard Heißleim Klebebinder</b><br>(vollständige Herstellung nur Softcover)   | <b>Ribler Kaltleim Klebebinder</b><br>(vollständig Hard- und Softcover) |
|----------|--|---|
|          | Separate Maschinen für jede Verarbeitungsstufe   | Eine Maschine für alle 3 – 4 Bearbeitungsschritte                       |
| <b>1</b> | <u>Schritt 1</u> : Block fräsen, grundieren und ableimen auf Einzelmaschine Klebebinder:<br>Kaufpreis 50.000 – 100.000 €                               | Schritt 1 ist in Station 2 enthalten                                    |
| <b>2</b> | <u>Schritt 2</u> : Deckblatt rillen auf separater Rilleinheit <sup>3)</sup> :<br>Kaufpreis ggf. 3.000 – 5.000 €  | Schritt 2 ist bei Hardcover nicht notwendig, hier nicht enthalten       |
| <b>3</b> | <u>Schritt 3</u> : Einhängen auf separater Einhängemaschine (nur für Hardcover):<br>Kaufpreis 10.000 – 30.000 €  | Schritt 3 ist in Station 3 enthalten                                    |
| <b>4</b> | <u>Schritt 4</u> : Auslage des gebundenen Buches zum Trocknen. Von einfacher Schrägplatte bis automatisches Förderband:<br>Kaufpreise 300 € - 15.000 € | Schritt 4 ist in Station 4 enthalten                                    |
|          | <b>2-4 Maschinen,<br/>Kaufpreise 63.000 – 150.000 €</b>  | <b>1 Klebebinder,<br/>Kaufpreis ab 150.000 €</b>                        |

*Tabelle 5: Herstellprozesse Heißleim vs. Ribler Kaltleim Technologie*

<sup>2)</sup> ohne Runden, Prägen, Kapitalband, Leseband u.ä. Ausstattungsmerkmalen

<sup>3)</sup> Bei günstigen Maschinen nicht enthalten, bei mittlerer Preisklasse optional und bei höherer Preisklasse als Standard enthalten.

### 3. Die Vorteile

Die Ribler Technologie vereint für den Buchbinder, den Endkunden und die Gesellschaft diverse Vorteile auf fünf Ebenen.

#### 3.1. Produkte

Auf einer Ribler Maschine gebundene Bücher können mit schwereren, „gestrichenen“, oberflächen-beschichteten und laminierten d.h. hochwertigen Papieren und Kartons mit einem spezifischen Gewicht von bis zu 400 g/m<sup>2</sup> hergestellt werden. Dabei erreichen die Ribler Produkte eine sogenannte „180° Layflat-Bindung“. Das bedeutet ein flaches Aufliegen der Buchseiten beim Aufschlagen. Hierbei können sogenannte „Landscape-Drucke“ auch in einem Hardcover Einband hergestellt werden. Eine Klebstoffkante ist infolge des niedrigen Leimauftrags weder bei Büchern noch bei Notizblöcken mehr erkennbar. Insgesamt entsteht eine höhere Wertigkeit der Druckprodukte.

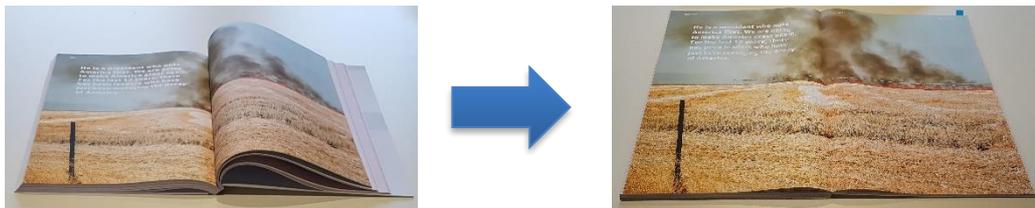


Abbildung 6: Vergleich Aufschlagverhalten Heißleim vs. Ribler Kaltleim

#### 3.2. Umweltschutz: <sup>4)</sup>

Die mehrfach ausgezeichnete Umweltfreundlichkeit basiert auf dem wasserbasierten Kaltleim und einem Leimauftrag nahezu ohne CO<sub>2</sub>-Verbrauch, ohne toxische Gase und Dämpfe, mit um 80% reduziertem Materialverbrauch, ohne Sondermüll sowie ohne Lagerprobleme und Warnschilder.

Mehrere negative Umweltfolgen entstammen der Verwendung des PUR-Klebstoffs <sup>5)</sup>. PUR ist ein reaktiver Schmelzklebstoff mit Präpolymeren und Isocyanatgruppen als Haftvermittler. Die bei PUR eingesetzten Isocyanate sind krebserregend, welche hauptsächlich bei der Erhitzung des PUR als Dämpfe zum Austrag kommen. Für die Verarbeitende Industrie überwiegen die Vorteile des PUR bei Klebefestigkeit, Altersbeständigkeit und besserem Aufschlagverhalten.

Bei Recycling und Entsorgung sowie bei Transport und Lagerung kommen weitere relevante Nachteile zum Ausdruck. Giftige Isocyanate, deren Dämpfe und Sondermüll fallen bei der Ribler Technologie nicht an.

<sup>4</sup> Die Quellen der umweltrelevanten Fakten sind Studien von Smithers Pira „The Future of global Print to 2020“, und vom Umweltbundesamt „Climate Change 11.2018“, Aussagen von Marktteilnehmern sowie eigene Messungen und Berechnungen.

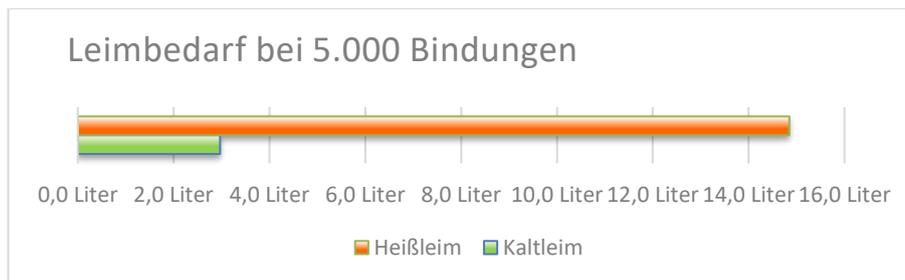
<sup>5</sup> Heinze, Liebau: Klebebinden, Kapitel 4.

### a) Materialverbrauch

Materialeinsparungen werden durch Leimauftrag in geringerer Schichtdicke bis 80% erreicht.

Während für 5.000 Bindungen eines Standard-Formats<sup>6)</sup> bei der klassischen Herstellung 15 Liter Hotmelt benötigt werden, beträgt der Materialbedarf beim Ribler System nur 3 Liter. Umgekehrt berechnet beträgt die Reichweite von 3 Litern Hotmelt lediglich 1.000 Bindungen.

Auch entfallen bei der Ribler Technologie tägliche Reinigungsabfälle von durchschnittlich 1 kg Leim.



*Tabelle 7: Leimbedarf bei 5.000 Bindungen*

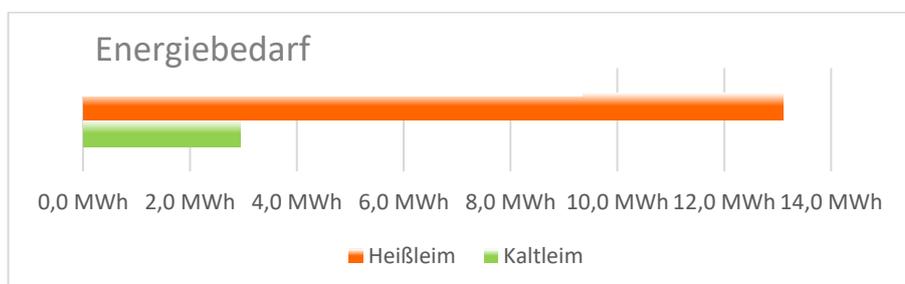
### b) Energie und CO<sub>2</sub>

Bei herkömmlichen Maschinen muss die gesamte Prozesskette vom Leimvorratsbehälter über die Leitungen, Pumpen bis zur Auftragsstation auf 130 – 200°C durchgängig erhitzt werden. Ribler Maschinen kommen dank des Kaltleims ohne Erhitzung aus.

Der Ribler Klebebinder benötigt eine Rüstzeit mit voller Energiezufuhr von 30 Sekunden im Vergleich zu 30 bis 90 Minuten.

Die Hotmelt-Klebebinder benötigen mindestens 30 Minuten Reinigungszeit, während es bei den Ribler-Maschinen infolge des geschlossenen Kreislaufs eine Reinigung nur bei längeren Stillstandszeiten von mehreren Stunden empfohlen wird, bei einer Reinigung fünf Minuten ausreichen und es im Übrigen ein automatisches Reinigungsprogramm gibt.

Der Energieverbrauch beträgt beim Einsatz der Ribler Technologie 2,9 MWh im Vergleich zu herkömmlichen Klebebändern mit 13,0 MWh. Der Verbrauch von Energie und analog von CO<sub>2</sub> sinkt um 78 %.



*Tabelle 8: Jährlicher Energiebedarf eines Klebebinders*

<sup>6)</sup> DIN A4 hochkant mit 297mm Bindekante und 10mm Blockstärke

### c) Papier

Die Papiereinsparung bei Verwendung der Ribler Technologie beträgt 5,3%.

Zur Lesbarkeit und Erkennbarkeit der vollen Inhalte wird bei Büchern mit Klammereffekt mehr unbedrucktes Papier im Falz benötigt. Die Einsparung liegt darin begründet, dass infolge des Layflat Aufschlagverhaltens der Druck von Bildern keinen Seitenabstand mehr benötigt und dennoch das gesamte Bild erkannt wird. Bei Texten kann der Abstand deutlich geringer ausfallen.

