

ENTWURF

WEROS Technology GmbH

**Beschichtung von Drucktüchern
zur nachhaltigen Senkung fortdruckbedingter
Makulatur im Akzidenzrollendruck**

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem Az: 24167/2 – 21/2 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dipl.-Ing. Achim Siebert

Melle
Dezember 2009

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	24167/2	Referat	21/2	Fördersumme	184.508 €
Antragstitel		Beschichtung von Drucktüchern zur nachhaltigen Senkung fortdruckbedingter Makulatur im Akzidenzrollendruck			
Stichworte		Verfahren, Beschichtung			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
12 Monate	29.09.2008	28.09.2009			
Zwischenberichte:		alle 6 Monate Kurzbericht			
Bewilligungsempfänger		WEROS Technology GmbH Westlandstr. 6 49324 Melle		Tel	05422/702-580
				Fax	05422/702-510
				Projektleitung	
				Hr. Siebert	
				Bearbeiter	
				Dr. Tellenbröker	
Kooperationspartner					
<p><i>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</i></p> <p>Die Verschmutzung des Gummituches im nicht druckenden Bereich, der sogenannte Negativaufbau, auf den heutigen schnelllaufenden Heatset Rollenoffsetmaschinen ist zu einem großen Problem geworden. Um Qualitätsbeeinträchtigungen der Druckprodukte zu vermeiden, sind häufige Unterbrechungen des Druckprozesses durch Waschzyklen der Gummituchoberflächen notwendig. Während dieser Waschintralle werden ca. 4% des gesamten für den Heatset Prozess notwendigen Papierbedarfs verbraucht. In der BRD sind das jährlich etwa 250 Tausend Tonnen Papier mit einem Wert von etwa 200 Millionen Euro.</p> <p>Ziel des Vorhabens ist, Drucktücher so zu beschichten, dass sie leichter und schneller zu reinigen sind sowie langsamer verschmutzen.</p> <p><i>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</i></p> <p>Anliegen des vorliegenden Projektes ist es, eine Fluorkautschukbeschichtung, die sich auszeichnet durch eine sehr niedrige Oberflächenspannung, -ähnlich der des „Teflons“-, auf handelsübliche Drucktücher aufzubringen. Eine derartige Beschichtung wird von WEROS Technology auf Elastomerwalzen appliziert und von den Westland Gummiwerken unter der Handelsbezeichnung LotoTec vermarktet. Das LotoTec System ist mit dem Innovationspreis 2009 der Deutschen Druckindustrie ausgezeichnet worden. In der Kategorie Druck hat es aus über 50 Bewerbungen den dritten Platz belegt.</p> <p>Die Beschichtung wird generiert mit dem Auftrag des wasserbasierenden Fluorkautschuklatex, seiner Trocknung und anschließenden thermisch initiierten Vernetzung</p> <p>Schwerpunkte der Aktivitäten dieses Projektabschnittes bestanden in</p> <ul style="list-style-type: none"> der Entwicklung eines universellen Haftvermittlerkonzeptes der Optimierung der Auftragstechnik der Optimierung der Farbe auf die Farbübertragscharakteristik der Beschichtung der Entwicklung eines Trenn- oder Lösemittels, das über den Feuchtmittelkreislauf über die Platte auf das Gummituch dosiert wird Untersuchungen zu den Mechanismen des Negativaufbaues <p>Zentrales Arbeitsmittel zur Beurteilung einer Beschichtung, Farbe oder Trennmittels ist der Druckversuch auf der hauseigenen Speedmaster 52, indem systematisch eine bestimmte Anzahl Bogen gedruckt werden. Lösungen, die hier geeignet erscheinen, werden in einem nächsten Schritt auf der Laborman bei manroland Augsburg und / oder bei Mohnmedia in der Produktion getestet</p>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt ● An der Bornau 2 ● 49090 Osnabrück ● Tel 0541/9633-0 ● Fax 0541/9633-190					

Ergebnisse und Diskussion

Die Ziele dieses Projektabschnittes sind erreicht worden.

Für unser Latex Beschichtungssystem ist ein Haftvermittlerkonzept entwickelt worden, mit dem wir auf allen elastomeren Substraten, d.h. allen handelsüblichen Drucktüchern, Haftung realisieren, die industriefest ist.

Es ist eine Auftragstechnik in diesem Projektabschnitt realisiert worden, die eine effiziente Beschichtungsproduktion erlaubt.

Die Untersuchungen zusammen mit dem Farbhersteller Hostmann und Steinberg haben ergeben, dass es Farbeinstellungen gibt, die von unseren glatten Oberflächen in dünneren gleichmäßigeren Filmen übertragen werden und dabei in Farbtoleranz bleiben.

Die Arbeiten zu dem Trennmittelzusatz für das Gummituch haben gezeigt, dass es Emulsionen gibt, die den Negativaufbau in seinem zeitlich Verlauf um 30% verzögern können und die auch auf standardmäßigen Gummitüchern funktionieren. Hier steht der Praxisversuch an, wobei zu dessen weiterer Optimierung aktuell noch Versuche durchgeführt werden.

Die Arbeiten zu den Mechanismen des Negativaufbaues haben Ergebnisse erbracht, die einerseits die Komplexität der Vorgänge weiter aufgezeigt haben, die aber auch systematische Ansätze erlauben, die Problematik an ihren einzelnen Faktoren zu behandeln. Der Drucktuchoberfläche und der Rezeptur der Farben kommen eine hohe Bedeutung zu.

Unser Beschichtungssystem ist um die Variante „elektrisch leitfähig“ reicher geworden. Die elektrostatischen Potentiale, die sich während des Rollenoffsetprozesses auf Papierbahn und Drucktuchoberfläche aufbauen, sind enorm und in ihrer Ursächlichkeit keineswegs durchgängig verstanden. In einem ersten Versuch zeigte sich bei Mohn sofort die Relevanz der leitfähigen Oberfläche hinsichtlich reduzierten Aufbaues. Es zeigte sich aber auch hier, dass das Ändern eines Parameters in dem System nicht nur erwünschte sondern auch unerwünschte Folgen haben kann. Diese Drucktuchbeschichtung wirkte deutlich verschleißend auf die farbführende Schicht der Druckplatten.

An der Ursächlichkeit des erhöhten Plattenverschleißes durch diese Oberfläche wird noch gearbeitet. Diese Arbeit findet zusammen mit der TU Chemnitz statt, die ebenfalls über eine Laborman verfügt.

Für die weitere Einführung unserer Oberflächenbeschichtung zur Reduktion der fortdruckbedingten Makulatur ist die Fortführung des Projekts zusammen mit Manroland, Augsburg, geplant. Es soll eine spezifische Reinigungsanlage für diese Oberflächen konfiguriert und untersucht werden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Im Rahmen dieses Projektes sind von WEROS Technology GmbH zwei Patente angemeldet worden. Eines zum Einsatz eines Trennmittels für das Drucktuch gegen den Aufbau im nichtdruckenden Bereich. Eines zum Einsatz antistatischer Drucktuchoberflächen zur Reduktion des Aufbaues.

Fazit

Die Thematik ist komplexer als bei Projektbeginn erwartet. Die Arbeiten haben viele wichtige und wertvolle Erkenntnisse hervorgebracht. Die Relevanz unserer Oberflächenentwicklung ist in diesem Projektabschnitt noch deutlicher geworden. Die Drucktuchbeschichtung steht an zur Markteinführung.

Die Förderung hat zu Erkenntnissen verholfen, die unsere Beschichtungsproduktion insgesamt wirtschaftlich stark vorwärts gebracht haben und die auch zu der Auszeichnung durch den Innovationspreis geführt haben.

Unsere Arbeitsgruppe bedankt sich für die Förderung, die durch die DBU gewährt wurde.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	6
2. Ziel des Projektes	7
2.1 Problem	8
2.2 Aufgabe	10
2.3 Ansatz	11
2.4 Die Umweltrelevanz des Projektes	13
3. Projektbearbeitung	16
3.1 Methoden	16
3.1.1 Drucktest SM52	16
3.1.2 Messung der Oberflächenspannung	18
4. Optimierung eines Haftvermittlersystems	21
4.1 Arbeitsansatz und Methoden	21
4.2 Ergebnisse Haftvermittleroptimierung	22
5. Optimierung der Farbsysteme	23
5.1 Methoden der Farbevaluierung	25
5.2 Ergebnisse der Farbevaluierung	25
6. Entwicklung eines Trenn- und Lösemittelsystems für den nicht drucken- den Bereich	26
6.1 Methodik zur Entwicklung eines Trennmittels auf Silikonölbasis	27
6.2 Ergebnisse der Emulsionsherstellung	29
6.3 Ergebnisse der Druckversuche unter Zusatz von Trennmittlemulsionen	30
7. Weiterentwicklung der Produktions- und Auftragstechniken	34
8. Ungeplanter Projektschritt „Leitfähige Drucktuchbeschichtung“	36
9. Untersuchungen zu den Mechanismen des Negativaufbaues	38
9.1 Untersuchungen zur Struktur der Kautschukmatrix	38
9.2 Untersuchungen zum Einfluss des Farbdesigns, verschiedener Harz Öl Compounds auf den Negativaufbau	42
9.3 Versuche auf der Laborman	48
9.4 Zusammenfassung Mechanismen Negativaufbau	55
10. Fazit	57
11. Literaturverzeichnis	59

Bilderverzeichnis

	Seite
Bild 1	Mit unterschiedlichen Zonen segmentiertes Drucktuch und erzeugter Bogen 7
Bild 2	Mikroskopische Darstellungen vom zuwachsenden Punkt auf dem Drucktuch 8
Bild 3	Schnitt durch ein verschmutztes Gummituch (Hexion / Mohn) 9
Bild 4	Heidelberger SM 102 Tauchwalze, beschichtet 13
Bild 5	Dreiteiliges Gummituch 17
Bild 6	Eigenschaften der drei Zonen 17
Bild 7	Druckplattenkonzept 18
Bild 8	Reinigungsergebnis der drei Drucktuchzonen 19
Bild 9	Haftungsproben und Haftungsergebnis 21
Bild 10	Mikroskopische Vergrößerung der Farbstruktur in den einzelnen Volltonflächen und ihr Helligkeitshistogramm 23
Bild 11	Prinzipien des Energiediagramms des Aufbaues und Bruchs einer Emulsion 26
Bild 12	Ultraschallhomogenisator der Firma Hielscher 29
Bild 13	Prinzipskizze des Rotor Stator Mischers und Ultra Turrax T25 mit Mischkammer der Firma IKA 29
Bild 14	Tabellarische Übersicht Druckbarkeit der Emulsionen und Emulgatoren 30
Bild 15	Diagramm Flächiger Aufbau des Drucktuches DRV (Standard) in Relation zum zusatzfreien Feuchtmittel 32
Bild 16	Diagramm Tonwertänderungen zwischen dem Bogen 500 und 5000 32
Bild 17	Topografie der neuen Auftragstechnik 35
Bild 18	Profilschnitt der neuen Auftragstechnik, Rz ist 6,6 µm 35
Bild 19	Prinzipskizze Farbübertragung 38
Bild 20	Der NBR FKM Verschnitt als Mikrotomschnitt unter dem Transmissions Elektronen Mikroskop 39
Bild 21	Struktur Fluorkautschuk 40
Bild 22	TEM Analysen der Strukturen unserer FKM / CNT Beschichtung 41
Bild 23	Systemzügigkeit der verwendeten Farben in Abhängigkeit der Druckzyklen auf Drucktuchoberfläche 6d 44
Bild 24	Systemzügigkeit der verwendeten Farben in Abhängigkeit der Druckzyklen auf der Standardoberfläche 44
Bild 25	Gummizylinder mit „ungeplantem“ Abriß 47
Bild 26	Versuchsdrucktücher vom oberen Zylinder nach dem Ghosting-Versuch 48
Bild 27	Skizze Druck und Geschwindigkeitsverhältnisse im Nip bzw. Fluid 52

1. Zusammenfassung

Die Verschmutzung des Gummituches im nicht druckenden Bereich, der sogenannte Negativaufbau, auf den heutigen schnelllaufenden Heatset Rollenoffsetmaschinen ist zu einem großen Problem geworden. Um Qualitätsbeeinträchtigungen der Druckprodukte zu vermeiden, sind häufige Unterbrechungen des Druckprozesses durch Waschzyklen der Gummituchoberflächen notwendig. Während dieser Waschintervalle werden ca. 4% des gesamten für den Heatset Prozess notwendigen Papierbedarfs verbraucht. In der BRD sind das jährlich etwa 250 Tausend Tonnen Papier mit einem Wert von etwa 200 Millionen Euro.

