

FlexoArt GmbH

Im Kollrieden 6a, 49638 Nortrup

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur ressourcenschonenden Destillation von Auswaschlösungen aus dem Belichtungsprozess von Lackplatten für den Flexodruck und umweltschonende Rückgewinnung von Fotopolymeren aus dem Destillationsrückstand mit dem Ziel der Herstellung von Lackplatten

Phase 2: Entwicklung des Verfahrens zur Herstellung von gebrauchsfähigen Flexo-Druck- bzw. Lackplatten aus recyceltem Sekundär-Fotopolymer und die Ermittlung ihrer Farb- und Lackübertragungseigenschaften im Labor- und im großtechnischen Maßstab

Abschlussbericht über die Phase 2 des Forschungsprojektes

gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

unter dem Az. 38127/01-21/2

von

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gerich und Jörg Breukelgen

Nortrup, den 28.02.2024

1. Titelblatt

FlexoArt GmbH

Im Kollrieden 6a, 49638 Nortrup

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur ressourcenschonenden Destillation von Auswaschlösungen aus dem Belichtungsprozess von Lackplatten für den Flexodruck und umweltschonende Rückgewinnung von Fotopolymeren aus dem Destillationsrückstand mit dem Ziel der Herstellung von Lackplatten

Phase 2: Entwicklung des Verfahrens zur Herstellung von gebrauchsfähigen Flexo-Druck- bzw. Lackplatten aus recyceltem Sekundär-Fotopolymer und die Ermittlung ihrer Farb- und Lackübertragungseigenschaften im Labor- und im großtechnischen Maßstab

Abschlussbericht über die Phase 2 des Forschungsprojektes
gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
unter dem Az. 38127/01-21/2

von

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gerich und Jörg Breukelgen

Nortrup, den 28.02.2024

2. Inhaltsverzeichnis

1. Titelblatt	1
2. Inhaltsverzeichnis	2
3. Verzeichnis der Abbildungen.....	3
4. Verzeichnis der Abkürzungen und Definitionen.....	4
5. Zusammenfassung.....	5
6. Einleitung.....	6
7. Hauptteil.....	7
7.1 Zielsetzung.....	7
7.2 Festlegung des Destillationsvorganges (AP 1).....	9
7.3 Verfahren zur Herstellung des Plattenrohlings (AP 2).....	9
7.3.1 Gießen	9
7.3.2 Walzen.....	9
7.3.3 Pressen	10
7.4 Entwicklung optimaler Prozesszeiten.....	10
7.4.1 Prozesszeit Gießen	10
7.4.2 Prozesszeit Walzen	11
7.4.3 Prozesszeit Pressen	11
7.5 Herstellung von Versuchsplatten (AP 4).....	11
7.5.1 Gießen	12
7.5.2 Walzen.....	12
7.5.3 Pressen	13
7.5.4 Fazit Herstellung von Versuchsplatten.....	14
7.6 Analyse von Prüfplatten (AP 5).....	15
7.7. Herstellung von Platten für Laborversuche (AP 6)	16
7.7.1 Durchführung Aufbereitung und Entnahme	17
7.7.2 Durchführung Herstellung des Halbzeuges	17
7.7.3 Durchführung Herstellung der Druckform	21
7.7.4 Ergebnisse Herstellung Platten für Laborversuche (AP 6).....	25
7.8. Herstellung und Erprobung von Lack- und Druckplatten für Praxisversuche (AP 7).....	26
8. Fazit	28

3. Verzeichnis der Abbildungen

ABB. 1 GRUNDZÜGE DER HERSTELLUNG VON FLEXO-DRUCKFORMEN (QUELLE: SCA.....	6
ABB. 2 GIEßEN IN FORM	9
ABB. 3 WALZE.....	10
ABB. 4 PRESSE.....	10
ABB. 5 STARTTEMPERATUR WALZEN.....	11
ABB. 6 ENDTEMPERATUR WALZEN	11
ABB. 7 GLEICHMÄßIGE DICKE	12
ABB. 8 WELLE VOR WALZE.....	13
ABB. 9 ÜBERTRAGENE WELLEN IM WALZGUT	13
ABB. 10 ABDRUCK DER OBEREN FOLIE.....	13
ABB. 9 ABDRUCK DER OBEREN FOLIE.....	13
ABB. 11 GEPRESST MIT GLATTER FOLIE	14
ABB. 12 FOLIE ABZIEHBAR BEI GEKÜHLTER, NOCH BESCHLAGENERPROBE.....	15
ABB, 14 LAGERUNG IN LICHTDICHEM BEHÄLTER	17
ABB. 13 ENTNAHME AUS DESTILLE ÜBER SCHRÄGE EBEBENE.....	17
ABB. 16 OBERE ABDECKUNG MIT SILIKONMATTE.....	18
ABB. 15 PORTIONIERUNG BEIM PRESSEN.....	18
ABB. 17 EINLEGEN IN PRESSE	18
ABB. 18 VERPRESSEN	18
ABB. 19 ABZIEHEN VON FILM MIT BESCHÄDIGUNG.....	19
ABB. 21 ABLÖSEVERSUCH, SPÜLI LINKS	19
ABB. 20 DESTILLATRÜCKSTAND MIT VERSCHIEDENEN TRENNMITTELN.....	19
TABELLE 1.....	20
ABB. 22 ABLÖSEVERSUCH NACH TROCKNUNG 180 MIN	20
ABB. 23 ABLÖSEVERSUCH NACH TROCKNUNG 240 MIN	21
TABELLE 2.....	21
ABB. 25 ANROLLEN FILM	22
ABB. 24 AUFBRINGEN VON FILM	22
ABB. 27 VOR DEM WASCHER.....	22
ABB. 26 AUF DEM BELICHTER	22
ABB. 29 EINZELNE DRUCKFORM REZYCLAT	23
ABB. 28 ALLE DRUCKFORMEN REZYCLAT.....	23
TABELLE 3.....	23
TABELLE 4.....	24
TABELLE 5.....	24
ABB. 31 EINZELNE REFERENZDRUCKFORM.....	25
ABB. 30 ALLE REFERENZDRUCKFORMEN	25
ABB. 32 FARBAUFTRAG DRUCKPLATTE	26
ABB. 34 BENETZUNG: 2 SEC SPÄTER.....	26
ABB. 33 BENETZUNG: FARBE AUFGETRAGEN	26
ABB. 36 BEISPIEL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 18	27
ABB. 35 BEISPIEL ABROLLUNG REFERENZ NR. 14.....	27
ABB. 38 DETAIL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 18	27
ABB. 37 DETAIL ABROLLUNG REFERENZ NR. 14.....	27
ABB. 39 DETAIL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 1	28
ABB. 42 DETAIL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 14.....	28

ABB. 40 DETAIL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 4	28
ABB.41 DETAIL ABROLLUNG REZYCLAT NR. 13.....	28

4. Verzeichnis der Abkürzungen und Definitionen

Destillentrückstand, Rückstand aus dem Destillationsprozess

Finishen, Nachvernetzen der ausgewaschenen Druckplatte

Flexodruck, weit verbreitetes Druckverfahren im Verpackungsbereich

Fotopolymer, Polymer, das unter Einfluß von UV-Licht aushärtet

Referenz, Platten der Kontrollgruppe, bestehend aus Standard-Flexodruckplatten

Rezyclat, Platten bestehend aus Destillentrückstand

Shore-Härte, Widerstand, den ein Material gegen Eindrücken hat, hier A für "weichere" Gummi

Wascher, Anlage in der Prozesskette der Klischeeherstellung zum Auswaschen nicht polymerisierter Bestandteile der Druckplatte

5. Zusammenfassung

Der Zweite Projektteil des Forschungsprojektes

Herstellung von Lackplatten für den Flexodruck aus Recyclingmaterial

hat die Aufgabe,

Verfahren zur Herstellung von gebrauchsfähigen Flexo-Druck- bzw. Lackplatten aus recyceltem Sekundär-Polymer aufzuzeigen und ihre Farb- und Lackübertragungseigenschaften nachzuweisen

Dazu hat FlexoArt in Gieß-, Walz- und Pressverfahren grundsätzliche Verfahren zur Plattenherstellung erprobt und die Prozesszeiten in allen Verfahren betrachtet. Danach wurden die Details der Herstellung von Versuchsplatten in allen drei Verfahren untersucht. Hier hat das Pressverfahren die besten Ergebnisse geliefert.