Über alle Formate hinweg fallen die – die unten in Skizze 9 blau markierten – Abstände unterschiedlich aus. Gemessen und berechnet in den gängigen Formaten von DIN A 6 bis A 3 im Hoch- und Querformat ergibt sich die genannte durchschnittliche Einsparung von bedrucktem Papier und damit von verwendetem Papier insgesamt – bei gleicher Erkennbarkeit der Inhalte.

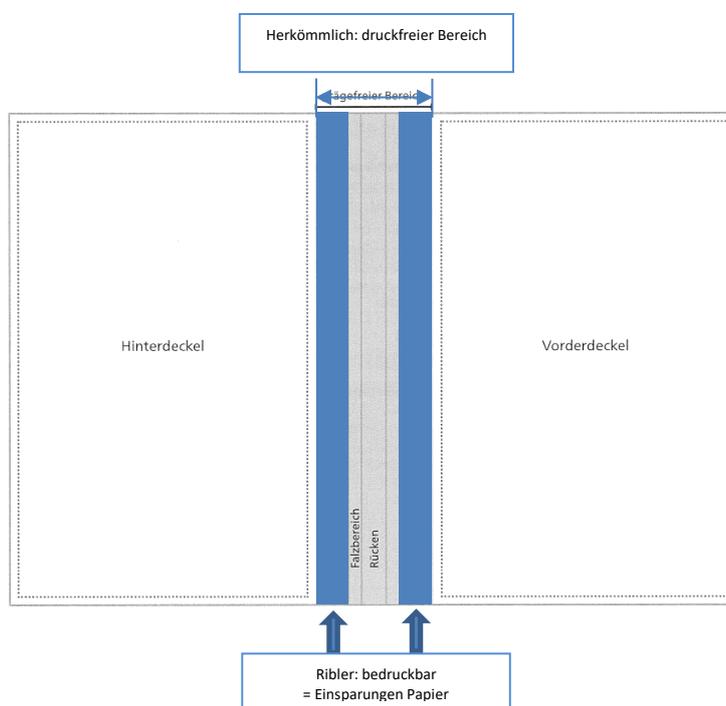


Abbildung 9: Druckfreie Bereiche

### 3.3. Arbeitsschutz

Zwar gibt es in den größeren Anlagen Abluftabsaugungen. Bei kleineren Anlagen fehlen diese zumeist. Die Entlüftung wird in die Außenluft außerhalb des Gebäudes – zu den Nachbarn – geführt. Bei jeder Absaugung werden zudem nur die überwiegenden Mengen erfasst, ein Rest diffundiert immer in die Arbeitsräume und wird von den Maschinenführern aufgenommen.

In den modernen Drucksälen werden Luftbefeuchter eingesetzt, vor allem um die Eigenschaften des Papiers zu erhalten und deren Wellung oder sonstige Veränderungen der Oberflächeneigenschaften zu vermeiden.

Die Dämpfe von Isocyanaten können Reizungen an Augen und Schleimhäuten, Kopfschmerzen oder Atemwegserkrankungen verursachen. Für die verschiedenen Formen der Isocyanate liegen zum Teil Luftgrenzwerte vor, zum Teil jedoch auch nicht oder sie wurden „wegen möglicher kanzerogener Effekte ausgesetzt (krebserzeugende Kategorie 3A)“. Ein Teil der Isocyanate kann zu Aminen umgebaut werden, insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit „(z.B. 2,4-TDI zu 2,4-Toluylendiamin = MAK-Liste III. Krebserrregende Arbeitsstoffe, Kategorie 2) <sup>7)</sup>“.

Die Verbreitung der im Zuge des Herstellungsprozesses anfallenden, teils toxischen Dämpfe erfolgt nach dem aktuellen Stand der Technik a) im Wege von Ablufabsauganlagen oder b) in den Drucksaal, vergleiche oben die allgemeinen Ausführungen zu PUR / Isocyanaten auf Seite 13. Unabhängig vom Grad der Toxizität der Dämpfe wird hier das Einhalten der Schwellenwerten bei Gefahrstoffen unterstellt. So liegt auch das Ergebnis verschiedener FOGRA-Symposien zum PUR <sup>8)</sup>.

Gegenüber den direkt den Schadstoffen ausgesetzten Mitarbeitern ist auch die unterschwellige Verbreitung erklärungsbedürftig. Der Schutz der Gesundheit muss ein zentrales Anliegen eines jeden Arbeitgebers sein. Die Umgangsform mit den Mitarbeitern hat auch indirekte Auswirkungen auf deren Leistungsmotivation und langfristige Bindung an das Unternehmen.

Die Schadstoffvermeidung ist in jedem Fall vorzugswürdig gegenüber einer auch unterschwelligen Verbreitung von Schadstoffen. Die Auswirkungen auf die Gesundheit der Mitarbeiter werden wegen der technischen Vorteile von PUR nicht thematisiert.

### 3.4. Transport und Lagerhaltung

„PUR-Klebstoffgebilde gelten als Einwegverpackungen, da eine zweite luftdichte Abfüllungen nicht garantiert werden kann“ <sup>9)</sup>.

Bei der Lagerhaltung sind bei Isocyanaten die grundlegenden Schutzvorkehrungen immer anzuwenden, z.B. Schutzausrüstung durch Atemschutz, Augen- und Gesichtsschutz, Körper-, Hand- und Hautschutz und zudem Kennzeichnungspflichten für Gefahrenstoffe einzuhalten. Bei zusätzlichen Gefahren wie z.B. Brand oder Explosion sind ergänzende Maßnahmen zur Feuervermeidung oder Erkennung vorzusehen. <sup>10)</sup>

---

<sup>7</sup> BMGS Merkblatt zur Berufskrankheiten durch Isocyanate, Seite 4

<sup>8</sup> Heinze, Liebau: Klebebinden, Kapitel 4.4.

<sup>9</sup> Heinze, Liebau: Klebebinden aaO.

<sup>10</sup> Technische Regeln für Gefahrstoffe - Isocyanate

### 3.5. Recycling und Entsorgung <sup>11)</sup>

„Ausgehärtete PUR-Klebstoffreste sind ungefährlich und umweltneutral und werden als normaler Industriemüll entsorgt. Größere, noch nicht vollständig ausreagierte Reste aus angebrochenen Gebinden gelten als Sondermüll und werden geeigneten Verbrennungsanlagen zugeführt. (...)

Beim Altpapier-Recycling muss der PUR-Klebstoff vom Papier mechanisch getrennt und auf Deponien entsorgt werden.

### 3.6. Prozesse

Durch die Herstellung von Hardcover-Bindungen in einem Verfahrensgang mit kurzem Anstreichen entfallen zwei bis drei Arbeitsgänge der Mitarbeiter. Unproduktive Wartezeiten, Lagerflächen und die Durchlaufzeit der Produkte werden verkürzt. Die Maschine ist auch nach längerem Stillstand in nur einer Minute Rüstzeit wieder einsatzbereit.

Weniger **Arbeitsschritte** bedeuten weniger Arbeitszeit, nach unserer Berechnung umfasst dies eine Größenordnung von 50 %. Dieses wirtschaftliche Argument stellt einen großen Vorteil für den Buchbinder dar. Vor den Hintergrund der großen Trends in der Grafischen Industrie – vor allem Personalisierung und Individualisierung – sind sinkende Auflagen die Folge. Diese können nur durch eine Vernetzung der Maschinen und Produktionsdaten preisgünstig und in der heute erwarteten Geschwindigkeit hergestellt werden. Die Arbeits erledigung ist dabei ein großer Faktor.

Weniger **Logistik** zwischen den Fertigungsprozessen ist die Folge. Daraus folgen auch weitere Vorteile: weniger Wartezeit bis zur nächsten Verarbeitungsstufe, weniger Durchlaufzeit der Produkte von Auftragseingang bis Auslieferung, weniger Fehleranfälligkeit, ein niedrigeres Konzentrationsniveau der Mitarbeiter, geringere Kollateralschäden, Vorteile bei Produktionskosten und Produktpreisen.

Am Ende zählen eine **höhere Zufriedenheit** bei Mitarbeitern und Kunden und schließlich auch hieraus eine (schwer messbare) **Entlastung der Umwelt**.

### 3.7. Nebenaggregate

Schließlich entfallen mit der Ribler Technologie die in Anschaffung und Betrieb aufwändigen Nebenaggregate ersatzlos. Ohne Premelter (Schmelzgerät), Erhitzung der gesamten Leimstrecke und Abluftabsaugung werden keinerlei Ressourcen für Herstellung, Kauf, Service und Bedienung im gesamten Lebenszyklus verbraucht.

Im Folgenden werden die Nebenaggregate exemplarisch aufgeführt.

---

<sup>11</sup> Heinze, Liebau: Klebebinden aaO.

- **Premelter:**

Unter Vorschmelzen (auch Oberflächenschmelzen) versteht man die Verflüssigung der in verfestigten Formen (Granulate oder in größeren Blocks, sogenannte Kerzen) angelieferten Heißleim-Vorräte. Dies erfolgt in eigenständigen elektrischen Geräten, die je nach Volumen und Geschwindigkeit des Verbrauchs unterschiedliche Größenordnungen annehmen.

Ein kleines Vorschmelzgerät für eine Anlage in der Größenordnung der GECKO 200 verbraucht 1,8 kWh Energie bei voller Leistung <sup>12)</sup>.

Der Kaufpreis des Premelters beträgt circa 25.000 €.



*Abbildung 10: Premelter Maschinen in verschiedenen Ausführungen*

- **Erhitzung der gesamten Leimstrecke**

Heißleim wird von den Schmelzgeräten in Materialleitungen über die Pumpe und Ventile bis zur Auftragseinheit auf 130 – 200 °C erhitzt, damit das Material fließfähig und verarbeitungsfähig bleibt. Dabei müssen alle Einzelteile ebenfalls erhitzt werden. Zu einer prägenden Eigenschaft des Heißleims und seiner Unterarten Hotmelt und Polyurethan (PUR) gehört das vollständige Erstarren des Leims nach dessen Erkalten. Erkalte Heißleim kann durch wiederholtes Erhitzen wieder verflüssigt werden, allerdings nur eingeschränkt auf (je nach Sorte) wenige, circa 3-5 Zyklen. Durch das Erhitzen verändern sich die chemischen Eigenschaften und damit die Klebeeigenschaften des Verbindungsmaterials. Nach mehreren Zyklen von Erhitzen und Erkalten bilden sich auch Verkokungen aus – der Heißleim wird spröde und verliert seine Bindekraft.