Anliegen des vorliegenden Projektes ist es, eine Fluorkautschukbeschichtung, die sich auszeichnet durch eine sehr niedrige Oberflächenspannung, -ähnlich der des „Teflons“-, auf handelsübliche Drucktücher aufzubringen. Davon wird ein langsamer verlaufender Verschmutzungseffekt und ein kürzerer Reinigungszyklus erwartet, also eine signifikante Absenkung des reinigungsbedingten Aufwandes.

Im ersten Projektabschnitt wurde festgestellt, dass die Absenkung der Oberflächenspannung die Problematik allein nicht lösen kann und verschiedene Konsequenzen hat. So waren die Schwerpunkte dieses Projektes

- die Entwicklung eines universellen Haftvermittlerkonzeptes,
- die Optimierung der Auftragstechnik,
- die Optimierung der Farbe auf die geänderte Farbübertragsverhalten,
- die Entwicklung eines Entwicklung eines Trenn- und Lösemittels für den nichtdruckenden Bereich des Drucktuches
- die Untersuchung zu den Mechanismen des Negativaufbaues

Die einzelnen Aufgabenpakete sind mit guten Lösungen abgeschlossen worden. Insbesondere ist die elektrostatische Aufladung während des Druckprozesses als relevant für den Aufbau erkannt worden.

Die Arbeiten zeigen, dass die anstehenden Probleme nicht mit den normalen Oberflächen gelöst werden können und dass an unseren Oberflächen kein Weg vorbei führt. Sie zeigen aber auch, dass eine einzelne Maßnahmen und Änderungen nur beschränkte Lösungen bieten und das System insgesamt aufeinander abgestimmt arbeiten muss.

2. Ziel des Projektes

Ziel des Projektes ist, die Makulatur, d.h. den Papierausschuss, der durch die Notwendigkeit der Gummituchreinigung im Rollenoffsetdruck entsteht, signifikant zu senken.

2.1 Problem

Grund für die Notwendigkeit der Reinigung ist die Verschmutzung des Gummituches mit Farbpartikeln, die sich auf der Drucktuchoberfläche vornehmlich im nichtdruckenden Bereich absetzen, was als Negativaufbau bezeichnet wird. Diese Partikel bauen ggfls. mit Partikeln aus dem Papier und Papierstrich zu teilweise sehr dicken Schichten auf, die die Farbübertragung beeinträchtigen.

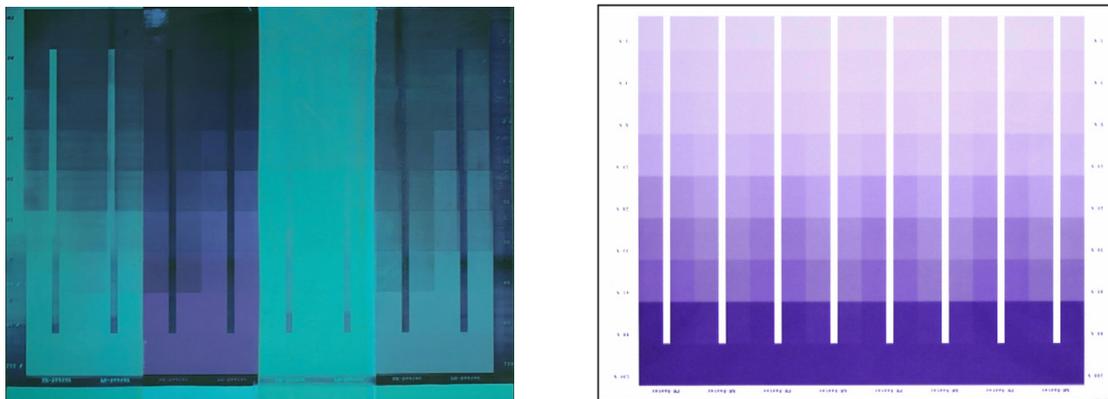


Bild 1: Mit unterschiedlichen Zonen segmentiertes Drucktuch und erzeugter Bogen

Bild 1 zeigt eine Drucktuchoberfläche mit drei Versuchsbeschichtungen und der unbehandelten Referenzfläche nach einem Drucktest und einen in diesem Test erzeugten Bogen. Dort, wo der Bogen Farbe führt, sind alle Zonen des Drucktuches mehr oder weniger sauber. Dort wo der Bogen keine Farbe führt, zeigen sich auf der Drucktuchoberfläche mehr oder weniger hohe Farbrückstände. In der dritten Zone sind kaum Reste zu erkennen.

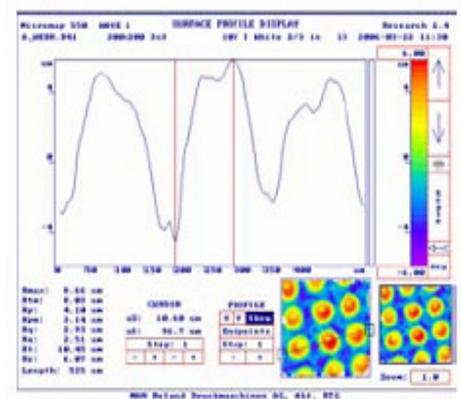
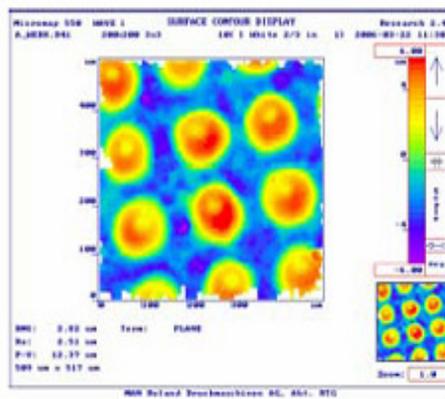
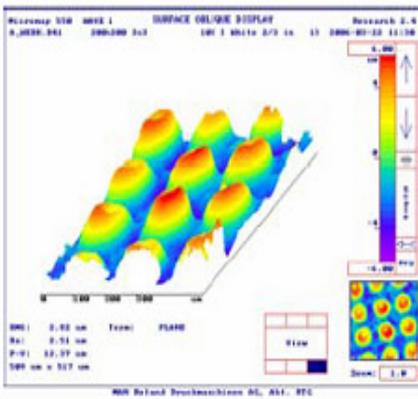
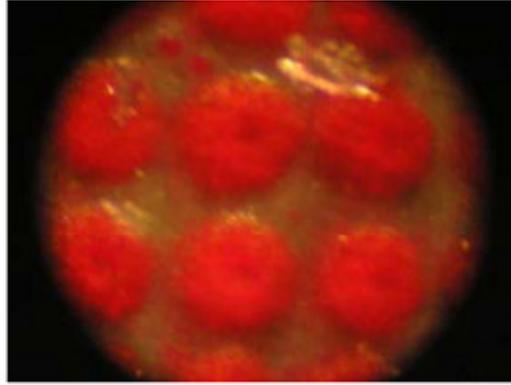
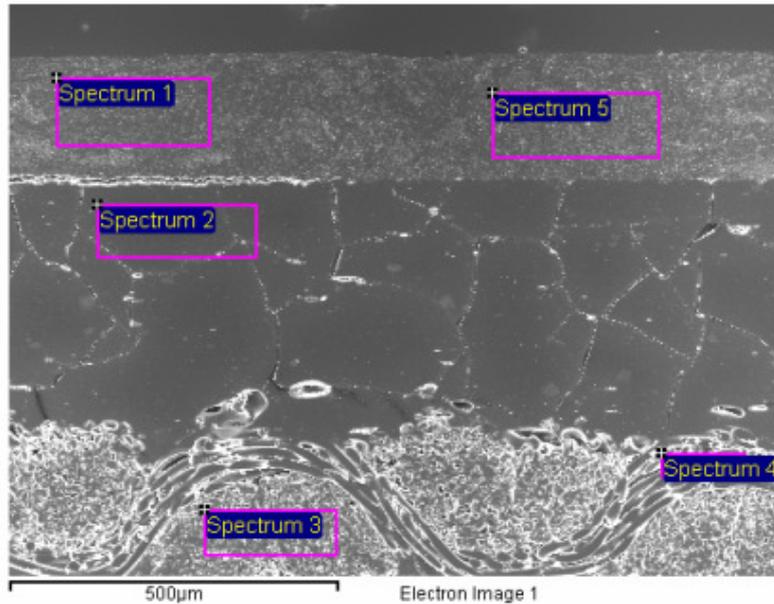


Bild 2: oben Mikroskopaufnahme vom Drucktuch des 10% Rasters, darunter drei Darstellungen derselben Fläche durch das Weißlichtinterferometer

Während des Fortdruckes baut sich um den Druckpunkt antrocknende Farbe auf, die vom Rand her ständig weiter aufbaut. Die Farbe wird nur noch auf der Kuppe, im Krater auf das Papier übertragen. Der übertragene Druckpunkt wird kleiner, es ist der Effekt des verschwindenden Punktes, „Vanishing Dot“ oder des sogenannten Spitzpunktzulaufens.

Bild 3 zeigt eine Rasterelektronenaufnahme eines Schnittes durch ein Gummituch aus der Produktion der Mohn Media mit fortgeschrittenem Negativaufbau im nichtdruckenden Bereich. Die Schicht hat die Stärke von gut 0,15mm.



All results in weight%														
Spectrum	In stats.	C	O	F	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Ti	Cu	Zn	Total
Spectrum 1	Yes	59.08	24.13	1.21	0.11	2.51	2.85	0.59	0.21	7.84		1.48		100.00
Spectrum 2	Yes	79.17	9.11				2.99	6.89		0.21	0.73		0.90	100.00
Spectrum 3	Yes	56.64	42.91						0.45					100.00
Spectrum 4	Yes	66.30	32.56				0.04	0.43	0.67					100.00
Spectrum 5	Yes	59.93	23.48	1.60	0.06	2.52	2.81	0.73		7.34		1.52		100.00
Max.		79.17	42.91	1.60	0.11	2.52	2.99	6.89	0.67	7.84	0.73	1.52	0.90	
Min.		56.64	9.11	1.21	0.06	2.51	0.04	0.43	0.21	0.21	0.73	1.48	0.90	

Bild 3: Schnitt durch ein verschmutztes Gummituch (Hexion / Mohn)

Die Verschmutzung des Tuches führt i.d.R. zu einer Reihe weiterer unerwünschter Effekte wie „Ghosting“, „Mottling“, „Abrissdoublieren“ etc, die die Qualität des Druckerzeugnisses mindern und Anlass geben zur Gummituchreinigung.

Dieser Reinigungsvorgang unterbricht den „Fortdruck“, den kontinuierlich laufenden Druckvorgang. Die Versorgung des Druckplattenzylinders mit den notwendigen Druckliquida wird unterbrochen, die Auftragswalzen von der Platte abgestellt, und der Drucktuchzylinder, das Drucktuch, wird mit Lösungsmittel besprüht. Gegebenenfalls wird bei diesem Vorgang die Rotationsgeschwindigkeit mehr oder weniger abgesenkt. Entscheidend für die Problematik ist, dass während dieses Lösevorganges die gelösten Verschmutzungsprodukte über die Papierbahn abtransportiert werden müssen und diese Papierbahn in den Abfallcontainer gefahren wird. Bis die Verschmutzungen gelöst und abgebaut sind, vergehen 45 bis 60 Sekunden, je nach Reinigungsaufgabe und –programm, und es vergehen weitere 60 Sekunden, bis die unterbrochene Farb-Wasserbalance wieder ins Gleichgewicht gekommen ist. Die verlorene Produktionszeit ist dabei das eher untergeordnete Problem.

Das Hauptproblem ist der Papierverbrauch während dieses Vorganges. Die dabei entstehende Makulatur, d.h. der Papierabfall, wird in den Rotationsdruckereien mit ca. 4% des gesamten Papiereinsatzes angegeben. Dies führt über das Druckvolumen, das mit diesem Druckverfahren umgesetzt wird, zu erheblichen Mengen. Hochgerechnet auf Basis der Zahlen der Mohn Media Gruppe Gütersloh entspricht dieser Ausschuss in der „Heatset“ Branche der BRD jährlich bis zu etwa 250 Tausend Tonnen Papier und 5.500 Tonnen Lösemittel. Allein der Papierwert entspricht etwa 200 Millionen Euro / anno.