Im Folgenden hat FlexoArt für die Herstellung von Platten für Laborversuche einen dreistufigen Versuchsaufbau entwickelt, der

- die optimierte Entnahme von Material aus der Destille,
- die Herstellung von Halbzeug mit der Problematik der Haftung von Folien auf dem Material und
- eine detaillierte Versuchsplanung für die Herstellung von Platten für Laborversuche enthält. In dieser Versuchsplanung werden Prüfkörper mit einem Film belichtet, der Prüfelemente enthält und verschiedenen Varianten des Belichtens und Finishens betrachtet.

Ergebnis aus den Versuchen ist:

- es ist möglich, Platten für Laborversuche herzustellen, die bebildert werden können
- die Releaseeigenschaften von Folien und Film auf dem Material kann verbessert werden
- unterschiedliche Belichtungen ergeben erwartbare Ergebnisse
- hergestellte Abrollungen auf Papier ergaben z.T. eine ähnliche Qualität wie die Abrollungen eines Referenzmaterials
- insgesamt hat der einfache Versuchsaufbau dazu geführt, dass die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse nicht nachgewiesen werden konnte

Investitionen in verbesserte Werkzeuge (präziser Walzenstock mit harten Walzen oder Presse mit höherem Druck und planparallelen Platten) würden in diesen beiden Verfahren ein reproduzierbares und für die Druckindustrie brauchbares Ergebnis ermöglichen.

Dieses Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Az. 38127/01-21/2 gefördert.

6. Einleitung

Der Flexodruck ist ein Hochdruckverfahren, das unter anderem wegen der einfachen Bauart der Druckmaschinen weite Verbreitung gefunden hat. Wesentlicher qualitätsbestimmender Faktor des Druckverfahrens ist die Druckform. Sie wird in einem komplexen Prozess aus einer fotopolymeren Platte hergestellt und mittels selbstklebender Bänder auf den Formzylinder aufgebracht. Die Kompressionseigenschaften der in der Regel recht weichen Druckform im Zusammenspiel mit der Komprimierbarkeit des Unterbaus (Klebebänder) bestimmt die Präzision des Abwälzens der Druckform auf dem Bedruckstoff und damit die Qualität des erzeugten Druckbildes.

Der Herstellungsprozess beginnt damit, dass die anfänglich lichtdicht beschichtete und unvernetzte Fotopolymerplatte mit Hilfe eines Lasers an den späteren druckenden Stellen bestrahlt wird, wodurch die lichtdichte Schicht durchbrochen wird (Abb.1.1). Es entsteht eine Negativform des Druckmotivs. Die Druckplatte wird nun zunächst von der Rückseite her mit UV-Licht bestrahlt (Abb.1.2). Dadurch startet die Polymerisation, bis etwa die Hälfte der Druckplattendicke vollständig auspolymerisiert ist. Nun beginnt die UV-Bestrahlung von der Oberseite (Abb.1.3). Polymerisieren können nur die **nicht** von der lichtdichten Schicht abgedeckten Bereiche,

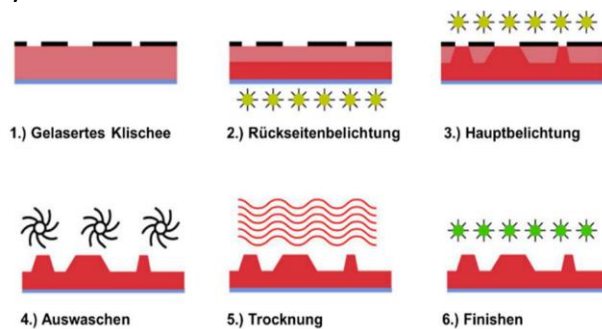


Abb. 1 Grundzüge der Herstellung von Flexo-Druckformen
(Quelle: SCA)

das übrige fotopolymere Material bleibt unvernetzt und wird im nächsten Schritt mit Lösemittel ausgewaschen (Abb. 1.4). Nach der Trocknung und dem Nachvernetzen (Finishing) ist die Druckplatte fertig. Sie trägt das Druckmotiv in Form erhabener Flächen oder erhabener Rasterpunkte

In der Folge des Prozessschrittes „Auswaschen“ bleibt das zum Auswaschen verwendete Lösemittel (Auswaschmittel) mit unterschiedlichen Anteilen an unvernetztem Fotopolymer im Regelfall als Abfall übrig. Das Auswaschmittel besteht aus verschiedenen aliphatischen und geringen Anteilen an aromatischen Kohlenwasserstoffen. Nach Abschluss des Auswaschprozesses wird bei FlexoArt das Auswaschmittel durch eine Destillation von den gelösten Fotopolymeranteilen getrennt und wiederverwendet. Der verbleibende Rückstand aus unvernetztem Fotopolymer ist von honigartiger Konsistenz. Er wird nicht wiederverwendet, sondern nach dem Stand der Technik thermisch entsorgt. Zur thermischen Entsorgung gibt es derzeit keine Alternative. Damit ist die Entsorgung der Destillationsrückstände eine Ressourcenverschwendung und ökologisch bedenklich.

Allein bei FlexoArt fielen im Jahr 2020 ca. 17 t Destillationsrückstand an, die als Sondermüll kostenintensiv entsorgt (ca. 11.000 € Kosten) werden müssen. Damit ist die Entsorgung der Destillationsrückstände eine Ressourcenverschwendung und ökologisch bedenklich. In Deutschland gibt es ca. 30 Unternehmen der

Branche, die eine ähnliche Betriebsgröße wie FlexoArt haben. Es ergibt sich also allein in diesem Bereich eine Masse von über 500 t jährlich, die zur Entsorgung in SAVen ansteht.

Projektidee ist, die im Destillationsschlamm vorhandenen Polymeranteile für die Herstellung von einfachen Druckformen wiederzuverwenden. Grundannahme dabei ist, dass das vorhandene Polymer noch reaktiv ist.

Die Entwicklungen und Untersuchungen sollten die Frage beantworten, ob es möglich und sinnvoll ist, unter ökologischen, ökonomischen, verfahrenstechnischen und physikalisch-chemischen Aspekten aus dem Abfallprodukt Destillatrückstand neue photopolymerische Druckformen herzustellen.

7. Hauptteil

FlexoArt ist sich seiner Verantwortung für die Schonung von Umwelt und Ressourcen bewusst und bereit, zur Erfüllung diese Ziele zu investieren.

Durch den immer größer werdenden Bedarf an Lackplatten für verschiedene Industriezweige wächst auch der Bedarf an Lösemitteln für den Auswaschprozess. Um die damit einhergehende Verschwendung an Ressourcen zu verringern, wurde im Oktober 2015 bei FlexoArt eine Destillationsapparatur zur Lösemittelrückgewinnung installiert. Dadurch konnte bis zu 97 % des eingesetzten Lösemittels in den Produktionsprozess zurückgegeben werden.

Ein weiterer Schritt zur Ressourcenschonung ist die Wiederverwendung des Destillationsrückstandes zur Herstellung von Druckformen.

7.1 Zielsetzung

An diesem Punkt soll das Projekt aufsetzen, in dem es Wege aufzeigt, wie die Destillationsrückstände, die im Wesentlichen aus unvernetztem und noch reaktivem Fotopolymer bestehen und die ursprünglich aus nicht-nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wurden, ressourcenschonend und umweltfreundlich zu Rohfotopolymer verarbeitet werden können. Die grundlegende Projektidee ist, dass die Destillationsrückstände der Druckformherstellung für die Produktion von neuen Lackformen eingesetzt werden. Diese Lackformen sollen kostengünstig und für typische transportverpackungstechnische Anwendungen geeignet sein. Beitrag des Projektes zur Umweltentlastung ist es, die heute zur Entsorgung anfallenden Destillatrückstände als Rezyklat für die Druckformherstellung wiederzuverwenden. Es verringern sich dadurch:

- Aufwand, Kosten und Umweltbelastung der thermischen Entsorgung des Destillationsrückstandes
- Materialeinsatz für neuwertige Lackplatten
- und der Transport von neuem Klischeematerial vom Hersteller zum Verarbeiter.