*Abbildung 11: Hotmelt funktionell (links) und nach dysfunktionalen Verkokungen (rechts)*

<sup>12)</sup> Praxisbeispiel Premelter: Robatech Diamond 5

- **Abluftabsaugung:**

Die bei der Erhitzung entstehenden Dämpfe bestehen größtenteils aus Wasserdampf und zu weiteren Teilen aus den beim Schmelzen von Kunststoff entstehenden chemischen Bestandteilen des Grundstoffs. Daraus entsteht unter anderem der sofort bemerkbare, süßliche Geruch in den Drucksälen. Im Fall der Klebebindung mit PUR-Heißleimen aus Polyurethanen ist zusätzlich auch die Verwendung von Haftvermittlern aus giftigen Isocyanaten übliche Praxis.

Die Isocyanate überschreiten in der angewandten Konzentration unseres Wissens nicht die gesetzlichen Grenzwerte. Eine Anwendung in den bisherigen Formen ist daher zulässig. Aus unserer Sicht kann eine Anwendung solcher Schadstoffe für den menschlichen Organismus allerdings nicht alternativlos akzeptiert und fortgesetzt werden. Die Suche nach geeigneten Ersatzstoffen muss in der Forschung gefunden und marktfähig gemacht werden.

Die BASF SE, Ludwigshafen, hat sich als einer der weltgrößten Hersteller von solchen Haftvermittlern als Konsequenz aus der Erkenntnis der Schädlichkeit im Jahr 2017 aus der Produktion von Isocyanaten zurückgezogen.

Eine in allen Großbetrieben angewandte Methode stellt die Absaugung der Abluft dar. Dabei werden an den Maschinen als Schadstoffquellen Lufteinlässe installiert und über ein verzweigtes Rohsystem zentral zusammengeführt. Dort wird die Abluft per leistungsfähiger Ventilatoren angesaugt und über Schornsteine oder Luftauslässe an Fassaden oder auf Dächern der Produktionsgebäude in die Umwelt abgegeben. Die Abgabe in die „Umwelt“ bedeutet hier im Wortsinn, dass die zum Teil mit giftigen Schadstoffen versetzte Abluft zu den benachbarten Menschen, Tieren und Pflanzen abgegeben wird.

Eine Großanlage umfasst meist eine Vielzahl von Absaugauslässen an den Maschinen und kann nicht auf eine Einzelmaschine reduziert werden. Oft verfügen daher Kleinbetriebe mit einer niedrigen Maschinenanzahl nicht über Absauganlagen. In diesen Fällen diffundieren die Schadstoffe direkt in die Produktionshalle und zu den Mitarbeitern.

Eine kleine Abluftabsauganlage für eine Anlage in der Größenordnung der GECKO 200 verbraucht 2,2 kWh Energie bei voller Leistung<sup>13)</sup>.

Der Kaufpreis für eine kleine Absauganlage beginnt bei 20.000 € mit Installation und Verrohrung.

---

<sup>13)</sup> Praxisbeispiel Abluftabsauganlage: Höcker Vacumobil 140/160



*Abbildung 12: Abluftabsauganlage mit Verrohrung*

Wirklich geeignete Alternativen stellen sowohl die Vermeidung von Polyurethanen als auch die Verwendung von Kaltleimen dar.

### **3.8. Arbeitsschutz**

Mit den Ribler Produkten wird auch ein bisher unbekanntes Niveau an Arbeitsschutz erreicht: kein Atemschutz, keine Krankheiten durch Lösemittel, weniger Fehlzeiten, höhere Akzeptanz bei Mitarbeiter und Kunden.

### **3.9. Kosten**

Je nach Vergleichsverfahren und Einsatzintensität sinken die Herstellkosten circa 37 % gegenüber der herkömmlichen Heißleim-Produktion.

Die Einsparungen bestehen überwiegend aus

- Arbeitszeit (circa 50 %)
- und Energie (78 %).

Weitere, signifikante Kostenvermeidungen entstehen durch

- Papier-Einsparungen (5,3 %)

und

- den Verzicht auf die teuren Zusatzgeräte Premelter, Erhitzung der gesamten Leimstrecke und Abluftabsaugung im Gesamtwert von 10.000 – 35.000 € (vgl. oben Tabelle 5 auf Seite 13)

sowie durch

- deutlich weniger Reinigung und Wartung.

Bei den Zahlen wurde ein Kaufpreis von Heißleim-Klebebindern 34% unter dem Kaufpreis des Ribler Klebebinders angenommen.

Der Return on Invest wird ab 1,3 Jahren erreicht <sup>14)</sup>.

### 3.10. Modularität

Der GECKO 200 Klebebinde ist **modular aufgebaut**: Auf einer Maschinenbasis mit derselben Zange und Lineareinheit kann jeder Buchbinder die für ihn passende Erweiterung in puncto Geschwindigkeit, Automatisierung und Komfort wählen. Zur schnelleren Zuführung der Decken wird in Zukunft ein automatischer Anleger angeboten. Bei der Ausgabestation hat man künftig die Option zwischen einer einfachen Handausgabe, einem Magazin in Maschinenbreite und einem verlängerten Magazin. Sogar der Umbau vom Klebebinde auf einen Blockbinder und umgekehrt ist möglich. Weitere Bearbeitungsstationen sind geplant. Alle Anbauten und derzeit 12 Maschinen-Varianten sind in der Steuerung erfasst, der Austausch erfolgt mit geringem Aufwand. Der Binder ist dadurch voll variabel im Einsatz und wertbeständig für den späteren Gebrauchmarkt.

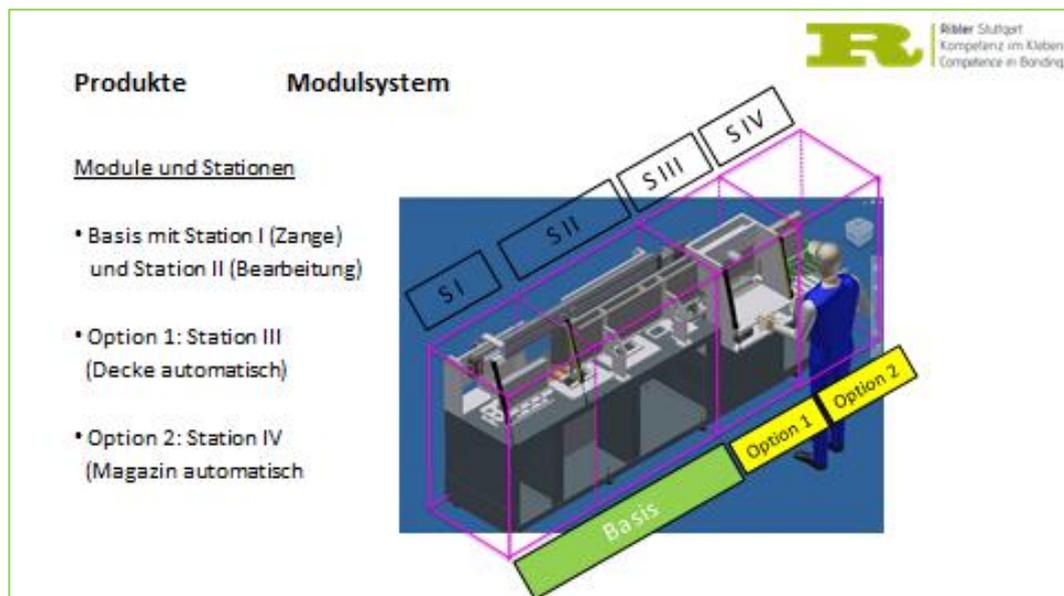


Abbildung 13: Aufbau des Ribler Modulsystems

Die Buchherstellung ist vollständig **variabel**: der Buchbinder entscheidet, ob das Buch vollständig oder nur in Teilen auf der GECKO 200 produziert wird. Nach jeder Bearbeitungsstufe kann das Produkt entnommen und auf anderen Maschinen fertiggestellt werden. Z. B. ist das Fräsen, Grundieren und Ableimen auf der GECKO 200 und im Anschluss das

<sup>14)</sup> Aufstellung Einsparungs-Effekte Ribler Technologie in Anlage 1.

Einhängen auf einer anderen Maschine oder per Hand problemlos machbar. Insgesamt stehen über 24 Herstellungs-Varianten in der Buchproduktion zur Verfügung.

Auf der Ribler Maschine kann der Kunde die Herstellung von zwei Produktlinien in sechs Varianten auswählen:

Produktlinien:

- A) Linie 1: Herstellung von Büchern in Hardcover oder Softcover
- B) Linie 2: Herstellung von Notizblöcken, Kalendern oder Formularen.

Der Kunde kann bei den Varianten wählen, ob er die Bearbeitungsschritte

- a) Block bearbeiten,
- b) Block ableimen und
- c) Block in die Decke einhängen

auf dem Ribler Klebebinder oder auf einer separaten, oft vorhandenen Maschine durchführen möchte.

Varianten:

- 1. **Variante 1:** 100% Ribler, Block bearbeiten, ableimen und einhängen auf Ribler Klebebinder
- 2. **Variante 2:** Nur Block bearbeiten und leimen auf Ribler Klebebinder – Eihängen separat
- 3. **Variante 3:** Nur Block bearbeiten auf Ribler Klebebinder – leimen und einhängen separat
- 4. **Variante 4:** Vorsatz (beleimt) wird per Hand abgezogen und eingehängt
- 5. **Variante 5:** Vorsatz (unbeleimt) wird in Block mit eingebunden, aber separat beleimt
- 6. **Variante 6:** Bezug der Decke wird separat aufgezogen (bedruckt,veredelt).