Dementsprechend fehlt es auch nicht an Aktivitäten diesem Problem näher zu kommen.

Passoja, Mattila und Sneek untersuchen Mechanismen des Negativaufbaues mit Mikroskop und Kamera während des Druckprozesses [1]. Von der gleichen Arbeitsgruppe, KCL, sowie von Voltaire wird die Messung der Cavitationsgeräusche am auslaufenden Nip, die mit zunehmenden Aufbau heftiger werden, als Kriterium für den optimalen Einsatz des Waschintervalles vorgeschlagen [2], [3]. Die KCL Arbeitsgruppe berichtet von Einflüssen, die verschiedene Papiersorten und unterschiedliche Drucktücher auf den Negativaufbau haben. Hiernach sind glatte gestrichene Papiere kritischer als ungestrichene [1], ältere Gummitücher kritischer als neue [2], weil alte eine zu hohe Oberflächenspannung aufweisen. Die FOGRA führt ein Projekt durch, in dem die Einflüsse der Verbrauchsgüter an der Maschine auf das Negativaufbauen untersucht werden sollen [4].

2.2 Aufgabe

Die Aufgabe, die sich WEROS Technology GmbH vor diesem Hintergrund stellt, besteht darin, über eine spezielle Beschichtung der Drucktücher ihre Oberflächenspannung abzusenken. Dieser Ansatz steht generell in Übereinstimmung mit den Beobachtungen der KCL Arbeitsgruppe [2].

2.2.1 Über die Absenkung der Oberflächenspannung des Drucktuches wird erwartet, dass die erschwerte Benetzbarkeit und die nachfolgende minimierte Adhäsion der Oberfläche zwei Effekte zur Folge hat:

2.2.1.1 Der Prozess der Verschmutzung sollte sich verzögert einstellen. Die Absenkung der Oberflächenspannung sollte eine schlechtere Benetzbarkeit der Drucktuchoberfläche realisieren und damit eine verzögerte, langsamere Benetzung der Adhäsion verschmutzungsaufbauender Elemente. Dieser so verzögerte Verschmutzungsprozess führt zu einer

Reduktion der Makulatur über eine Verlängerung der qualitätsproduzierenden Fortdruckperioden. Die Verlängerung der Fortdruckperioden führt zu einer Reduktion der Reinigungsperioden und damit zu einer Reduktion des Papier- und Lösemittelverbrauchs.

2.2.1.2 Der Reinigungsprozess sollte sich verkürzt darstellen lassen. Die Absenkung der Adhäsion der Verschmutzung zur Gummituchoberfläche sollte sich in einer erheblichen Reduktion der thermodynamisch notwendigen Lösearbeit widerspiegeln. Der Reinigungsprozess sollte mit einem Bruchteil seiner üblichen Dauer vollzogen werden können.

2.3 Ansatz

Weros Technology GmbH hat für Elastomerartikel eine Beschichtungstechnologie entwickelt auf Basis von Fluorkautschuklatex, mit der die Oberflächenenergie entscheidend abgesenkt werden kann.

Der Latex wird dabei auf die Elastomeroberfläche gesprüht in einem dem Lackiervorgang entsprechenden Verfahren, koaguliert auf der Oberfläche und nach Wasserabscheidung und -trocknung wird die Schicht thermisch initiiert vernetzt. Die so erzeugte Beschichtung auf Basis von Fluorkautschuk generiert im Wesentlichen drei für den beschichteten Artikel veränderte Eigenschaften:

2.3.1.1 Eine erheblich reduzierte Oberflächenspannung, die die Benetzbarkeit verschlechtert und die Reinigbarkeit verbessert.

2.3.1.2 Eine erheblich verbesserte Resistenz gegenüber den üblicherweise eingesetzten Druckmedien, was die Beschichtung als Diffusionsbremse und Lebensdauer verlängerer qualifiziert.

2.3.1.3 Eine erheblich reduzierte Oberflächenrauigkeit. Die Oberflächen der zu beschichteten Flächen, die im Falle von Walzen und Drucktüchern in aller Regel durch spanende, schneidende, und reißende Oberflächenbearbeitungen entstanden sind, werden mit einer flüssigen Phase beaufschlagt, die spiegelglatt erstarrt und eine gegenüber dem Substrat signifikant reduzierte Oberflächengröße generiert. In erster Näherung gilt, je geringer die benetzbare Oberfläche ist, desto geringer ist ihr Benetzungs- und Verschmutzungspotential und desto besser ihre Reinigbarkeit.



Bild 4: Heidelberger SM 102 Tauchwalze, beschichtet

2.3.2 Diese Technologie setzt sich zunehmend erfolgreich durch. Unter anderem setzt die Heidelberger Druckmaschinen AG derart beschichtete Tauchwalzen weltweit ein, weil die Medienresistenz der Fluorkautschuk-schicht wesentlich höher ist als die des darunter liegenden Substrates. Die Lebensdauer der damit präparierten Walzen und ihre Reinigbarkeit werden signifikant verbessert. Durch die hydrophobe Oberfläche wird die Problematik der Teilung des Wasserfilmes im auslaufenden Nip zwischen hydrophiler Chrom- oder Keramikwalze und elastomerer Tauch- oder Dosierwalze wesentlich entschärft. Damit entfällt in allen relevanten Fällen die Cording Problematik. Durch die extrem glatte Oberfläche wird ein sehr ebenmäßiger Feuchtmittelfilm erzeugt, der leicht – ohne überschüssiges Wasser -, zu emulgieren ist, was die IPA-Reduktion ermöglicht, b.z.w. Voraussetzung für diese ist.

Vor diesem Hintergrund wurde das System mit dem Innovationspreis 2009 der Deutschen Druckindustrie ausgezeichnet. In der Kategorie Druck belegte es den dritten Platz aus einer Bewerberzahl von über 50.

2.3.3 Das niedrige Niveau der Oberflächenspannung müsste die Adhäsion der das Negativaufbauen initiierenden Farbpartikel so minimal gestalten, dass sich diese Partikel mit größerer Adhäsion zum Papier auf eben dieses begeben – wo sie als Partikel überhaupt nicht stören würden - anstatt auf dem Drucktuch haften zu bleiben und für weiteren störenden Aufbau zu sorgen.

Der Ansatz und das Arbeitspaket des Projektes basiert im Wesentlichen darauf, die vorhandene, entwickelte Beschichtungstechnologie auf das

Drucktuch zu übertragen, um die unter 2.1 genannten Probleme zu lösen.

2.4 Die Umweltrelevanz des Projektes

Die Effekte der Absenkung der Oberflächenbenetzbarkeit des Drucktuches sollten zu einer erheblichen Reduktion des Papier- und Lösemittelverbrauches führen. Wie oben erwähnt, sollten zwei Mechanismen wirksam werden:

Die schlechte Benetzbarkeit führt zu einem verzögerten Verschmutzungsaufbau und somit zu längeren Fortdruckperioden von Waschintervall zu Waschintervall.

Die gute Reinigbarkeit führt zu zeitlich signifikant verkürzten Waschintervallen.

Beide Effekte lassen eine erhebliche Reduktion der fortdruckbedingten Makulatur erwarten. Die Schätzung der Halbierung des Papier- und Lösemittelverbrauches ist vorsichtig und ließe sich allein schon über von 45 Sekunden auf 10 Sekunden verkürzte Waschintervalle realisieren.

Die Heatset Druckerei der Mohn Media Gruppe Gütersloh kooperiert in diesem Projekt und ist sehr daran interessiert, die Projektergebnisse zu nutzen und umzusetzen. Da die Stoffströme dieser Druckerei in einem jährlichen Umweltbericht erfasst und dokumentiert sind und auch weiterhin werden, ist es sinnvoll, sich in diesem Projekt bei der Quantifizierung der Umweltrelevanz auf die in diesen Berichten veröffentlichten Zahlen zu stützen.

Die Hochrechnung auf die Druckbranche der BRD kann mit dem Faktor 25 erfolgen, da Mohn einen Marktanteil im Heatset von 4% hat.

2.4.1 Für den Akzidenzrollendruck werden in dem Bericht 246.143 t Papier ausgewiesen. 4%, entsprechend 9.845 t fortdruckbedingte Makulatur befinden sich in den Papierabfällen, die insgesamt mit 56.291 t ausgewiesen werden.

Alle bisherigen Indikatoren sprechen dafür, dass die fortdruckbedingte Makulatur um 50% gesenkt werden kann. Würde Mohn alle Akzidenzrollenmaschinen mit den neuen Drucktuchoberflächen ausstatten, würde also etwa

5.000 t Papierverbrauch

weniger stattfinden.

2.4.2 Der Reinigungsaufwand korreliert 1:1 mit der fortdruckbedingten „Makulaturproduktion“. D.h., der Verbrauch an mineralölbasierenden 218 to Reiniger, der unter Gefahrstoffen in dem Umweltbericht für 2004 ge-

listet ist, würde unter gleicher Annahme wie oben (alle Maschinen entsprechend ausgestattet) um die Hälfte reduziert werden. Es fielen pro Jahr etwa

100 t Reinigerverbrauch

weniger an.

2.4.3 Der Verbrauch von Isopropanol wird mit 613 t angegeben. Die Wirkung der neuen Oberfläche auf den IPA-Verbrauch ist dreifach. Erstens wird die stark hydrophobe Oberfläche von der Platte an den bildfreien Stellen kein Wasser abziehen, die Platte bringt also mehr Wasser vom Drucktuch wieder „zurück“. Das ermöglicht eine niedrigere Feuchtmitteldosierung, was zu einer stabileren wasserärmeren Emulsion führt und das wiederum zur Folge hat, dass der Alkoholgehalt abgesenkt werden kann. Der zweite Mechanismus besteht darin, dass Alkohol in den Prozessen ganz bewusst noch relativ hoch dosiert wird, um das Negativaufbauen auf dem Gummituch zu unterdrücken. Der dritte Effekt ist, dass die antiadhäsive Gummituchoberfläche weniger Mineralien aus dem Papierstrich löst und weniger Papierfasern rupft, dementsprechend gravierend niedrigere Rückspaltung von hydrophilierenden Substanzen in die Farbeinheit stattfindet, was die Emulsionsstabilität unterstützt und damit ebenfalls Alkoholreduktion ermöglicht.

Die Effekte auf Einsparung lassen sich allerdings nur schwierig quantifizieren, geschätzt wird vom Antragsteller aufgrund der drei geschilderten Mechanismen eine Reduktion um 20%. Unter der schon oben gemachten Prämisse fielen dann im Jahr

120 t Isopropanol

weniger an.

2.4.4 Da während der fortdruckbedingten „Makulaturproduktion“ die energieintensiven Trockner mit den gleichen Parametern betrieben werden wie während der normalen Produktion, ist die Erdgasnutzung mit den neuen Oberflächen günstiger. Hier ist dem Antragsteller zur Zeit problemlos keine Quantifizierung möglich. Da die prozessbedingte Reinigung im Allgemeinen mit erheblich reduzierter Druckgeschwindigkeit gefahren wird, wird vom Antragsteller in vorsichtiger Einschätzung ein prozessbedingter Minderverbrauch von

2% prozessbedingtem Erdgasverbrauch

prognostiziert.

2.4.5 Da die Lebensdauer der Drucktücher durch die Beschichtung verlängert wurde, teilweise um den Faktor zwei, wird der Verbrauch von 22,72 t Drucktüchern im Jahr 2004 gesenkt werden können. Geschätzt

wird ein Minderverbrauch von 25%. Unter der obigen Prämisse würden also

5,5 t Drucktücher

weniger verbraucht werden.