Besonders gut eignen sich dafür Flexo-Lackplatten, weil in der Regel die technischen Ansprüche an sie geringer sind als bei den Flexo-Druckplatten und deshalb erwartet werden kann, dass evtl. Qualitätsminderungen durch den Recyclingvorgang hingenommen werden können. Zu unterscheiden sind zwei verschiedene Arten von fotopolymeren Flexo-Lackplatten, die je nach Anforderungsprofil angewendet werden. Für einfache Lackieraufgaben im Verpackungsdruck finden glatte Lackplatten, die sogenannten Stripp-Platten, Anwendung. Es handelt sich dabei um dünne, in der Oberfläche unstrukturierte Fotopolymerplatten, die mit einem speziellen Klebstoff auf ebenfalls dünne PET-Trägerfolien geklebt werden. Mit Hilfe eines Schneidplotters werden die fotopolymeren Schichten der Platte nach Bedarf zugeschnitten. So werden beispielsweise bei Spotlackierungen die gewünschte lackübertragende Fläche oder bei Lackaussparungen für die Klebeflächen von Faltschachteln die entsprechenden Flächen ausgeschnitten. Die jeweils nicht benötigten Flächen der Fotopolymerschicht werden von der PET-Folie abgezogen (gestrippt). Wesentliche Anforderungen an die Stripp-Platten sind: Definierte Dicke, hohe Dickengleichmäßigkeit und gutes Lackübertragungsvermögen. Mit den preiswerten Stripp-Platten werden etwa 80 % des Marktbedarfs abgedeckt.

Für anspruchsvollere Lackieraufgaben, die im Wesentlichen auf die Veredelung hochwertiger grafischer Erzeugnisse beschränkt bleiben und bei denen Bildschärfe, Registergenauigkeit und die Lackierung komplexer Motive verlangt werden, finden Fotopolymer-Lackplatten Anwendung.

Sie werden in einem digitalen Prozess mit dem gleichen Verfahren wie Flexo-Druckplatten hergestellt, also Bebilderung mit einem digital angesteuerten Laser, Belichten und Auswaschen unvernetzter Fotopolymeranteile. Etwa 15 % des Marktbedarfs entfallen auf die kostenintensiveren digitalen Fotopolymer-Lackplatten. In weiteren Untersuchungen bleibt festzustellen, ob sich der Destillatrückstand auch für diese Anwendung eignet.

FlexoArt fertigt bereits jetzt Druckformen und Lackplatten für reine Flexodruckmaschinen, die u.a. im Wellpappendruck und in der Herstellung flexibler Verpackungen eingesetzt werden. Lackplatten finden auch in Bogenoffsetmaschinen z.B. für die Faltschachtelherstellung Verwendung, deren Lackwerke oft Flexodruckwerke sind. Alle bei FlexoArt hergestellten Lackplatten bestehen aus Fotopolymer, sind also sowohl Stripp-Platten als auch digitale Fotopolymerplatten.

Teil 1 des Forschungsprojektes hatte die grundsätzliche Eignung des Destillationsrückstandes als Material für neue Flexo-Druck- und Lackplatten nachgewiesen. Der Destillationsrückstand, der zurzeit thermisch entsorgt werden muss, ist noch reaktiv und kann in verschiedenen Verfahren zu einer Platte verarbeitet werden.

Zielsetzung des 2. Teils des Forschungsprojektes ist, Wege aufzuzeigen wie die Destillationsrückstände ressourcenschonend und umweltfreundlich zu recyceltem Rohfotopolymer (Sekundär-Fotopolymer) werden, aus dem neue Produkte hergestellt werden können. Die Arbeitspakete dieses Teils werden wesentliche Parameter für die weitere Entwicklung untersuchen.

7.2 Festlegung des Destillationsvorganges (AP 1)

Änderungen des Destillationsvorganges zur Optimierung der Plattenherstellung betreffen hauptsächlich den Parameter „Restlösemittelgehalt“ im Destillatrückstand. Ein höherer Restlösemittelgehalt erniedrigt die Viskosität des Rückstandes, was für die Plattenherstellung günstig wäre.

FlexoArt hat diese Änderung aus Gründen der Prozesssicherheit in der Produktion nicht vorgenommen. Eine Änderung von $\pm 0,5\%$ Restlösemittelgehalt hätte auf die Viskosität für den Plattenherstellungsprozess keine Auswirkungen. Ohnehin entstehen Variablen im Destillatrückstand durch die Funktionsweise der Destille. Maßgeblicher Parameter in der Anlagenfunktion ist der Feststoffgehalt des Lösemittels in der Destillation.

7.3 Verfahren zur Herstellung des Plattenrohlings (AP 2)

FlexoArt hat Gieß- Walz- und Pressverfahren zur Plattenherstellung angewendet.

7.3.1 Gießen

Für den Gießvorgang ist die Viskosität des Materials entscheidend. Viskositätsbestimmend beim Destillatrückstand sind die Parameter „Restlösemittelgehalt“ und „Temperatur“. Der Restlösemittelgehalt wird über die Anlagenfunktion der Destille festgelegt. Für den Gießversuch wurde der Destillatrückstand bei ca. $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ aus der Anlage in eine Form abgelassen, das Fließverhalten ist ausreichend für die Verteilung in der Form und das Material läuft parallel zum Untergrund aus.

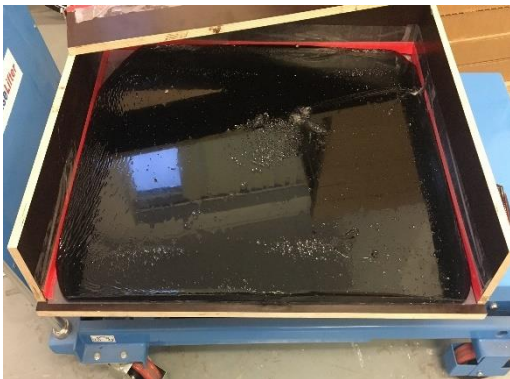


Abb. 2 Gießen in Form

7.3.2 Walzen

Hier wurde eine Teilmenge des Destillatrückstandes mit einer einfachen Walze bearbeitet. Um zu vermeiden, dass Materialrückstände an der Walze haften bleiben, wurde zwischen zwei Folien gewalzt. Außerdem dient die Folie auf der Unterseite als Trägermaterial für folgende Prozesse, die obere Folie zur Verbesserung der Oberfläche.



Abb. 3 Walze

7.3.3 Pressen

Beim Pressvorgang wurde Destillerrückstand im Format von ca. 15 x 15 x 3 cm zwischen zwei Brettern gepresst. Der Pressdruck wurde über vier pneumatische Wagenheber mit einer Einzelleistung von 3 t über einen Kompressor erzeugt. Das Widerlager besteht aus zwei geschraubten Rahmen aus Doppel-T-Eisen. Eine Druckverteilung wird durch zwei schachbrettartig ausgeführte Multiplex-Kanthölzer erreicht.



Abb. 4 Presse

7.4 Entwicklung optimaler Prozesszeiten

Als Prozesszeit wird hier die Zeit zwischen Entnahme aus der Destille und Fertigstellung des Plattenrohlings (Halbzeug) definiert.

7.4.1 Prozesszeit Gießen

Beim Gießverfahren liegt die Prozesszeit im Minutenbereich. Sie ist bestimmt durch die Viskosität des Destillatrückstandes; die Fließfähigkeit des Materials

nimmt mit sinkender Temperatur stark ab. Nach wenigen Minuten ist das Material so weit abgekühlt, dass es nicht weiter glatt ausläuft.

FlexoArt kann dieses Intervall mit eigenen Mitteln nicht verändern. Ein beheizbarer Behälter (mit Rührwerk und für die Entnahme mit Druck beaufschlagbar) für die Zwischenlagerung würde die notwendige Fließfähigkeit aufrechterhalten können.

7.4.2 Prozesszeit Walzen

Beim Walzverfahren kann der Destillationsrückstand in einem breiteren Temperaturbereich verarbeitet werden. Ein wie in 8.4.1 beschriebener Behälter würde auch hier die Verarbeitungszeit sinnvoll verlängern.



Abb. 5 Starttemperatur Walzen



Abb. 6 Endtemperatur Walzen

Hier wurde eine Teilmenge des Destillationsrückstandes mit einer Anfangstemperatur (Oberfläche) von ca. 88 ° C gewalzt. Die Temperatur nach Walzen beträgt noch 32 °C

7.4.3 Prozesszeit Pressen

Das Pressen wurde mit erkaltetem Material vorgenommen. FlexoArt konnte einen vier Tage alten, nicht polymerisierten Block zu einer Platte pressen, ohne dass Abrisse im Material sichtbar wurden.