Alle Bearbeitungsmodule (Fräse, Aktivator, Leimdüse) sowie die Deckenstation und das Magazin können separat an- und abgeschaltet werden.

Damit stehen dem Bearbeiter weit über 100 Bearbeitungs-Varianten zur Verfügung.

⇒ **Diese Vielfalt an Varianten bringt dem Kunden viele Vorteile:**

- 1. Erfüllung auch besonderer Produktwünsche der Kunden mit Kostendeckung
- 2. Höhere Auslastung des Klebebinders und anderer Maschinen, Wartezeiten sinken
- 3. Höhere Auslastung der Mitarbeiter.

## 4. Die Effekte

Die Effekte der Technologie wurden schon in Bezug auf deren relative Einsparung im Vergleich zur Heißeim-Technik angeführt.

Mit Mengen, Kosten und Vergleichsmaßstäben ergänzt ergeben sich signifikante Verbesserungen für den Buchbinder und die Gesamtgesellschaft. In einer überregionalen Betrachtung führen die angeführten Zahlen zu sehr großen Einsparungen.

Bei diesen Aufstellungen ist der Wasserverbrauch bei der Papierproduktion nicht berücksichtigt worden. Hierbei alleine kommen sehr große Volumina an Wasserverbrauch zusammen: während der Wasserverbrauch in der Papierproduktion laut Wikipedia 7 Liter je kg Papier beträgt, ist der Verbrauch laut dem WWF World Wildlife Council mit 57 l über den Faktor 8mal größer <sup>15)</sup>.

Im Folgenden werden die Effekte der Ribler Technologie nach den Größenordnungen dargestellt:

- Einzelmaschine
- Alle Klebebindemaschinen in Deutschland
- Alle Klebebindemaschinen weltweit.

Die genaue Berechnung mit allen Effekten, Berechnungsgrundlagen und Vergleichen ist in Anlage 1 in der Aufstellung „Einsparungseffekte Ribler Technologie“ aufgeführt.

---

<sup>15</sup> Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Papier>, abgerufen am 15.04.2021  
Zahlen des WWF: <http://www.derblindefleck.de/2015-top-5/>, abgerufen am 15.04.2021.

a) Die Einsparungen pro Jahr einer Einzelmaschine:

1. **Energie** <sup>16)</sup>: - 78 %  
 - 10,0 MWh  
 - 2.200 €  
 = Energieverbrauch von 2,1 PKWs der Mittelklasse
  
2. **CO<sub>2</sub>** <sup>17)</sup>: - 78 %  
 - 5,5 to  
 - 140 € bis 3.490 €  
 = CO<sub>2</sub>-Verbrauch von 1,5 Einfamilienhäusern mit 4 Personen
  
3. **Klebstoff** <sup>18)</sup>: - 80 %  
 - 660 kg  
 - 1.600 €  
 = Verbrauch von 1.500 Litern bzw. > 9 Barrel Rohöl
  
4. **Papier** <sup>19)</sup>: - 5,3 %  
 - 14,8 to  
 - 6.700 €  
 = Papierverbrauch von 60 Menschen in DEU

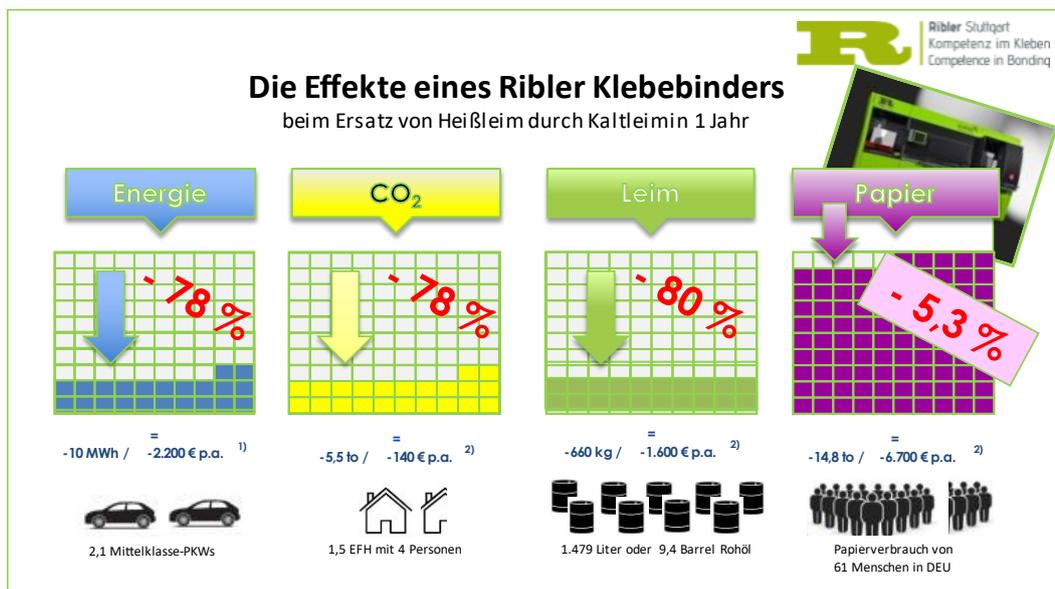


Abbildung 14: Effekte einer Ribler Einzelmaschine

<sup>16</sup> Parameter Energie: durchschnittlicher Industrie-Verbraucherpreis Strom 0,22 € / kWh. Tendenz steigend.

<sup>17</sup> Parameter CO<sub>2</sub>: 537 g CO<sub>2</sub> je kWh Strom. Laut Umweltbundesamt Studie CLIMATE CHANGE 11.2018, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017. Kosten: 25 €/to im Emissionshandel, 640 € je Tonne laut Umweltbundesamt. Tendenz steigend.

<sup>18</sup> Parameter Klebstoff: Verbrauch mit Ribler Technologie 0,2 Liter / m<sup>2</sup> Papierkante – bei Heißleim-Techniken 1,0 Liter.

<sup>19</sup> Parameter Papier: Pro-Kopf-Konsum in Deutschland 243 kg p.a., Kosten 450 € / to (unbedruckt), 10% Anteil Klebebindung an Office-Papieren, Wasserverbrauch zwischen 7 Litern (Wikipedia) und 57 Litern (WWF) je kg Papier.

b) Die Einsparungen pro Jahr von 1.500 Klebebinde-Maschinen in Deutschland<sup>20)</sup>:

1. **Energie:**
  - 78 %
  - 15 GWh
  - 3,4 M€
  - = Energieverbrauch von 3.150 PKWs der Mittelklasse
  
2. **CO<sub>2</sub>:**
  - 78 %
  - 8.200 to
  - 200.000 € bis 5,3 M€ (je nach Bepreisung von CO<sub>2</sub>)
  - = CO<sub>2</sub>-Verbrauch von 2.200 Einfamilienhäusern mit 4 Personen
  
3. **Klebstoff:**
  - 80 %
  - 1.000 to
  - 2,5 M€
  - = Verbrauch von 14.000 Barrel Rohöl
  
4. **Papier:**
  - 5,3 %
  - 42.000 to
  - 10,0 M€
  - = Papierverbrauch von 920.000 Menschen in DEU

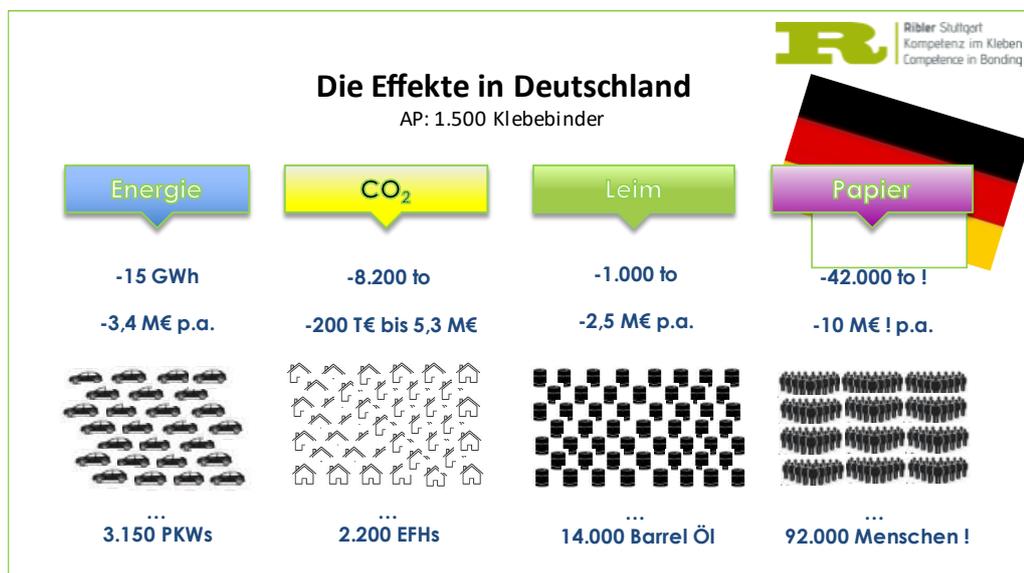


Abbildung 15: Effekte der Ribler Technologie in Deutschland

<sup>20</sup> Mager, T., Verfahren zum maschinellen Klebebinden, S. 33.

c) Die Einsparungen pro Jahr von 24.500 Maschinen weltweit <sup>21)</sup>:

1. **Energie:**
  - 78 %
  - 250 MWh
  - 55 M€
  - = Energieverbrauch von 52.000 PKWs der Mittelklasse
  
2. **CO<sub>2</sub>:**
  - 78 %
  - 130.000 to
  - 3,4 bis 86 M€ (je nach Bepreisung von CO<sub>2</sub>)
  - = CO<sub>2</sub>-Verbrauch von 36.000 Einfamilienhäusern mit 4 Personen
  