2.4.6 Da die Farbe ohne Adhäsion von einer aus flüssiger Phase gehärteten Oberfläche, die also im Mikro- und Nanobereich sehr viel ebener ist als die durch Reiß- und Schneidvorgänge definierte traditionelle Gummituchoberfläche, kann man davon ausgehen, dass der auf das Papier übertragene Farbpunkt ebenfalls eine glattere Oberfläche hat. Diese Oberfläche hätte einen höheren Glanzwinkel. Daraus leitet sich die Möglichkeit ab, die Pigmentwirkung zu erhöhen, d.h. mit weniger Farbe den gleichen Effekt zu erzielen, wie ihn traditionell übertragene Farbe nur mit einer höheren Masse realisiert. Durch diesen Effekt würde weniger mineralölbasierende Druckfarbe verbraucht. Dieser Effekt ist denkbar, kann derweil aber nicht quantifiziert werden und wird angenommen mit 2% geringerm Verbrauch. Im Falle von Mohn Media wären das etwa

100 t mineralölbasierender Farbe.

2.4.7 Bahnrisse durch klebende Gummituchoberflächen sind im Produktionsalltag keine unbekanntenen Störgrößen. Maschinenparameter, Farbe und vor allem Papierqualität sind darauf ausgelegt, sich weit genug entfernt von diesem quasi größten anzunehmenden Unfall zu positionieren. Die Adhäsivität eines Gummituches spielt in diesen Zusammenhängen eine wichtige Rolle.

In der Ressourcenbilanz wird der Vorteil unserer niedrigen Oberflächenadhäsion erst einmal weniger auffallen als in der Störungsbilanz. Der Vorteil jedoch könnte in einem Folgeschritt genutzt werden. Es wird vorstellbar, die Qualität der Reißfestigkeit der Papierbahn abzusenken. Vielleicht ist es denkbar, Telefonbücher mit diesen Oberflächen auf noch dünnerem Papier zu drucken, oder den Papieren mehr Recyclat beizufügen.

Dieser Effekt kann zur Zeit nicht sicher quantifiziert werden, der Antragsteller vermutet aber, dass hier ein erheblicher Effekt auf die Ressourcenbilanz erzielt werden kann. Die Annahme, dass aufgrund signifikant reduzierter Kräfte auf die Papierbahn die Reißfestigkeitsabsenkung zu 10% abgesenkter Papierbahndicke oder zu entsprechend reduziertem Primärfaserverbrauch führt, führt zu der Annahme, dass der Verbrauch unserer Referenzdruckerei Mohn Media um

25.000 t Primärfaser

möglich wird.

3. Projektbearbeitung

Die Bearbeitung des Projektes konzentrierte sich auf die Bearbeitung der Themenkomplexe:

- Optimierung der Anbindung der Fluorkautschukbeschichtung
- Anpassung der Farben an die Fluorkautschukoberfläche
- Entwicklung eines Trennmittelsystems für den nichtdruckenden Bereich des Drucktuches
- Weiterentwicklung der Produktions- und Auftragstechniken
- Untersuchungen zu den Mechanismen des Negativaufbaues

Die wichtigsten Methoden, mit denen die Variationen dieser Arbeitspakete abgeprüft wurden, bestanden in

- Drucktests auf einer hauseigenen Speedmaster 52,
- externen Drucktests auf der MAN Laborman sowie Maschinen der Mohn Media,
- Kohäsions- bzw. Adhäsionsprüfungen,
- Messung der Oberflächenspannung,
- Messung der Oberflächentopographie,
- Chemischer Analytik, Trennung, Extraktion und anschließender FTIR, GC-MS, ESI, etc. sowie
- Physikalischer Analytik, wie EDX, ESCA, TOF-SIMS

3.1 Methoden

In den einzelnen unterschiedlichen Arbeitspaketen sind entsprechend unterschiedliche Methoden verwendet worden, die dort in dem Bericht beschrieben werden. Die für das Projekt wichtigsten Methoden sind im Folgenden beschrieben:

3.1.1 Drucktest SM52

Ziel der Prüfmethode ist, das Übertrags-, Verschmutzungs- und Reinigungsverhalten von Drucktuchbeschichtungen zu ermitteln und zu dokumentieren.

Dazu wird eine Testform abgedruckt, die im Projektverlauf gegenüber der unter 2.1 gezeigten Form weiterentwickelt wurde

- zugunsten zweifelsfreierer Aussagen vornehmlich in Bezug auf die Zonenschrauben unserer SM 52,
- die Rasterfelder im „lichten Tonwertbereich“ führt wie 0, 1, 3, 5 10 und 100% Flächendeckung, sowie
- im Bereich „viel Farbbabnahme“ Kontrollflächen mit 0, 20, 40, 80 und 100% Flächendeckung und

weiteren Kontrollelementen zum Freilauf- und Zuwachsverhalten. Die Form berücksichtigt, dass das Testdrucktuch in entsprechende beschichtete Zonen sowie eine Referenzzone, das unbeschichtete Tuch mit der Standardoberfläche, unterteilt ist.

Die Form berücksichtigt die Zonenschrauben der SM 52, Kontrollzonen mit viel und wenig Farbabnahme und führt zwei Testzonen für Beschichtungsvariationen aufgrund der vorhanden 16 Zonenschrauben. Dabei liegen die Zonen niedriger oder hoher Farbabnahme der drei Testzonen jeweils nachbarschaftlich nebeneinander, um Effekte unterschiedlicher Farbkonzentration im Übergangsbereich durch Verreibeffekte möglichst niedrig zu halten.

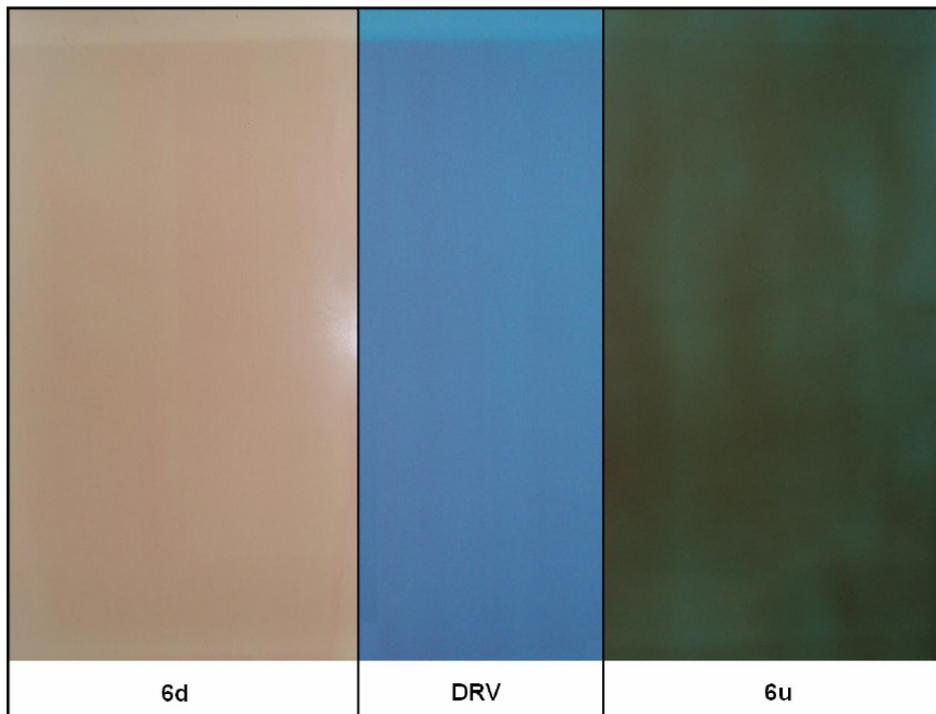


Bild 5: Dreiteiliges Gummিতuch, im Mittenbereich unbeschichtet, rechts und links beschichtet

	6d	DRV	6u
Oberflächenspannung [mN/m]	27,32	31,12	15,78
Gemittelte Rautiefe R_z [μm]	1,55	4,55	1,55

Bild 6: Eigenschaften der drei Zonen

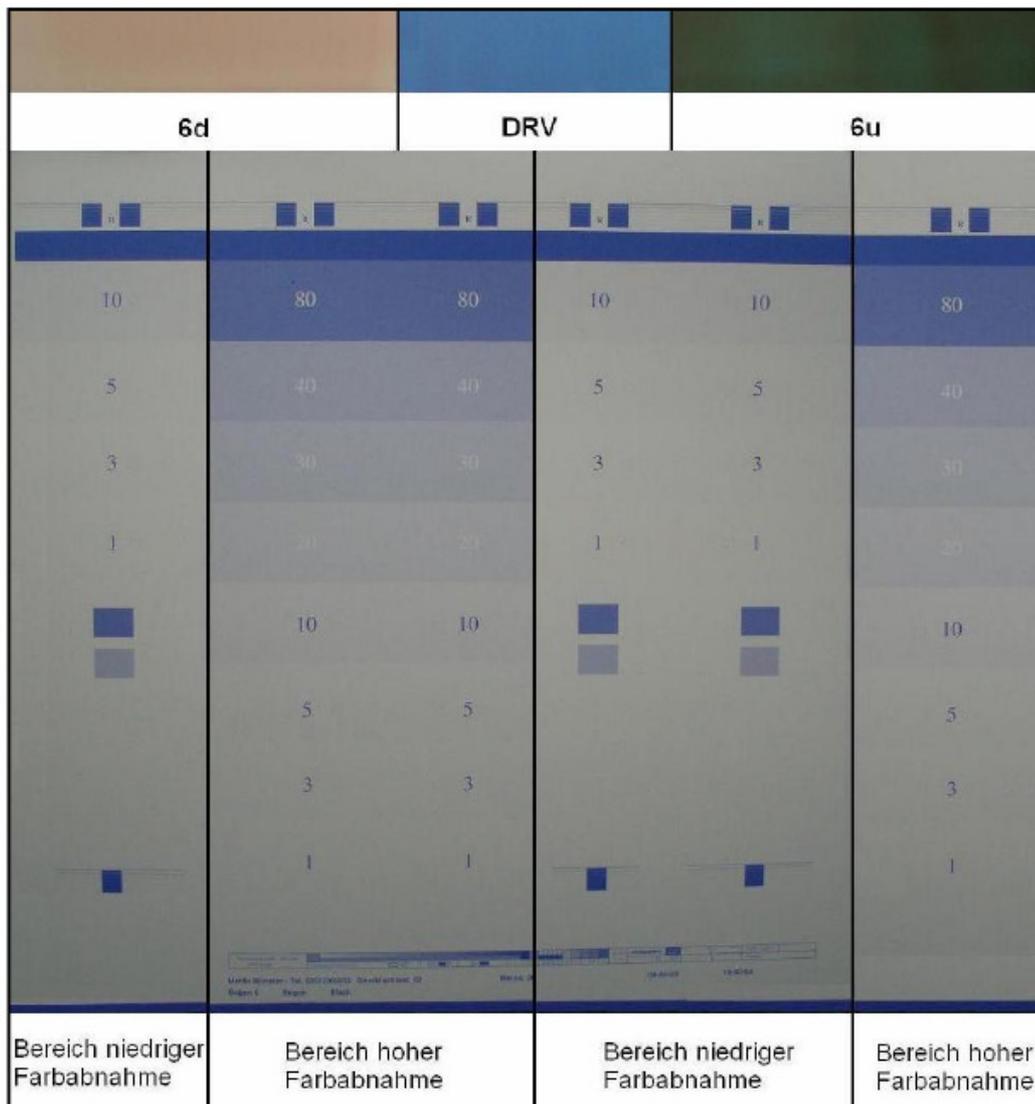


Bild 7: Druckplatte, oben hinterlegt die Zonen des Drucktuches

Gedruckt wird

- mit einer Geschwindigkeit von 7000 Zylinderumdrehungen pro Stunde,
- alkoholfrei mit dem Feuchtmittelzusatz Substifix HD 830 109 der Firma Hostmann und Steinberg,
- weitere Varianten mit unterschiedlichen Zusätzen, Trenn- und Lösemitteln,
- der Heatset Farbe Magenta RolloTherm Brilliant 22 H 1800 der Firma Huber, München,
- weiteren Farben als Varianten
- der Druckplatte Kodak DiTP Gold,
- auf das Papier INAPA BAVARIA 70g/m² von Papier Union,
- mit den Drucktüchern VULCAN 715 Master 1,95 58 523 von Reeves (Versuchsbezeichnung DRV), außen beschichtet mit der Versuchsbeschichtung 6d (beige, NBR / FKM Verschnitt) und 6u

Nach dem Stellen der Farbe, wobei für alle Zonen die Solldichte der Farbe im Vollton verbindlich ist, und der Erzeugung des „Gutbogens“ wird

- die Potentiometerstellung des Feuchtwerkes,
- die Stellung der Zonenschrauben sowie
- die Duktorgeschwindigkeit

protokolliert.