Die Zeit zwischen Entnahme aus der Destille und Plattenherstellung ist von untergeordneter Bedeutung, solange eine ungesteuerte Polymerisation ausgeschlossen ist.

7.5 Herstellung von Versuchsplatten (AP 4)

In diesem Arbeitspaket wurden mit den o.a. Verfahren Versuchsplatten hergestellt und bewertet. Die Bewertung wurde anhand wichtiger Basiseigenschaften

vorgenommen (Vorhandensein von Lufteinschlüssen, Oberflächenglätte, gleichmäßige Dicke)

7.5.1 Gießen

Beim Gießverfahren können Luftblasen eingeschlossen werden, die nicht mehr vollständig entweichen können. Begünstigt wird dieser Vorgang durch das stetige Erkalten des Materials und damit höhere Viskosität.

Die spiegelnde Oberfläche zeigt hohe Oberflächenglätte an.

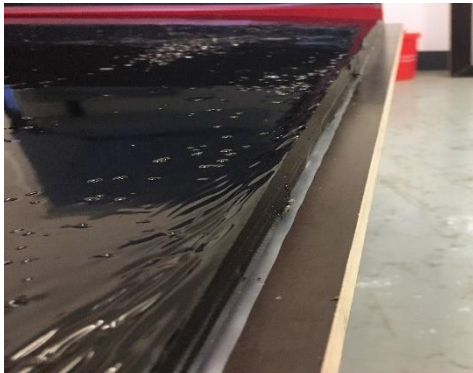


Abb. 7 gleichmäßige Dicke

In diesem Verfahren lässt sich eine gleichmäßige Dicke erzielen.

Eine **reproduzierbare** Dicke zu erzielen ist unter unseren Bedingungen nicht möglich, da hierfür eine definierte Menge an Material pro Fläche notwendig ist. Ein volumetrisches Dosieren ist mit unseren Mitteln aufgrund der zähflüssigen Konsistenz des Destillatrückstandes nicht möglich.

7.5.2 Walzen

Beim Walzverfahren können Luftblasen z.T. ausgetrieben werden.

Eine spiegelnde Oberfläche zeigt ebenfalls Glätte an.

Eine gleichmäßige Dicke wird theoretisch über den Walzenspalt erzeugt. Die verwendete Walze einfacher Bauart hat jedoch konstruktive Mängel:

- die Walzen sind bauchig
- der Walzenabstand ist nicht auf beiden Seiten definiert und reproduzierbar einzustellen
- beide Walzenrollen sind weich (komprimierbar). Das Walzen „weich gegen hart“ oder „hart gegen hart“ würde bessere Ergebnisse ermöglichen



Abb. 8 Welle vor Walze

Der Einsatz von Abstandhaltern im Walzenspalt erbrachte keine Verbesserung. Außerdem entstehen wellenförmige Verformungen in der Versuchsplatte, wenn sich vor der Walze eine Welle von Material aufbaut, die durch das Spiel im Walzenlager auf die Platte übertragen wird. Bei einer Kaltverformung ist dieser Effekt noch stärker zu beobachten.

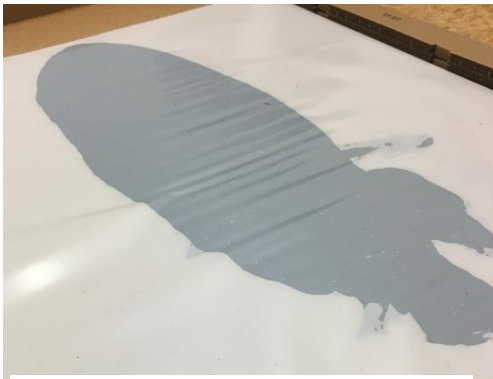


Abb. 9 übertragene Wellen im Walzgut

7.5.3 Pressen

Wie auch beim Walzen wurde der Rohling zwischen zwei Folien gepresst, wovon die obere für die weitere Verarbeitung abgezogen werden muss. Als Anschlag und Dickenkalibrierung dienen vier Aluschienen von 5mm Stärke.



Abb. 10 Abdruck der oberen Folie

Der erzeugte Druck ist ausreichend, einen Block von ca. 15 x 15 x 4 cm zu pressen.

Das Monomer ließ sich kaltverformen, ohne dass Abrisse im Material sichtbar wurden. Die matte Oberfläche links gibt die Struktur der oberen Folie wieder.



Abb. 11 gepresst mit glatter Folie

Die Verwendung einer glatteren Folie erbrachte das gewünschte Ergebnis. Der Glanz zeigt Glätte an

Wir konnten feststellen, dass die Geschwindigkeit des Druckaufbaus während des Pressvorganges Einfluss auf das Fließverhalten während des Pressens hat. Daher haben wir den Pressvorgang standardisiert mit folgenden Parametern:

- Druckaufbau mit voller Leistung bis zum Anschlag an Aluleisten, dann
- Haltezeit von 20 sec.
- danach Druckabbau und Entnahme

7.5.4 Fazit Herstellung von Versuchsplatten

Die Bewertung der Punkte 8.3 bis 8.5 (abgearbeitete Arbeitspakete 2 – 4) lässt folgende Schlüsse für die Herstellung von Platten für Laborversuche zu:

- Aufgrund von mangelnder Reproduzierbarkeit ist ein Gießverfahren mit unseren Mitteln nicht geeignet, Platten für Laborversuche herzustellen. Die geringe Prozesszeit spricht ebenfalls gegen dieses Verfahren.
- Die Qualität der Ergebnisse im Walzverfahren ist mit unseren Mitteln unbefriedigend. Ein Walzenstock („hart gegen hart) mit präziser Einstellmöglichkeit des Walzenspaltes könnte qualitativ gute, reproduzierbare Ergebnisse ermöglichen.

Auch wäre eine Investition in einen Behälter zur Zwischenlagerung wie in 8.4.1 notwendig. Bei größeren Formaten ist ein entsprechender Walzenstock möglicherweise weniger investitionsintensiv als eine geeignete Presse.

- Das Pressverfahren liefert die besten Ergebnisse bei kleinen Formaten. Eine glatte Oberfläche und eine gleichmäßige Dicke sind gegeben. Wenn eine Polymerisation des Materials vor dem Pressen ausgeschlossen werden kann, ist die Prozesszeit theoretisch unbegrenzt.

Bei zunehmender Größe ist eine bessere Presse notwendig, die über höheren Druck und eine größere Genauigkeit verfügt. Sie ist nicht nur investitionsintensiv, sondern benötigt ggf. bauliche Veränderungen (Fundament)

- Eine Störung der Oberfläche kann sich im Walz- und Pressverfahren durch die Herstellung zwischen zwei Folien ergeben. Die untere Folie dient als Trägermaterial für weitere Verarbeitung. Die obere, glattere Folie als Schutz für das Werkzeug. Sie muss entfernt werden. Durch die Klebrigkeit des Monomers und das resultierende Ankleben der Folie entsteht beim Abziehen eine leicht wellige Oberfläche z.T. mit abgerissenem Monomer, die für eine weitere Verarbeitung ungeeignet ist.

Erster Lösungsansatz war eine Abkühlung der Versuchsplatte auf 5 ° C Sie verbessert das Ergebnis. Eine Lagerung für 30 min bei – 18 ° C ermöglicht das störungsfreie Entfernen der Schutzfolie



Abb. 12 Folie abziehbar bei gekühlter, noch beschlagener Probe

Somit sind die Arbeitspakete 1 – 4 erfolgreich abgearbeitet.

7.6 Analyse von Prüfplatten (AP 5)

FlexoArt hat die Vergabe von Prüfkörpern an ein Prüfinstitut zur Analyse überdacht. Die Prüfung durch ein Labor lässt sich durch hauseigene Mittel ausreichend ersetzen, weil:

- die Restreaktivität des Materials offensichtlich ist
- die Oberflächenrauigkeit als absoluter Messwert nicht maßgeblich ist. Sie lässt sich wie auch die Benetzbarkeit im Kontext mit dem Druckbild bewerten.
- der Aushärtungsgrad abhängig von den Belichtungszeiten ist

FlexoArt hat im Vorfeld nicht erkannt, dass mit den jetzigen Mitteln kein reproduzierbares Ergebnis möglich ist. Der Anspruch einer Druckmaschine ist jedoch eine immer gleiche Druckform. Die Materialeigenschaften sind allerdings erst konstant unter festgelegten Verfahren (geeignete Walze, geeignete Presse, ggf. Extruder) Um dieses Ziel zu erreichen, wären größere Investitionen notwendig.