3. **Klebstoff:**
  - 80 %
  - 16.000 to
  - 40 M€
  - = Verbrauch von 230.000 Barrel Rohöl
  
4. **Papier:**
  - 5,3 %
  - 390.000 to
  - 170 M€
  - = Papierverbrauch von 6,8 Millionen Menschen in DEU

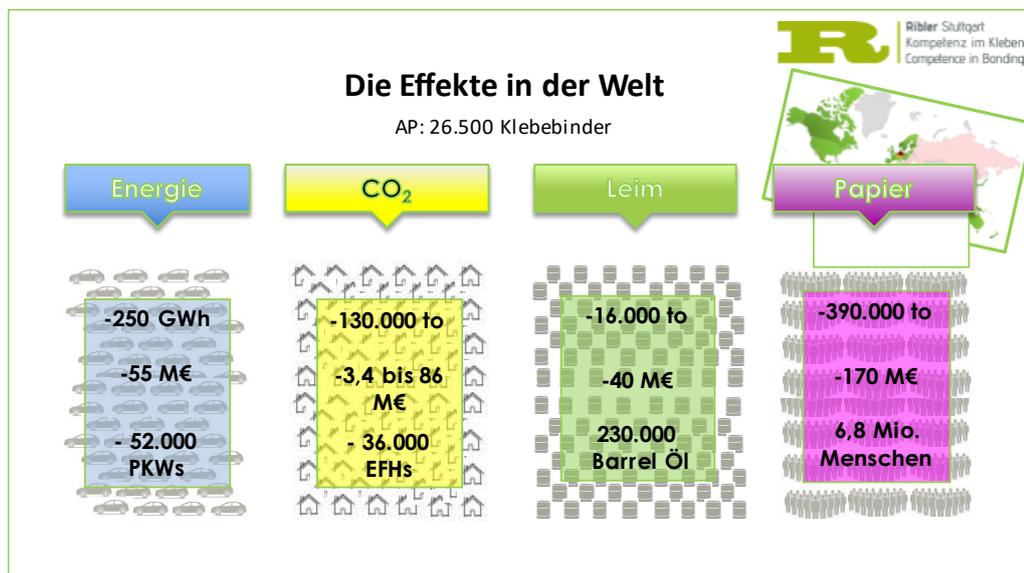


Abbildung 16: Effekte der Ribler Technologie weltweit

<sup>21</sup> Smithers Pira, The Future of Global Print to 2020: Anteil Deutschlands am globalen Klebebindemarkt: 6,1%.

Die Effekte der weiteren, oben ab Seite 13 dargestellten Vorteile

- Arbeitsschutz,
- Transport und Lagerhaltung,
- Recycling und Entsorgung

sind hier nicht näher untersucht worden.

Die Vorteile führen in jedem Fall zu sehr erheblichen weiteren Effekten.

Die Endprodukte eignen sich damit für den Blauen Engel, das EU Eco Label oder andere Umwelt-Zertifikate. Dies war auch – neben der prinzipiellen Verfahrensvorteile – Grundlage für die Auszeichnungen mit Umweltzertifikaten, vgl. unten Ziffer 6 ab Seite 30.

## 5. Die Innovation

Der Innovationsgehalt des vorliegenden Projekts liegt zum Einen in der Weiterentwicklung der Ribler Technologie, zum Anderen in der Konstruktions- und Produktionsmethode im Modularsystem.

### 1. Ribler Technologie

Im Förderprojekt erfolgte die Weiterentwicklung der sechs in der Buchproduktion neuartigen Produktionsverfahren und Materialien der Ribler Technologie.

Durch die Ribler Technologie werden die gebundenen Bücher wie beschrieben schöner und einfacher zu lesen. Buchbinder sparen mehrere Arbeitsschritte und damit Kosten, Arbeits- und Entwicklungszeit. Maschinenhersteller sparen Entwicklungszeit und -aufwand.

Alle Beteiligten leisten einen signifikanten Beitrag zu Umweltentlastung und Arbeitsschutz.

Mit dieser Technologie werden die **Vorteile** der Kaltleim-Technologie ausgebaut und für den industriellen Einsatz nutzbar gemacht, maßgeblich hinsichtlich

- des Verbrauchs von Energie und CO<sub>2</sub>
- des Verbrauchs von Material
- des Verbrauchs von Papier
- der geringeren Arbeitszeit
- Transport und Lagerhaltung
- Recycling und Entsorgung
- Prozesse mit Arbeitsschritten und Logistik
- Nebenaggregaten mit Premeltern, Erhitzung der Leimstrecke und Abluftabsaugung
- Arbeitsschutz
- Kosten
- Modularität.

Gleichzeitig werden die früheren **Nachteile** des Kaltleims und seiner Verarbeitung eliminiert, maßgeblich in Bezug auf seine

- Trocknungszeit.

Vollständig neue Produkte, Abläufe und Geschäftsmodelle sind hierdurch entstanden und weiterentwickelt worden, vgl. Schaubilder oben „Ribler Technologie“ auf Seite

Alleine der Nachteil der längeren Trocknungszeit führte in den 1950er Jahren zur Entwicklung der 100% aus Kunststoff bestehenden Heißeim-Technik. Über viele Jahre hat diese Technik auf den immer größer und leistungsfähiger werdenden Hochleistungsmaschinen zu Fortschritten in ihrer Verfahrenstechnik und der Produktion von grafischen Erzeugnissen geführt – eine wesentliche Weiterentwicklung in ihrer chemischen Wirkform hat sie seitdem jedoch nicht erfahren. In den heutigen Zeiten der digitalen Produktion und Datenverarbeitung, sind Geschwindigkeit und Mengenausstöße nicht mehr die relevanten Faktoren. Vielmehr stehen die Flexibilität und Individualität der Druckprodukte im Vordergrund – in der Folge auch kleinere und flexible Maschinen in Druck und Weiterverarbeitung. Diesen Megatrend der Druckindustrie bedient auch die Ribler Technologie.

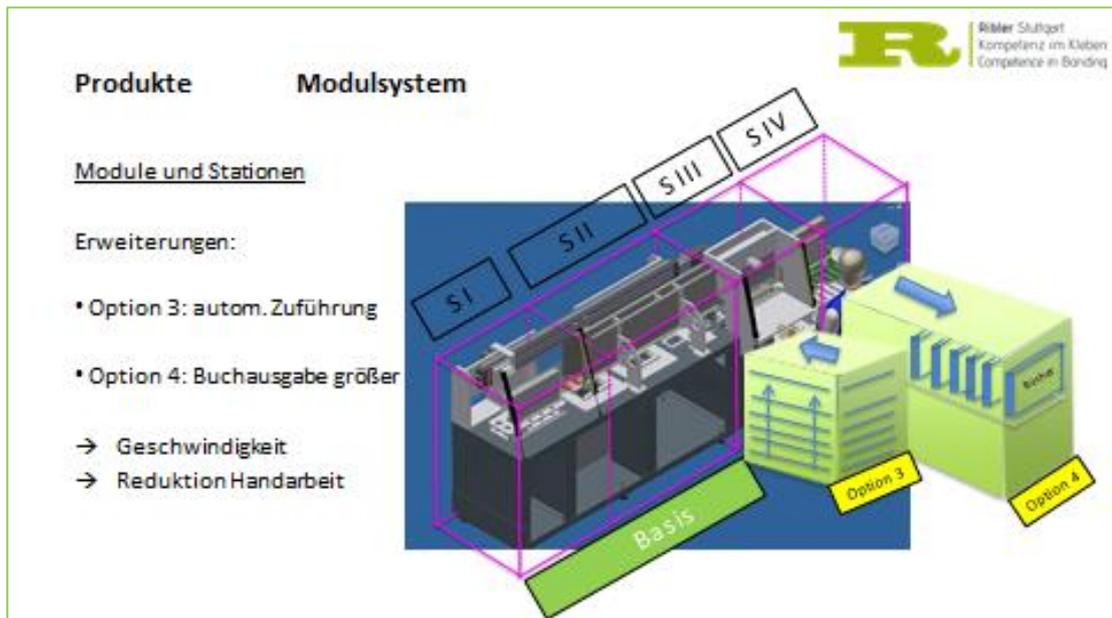
## 2. Maschinen im Modularsystem

reduziert das Modularsystem den Maschinenaufwand auf Seiten der Buchbinder und leistet einen nennenswerten Beitrag in Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft.

Das Modularsystem bringt für sämtliche Beteiligten rund um die Maschine erhebliche Vorteile im Vergleich zur bisherigen singulären Bauweise. Als Beteiligte sind über den gesamten Lebenszyklus der Maschine involviert und integriert: die Kunden, Maschinen-Entwicklung, Produktion und Montage, Vertrieb und Service, Beschaffung, Lagerung und Versand von Ersatzteilen sowie Finanzierung und Versicherung.

- Variabilität:
  1. 2 in 1 Maschinen (Bücher und Notizblöcke)
  2. 100+ Varianten bei der Buchherstellung
- Vorteile:
  - Entwicklung: Entwicklungszeiten erheblich reduziert
  - Konstruktion: Die Verbesserung der Gesamtmaschine erfolgt durch den Austausch von nur einzelnen Modulen
  - Fertigung: Skaleneffekte durch höhere Stückzahlen der gleichen Teile
  - Software: Bei neuen Modulen müssen nur die Anpassungen umprogrammiert werden, nicht aber eine ganze Software.
  - Montage: Einfacheres und schnelleres Montieren
  - Ersatzteile: Kundenversorgung wird einfacher und schneller
  - Zweitmarkt: Händler und Zweitkäufer finden höhere Zuverlässigkeit vor
  - Retrofit / Remanufacturing / Recycling: Verwendung weniger Einzelteile sowie Vorbereitung auf die Wiederverwertung

- Design: Neue Module führen nicht zu einer Anpassung des Designs.