Sodann wird der Feuchtmittelspielraum bestimmt und die Feuchtwerksgeschwindigkeiten (Potistellungen) für den Schmierbogen, Gutbogen und Wassermarkenbogen bestimmt und protokolliert.

Danach wieder auf Feuchtwerksgeschwindigkeit „Schmierbogen“, bis Schmierer einsetzt.

Maschinenstopp, manuelle Reinigung des Gummituches

Anfahren mit Potistellung „Gutbogen“

Nach 500 Bogen werden die ersten Proben gezogen, nach jeweils 1000, 2000, 3000, 4000 und 5000 die Weiteren.

Danach wird im ersten Zyklus ein Waschtest durchgeführt, der auf die Standardoberfläche abgestimmt ist und hier sicherstellt, dass noch ein erheblicher Farbreist vorhanden ist. Die Reinigbarkeit der Versuchszonen wird dann visuell von unserem Drucker relativ zur Standardoberfläche beurteilt. Der Reinigungsvorgang selber wird auf Video dokumentiert.



Bild 8: Reinigungsergebnis eines dreizonalen Drucktuches, links und rechts Versuchsbeschichtungen, im Mittenbereich die Standardoberfläche des unbeschichteten Drucktuches

Nach einem zweiten Druckzyklus, - beginnend mit Anfahren mit Potistellung „Gutbogen“ wie oben beschrieben -, wird die Farbe nach 5000 Bogen auf das Papier „abgeklatscht“, die Farbzufuhr wird abgestellt und die

im Farbwerk vorhandene und auf dem Drucktuch befindliche fließfähige Restfarbe wird auf durchlaufende Papierbogen übertragen, bis kein visuell wahrnehmbarer Farbübertrag mehr stattfindet.

Werden mit dem ersten Druckzyklus die Kontrollbogen und die Reinigbarkeit beurteilt, werden mit dem Zweiten die Kontrollbogen und die Rückstände auf dem Tuch beurteilt.

Die Kontrollbogen werden auf Dichteverlauf in den einzelnen Zonen vermessen und hinsichtlich ihrer Tonwertzunahme und –abnahme über die einschlägigen Methoden mit einem Densitometer der Firma Gretag beurteilt, bzw. den Messgeräten Spectroplate und Spectrodens der Firma Techkon.

Die Drucktests auf der Laborman in MAN Augsburg sind ähnlich strukturiert, verzichten aber aufgrund mangelnder Breite auf die zonale Teilung des Drucktuches und auf die Beurteilung der Reinigbarkeit.

3.2 Messung der Oberflächenspannung

Die Oberflächenspannung der Drucktücher und der Drucktuchbeschichtungen ist von herausragender Bedeutung für ihre Funktionalität.

Die Messung der Oberflächenspannung erfolgt über die sogenannte „Sessile Drop Methode“, die Bestimmung die Benetzungswinkel, die über eine Kanüle aufgesetzte Tropfen, einmal Wasser als polare Flüssigkeit und dann an anderer Stelle Dijodmethan als unpolare Flüssigkeit ähnlicher Viskosität und Verdunstungsrate, mit dem entsprechenden Substrat bilden. Die gemessenen Werte werden in die Young / Good - Gleichungen eingesetzt zur Bestimmung der dispersen und polaren Anteile der Oberflächenenergie der gemessenen Substrate.

4. Optimierung eines Haftvermittlersystems

In der ersten Phase des Projektes wurde festgestellt, dass das bisher verwendete Haftvermittler- / Fluorkautschuksystem nur auf den Tüchern eines Herstellers Haftung hatte. Dieser Einschränkung des Substrates sollte durch die Entwicklung eines universellen Haftvermittlersystems, das auf allen marktgängigen Drucktüchern kovalente Bindungen aufbaut, entgegengewirkt werden.

4.1 Arbeitsansatz und Methoden

Es wurden handelsübliche Haftvermittler, die für Gummihftung verwendet werden, auf Eignung getestet, sowie Einschnitte von dem bei uns traditionelle verwendeten Aminosilan.

Auf das gereinigte Substrat wird der Haftvermittler appliziert, getrocknet, und in Folge das Fluorkautschuksystem aufgebracht. Anschließend wird thermisch initiiert vernetzt

Geprüft wurde die Qualität der Anbindung durch den im Haus entwickelten „Acetontest“.

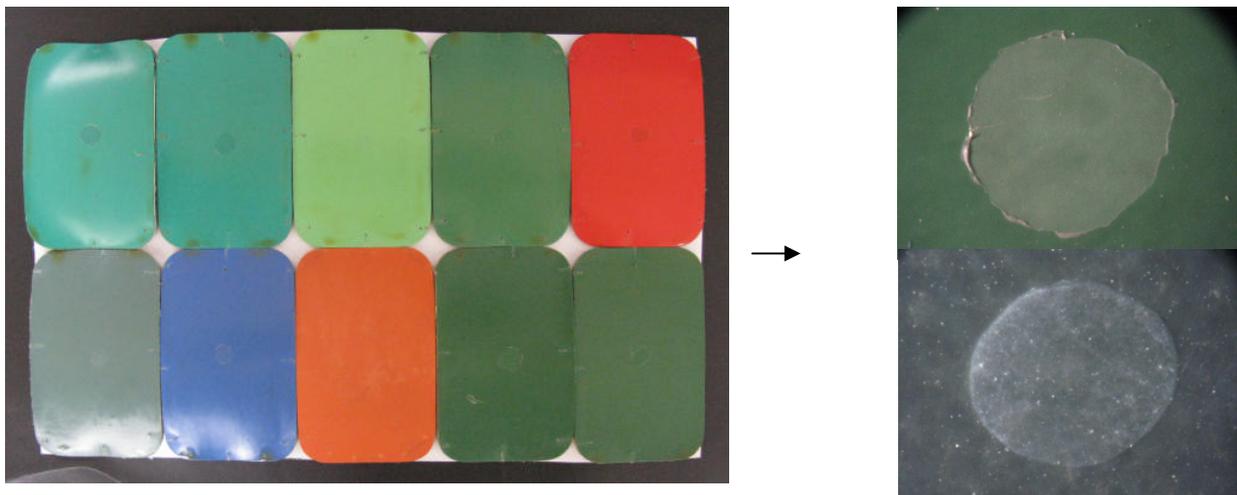


Bild 9: Beschichtete Proben handelsüblicher Drucktücher, rechts nach Acetontest oben „Ohne Haftung“, rechts unten „Mit Haftung“, - nur Quellung -, die reversibel ist

Auf die Beschichtung wird ein Tropfen Aceton gesetzt. Da Aceton ein starkes Lösemittel für Fluorkautschuk ist, diffundiert es in sekunden-schnelle ein und durch die Schicht, und quillt sie erheblich. Nach einer Minute Einwirkzeit wird auf diese Zone eine leicht schiebende Belastung von Hand aufgebracht. Wenn jetzt die Beschichtung nicht kovalent zum

Substrat gebunden ist, dann wird sie durch das Lösemittel vom Substrat „gelöst“ und durch den leichten Schub abgehoben. Solch eine Fehlstelle ist im rechten Teil oben von Abbildung 9 zu sehen.

4.2 Ergebnisse Haftvermittleroptimierung

Das universellste System besteht aus einer ersten Lage des Chemlok Produktes Chemosil 231 G. Diese Produkt hat zu allen geprüften Elastomersubstraten Haftung, allerdings nicht zu dem Fluorkautschuk. Diese Bindung realisiert man, wenn auf die erste Lage Chemosil 231 G eine Schicht aus Chemosil 231 G mit einem Einschnitt des Aminosilans erfolgt und anschließend der Fluorkautschuk aufgetragen wird.

Das Amin reagiert mit dem Fluorkautschuk, das Silan reagiert vermutlich unter Bildung von Ethergruppen mit Komponenten des Chemosils oder weiteren Silanen unter Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes.

Den Acetontest besteht dieses System vor und nach einem tagelangen Walktest auf unserem Walzenprüfstand, bei dem durch dynamische Belastung über 100°C in der Beschichtung induziert werden.

Ein Versagen des Systems ist bislang in keinem Fall speziell auch nicht in der Praxis aufgetreten.

Nachteil ist die Farbe. Das Chemosil 231G ist rußgefüllt und daher ist die nachfolgende transluzente Beschichtung ebenfalls schwarz.

Eine weitere Eigenschaftsänderung zum bisherigen System besteht darin, dass die Chemosil Schicht duromeren Charakter hat, und so die Dehnbarkeit der äußersten Lage hemmt. In Richtung Nipgrund gehen so vor und nach dem Nip Zugspannungen von dieser Schicht aus.

5. Optimierung der Farbsysteme

In Phase 1 des Projektes wurde festgestellt, dass von den ultraglaten Oberflächen, die aus aufgetrockneter flüssiger Phase generiert wurden, ein qualitativ anderer Farbfilm übertragen wird als von den traditionellen in einem Schleifprozess generierten Gummituchoberflächen mit mikroskopischen Berg- und Talstrukturen.

Bei gleicher Dichte im Vollton vollzieht sich der Farbübertrag des traditionellen Tuches mit einer höheren Farbmenge, dokumentiert durch die offeneren Farbzonenschrauben, gegenüber den glatten Oberflächen.

Eine geringere Farbmenge, die durch die glatten Tücher übertragenen wird, generiert für das Densitometer eine vergleichbare Dichte, aber einen divergenten L a b Wert.

Der vom geschliffenen Tuch übertragene Farbfilm hat eine Struktur mit erheblichen Varianzen. Teilweise sieht man unter dem Mikroskop das Weiß des Papiers, stellenweise sehr dunkle „Farbberge“.

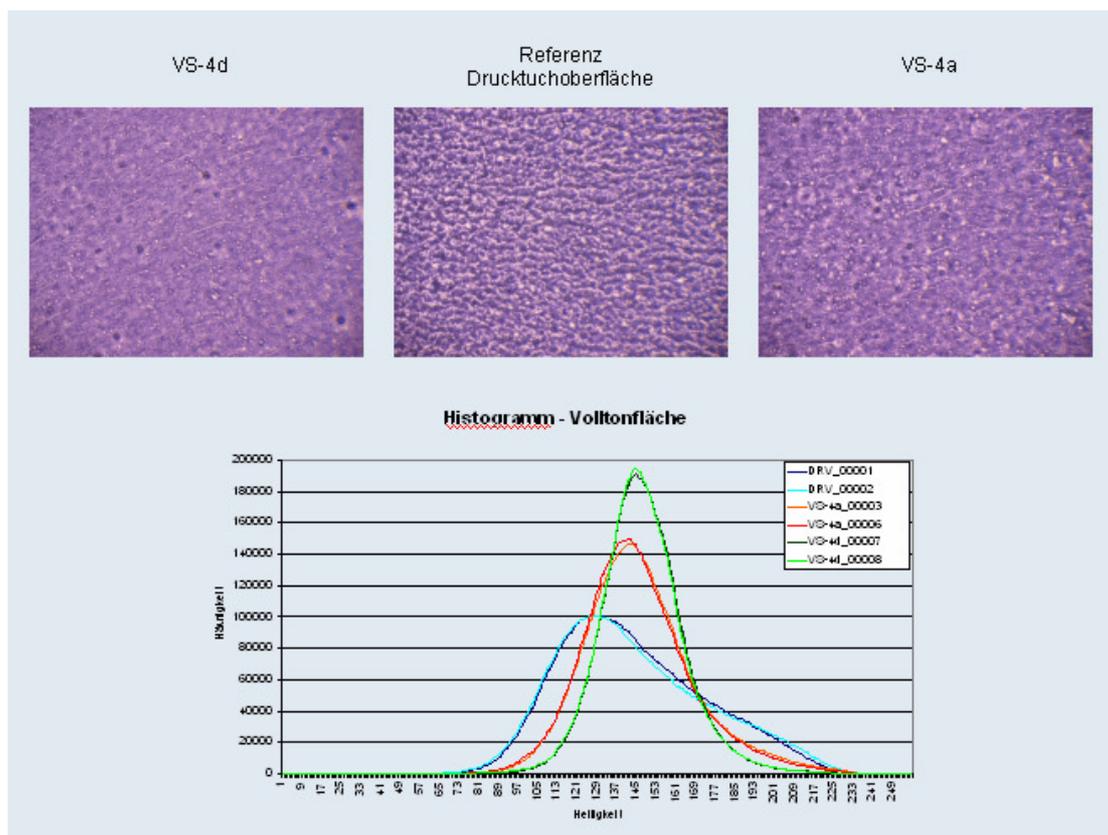


Bild 10: Mikroskopische Vergrößerung (40 fach) der Farbstruktur in den einzelnen Volltonflächen und ihr Helligkeitshistogramm

Die aus flüssiger Phase generierte Oberfläche glättet die Farbübertragung. Die Mikroskopaufnahmen und ihre Auflösung durch ein Histogramm unserer Bildanalyse zeigen: Alle Stellen des Papiers sind relativ gleichförmiger bedeckt. Es gibt weder das extreme Papierweiß noch die extrem dunklen Farbberge.