Ein Labor hätte zu diesem Zeitpunkt lediglich die Sicht auf einen Ausschnitt. Solange keine reproduzierbaren Ergebnisse vorliegen, ist die Vergabe an ein Labor nicht sinnvoll.

Entgegen des Arbeitspaketes 5 laut Projektantrag hat FlexoArt deshalb auf die Vergabe von Prüfkörpern an ein Prüfinstitut verzichtet. Stattdessen haben wir mit erhöhtem Personal- und Probeaufwand Arbeitspaket 6 (Punkt 7.7) durch einen ausführlichen Versuchsaufbau mit verschiedenen Testreihen neugestaltet. Hier sind besonders die Parameter Belichtung, Restlösemittelgehalt in der Platte und Verarbeitungstemperatur eingeflossen. Besonderes Augenmerk haben wir dem Punkt „Ablösen der oberen Folie“ (Releaseeigenschaften) geschenkt

7.7. Herstellung von Platten für Laborversuche (AP 6)

FlexoArt hat für die Herstellung von Platten für Laborversuche eine 3-phasige Versuchsplanung entwickelt

- Phase 1 Aufbereitung des gebrauchten Lösemittels im Destillationsprozess und Entnahme des Restpolymers aus der Aufbereitungsanlage.

Diese Phase würde dem Befüllen eines Extruders in einer industriellen Rohklicscheherstellung entsprechen.

Die Entnahme des Restpolymers zur Herstellung der Prüfkörper erfolgt direkt nach Abschluss des Aufbereitungsprozesses. Die Zeitspanne zwischen Ende der Aufbereitung und Entnahme ist immer gleich. Die Entnahme erfolgt in einen Behälter, der nach der Befüllung mit Restpolymer lichtdicht verschlossen werden kann. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Probe jeweils den gleichen Anteil an Lösemittel hat und eine UV-Licht initiierte Polymerisation nicht stattfindet.

- Phase 2 Herstellung des Halbzeuges (Rohplatte)

Phase 2 entspricht dem Prozessschritt Extruder/Breitschlitzdüse mit Längsschneider und dem Aufbringen von Trägerfolie und Release Folie mit Konfektionierung und Ablage bei der Rohklicscheherstellung.

Bei der Herstellung des Halbzeuges muss darauf geachtet werden, dass:

- das Polymer blasenarm ist
- die Dicke gleichmäßig ist
- sich kein Lösemittel an der Oberfläche sammelt
- bei der Herstellung die Platten nicht mit UV-Licht belastet werden und
- dass das Polymer für den weiteren Verarbeitungsschritt geeignet ist (d.h. Belichten / Abtrennen des Films / Waschen / Trocknen und Fixieren / Konfektionieren)

In Vorversuchen konnte festgestellt werden, dass hierbei der Anteil an Lösemittel in der Rohplatte und die Verarbeitungstemperatur von entscheidender Rolle sind.

Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, werden in dieser Phase des Projektes Temperatur und Lösemittelanteil des Halbzeuges variiert.

➤ Phase 3 Herstellung der Druckform

Phase 3 entspricht der Druckformherstellung in einer Klischeeanstalt.

Bei der Herstellung der Druckform werden die unterschiedlichen Herstellungsparameter variiert und das Optimum festgelegt. Hierbei wird mit einem Referenzmaterial verglichen und das Ergebnis über Drucktests und vergleichende Härtemessung nach Shore A bewertet. Folgende Parameter werden hierbei geprüft:

- Rückseitenbelichtung (UVA)
- Vorderseitenbelichtung (UVA)
- Fixierung (UVC)

Waschzeiten und Trocknungszeiten haben einen untergeordneten Einfluss auf die Qualität. Somit kann auf Standardeinstellungen zurückgegriffen werden.

7.7.1 Durchführung Aufbereitung und Entnahme

Wie beschrieben ist die Aufbereitung des Destillatrückstandes durch Anlagenparameter und Anlagenfunktion festgelegt. Aufgrund der Funktion „Destillieren, wenn Masse erreicht“ (Einheiten), also abhängig vom Feststoffgehalt im Wascher und dem variablen Befüllungsgrad der Destille, ist mit kleineren Variationen im Destillatrückstand zu rechnen.

FlexoArt hat für diese Phase festgelegt, dass die Entnahme immer mit den gleichen Aufbereitungsparametern, der gleichen Zeitspanne zwischen Ende der Aufbereitung und der sofortigen Lagerung in einem lichtdichten Behälter erfolgen soll.

7.7.2 Durchführung Herstellung des Halbzeuges



Abb. 14 Lagerung in lichtdichtem Behälter

Für die Herstellung des Halbzeuges hat FlexoArt die Entnahme als Vorbereitung der Plattenherstellung betrachtet und nach den Erfordernissen des Endproduktes ausgerichtet. Die Anforderung „blasenarm“ wurde durch den Einbau einer schrägen Ebene direkt unter der Auslassöffnung der Destille erreicht. Der Destillatrückstand läuft in dünner Schicht über die schräge Ebene in das Behältnis, vorhandene Blasen können aufplatzen und werden nicht in tieferen Schichten eingeschlossen.

Aus verschiedenen Entnahmen haben wir entsprechend große Mengen mit dem Pressverfahren zu Platten gepresst. Bedingung hier war möglichst kein UV Einfluß, d.h. Lagerung bis zur und sofort nach der Pressung in lichtdichten Behältern.

Anstelle einer Folie haben wir für das Pressen des Halbzeuges als obere Abdeckung eine Silikonmatte eingesetzt, die sich ohne Beeinflussung der Oberfläche der Platte abziehen ließ.

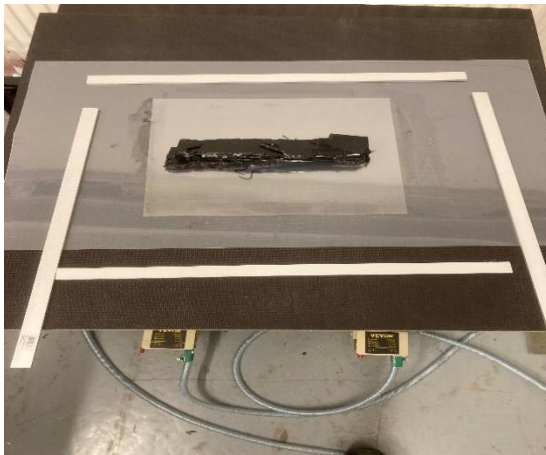


Abb. 15 Portionierung beim Pressen

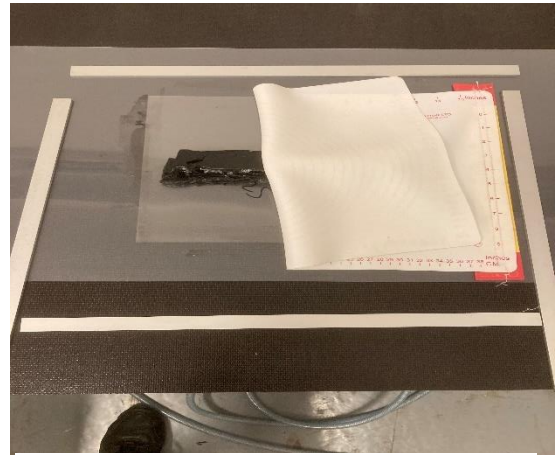


Abb. 16 obere Abdeckung mit Silikonmatte



Abb. 17 Einlegen in Presse



Abb. 18 Verpressen

Für die spätere Herstellung von Druckformen muss auf das Halbzeug ein mit dem Laser belichteter Film aufgebracht und nach dem Belichten wieder abgezogen werden.



Abb. 19 Abziehen von Film mit Beschädigung

Dieser Film haftet wie eine Folie sehr gut. Er ist nicht abzuziehen, ohne die Oberfläche des Halbzeuges zu beschädigen.