*Abbildung 17: Optionale Anbaumodule des Ribler Modulsystems*

Im Kreislauf der Wertstoffe wird ein Schwerpunkt auf die Vermeidung von Teilen, Verwendung gleicher und nachhaltiger Einzelteile und Materialien sowie auf die Wiederverwendung und Aufbereitung der Einzelkomponenten gesetzt.

Während die Modulbauweise primär aus dem Automobilsektor bekannt ist, nimmt diese Bauform langsam Einzug in die Weiterverarbeitung der Grafischen Industrie. Unseres Wissens wird diese Produktionstechnik bisher nur bei einem belgischen Hersteller eingesetzt. Und es gibt weltweit keinen Hersteller von Bindemaschinen, der zwei so unterschiedliche Maschinen wie einen Klebebinder und einen Blockbinder auf eine Basis vereint und mit geringem Aufwand umbaufähig ausgestaltet bekommen hat.

## 6. Die Auszeichnungen

Ribler ist der einzige Hersteller von Klebebindemaschinen mit Umwelt-Auszeichnungen.

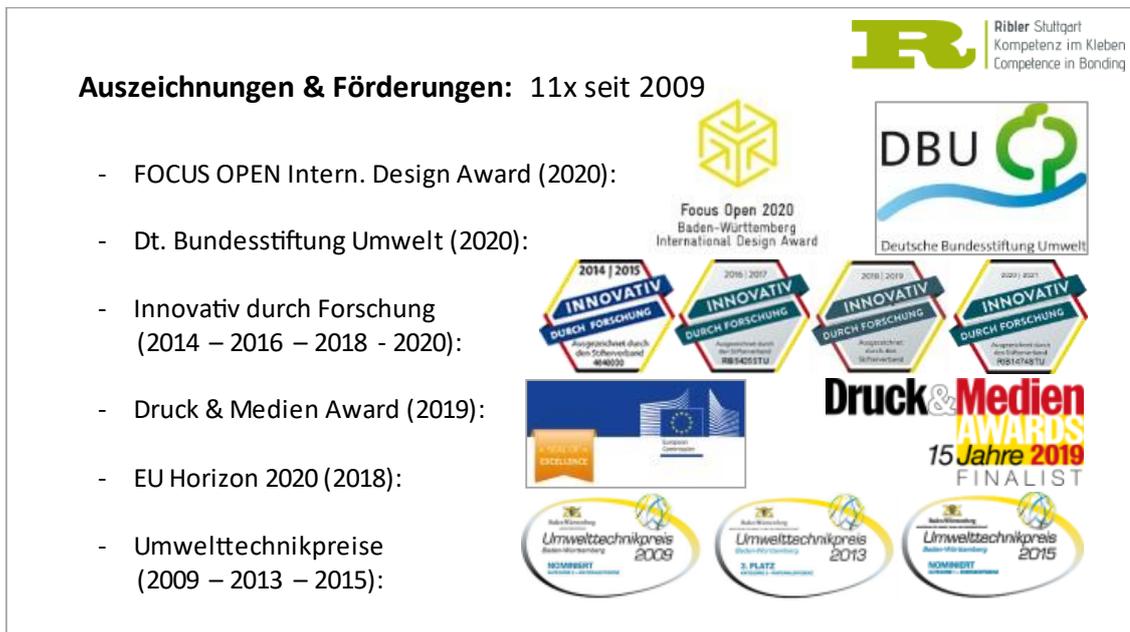


Abbildung 18: Ribler Auszeichnungen und Förderungen seit 2009

Die Auszeichnungen und Förderungen der DBU aus 2020, des Stifterverbands (Innovativ durch Forschung), der Europäischen Kommission (Horizon 2020) und des Landes Baden-Württemberg (Umwelttechnikpreise) sind auf der Grundlage der umwelttechnischen Fortschritte vergeben worden.

In den letzten drei Jahren ist die Anzahl von Umweltzertifikaten stark angewachsen.

Im Folgenden eine Auswahl von den aktuellen Angeboten:



Abbildung 19: Auswahl an Umweltzertifikaten für Druckprodukte

## 7. Die Arbeitsschritte und Methoden

Ribler hatte im Vorfeld die **Konzeption** für die neue Maschine erstellt.

Als erster Arbeitsschritt erfolgte hierauf aufbauend die **Konstruktion der Grundmaschine**. Hierbei waren das Produktionsverfahren von Hardcover Büchern allgemein und im Besonderen die 6-stufige Ribler Technologie in Abfolgen, Bedienungseingriffen, Bearbeitungsschritten, technischen Umsetzungen maßgeblich der mechanischen, elektrotechnischen und pneumatischen Ebene zusammen zu führen.

Ausgehend vom Grundkonzept folgte eine Abwägung, dass auf einem geschweißten Stahlgestell als **Maschinenbasis** diese Ziele am bestmöglichen erreicht würden.

Die **Lineareinheit** stellte anschließend die größte und bestimmende bewegliche Einheit dar, die das Werkstück von der Eingabe bis zur Fertigstellung zu transportieren hat.

Es folgte die Platzierung der einzelnen **Maschinenstationen**:

- Station 1: Zange
- Station 2: Bearbeitung
- Station 3: Decke
- Station 4: Magazin.

Auf Grundlage dieser ungefähren Abmessungen, Geschwindigkeiten, Gewichten war damit die Grundkonzeption der Maschine definiert.

In der Folge führten die Definition der Bewegungsabläufe, deren Antriebe und die benötigten Sensoren zu den Eckpunkten der **Detailkonstruktionen**. Hierbei wurde von Station zu Station in stetig tiefergehenden Detaillierungen vorgegangen. Dabei waren die gegenseitigen Auswirkungen und Abhängigkeiten der verschiedenen Aktoren auf die Platzbedürfnisse und Ausrichtungen der benachbarten Aktoren immerwährend abzugleichen. In der feinsten Detaillierung folgten am Ende des Konstruktionsprozesses für jede Einheit die Detailzeichnungen eines jeden Werkstücks unter Angabe von Fertigungsmethode, Material, Härtegraden, Toleranzen, Oberflächen, Montagen und Bezugsquellen.

Waren die Details einmal auskonstruiert, folgten die **Elektrotechnik und Pneumatik** mit ihren Anforderungen als Basis für den Schaltschrank mit Elektrokomponenten sowie die Pneumatik-Anlage mit jeweiligen Anschlüssen, Regelungen, Überlastschaltern bzw. Filtern, Ventilen, Leitungen bis zum Leistungsabnehmer.

Die **sicherheitstechnischen Anforderungen** wurden in den verschiedenen Sicherheitsebenen eigenständig geprüft und mit den gefolgerten Sicherheitselementen umgesetzt.

Waren die Anforderungen an die Produktion, Bedienung und Sicherheit vollständig erfüllt, konnte zum Abschluss die **Einhausung** aller Elemente zum optischen Abschluss der Gesamtmaschine gebracht werden. Teil der Einhausung ist auch das Bedienelement in Form des Touchscreens als

zentrales Steuer- und Austauschelement zwischen Mensch und Maschine („HMI“ = human machine interface).

**Lieferanten:** Bei dem Projekt haben die Ribler GmbH mit dem Konstruktionsbüro Conwex GmbH, Aspach, und dem Fertigungsunternehmen Heldele Mechatronik GmbH, Lenningen, zusammengearbeitet. Alle Stufen der der Entwicklung wurden maßgeblich von Ribler geleitet und mit Conwex durchgeführt. Heldele wurde in den fertigungsspezifischen Bereichen mit einbezogen.

**Ziele:**

Unser Ziel und der beantragte **Fördergegenstand** waren es, auf dieser Basis einen neuartigen „**Prototypen im Modularsystem zur ressourcenschonenden und emissionsarmen Buchbindung**“ zu entwickeln, fertigen zu lassen und die entsprechenden Praxistests umzusetzen.

Eine Maschine zum Klebebinden von **Hardcover-Büchern in einem Arbeitsgang** gab es zuvor nicht. Technisch wurden damit die herkömmlich notwendigen 2 bis 4 Arbeitsschritte in einer Maschine zusammengefasst. Diese neuartige Maschine wurde konstruiert, gefertigt und im Haus erfolgreich getestet. Dieses Ziel wurde vollständig erreicht.

Das zunächst ausgegebene Ziel der Fertigung eines Klebebinders „**GECKO 100**“ (mit der **Produktionsleistung** von 100 Büchern pro Stunde) wurde mit der Fertigstellung der „**GECKO 200**“ um 100% übertroffen.

Einen unseres Erachtens maßgeblichen **Beitrag zur nachhaltigen Umweltentlastung** in puncto Energie, CO<sub>2</sub>, Klebstoff, Arbeitsleistung und Papier ist mit den eingetretenen Effekten erreicht worden.

## D) FAZIT

### Probleme & Lösungen:

- ⇒ Die **Probleme** sind beim bisherigen Stand der Technik vielfältig und tiefgehend. Die Probleme betreffen schlechte Produktergebnisse, umständliche Produktionsabläufe, hohen Kosten und eine Missachtung von Umweltschutz und Arbeitsschutz.
- ⇒ Im Rahmen der **Lösung** durch die Ribler Technologie in Modulbauweise werden die gebundenen Bücher schöner und einfacher zu lesen. Buchbinder sparen mehrere Arbeitsschritte und damit Kosten, Arbeits- und Entwicklungszeit. Maschinenhersteller sparen Entwicklungszeit und -aufwand. Alle Beteiligten leisten einen signifikanten Beitrag zu Umweltentlastung und Arbeitsschutz.

### Funktionsweise Klebebinder:

- ⇒ Die Anzahl an Arbeitsschritten wird durch den Ribler Klebebinder von 3-4 auf 1,5 Schritte reduziert. **Weniger Arbeitsschritte** bedeuten weniger Arbeitszeit, weniger Logistik, weniger Wartezeit bis zur nächsten Verarbeitungsstufe, weniger Durchlaufzeit der Produkte von Auftragseingang bis Auslieferung, weniger Fehleranfälligkeit, ein niedrigeres Ausbildungs- und Konzentrationsniveau der Mitarbeiter, geringere Kollateralschäden, Vorteile bei Produktionskosten und Produktpreisen, höhere Zufriedenheit bei Mitarbeitern und Kunden und schließlich auch hier eine Entlastung der Umwelt.