Die gleichförmigeren Farbfilm der glatten Oberflächen bestehen per Definition – die Zonenschrauben stehen enger – aus weniger Farbe. Dennoch generieren sie für das Densitometer einen gleichen Dichtewert. Für das Auge offenkundig ist, dass der gleichförmigere Farbfilm dunkler ist.

Der Eindruck des Auges, der im Widerspruch zum Densitometer steht, wird bestätigt durch einen divergenten L a b Wert, der prinzipiell einen geringeren b Wert (= geringere Gelbreflexion = dunkler für das Auge) durch die von den glatten Oberflächen übertragenen Volltonschichten widerspiegelt.

Anfänglich dachten wir, die Sättigung der Farbe sei höher und durch die glatten Oberflächen, die auch regelmäßig einen höheren Glanz haben, sei es möglich, mit weniger Farbe zu drucken. Klar und einfach war immer, der höhere Glanz ist Resultat der niedrigeren Oberflächenstrukturen. Zwischenzeitlich wissen wir aber auch, dass Gelbreflexion und Helligkeit oder Sättigung Funktion der übertragenen Farbmenge sind und somit einen ernst zu nehmenden Hintergrund für den Eindruck der von unseren Oberflächen übertragenen Farben abgeben.

Dazu kommt – absolut essentiell -, dass bei gleicher Volltondichte die Tonwertzunahme im Raster der von den glatten Drucktuchoberflächen übertragenen Farbe wesentlich höher ist als die von den geschliffenen. Offenkundig wird von den glatten Oberflächen auf das Papier ein deutlich größerer Farbpunkt übertragen als von den geschliffenen Oberflächen.

Trotz niedriger dosierter Farbe, - bei gleichem Densitometer Volltonwert und niedrigerem b Wert -, ist die densitometrische Tonwertzunahme im Raster durch die von unseren Oberflächen übertragene Farbe höher.

Frage ist, ob der Farbhersteller auf dieses Verhältnis von Fließfähigkeit, Schichtdicke und Pigmentierung mit dem Design seines Produktes reagieren kann.

5.1 Methode der Farbevaluierung

Zu dieser Fragestellung wurde ein Programm erstellt, mit dem unterschiedliche Magenta - Farben eines Herstellers (Hostmann und Steinberg, bzw Huber) im Vergleich gedruckt wurden.

Dabei war im Mittelpunkt so etwas wie die „Elastizität“ der Farbe auf unseren Oberflächen im Vergleich zur rauen Referenzoberfläche zu ermitteln. In welchem Verhältnis stehen L a b - wertänderungen, Volltondichte, Schichtdicke und Punktzuwachs zueinander, bzw. Fließfähigkeit und Pigmentierung der Farbe.

Als erster Punkt wurde die Soll - Dichte der rauen und glatten Oberfläche im Vollton angefahren und L a b Wert im Vollton sowie Tonwertzunahmen im Raster ermittelt.

Danach wurde die Farbdosierung auf eine densitometrische Soll-Dichte im 80% Raster abgesenkt, dabei Volltondichte, L a b Wert und der Punktzuwachs ermittelt.

Die Volltondichte der glatten Oberflächen fällt dabei niedriger aus als die der rauen standardmäßigen Gummituchoberflächen. Deshalb wurde auf den glatten Oberflächen noch einmal die Farbe höher dosiert bis Dichtegleichheit im Vollton zur vorhergehenden Einstellung auf dem rauen Tuch gegeben ist. Gemessen wird dann der Punktzuwachs und der L a b Wert.

Das Messprotokoll einer Farbe befindet sich in der Anlage

5.2 Ergebnisse der Farbevaluierung

Untersucht wurden verschiedene Magenta von Hostmann und Steinberg. Die wesentlichen Ergebnisse sind dargestellt auf beiliegender Tabelle:

		Volltondichte	$\Delta E^* 6d$	$\Delta E^* 6u$	Punktzuwachs 20iger Raster		
					6d	DRV	6u
Hostmann und Steinberg	320135	1,47	2,99	2,72	24	24	28
Hostmann und Steinberg	H22 H20	1,51	3,61	2,22	15	22	20
Hostmann und Steinberg	312985	1,48	3,43	3,37	18	17	20
Hostmann und Steinberg	42 HR 0455T	1,50	3,59	3,71	19	10	18
Hostmann und Steinberg	321468	1,49	3,86	3,71	20	18	20

Die Versuchsfarbe 320135 trifft bei Solldichte auf unseren Beschichtungen schon fast die Farbtoleranz $\Delta E < 2,0$. Die Tonwertzunahme ist zwar hoch, aber das gilt in fast gleicher Weise für das Standardtuch, sodass auf einer Heat Set Maschine die Toleranzen nahezu alle getroffen werden.

6. Entwicklung eines Trenn- und Lösemittelsystems für den nicht druckenden Bereich

In Phase 1 dieses von der DBU geförderten Projektes entstand die Erkenntnis, dass allein über das Absenken der Oberflächenspannung des Drucktuches die Problematik des Negativaufbaues nicht gelöst werden kann.

Die Benetzbarkeit des Tuches muß so hoch sein, dass es Farbe annimmt. Wenn aber Farbe Adhäsion aufbauen kann, kann es lösemittelverarmende, trocknende Farbe erst recht, denn deren Adhäsivität ist größer als die der volllösemittelhaltigen Farbe .

Daraus folgt der Gedanke, über das Feuchtmittel, in Folge über den nichtdruckenden Bereich der Platte auf den nicht druckenden Bereich des Tuches ein Trenn- oder Lösemittel zu dosieren, das den Negativaufbau verhindert.

Der Transport über das Feuchtmittel legt für das Trennmittel die Form einer Öl in Wasseremulsion nahe, die auf dem Drucktuch bricht und der Wirkstoff dann auf der Drucktuchoberfläche spreitet.

Das Energiediagramm für den Aufbau und Bruch einer Emulsion legt nahe, dass das gedachte Prinzip realisiert werden kann.

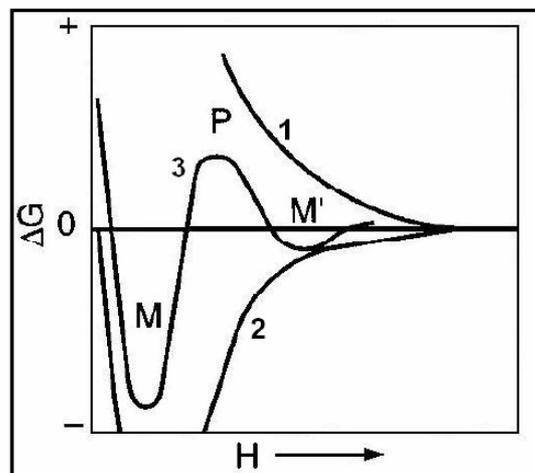


Bild 11: Prinzipien des Energiediagramms des Aufbaues und Bruchs einer Emulsion

Auf der y-Achse ist die freie Enthalpie (ΔG) gegen den Abstand zweier emulgierter Tropfen (H) aufgetragen. Kurve eins repräsentiert den Energiebeitrag von diversen Abstoßungskräften, die von den Tropfen ausgehen, bzw. auf sie wirken. Kurve zwei stellt die Anziehungskräfte zwischen diesen Tropfen dar, vornehmlich van der Waals Wechselwirkungen. Kurve drei stellt das Prinzip der Addition Kurve 1 + 2 dar.

In Bezug auf unsere geplante Anwendung ergeben sich jetzt folgende Interpretationen:

Näheren sich zwei emulgierte Trennmitteltropfen,

- H wird kleiner -,

- sei es bedingt statistisch auf Basis von Zeit oder durch Verdunstung der wässrigen kohärenten Phase,

gelangen sie in das sekundäre Minimum M' der additiven Kurve 3. Dieses Minimum resultiert aus den komplexen Wechselwirkungen aus Abstoßungs- und Anziehungskräften. An dieser Stelle kann es sein, dass die angenäherten Tropfen agglomerieren. Da der Energiegewinn relativ niedrig ist, ist die Stabilität nicht hoch. Durch Scherungseintrag in das System kann sich diese Agglomeration als reversibel darstellen und eine erneute Tropfentrennung erfolgen.

Wird jedoch die Annäherung durch weiteren Energieeintrag wie Temperaturanstieg oder durch Wasserverdunstung begünstigt, wird die Energiebarriere P des Diagramms überschritten, gelangen Agglomeration oder Koaleszenz in einen energetisch total stabilen Zustand, der dem vollständigen Emulsionsbruch entspricht.

Dieser Zustand sollte für unsere Emulsion auf dem Drucktuch erreichbar sein, hat das Drucktuch doch eine wesentlich höhere Temperatur als die Platte und Feuchtmittelkreislauf. Zusätzlich findet in jedem auslaufenden Nip, Platte/letzte Auftragswalze, Platte/Tuch durch Unterdruck Wasserverdunstung statt, Wasserverarmung durch Filmteilung und zusätzlich durch Konvektion auf jedem Zylinder. Zurück bleiben idealerweise die als Trennmittel auf dem Drucktuchzylinder wirksamen schwerer flüchtigen Silikonöle.

6.1 Methodik zur Entwicklung eines Trennmittels auf Silikonölbasis

Der Einstieg in diese Thematik wurde mit handelsüblichen Trennmitteln begonnen, die auf der Druckmaschine in 0,05% und 0,5% auf das Feuchtwasser dosiert wurden. Es wurden etwa zehn Produkte mit dem

unter 3.1 beschrieben Programm durchgeführt. Das beste Resultat kam dabei von der Silikonölemulsion E10 der Firma Wacker.

Da diese Produkte aber nicht für diesen spezifischen Einsatz zugeschnitten sind, wurde versucht, eigene Silikonölemulsionen aufzubauen.

Es wurde eine Reihe Silikonöle von Bayer beschafft, die sich durch ihr Molekulargewicht unterscheiden. Verwendet wurden Baysilon

M3,

M20,

M100,

M500,

M12500 und

M100000.

Die Zahl in der Typenbezeichnung charakterisiert die Viskosität des Produktes bei 25 °C in mm²/s.

Nach Voruntersuchungen einer großen Auswahl von Emulgatoren, die wir auf ihr Emulgiervermögen von Silikonöl und Wasser im Becherglas mit einem Magnetrührer beurteilten, entschieden wir uns für den Einsatz folgender Tenside:

- Servoxyl VPT 3/85, ein anionisches Tensid aus der Gruppe der Phosphorsäureester, neutralisiert mit Natrium

- Servoxyl VEXK 100, ebenfalls ein anionisches Tensid aus der Gruppe der Phosphorsäureester, neutralisiert mit Diethanolamin

Genapol X-80, ein nicht ionisches Tensid aus der Gruppe der Polyglycol-ether

Abilcare 85, ebenfalls nicht ionisch, die oleophile Gruppe besteht im Gegensatz zu den vorgenannten Tensiden nicht in Alkylketten sondern in einer Polydimethylsiloxan Einheit.

Ziel im ersten Durchgang war, genügend stabile Emulsionen zu erzeugen. Dazu wurden die Emulsionen mit dem Ultraschall Homogenisator UIP1000hd der Firma Hielscher und dem Rotor-Stator-Mischer Ultra Turrax T 25 der Firma IKA hergestellt.