Um die Eignung für diesen Verarbeitungsschritt zu prüfen, hat FlexoArt in einer weiteren Versuchsreihe ermittelt, wie das Releaseverhalten eines Filmes verbessert werden kann. Hier kamen im ersten Step verschiedene Trennmittel zum Einsatz, die zwischen Film und Halbzeug aufgebracht werden sollten. Für den Test wurde eine OSB-Platte verwendet, weil das Restpolymer besonders gut auf der rauen Oberfläche haftet. Das beste Ergebnis beim Ablösen erzielte ein handelsübliches Geschirrspülmittel.



Abb. 20 Destillatrückstand mit verschiedenen Trennmitteln



Abb. 21 Ablöseversuch, Spüli links

Die verwendeten Trennmittel könnten in folgenden Verarbeitungsschritten allerdings in den Prozess- bzw. Lösemittelkreislauf eindringen und dort Störungen z.B. durch Schäumen verursachen. Daher wurde aus Gründen der Prozesssicherheit auf den Einsatz verzichtet.

In dieser Phase des Projektes ist es nicht angedacht, diese Problematik weiter zu untersuchen. Für das Verfahren zur Herstellung von Platten können Trennmittel

allerdings hilfreich sein und müssten in einer weiteren Versuchsreihe untersucht werden.

Annahme für weitere Versuche ist, dass der verbleibende Restlösemittelanteil im Halbzeug die Klebrigkeit bestimmt. Daher wurde eine Trocknung zum Austreiben des Lösemittels vorgesehen. Der Rohling wird gepresst und getrocknet. Für diesen Releaseversuch wird ein Film aufgebracht und belichtet.

Prüfkörper Halbzeug			Trocknen					
			Halbzeug 1	HZ 2	HZ 3	HZ 4	HZ 5	HZ 6
Klischeeherstellung	Lösungsmittel	Flexosol X						
	Einfluss Rohpolymer	Dest. 1	x	x	x	x	x	x
Destille	Destillationszeit	120 min	x	x	x	x	x	x
	Sumpftemperatur	119 °C	x	x	x	x	x	x
	Gastemperatur	118 °C	x	x	x	x	x	x
Herstellung Prüfkörper	Entnahme nach Dest.	10 min	x	x	x	x	x	x
	Abkühlung auf Raumtemperatur	immer	x	x	x	x	x	x
	Dicke der Probe	ca. 3,9	x	x	x	x	x	x
Trocknen								
Temperatur: 61 °C	(immer gleich!)	30 min	x					
		60 min		x				
		120 min			x			
		180 min				x		
		240 min					x	
		300 min						x

Tabelle 1



Abb. 22 Ablöseversuch nach Trocknung 180 min

Begonnen wurde nach Prüfplan mit der Trocknung bei Standardeinstellungen (61° C, Dauer 180 min) Der Film ließ sich nach Belichtung nicht abziehen, ohne die Oberfläche des Halbzeuges zu beschädigen.

Damit ließen sich alle kürzeren Trocknungszeiten ausschließen.



Bei einer Trocknung von 240 min bei 61 ° C war der Releaseversuch erfolgreich.

Abb. 23 Ablöseversuch nach Trocknung 240 min

7.7.3 Durchführung Herstellung der Druckform

In Vorversuchen hat FlexoArt erkannt, dass sich das Rezyclat bebildern lässt. Daher haben wir unseren Fokus auf die Herstellung von bebilderten Druckplatten gelegt.

Für die Druckformen wurden laut Prüfprotokoll 15 Rohlinge aus Destillation 1 (Tag 1) hergestellt. Als Kontrollgruppen dienen die Destillationen 2,3 und 4 (Tag 2, 3, 4), aus denen jeweils ein Rohling hergestellt wurde. Die Kontrollgruppe soll den Nachweis erbringen, dass das Ergebnis auch mit anderen Destillationen wiederholbar ist.

Prüfkörper Restpolymer			Aufbereitung				Bell.VS UVA				Bell.RS UVA in sec				Finishing UVC			
			Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10	Probe 11	Probe 12	Probe 13	Probe 14	Probe 15	Probe 16
Klischeeherstellung	Lösungsmittel	Flexosol X xxx	x x x x x				x x x x x				x x x x x				x x x x x			
	Einfluss Rohpolymer	Dest. 1 Dest. 2 Dest. 3 Dest. 4																
Destille	Destillationszeit	120 min	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Sumpftemperatur	119 ° C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Gastemperatur	118 ° C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Halbzeug	Trocknungszeit	240 min	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Temperatur	61 ° C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Herstellung Prüfkörper	Entnahme nach Dest. Abkühlung auf Raumtemperatur	10 min immer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dicke der Probe	~3,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bebildern Entfernen Film	Film	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Belichten Vorderseite (Bell.VS)	UVA in sec	740	x x x x x				x x				x x x x x				x x x x x			
	wie DPC 155	790																
		840																
		890																
Belichten Rückseite (Bell.RS)	UVA in sec	940	x x x x x				x x				x x x x x				x x x x x			
	wie DPC 155	40																
		60																
		80																
Waschen	UVA in min.	Standard	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	wie DPC 155	3 Std.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Trocknen	UVC in min.	0 min	x x x x x				x x x x x				x x x x x						
	Finieren	4,5 min																
wie DPC 155	9 min																	
	13,5 min																	
Finieren	UVA in min.	Standard 5 min	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		27 min	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 2

Mit den Erkenntnissen aus dem Releasetest des Halbzeuges wurden die Rohlinge 240 min. bei 61° C getrocknet und nach Abkühlung auf Raumtemperatur immer in der gleichen Art und Weise mit einem Film belegt.

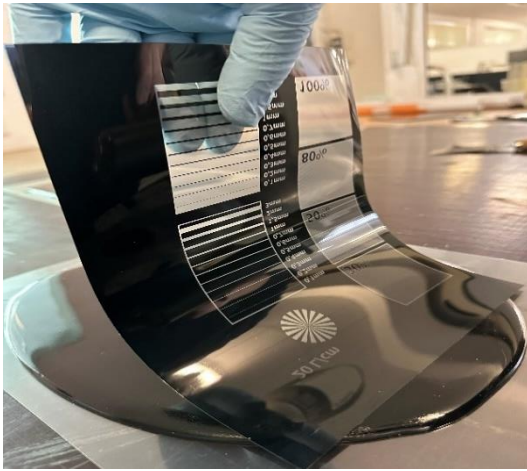


Abb. 24 Aufbringen von Film



Abb. 25 Anrollen Film

Diese Rohlinge wurden nach Prüfplan mit verschiedenen Prozessparametern belichtet, im Standardprozess ausgewaschen und getrocknet und unter verschiedenen Parametern gefinished.



Abb. 26 auf dem Belichter

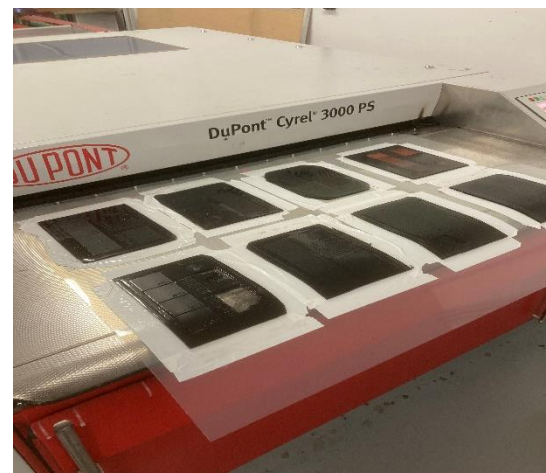


Abb. 27 vor dem Wascher

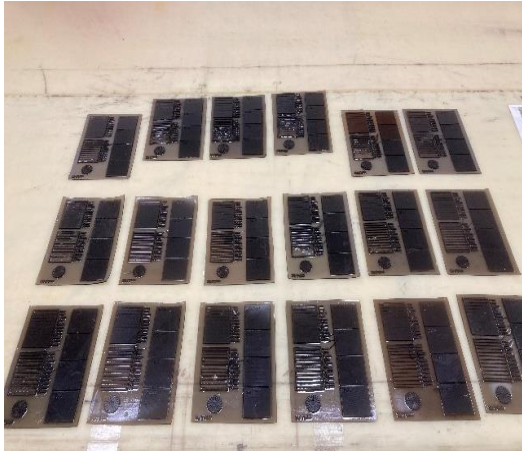


Abb. 28 alle Druckformen Rezyclat

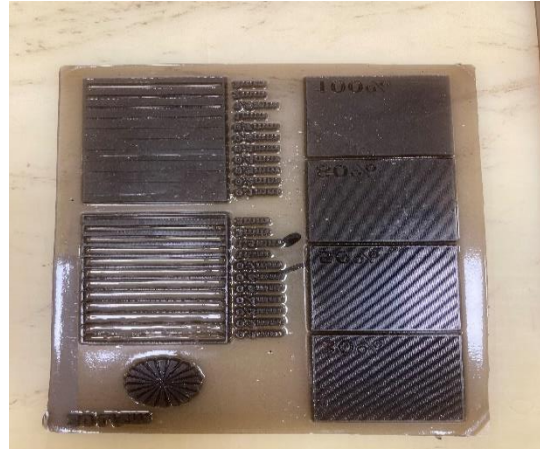


Abb. 29 einzelne Druckform Rezyclat

Danach wurden die Druckformen in Dicke und Härte vermessen. Als Messgeräte wurden ein Dickenmesser Kern JD 25 0,01 mm und ein Shore A Messgerät Sauter HBA 100-0 verwendet. Dieses Messgerät hat eine ausreichende Genauigkeit für vergleichende Messungen.