### Vorteile:

- ⇒ Mit Ribler Klebebindern werden Vorteile bei Produkten, Prozessen, Kosten sowie im Umwelt- und Arbeitsschutz erzielt.

### Effekte:

Die Vorteile durch den Einsatz **eines Ribler Klebebinders** erreichen jährlich

- bei Energie einen Umfang von 78%, 10 MWh und 2.200 €
- bei CO<sub>2</sub> einen Umfang von 78%, 5,5 to und 140 €
- bei Klebstoffen einen Umfang von 80%, 660 kg und 1.600 €
- bei Papier einen Umfang von 5,3%, 148 to und 67.000 €.

In **Deutschland** werden dadurch Einsparungen erzielt

- bei Energie und CO<sub>2</sub> von über 3.000 Kraftfahrzeugen der Mittelklasse
- oder 2.200 Einfamilienhäusern mit vier Personen
- bei Heißleim von 14.000 Barrel Rohöl
- bei Papier den Verbrauch von 92.000 Menschen.

### Innovation:

- ⇒ **Alle 6** Neu- und Weiterentwicklungen der Ribler Technologie haben zu diesem Ergebnis geführt: die Walzenfräse, der Aktivator, der Klebstoff, die Düse und schließlich die mechanische Zusammenführung in der Gesamtmaschine.
- ⇒ Der **Bindeprozess** erfolgt nahezu ohne Energie und CO<sub>2</sub>.
- ⇒ Das **Modulsystem** bringt zusätzliche Vorteile bei der Variabilität im praktischen Einsatz, bei der Zusammenstellung der kundenspezifischen Wünsche sowie im Lebenszyklus der Maschine mit ihren eingesetzten Rohstoffen.

- ⇒ Im Ergebnis hat Ribler ein **nachhaltiges System** mit hervorragenden Binde- und Produkteigenschaften entwickelt.
- ⇒ Eine Zusammenfassung der Maschinen-Prozessschritte wie durch die Ribler Technologie wurde im Markt der Druckweiterverarbeitung bisher für unmöglich gehalten.

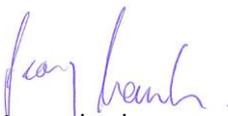
#### Soziokultureller und ökonomischer Mehrwert:

- ⇒ Die Ribler Technologie leistet einen **gesellschaftlichen Mehrwert** auf mehreren Ebenen.
- ⇒ Soziokulturell und sozioökonomisch führt die Ribler Technologie zu einer umweltgerechten und günstigeren Herstellung des Mediums „Buch mit festem Einband“.
- ⇒ Es werden bessere Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter in der Produktion geschaffen.
- ⇒ Die niedrigeren Herstellkosten, vor allem der günstige Kaufpreis der geplanten kleineren varianten von Klebebindern eröffnen den Zugang und die Verbreitung von hochwertigen Büchern auch in wirtschaftlich benachteiligten Regionen.
- ⇒ Dadurch entsteht ein Beitrag zur sozioökonomischen Stabilität und zum Erhalt des Kulturguts Buch.

#### Weitere Arbeiten in Zukunft:

- ⇒ **Praxistests** sind nun mit einem professionellen Buchbinder aus der Region als Entwicklungspartner durchzuführen. Hierfür wird aktuell (Stand April 2021) noch ein passender Betrieb gesucht und aus über 20 Interessenten ausgewählt. Der Auswahlprozess eines solchen Beta-Kunden gestaltet sich in den aktuellen wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Umständen schwieriger als geplant.
- ⇒ Im Anschluss erfolgt die **Weiterentwicklung des Prototyps zur Serienreife**. Dieser aufwändige Vorgang beinhaltet die Tests des Prototyps beim Beta-Kunden, konstruktive Umsetzung von Verbesserungen, Umsetzung hinsichtlich Materialauswahl, Oberflächenbeschaffenheiten, Fertigungstechnik, Wartungs- und Instandsetzungsfreundlichkeit, sämtliches in unserer Modulbauweise.

Stuttgart, im April 2021

  
Massenbach  
Ribler GmbH

## E) LITERATURVERZEICHNIS

- [BMG04] Bundesgesundheitsministerium: Merkblatt zu der Berufskrankheiten Nr. 1315 der Anlage zur Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) "Erkrankungen durch Isocyanate (...), BArbBl. 3/2004
- [Hei94] HEINZE, I. und LIEBAU, D.: Klebebinden, Verlag Beruf + Schule, 1994
- [Ich18] ICHA, P. und KUHS, G.: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017, Umweltbundesamt 2018
- [Mag04] MAGER, T.: Verfahren zum maschinellen Klebebinden, 2004.
- [Smy15] SMYTH, S. und GIYAH, M.: The Future of Global Printing to 2020, Smithers Pira, 2015
- [TRGS430] Technische Regeln für Gefahrstoffe – Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen (TRGS 430), 2009.

## F) ANHANG

- Anlage 1 Aufstellung „Einsparungseffekte Ribler Technologie

### RECHTLICHER HINWEIS:

Die Zahlenbasis für alle Berechnungen und Vergleiche in dieser Arbeit beruht auf dem jeweils aktuellsten recherchierten Stand und wurde mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet. Diese Zahlen befinden sich in ständigem Wandel infolge technischer, gesellschaftlicher und politischer Entwicklungen. Sie unterliegen gewissen Schwankungen und je nach Quelle auch Interpretationen. Zum Teil basieren die Zahlen auch auf Schätzungen, soweit keine verlässlichen Quellenangaben zu tatsächlichen Angaben vorliegen bzw. vorgefunden wurden. Es kann somit keine abschließende Garantie für deren Genauigkeit abgegeben werden.

Genannte Vergleichsmaßstäbe bei Fabrikaten oder Maschinentypen sind ebenfalls auf dem jeweils aktuellsten recherchierten Stand. Mit deren Nennung sollen keine Wertungen verbunden sein, sie wurden ausschließlich für eine Verdeutlichung der Aussagen dieser Arbeit gewählt.

Wir nehmen jeden Hinweis für etwaige Verbesserungen gerne entgegen.

| Parameter:                    |  | Eingabefelder  | Eingabefelder mit großer Wirkung                 |
|-------------------------------|--|--|--|
| 800 Buchbindungen p.d.        | 0,22 € Energiepreis je kWh<br>1,00 kg Abfälle Klebstoff p.d. | 15,00 € Preis 1 kg Kaltleim<br>5,00 € Preis 1 kg Hotmelt |  |
| 8,00 h Arbeitsstunden pro Tag | 1,6 kW El. Leistung Kaltleim Klebi <sup>1)</sup>             | 6,7 kW   | 2,7 kW El. Leistung Heißleim Klebi <sup>2)</sup> |
| 230 Arbeitstage               | 0,50 h Vorheizzeit Hotmelt                                   |  | 1,8 kW Premelter                                 |
| Anzahl Klebebinder:           | 1.500 DEU <sup>3)</sup><br>24.590 Welt <sup>4)</sup>         |  | 2,2 kW Absaugung                                 |