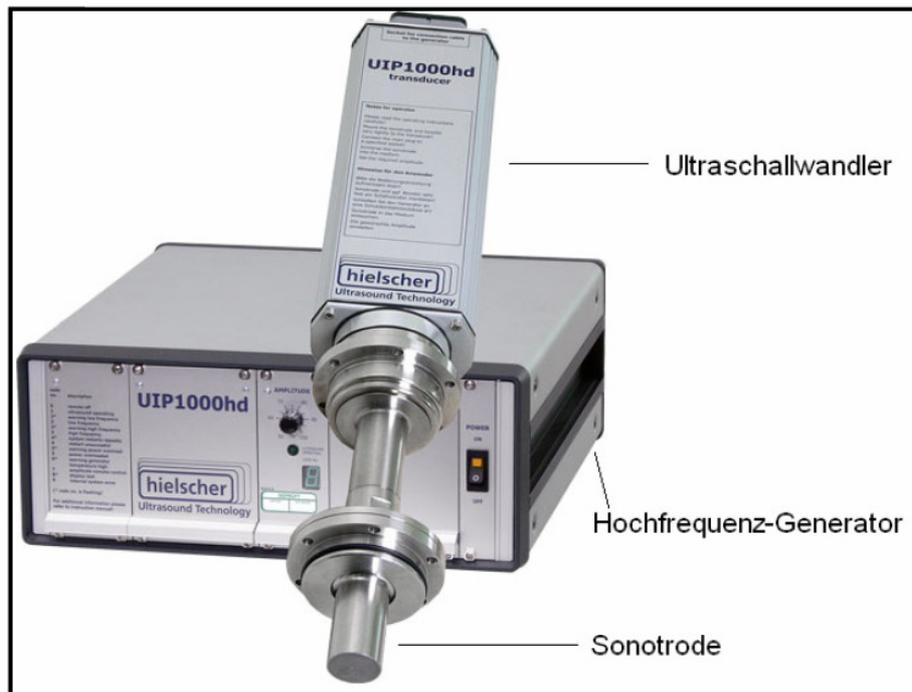


Bild 12: Ultraschallhomogenisator der Firma Hielscher

Im Versuchsplan wurden die Silikonöle mit den Tensiden in unterschiedlichen Anteilen und Wassergehalten variiert und auf verschiedenen Wegen hergestellt.



Bild 13: Prinzipskizze des Rotor Stator Mischers und Ultra Turrax T25 mit Mischkammer der Firma IKA

6.2 Ergebnisse der Emulsionsherstellungen

Je niedriger die Molekulargewichte des Silikonöls sind, desto einfacher lässt es sich in eine stabile Emulsion überführen. Am günstigsten haben sich die Öle M3, M20 und M100 dargestellt unter Verwendung des nicht ionischen Tensids Genapol X-080. M 500 konnte mit dem Abilcare 85 stabilisiert werden. Als Herstellweg mit den besten Ergebnissen hat sich die Herstellung einer Vordispersion der Komponenten Tensid, Wasser und Öl im Ultraschall Dispergator erwiesen, die anschließend im Ultra Turrax weiter stabilisiert wurde. Ohne die Ultraschall Vordispersionen ist

der Ultra Turrax nicht annähernd in der Lage, die erzielten Qualitäten zu realisieren.

Die höher molekularen Öle konnten bislang nicht in derart stabile Emulsionen überführt werden. Dennoch sind in den Drucktests auch einige weniger stabile Emulsionen geprüft worden.

6.3 Ergebnisse der Druckversuche unter Zusatz von Trennmittel-emulsionen

Die Versuche wurden gefahren gemäß dem Prozedere unter 3.1.

In die Auswertung gingen ein

- der Druckkomfort, die Größe und Stabilität des Wasserfensters
- der flächige Negativaufbau, gemessen auf dem letzten Abklatsch des Drucktuches als additive Dichtemessung der einzelnen aufgebauten Rasterflächen
- die Tonwertentwicklung gemessen im Bereich der niedrigen Rastertöne.

Um den Einfluß der verwendeten Emulgatoren abzuschätzen, wurden sie in eigenen Versuchen separat in der Anwendungskonzentration dem selben Testverfahren unterzogen.

Zusatz	Fenstergröße [% Feuchtpotential- einstellung]	Freilaufverhalten [Bögen]	Beherrschbarkeit
Referenz	16	7	++
M3 0,2 Vol%	xxx	xxx	---
M3 0,1 Vol%	8	7	--
M20 0,2 Vol%	16	9	+
M20 0,1 Vol%	18	7	+
M100 0,2 Vol%	16	16	-
M100 0,1 Vol%	16	7	+
M100 0,05 Vol%	22	9	++
M500 0,2 Vol%	16	7	-
M500 0,1 Vol%	16	7	+
Abilcare 85 0,2 Vol%	8	7	-
Abilcare 85 0,1 Vol%	8	8	-
Genapol X-080 0,0125 Vol%	14	7	++

Bild 14 Tabellarische Übersicht Druckbarkeit der Emulsionen und Emulgatoren

In der Tabelle Bild 14 ist die Druckbarkeit der einzelnen Feuchtmittel dargestellt durch

- das Feuchtungsfenster, die Anzahl Potipunkte vom Gutbogen bis Einsetzen von Wassermarken,
- die Anzahl Bogen bis zum Freilauf, und
- die Beherrschbarkeit beim Fortdruck.

Die jeweiligen Emulsionen und Emulgatoren sind in ihrer Dosierung auf die Referenz angegeben.

Nahezu alle Zusätze beeinträchtigen die Druckbarkeit. Ausnahmen sind hier nur das M100 mit niedriger Zusatzkonzentration von 0,05% und der Emulgator Genapol X 80. Offenbar gehen die emulgierten Öle teilweise in die Farbe, brechen dort, und verändern ihr Fließ- und Emulgierverhalten. Dieses Verhalten betrifft vor allem das extrem niedermolekulare Öl M3 und die hohen Konzentrationen der zugesetzten Emulsionen.

Der flächige Negativaufbau wird durch die zugesetzten Silikonölemulsionen teilweise signifikant reduziert, wie in Diagramm 1 dargestellt. Das Diagramm Nr. 1 bezieht sich auf das unbeschichtete Tuchsegment DRV. Die Beschichtungen reagierten auf die zugesetzten Silikonemulsionen noch positiver, d.h. der flächige Aufbau wurde noch deutlicher reduziert, die entsprechenden Diagramme befinden sich im Anhang. Die Balken, die hier in den Negativbereich indizieren, zeigen einen geringeren flächigen Aufbau gegenüber der Referenz DRV an, die mit einem zusatzfreien Feuchtmittel gedruckt wurde.

Insbesondere die Emulsion M20 in 0,2% Konzentration sowie M100 in 0,2 und 0,1% sorgen für geringeres flächiges Aufbauen, reduziert um 20 – 30%. An dem als Emulgator eingesetzten Genapol X 80 kann das nicht liegen, der sorgt eher für eine Zunahme des flächigen Aufbaus wie das Diagramm zeigt.

Unter das Diagramm Nr.1 für den flächigen Aufbau (Bild 15) haben wir Diagramm Nr.2 (Bild 16) gesetzt, das die Tonwertänderung zwischen dem Bogen 500 und 5000 anzeigt.

Idealerweise ändert sich der Tonwert nicht. Eine Tonwertabnahme signalisiert, dass die übertragenen Punkte während des Fortdruckes kleiner geworden sind, „zuwachsen“, was das größte Problem des Negativaufbaues ist.

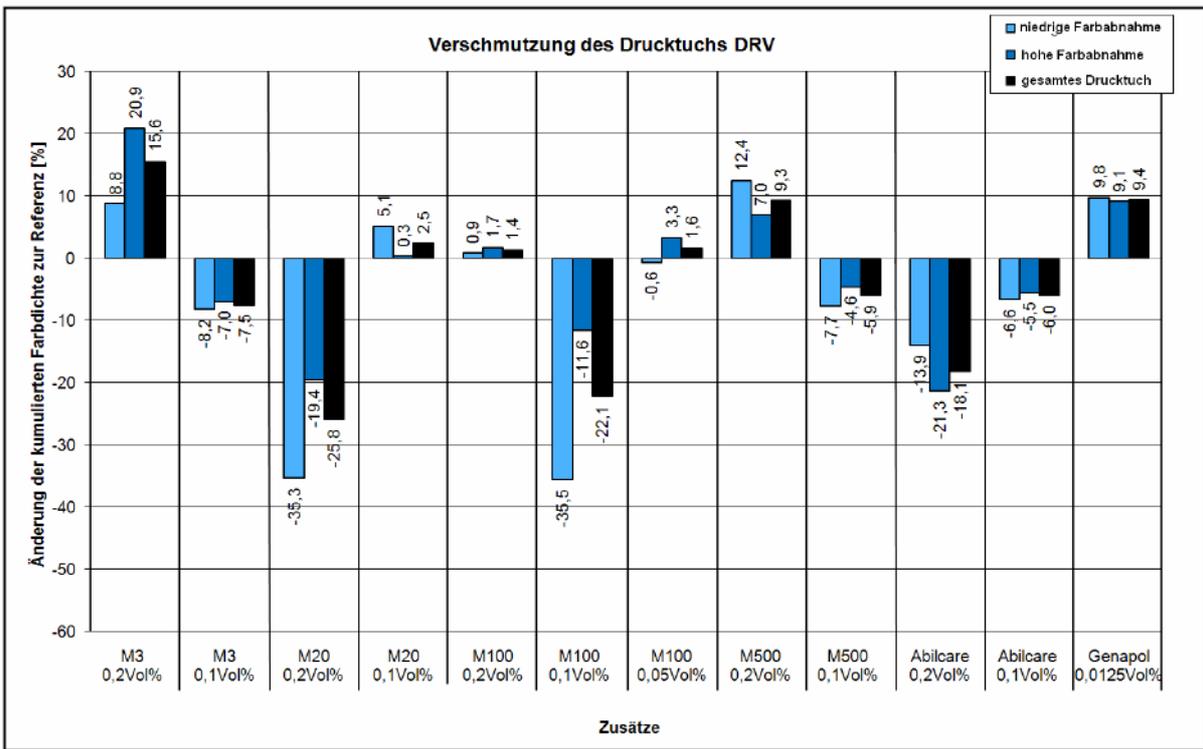


Bild 15: Diagramm Flächiger Aufbau des Drucktuches DRV (Standard) in Relation zum zusatzfreien Feuchtmittel

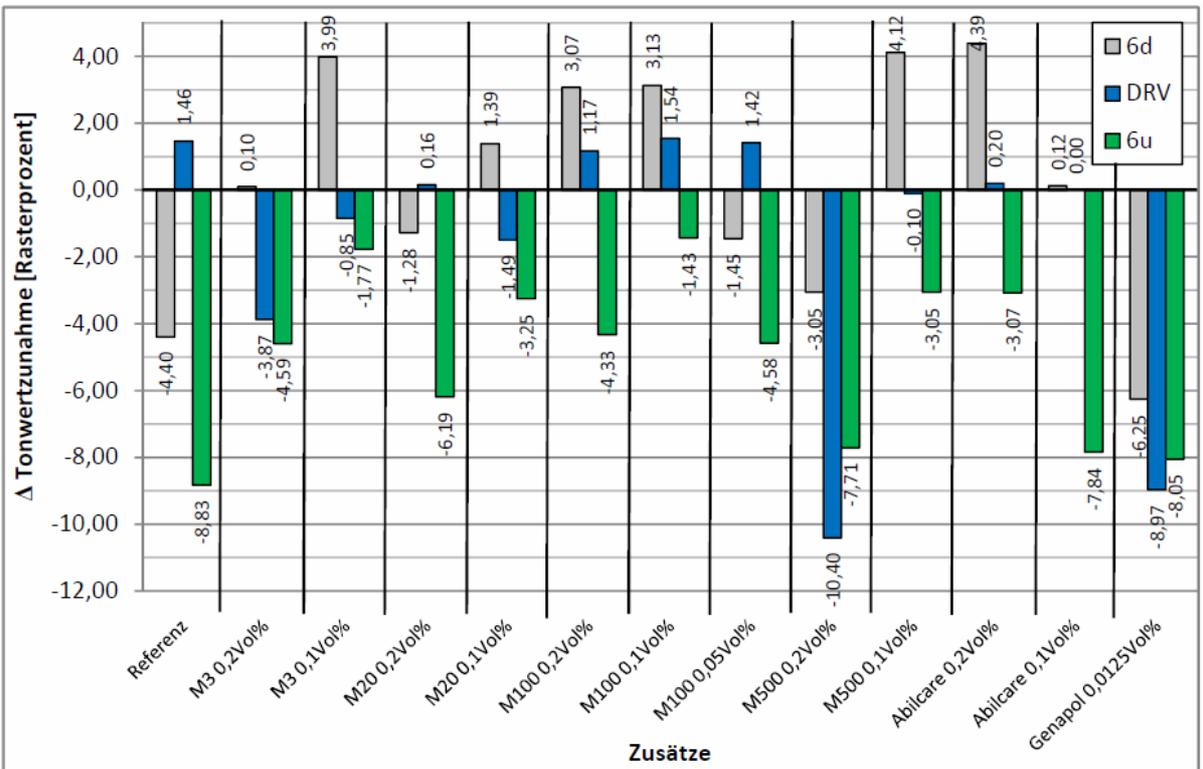


Bild 16 Diagramm Tonwertänderungen zwischen dem Bogen 500 und 5000

Den untereinandergestellten Diagrammen kann man entnehmen, dass der Mechanismus „flächiger Aufbau“ und „Tonwertverlust“ keineswegs immer den gleichen Gesetzen gehorcht.