Werte nach Finishen										
Restpolymer Probe Nr.	Belichten in sec		Finishen in min		Dicke im Uhrzeigersinn in mm				Auswaschtiefe	Shore A Härte bei
	RS	VS	UVC	UVA	Siemensstern	30%	100%	Linie	am Siemensstern	100%
1	80	840	9	5	3,57	3,54	3,38	3,4	1,24	25
2	80	840	9	5	4,9	5,03	5,12	4,84	1,6	19
3	80	840	9	5	5,43	5,68	5,56	5,45	1,89	18
4	80	840	9	5	4,58	4,53	4,76	4,88	1,26	27
5	80	740	9	5	4,32	4,05	4,27	4,45	1,21	23
6	80	790	9	5	3,87	4,03	3,95	3,87	1,44	28
7	80	890	9	5	3,79	3,74	3,82	3,79	1,37	22
8	80	940	9	5	3,4	2,82	3,3	3,59	1,43	23
9	40	840	9	5	3,31	3,2	3,31	3,33	1,21	28
10	60	840	9	5	3,12	3,01	2,92	3,03	1,28	24
11	80	840	9	5	3,78	3,44	3,68	3,93	1,5	27
12	100	840	9	5	4,25	4,35	3,96	4,01	1,45	28
13	120	840	9	5	3,01	3,12	2,99	2,88	1,57	22
14	80	840	0	5	2,68	2,61	3,85	3,78	1,52	25
15	80	840	4,5	5	3,4	3,47	4,19	3,7	1,48	28
16	80	840	9	5	3,5	3,28	3,57	3,49	1,43	29
17	80	840	13,5	5	2,94	3,1	2,84	3,03	1,6	30
18	80	840	28	5	3,01	3,32	3,74	3,49	1,44	31

Tabelle 3

Als Referenz wurden 14 Proben mit dem Standardmaterial DPC 155 angefertigt, digital belichtet mit unserem Laser und unter den gleichen Parametern prozessiert. Zur eindeutigen Identifizierung wurden die Referenzproben spiegelverkehrt ausgeführt.

Prüfkörper DPC 155 Referenz			Beli.VS				Beli.RS				Finishing UVC						
			UVA	Ref. 1	Ref. 2	Ref. 3	Ref. 4	UVA in sec	Ref. 5	Ref. 6	Ref. 7	Ref. 8	Ref. 9	Ref. 10	Ref. 11	Ref. 12	Ref. 13
Bebildern	CDI		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Belichten Vorderseite (Beli.VS)	UVA in sec	740	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		790															
	wie DPC 155	840															
		890															
		940															
Belichten Rückseite (Beli.RS)	UVA in sec	40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		60															
	wie DPC 155	80															
		100															
		120															
Waschen	Standard		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Finishen	UVC in min.	0 min	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		4,5 min															
	wie DPC 155	9 min															
		13,5 min															
		27 min															
Finishen	UVA in min.	Standard 5 min.															
Trocknen	wie DPC 155	3 Std.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 4

Referenz Probe Nr.	Werte nach Finishen									Shore A Härte bei
	Belichten		Finishen		Dicke im Uhrzeigersinn				Auswaschtiefe	
	RS	VS	UVC	UVA	Siemensstern	30%	100%	Linie	am Siemensstern	100%
R 1	80	740	9	5	3,96	3,97	3,95	3,98	2,57	38
R 2	80	790	9	5	3,96	3,97	3,96	3,98	2,58	39
R 3	80	890	9	5	3,97	3,98	3,96	3,97	2,6	39
R 4	80	940	9	5	3,99	3,98	3,97	3,99	2,65	40
R 5	40	840	9	5	3,97	3,99	3,98	3,98	2,33	39
R 6	60	840	9	5	x	x	x	x	x	x
R 7	80	840	9	5	3,97	3,97	3,96	3,97	2,57	37
R 8	100	840	9	5	3,98	3,98	3,97	4,01	2,65	38
R 9	120	840	9	5	3,99	3,99	3,98	4,01	2,75	36
R 10	80	840	0	5	3,97	3,97	3,95	3,95	2,48	37
R 11	80	840	4,5	5	3,99	3,98	3,97	3,97	2,49	38
R 12	80	840	9	5	3,95	3,95	3,96	3,97	2,46	36
R 13	80	840	13,5	5	3,97	3,98	3,97	3,97	2,53	39
R 14	80	840	28	5	3,97	4	3,98	3,96	2,5	41

Tabelle 5



Abb. 30 alle Referenzdruckformen

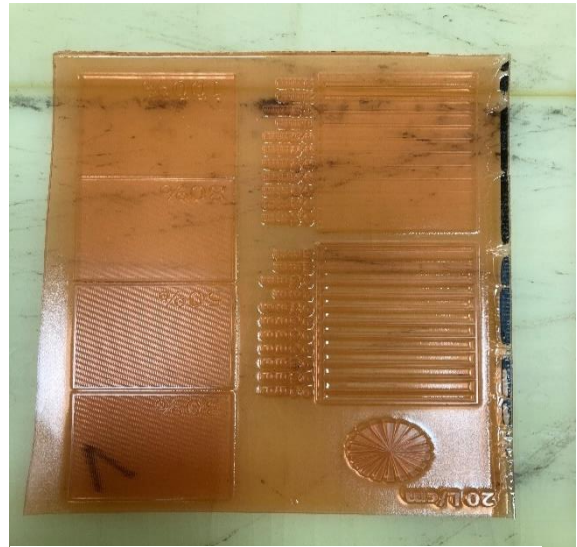


Abb. 31 einzelne Referenzdruckform

7.7.4 Ergebnisse Herstellung Platten für Laborversuche (AP 6)

- FlexoArt hat Platten für Laborversuche herstellen können, die belichtungsfähig waren und den Herstellungsprozess durchlaufen konnten. Die Problematik der Klebrigkeit konnte durch Austrieb von Restlösemittel gelöst werden.
- Die Auswertung der Messergebnisse **der Platten zeigt, das eingesetzte Referenzmaterial DPC 155 mit allen gemessenen Werten bei oder** nahe an den Standardwerten liegt (Dicke 3,94 mm, Härte 36 ShA). Alle Änderungen der Belichtungszeiten ergeben nur geringfügige Abweichungen von den Sollwerten.
- Die Messergebnisse an den recycelten Platten zeigen Dickenunterschiede von bis zu 0,4 mm innerhalb einer Platte und 1,3 mm unter den verschiedenen Platten. Die Härtewerte liegen im Mittelwert 13 Punkte unter der Referenzgruppe (22 – 31 ShA).

Erwartungsgemäß hat jeweils diejenige Probe den ShA Höchstwert, die der UVC-Strahlung beim Nachvernetzen am längsten ausgesetzt war.

Die Dickenunterschiede sind auf mehrere Faktoren zurückzuführen:

- während des Trocknens fließt das Material möglicherweise aufgrund lokaler Temperaturunterschiede im Trockner unterschiedlich
- während des Trocknens ist die Platte nicht eben gelagert und das Restpolymer fließt zu einer Seite hin
- beim Anrollen des Filmes wird unterschiedlich Druck aufgebracht.