|  |                            | Kaltleim             | Heißleim             | Delta  | Anmerkungen   |
|--|----------------------------|----------------------|----------------------|--|---|
|  |                            |                      |                      | in %   | in Einheiten  |
| Elektrische Leistungsaufnahme Gesamtanlage               |                            | 1,6 kW               | 6,7 kW               | -76%   | -5,1 kW   |
| Energie <sup>5)</sup> Verbrauch                          | p.d. Maschine              | 13 kWh               | 57 kWh               |  | -44 kWh   |
|  | p.a.                       | 2,9 MWh              | 13 MWh               | -78%   | -10 MWh   |
|  | Faktor                     |                      |                      | 4 Faktor Hotmelt vs. Kaltleim                                |   |
|  | DEU                        | 4 GWh                | 20 GWh               |  | -15 GWh   |
|  | WELT                       | 72 GWh               | 322 GWh              |  | -250 GWh  |
| Kosten   | p.d.                       | 2,82 €               | 12,53 €              |  | -9,71 € Kosten Energie  |
|  | p.a.                       | 648 €                | 2.882 €              | -78%   | -2.234 €  |
|  | DEU                        | 1,0 M€               | 4,3 M€               |  | -3,4 M€   |
|  | WELT                       | 15,9 M€              | 70,9 M€              |  | -54,9 M€  |
| Entspricht Heizenergie p.a.                              | Maschine                   | 0,42                 | 1,87                 | von  | -1,5 EFH mit 4 Personen <sup>6)</sup>   |
|  | DEU                        | 631                  | 2.806                |  | -2.175  |
|  | WELT                       | 10.339               | 46.001               |  | -35.662   |
| CO <sub>2</sub> Verbrauch                                | p.d. Maschine              | 6,9 kg               | 30,6 kg              | -78%   | -23,7 kg Verbrauch CO <sub>2</sub>  |
|  | p.a.                       | 1,6 to               | 7,0 to               |  | -5,5 to   |
|  | DEU                        | 2.371 to             | 10.551 to            |  | -8.179 to   |
|  | WELT                       | 38.875 to            | 172.965 to           |  | -134.089 to   |
| Kosten p.a.  | Maschine a)                | 40 €                 | 176 €                |  | a) Kosten Handel <sup>7)</sup> b) CO <sub>2</sub> Emissions-Kosten laut UBA <sup>8)</sup> |
|  | Maschine b)                | 1.012 €              | 4.502 €              |  | -136 €  |
|  | Faktor                     |                      |                      | 25,6 Faktor UBA-Preis reell vs. Handel politisch festgesetzt |   |
|  | DEU                        | 59.285 €             | 263.771 €            |  | -204.486 €  |
|  | WELT                       | 971.882 €            | 4.324.115 €          |  | -3.352.234 €  |
| Entspricht CO <sub>2</sub> Ausstoß p.a.                  | Maschine                   | 0,6                  | 2,7                  | von  | -2,1 Mittelklasse-PKW <sup>9)</sup>   |
|  | DEU                        | 912                  | 4.058                |  | -3.146  |
|  | WELT                       | 14.952               | 66.525               |  | -51.573   |
| Klebstoff Verbrauch                                      | p.d. Maschine              | 0,7 kg               | 3,6 kg               | -80%   | -2,9 kg Verbrauch Klebstoff <sup>10)</sup>  |
|  | p.a.                       | 166 kg               | 828 kg               |  | -662 kg   |
|  | DEU                        | 248 to               | 1.242 to             |  | -994 to   |
|  | WELT                       | 4.072 to             | 20.361 to            |  | -16.289 to  |
| Kosten p.a.  | Maschine                   | 2.484 €              | 4.140 €              | -40%   | -1.656 € Kosten Klebstoff, s.o. Kasten  |
|  | DEU                        | 3,7 M€               | 6,2 M€               |  | -2,5 M€   |
|  | WELT                       | 61,1 M€              | 101,8 M€             |  | -40,7 M€  |
| Entspricht Rohöl   | p.a. Maschine              | 1,0                  | 10,4                 | von  | -9,4 Fässer Rohöl <sup>11)</sup>  |
|  | DEU                        | 1.562                | 15.625               |  | -14.062   |
|  | WELT                       | 25.614               | 256.141              |  | -230.527  |
| Grafische Papiere  | Verarbeitung p.d. Maschine | 1.153 kg             | 1.217 kg             | -5,3%  | -65 kg Verarbeitung Papier in Klebebindung <sup>12)</sup>                                 |
|  | p.a. Maschine              | 265 to               | 280 to               |  | -14,8 to  |
|  | DEU                        | 397.740 to           | 420.000 to           |  | -22.260 to  |
|  | weltweit                   | 6,9                  | 7,3 Mto              |  | -0,39 Mto   |
| Kosten p.a.  | Maschine                   | 119 T€               | 126 T€               |  | -6.678 € Kosten Papier (beim Drucker)   |
|  | DEU                        | 179 M€               | 189 M€               |  | -10,0 M€  |
|  | weltweit                   | 3,1 Mrd.€            | 3,3 Mrd.€            |  | -174 M€   |
| Entspricht Papierverbrauch                               | Maschine                   | 1.091                | 1.152                | von  | -61 Menschen  |
|  | DEU                        | 1.636.790            | 1.728.395            |  | -91.605   |
|  | weltweit                   | 121,3 Mio.           | 128,1 Mio.           |  | -6,8 Mio.   |
| Entspricht einem Wasserverbrauch in der Papierproduktion | Maschine a)                | 1856 m <sup>3</sup>  | 1960 m <sup>3</sup>  | von  | a) laut Wikipedia: b) Wasserverbrauch für Papier laut WWF: -846 m <sup>3</sup>            |
|  | Maschine b)                | 15114 m <sup>3</sup> | 15960 m <sup>3</sup> |  | -104 m <sup>3</sup>   |
|  | Faktor                     |                      |                      | 8,1 Faktor WWF-Preis vs. Wikipedia                           |   |
|  | je kg Papier DEU           | 2784 Tm <sup>3</sup> | 2940 Tm <sup>3</sup> |  | -156 Tm <sup>3</sup>  |
|  | weltweit                   | 48 Mm <sup>3</sup>   | 51 Mm <sup>3</sup>   |  | -2,7 Mm <sup>3</sup>  |

Legende:

- 1) Mager, Verfahren zum maschinellen Klebebinden, S. 36.
- 2) Stellvertretend die kleinsten Vergleichsgeräte: Horizon BQ 280 PUR: 2,7 kW. Premelter Robatech Diamond 5: 1,8 kW. Abluftabsauganlage Höcker Vacumobil 140/160: 2,2 kW. Nicht berücksichtigt sind die höheren Zahlen: 1 Mio. Bindungen p.d. weltweit und 200 kWh (CH) bzw. 400 kWh (JAP) Stromverbrauch pro Schicht und Klebebinder (Roland Kost, Technischer Leiter Print Finishing der Müller Martini Druckverarbeitungs-Systeme AG, Zofingen).
- 3) **Markt:** Mager, Verfahren zum maschinellen Klebebinden, S. 33.
- 4) Smithers Pira, The Future of Global Print to 2020, RD 2: Anteil Deutschlands am globalen Klebebindermarkt: 6,1%.
- 5) **Energie:** UBA Umweltbundesamt Studie CLIMATE CHANGE 11.2018, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017. CO2 je kWh: Strom: 537 g CO2
- 6) <http://www.oekoheizstrom.de/wieviel-co2-emissionen-pro-kwh-kilowattstunde-strom-2344/> to CO2 / EFH: 3,76  
Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 7.000 kWh Heizstrom in einem 4 Personen Einfamilienhaus aus dem Deutschen Strommix sind das insgesamt 3,76 Tonnen CO2 Ausstoß / Haushalt / Jahr
- 7) **CO2:** Preis je to CO2 im Emissionshandel, Stand 11.2019 25 €
- 8) Preis je to CO 2 lt. Umweltbundesamt: UBA Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten, Kostensätze, 02/2019 640 €
- 9) **CO2 Verbrauch bei PKW:**
- |                             |            |  |                   |
|-----------------------------|------------|--|-------------------|
| IFEU Studie S. 46           | 130 g / km | 1.786 kg                                       | 1,8 to            |
| kg CO2 pro liter Kraftstoff | 2,5 kg     | Schnitt von Diesel (2,65 kg) und Benzin (2,35) |                   |
| Verbrauch Durchschnitt      | 7 l        | je 100 km                                      | IFEU Studie S. 48 |
| Fahrleistung Durchschnitt   | 13.737 km  | p.a.   |                   |
| CO2 je PKW und Jahr         | 2.404 kg   | 2,4 to   |                   |
- 10) **a) Leimverbrauch:**
- |         |                                     |                                       |
|---------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|         | 200 µ Schichtdicke Kaltleim         | 1.000 µ Schichtdicke Heißleim         |
| Kleber  | 0,2 mm 0,1 - 0,3 mm                 | 0,9 ml / Block A 4                    |
| Hotmelt | 1,0 mm 0,5 - 1,5 mm                 | 4,5 ml / Block A 4                    |
|         | 184.000 Blöcke p.a. (Kasten oben) = |                                       |
|         |                                     | 4,5 l/5000 Blöcke A4 1.122 Blöcke A 4 |
|         |                                     | 22,3 l/5000 Blöcke A4 224 Blöcke A 4  |
|         |                                     | <b>166 Liter Kaltleim p.a.</b>        |
|         |                                     | 828 Liter Heißleim p.a.               |
- b) Alternativrechnung:** 2-3 Mio. Bücher p.d. und 25% BoD nach Müller Martini:
- |                       |   |             |                                |
|-----------------------|---|-------------|--------------------------------|
| 2.000.000 books total | = | 500.000 bod | <b>450 Liter Kaltleim p.a.</b> |
|                       |   |             | 2.250 Liter Heißleim p.a.      |
| 3.000.000 books total | = | 750.000 bod | <b>675 Liter Kaltleim p.a.</b> |
|                       |   |             | 3.375 Liter Heißleim p.a.      |
- 11) **Fässer Rohöl:** 1 Barrel = 158,98 Liter Hier 1 kg Kunststoff = 1 kg Hotmelt und 0,5 kg Kaltleim.  
Für die Herstellung von 1 Liter Kunststoff werden 2 Liter Rohöl benötigt: <https://www.lovetalk.de/archiv-allgemeine-themen/44941-herstellung-von-kunststoff.html>
- 12) **Grafische Papiere,** Mengen :
- |   |                  |                       |                            |
|---|------------------|-----------------------|----------------------------|
|   | <u>Welt:</u>     | <u>10% Klebi DEU:</u> | <u>10% Klebebinder:</u>    |
| a) Smithers Pira Studie "The Future of Global Print to 2020" RD 2.  | <b>73,00 Mto</b> | 7,30 Mto              | 4,20 Mto 420.000 to        |
| b) Nicht verwendet: Zahlen des VDP Verband dt. Papierindustrie 2018 | 106,56 Mto       | 10,66 Mto             | <b>6,50 Mto</b> 650.000 to |
- Papierverbrauch je Kopf und Jahr in DEU: 243 kg 57 kg Papier Verbrauch p.a. WELT  
Prof. Jansen, HDM Hochschule der Medien Stuttgart, Vortrag am 20.09.2019
- Papier Ersparnis durch Layflat und Einblick bis in den Falz: Eigene Berechnungen und Messungen über die Formate DIN A6 - A3
- a) Praktische Messungen: Schnitt: 5,9% (von 3,8 - 8,1%), von 9 mm (5 - 12 mm)
- b) Berechnungen: bei - 9 mm ergeben sich im Schnitt - 5,35 % (von 2,1 - 8,6 %)
- Papier Herstellung:
- |   |                              |                         |                            |
|---|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <u>Wasserbedarf in l:</u>   | <u>Energiebedarf in kWh:</u> | <u>Holzbedarf in kg</u> | <u>Kosten je kg Papier</u> |
| <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Papier">https://de.wikipedia.org/wiki/Papier</a> | 7 l                          | 2,7                     | 450 €/to                   |
| <a href="http://www.derblindefleck.de/2015-top-5">www.derblindefleck.de/2015-top-5</a>  | 57 l                         | 12                      |                            |
|   |                              | 3,3                     |                            |
- Wasserverbrauch lt. WWF World Wide Fund for Nature:
- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  | 125 Liter je Kopf in DEU / Tag     |
|  | 45.625 Liter je Kopf in DEU / Jahr |
|  | 46 in m³                           |