7.8. Herstellung und Erprobung von Lack- und Druckplatten für Praxisversuche (AP 7)

Noch in der Antragstellung waren wir davon ausgegangen, dass Kunden bereit wären, auf ihren Druckmaschinen Druckversuche mit unseren Testplatten durchzuführen und diese mit uns zusammen auszuwerten. Diese Annahme war zu optimistisch. Unsere Kunden sahen eine Verzögerung ihres Produktionsablaufes und bewerteten ein technisches Risiko an ihrer Anlage hoch. Dementsprechend haben wir keinen Partner für Versuche an schnelllaufenden Rotationsdruckmaschinen gefunden.



Abb. 32 Farbauftrag Druckplatte

Stattdessen haben wir auf Abrollungen zurückgegriffen. Hier wird Farbe auf die Druckplatte aufgetragen, ein Blatt Papier aufgelegt und angerollt.

Dabei mussten wir feststellen, dass die Referenz-Druckplatten unsere Farbe schlecht annehmen, da die Oberflächenspannung der Farbe ein „Zusammenziehen“ der Farbe auf der Druckplatte bewirkt. Somit ist der Farbübertrag auf das Papier lückenhaft.



Abb. 33 Benetzung: Farbe aufgetragen



Abb. 34 Benetzung: 2 sec später

Mit diesem Verfahren haben wir exemplarisch Abdrücke von **fünf** Druckformen angefertigt, wobei jeweils ein Abdruck einer Rezyclat-Druckplatte und ein Abdruck der Referenz-Druckplatte hergestellt wurden, die mit den gleichen Parametern belichtet etc. wurde.

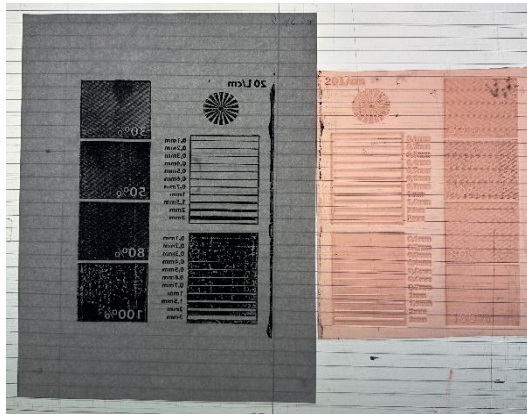


Abb. 35 Beispiel Abrollung Referenz Nr. 14

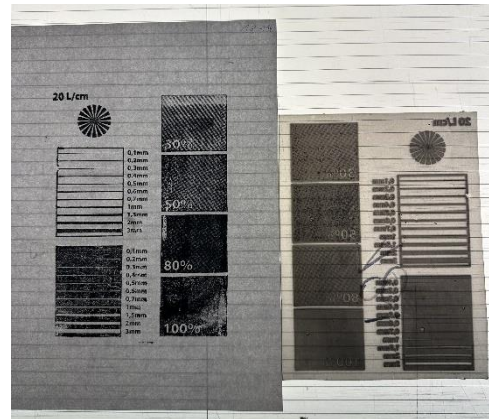


Abb. 36 Beispiel Abrollung Rezyclat Nr. 18

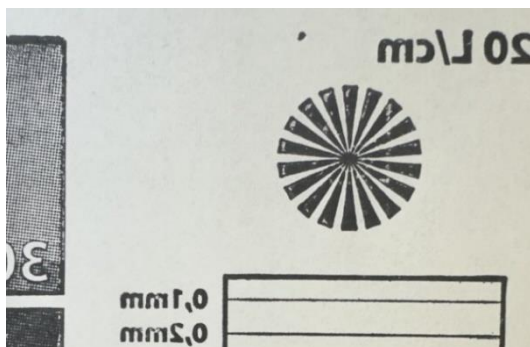


Abb. 37 Detail Abrollung Referenz Nr. 14

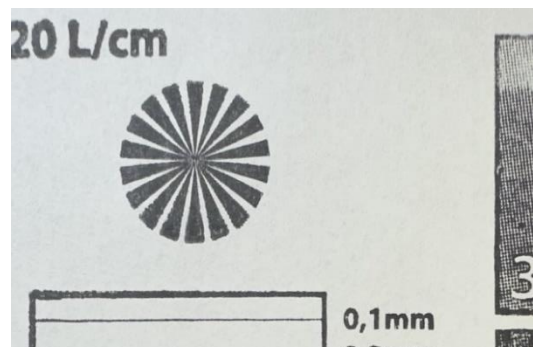


Abb. 38 Detail Abrollung Rezyclat Nr. 18

Der direkte Vergleich des Siemenssterns von Referenz (links) und Rezyclat (rechts) zeigt sogar enger zusammenlaufende Segmente beim Rezyclat.

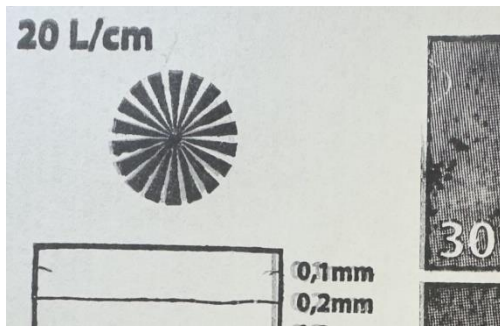


Abb. 39 Detail Abrollung Rezyclat Nr. 1

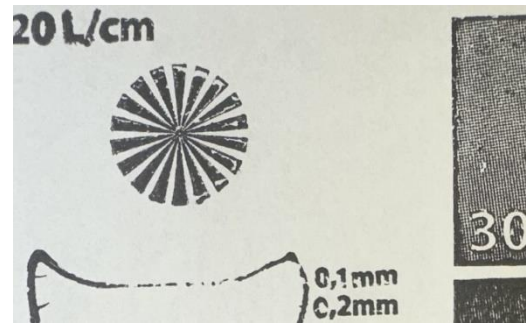


Abb. 40 Detail Abrollung Rezyclat Nr. 4

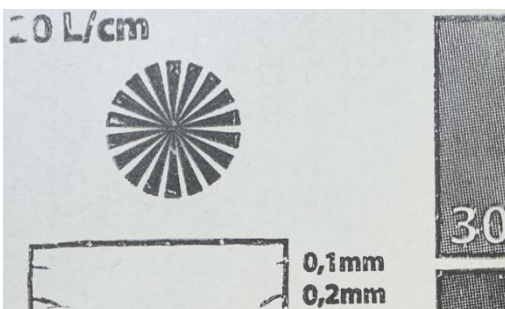


Abb.41 Detail Abrollung Rezyclat Nr. 13

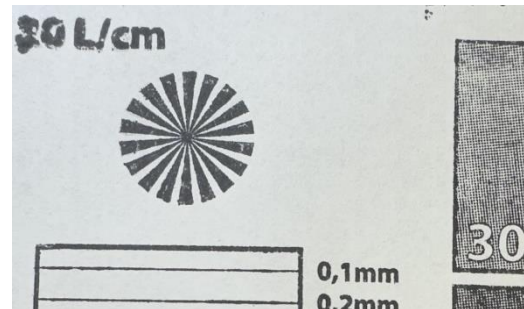


Abb. 42 Detail Abrollung Rezyclat Nr. 14

8. Fazit

Die Herstellung einer Druckplatte ist gelungen. Somit ist das Projekt als erfolgreich zu bewerten.

Grundsätzlich hat sich aber auch herausgestellt, dass eine Wiederholung des Herstellungsergebnisses in dieser Phase des Projektes aufgrund des einfachen Versuchsaufbaues nicht möglich ist.

Somit konnten auch nur einzelne Ergebnisse betrachtet werden. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse konnte nicht bewiesen werden.

So war es auch nicht sinnvoll, detaillierte Laboruntersuchungen und Produktionstests durchzuführen. Diese würden nur das Ergebnis eines einzelnen Probestückes zeigen.

Auf der anderen Seite wurden aber unterschiedliche Verfahrensarten zur Herstellung einer Druckplatte im Rahmen des Projektes auf Versuchsebene auf Eignung geprüft.

Hierbei wurden das Pressen und das Walzen als erfolgversprechend identifiziert.

Um mit diesen beiden Verfahren ein reproduzierbares und für die Druckindustrie brauchbares Ergebnis zu erzielen, müssen Investitionen getätigt werden, die den Rahmen des abgeschlossenen Projektes deutlich überschritten hätten.