In den flächigen Aufbau gehen Effekte von Überemulsion, bzw. Farbe-in-Wasser-Emulsion ein.

Es gibt Übereinstimmungen, in denen der flächige Negativaufbau mit dem Tonwertverlust gleichförmig zunimmt, wie etwa bei dem Genapol X080, bei 0,2% M3 und M500. Es gibt aber auch genau Gegenteiliges, etwa bei 0,2 % M20 nimmt die flächige Verschmutzung deutlich ab und dennoch gibt es Tonwertverluste.

Am günstigsten stellt sich M100 mit einer Zusatzkonzentration von 0,1% dar. Das flächige Aufbauen ist deutlich reduziert und die Tonwertverluste ebenfalls. Gleichzeitig hat dieser Zusatz auch günstige Verarbeitungsparameter.

Die Versuche zeigen, dass die zugesetzten Trennmittel oder Emulgatoren sowohl bei den Standardoberflächen wie auch bei den Versuchsbeschichtungen, - reines FKM oder FKM/NBR Verschnitt, eine hohe Ergebnisrelevanz haben.

Die deutlichsten Ausschläge kommen von dem NBR / FKM Einschnitt 6d

Die Versuchreihe zeigt, dass hier Mittel bewegt werden, die ein hocheffizientes Potential zur Reduktion des Negativaufbaues beherbergen. Sie zeigt aber auch, dass das System genau abgestimmt sein muß. Wenige Anteile zuviel oder zuwenig können auch gegensätzliche Effekte hervorrufen.

Um ein industriefestes Trennmittel zuschaffen, werden diese Arbeiten noch fortgeführt. Es wird untersucht, wie sich das Abilcare in den niedermolekularen Silikonölen verhält. Dann steht aber an, mit dem M100 einen Versuch im Feld durchzuführen.

7. Weiterentwicklung der Produktions- und Auftragstechniken

Ein Problem unserer Latexverarbeitung ist der hohe Wassergehalt unseres Ansatzes, den wir benötigen, um einen gleichmäßig verfließenden Film zu bekommen. Die Folgen davon sind jedoch lange Trockenzeiten und die Notwendigkeit, absolut plane Flächen vorzuhalten.

In diesem Projekt wurde versucht, den Feststoffanteil im Ansatz zu erhöhen, was aber Nachteile bezüglich gleichmäßiger Filmbildung und Substratbenetzung bestätigte.

In einer Studie konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Strahlern vor dem Auftrag und direkt nach dem Auftrag die Trocknung signifikant beschleunigt, den Film stabilisiert. Die Vorteile des hohen Wassergehaltes können so beibehalten werden, haben aber den Nachteil eines höheren Stromverbrauches. Kostenmäßig überwiegen aber die Vorteile, so dass wir in der Auftragstechnik diesen Weg weiter verfolgen.

Versuche, in denen dem System Thixotropiermittel zugesetzt wurden, sowohl anorganische wie das WorleeAdd 830, hochreines Smectit, wie auch organische wie Borch Gel LW 44 (HEUR: hydrophobically modified ethylene oxide urethane block copolymer) oder das Byk-420, ein modifiziertes Harnstoffderivat erschweren sofort die Entlüftung des Filmes von eingeschlossenen kleinen Bläschen. Der Einsatz von Thixotropiermittel setzt die Oberflächenspannung des Systems schon hoch und hat dann in Folge, dass Additive zur Entlüftung wiederum zugegeben werden müssen, die ihrerseits weiter die Oberflächenspannung anheben. Der Weg über die Chemie ist auch hier kein Glück.

7.1 Neue Auftragstechnik

Als Königsweg hat sich in diesem Projektabschnitt eine für uns neue Auftragstechnik herausgestellt, und zwar der Auftrag einer extrem reduzierten Menge. Statt des üblichen Filmes befindet sich unmittelbar nach Auftrag ein sehr dünner Tröpfchenfilm auf der Oberfläche, der faktisch nicht verfließt. Auf diesen antrocknenden Tröpfchenfilm wird ein zweiter und ein dritter Tröpfchenfilm gezogen, so dass am Ende ein geschlossener, homogener Film vorhanden ist, der sehr dünn ist.

Der Film ist etwas rauer als unsere bisherigen ultraglaten Oberflächen, aber da die Strukturen alle aus flüssiger Phase generiert wurden, verhalten sie sich noch lange nicht so wie die, die in einem Schleifprozess ent-

standen sind. Die Topographie des Filmes ist dargestellt in Bild 17 und 18.

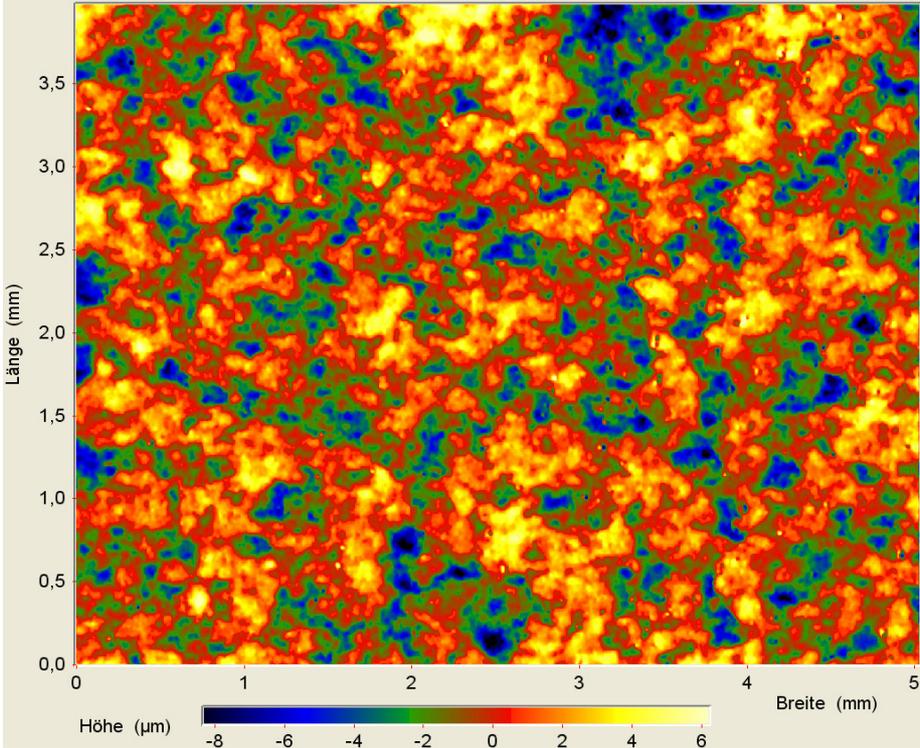


Bild 17 Topografie der neuen Auftragstechnik

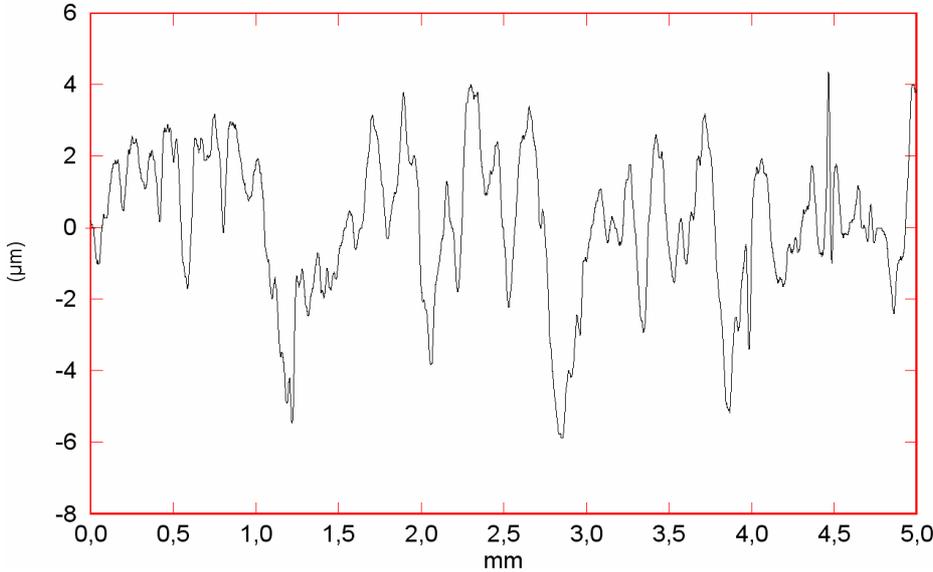


Bild 18 Profilschnitt der neuen Auftragstechnik, Rz ist 6,6 µm

8. Ungeplanter Projektschritt „Leitfähige Drucktuchbeschichtung“

Durch Kontakte zu Prof. Beier, TU Chemnitz, der die These vertritt, dass die elektrostatische Aufladung des Gummituches ursächlich für den Negativaufbau ist, wurde eine elektrisch leitfähige Beschichtung entwickelt.

Der FKM – Latex, unsere obige Beschichtung 6u, wurde aufgemischt mit Carbonnanotubes (CNTs) der Firma Bayer (Baytubes).

Der spezifische Widerstand lag bei 10^{-2} Ohm x Meter, was im Bereich gut leitfähiger Elektrolyte liegt. Elektrostatische Potentiale können sich auf einer derartigen Oberfläche unmöglich halten.

8.1 Ergebnisse des Feldversuches „Leitfähige Drucktuchbeschichtung“

Die bei Mohn auf der Telefonbuchdruckmaschine FO 44, Lithoman 4, verwendeten Kinyo Drucktücher wurden beschichtet mit dem in diesem Projekt entwickelten neuen Haftvermittlersystem, - Chemosil 231 G / Aminosilan -, und mit oben erläuteter leitfähiger Beschichtung beaufschlagt.

Die Performance hinsichtlich Negativaufbau war noch von keinem Versuch auf dieser Maschine so gut wie der mit diesen Tüchern

Furchtbares Resultat dieses Versuches allerdings ist, dass diese Beschichtung die farbführende Schicht der Platte um den Faktor 3 schneller abträgt als das Standardtuch. Die farbführende Schicht, die auf der eloxierten Aluminiumoberfläche der Platte aufgebracht ist, vernetzter Novolak, eine Phenolharzvariante, wird in diesen Versuchen massiv schneller abgetragen als von den Standardoberflächen.

Es gab, und vielleicht gibt es sie auch noch, erheblich viele Bedenkenträger und Zweifler an der Abrasionsbeständigkeit unserer Beschichtungen. Damit hatten wir nie ein wirkliches Problem. Jetzt haben wir ein gravierendes Problem: Offenbar zerstört unser angebliches Sensibelchen binnen kurzer Zeit gestandene, langjährig im Offset bewährte Oberflächen.

Sicherlich macht es keinen Sinn, die Verschwendung des einen Rohstoffes durch die eines anderen auszutauschen.

Die essentielle Frage jedoch ist die, wie kommt der beschleunigte Plattenverschleiß durch unsere Oberfläche zustande?

Während der vielen Versuche, die wir bislang bei Mohn gefahren haben mit unseren Beschichtungen, ist das Phänomen Plattenverschleiß noch nicht beobachtet worden. Wir gehen davon aus, dass der jetzt beobachtete Verschleiß seine Ursache in der spezifischen Ausstattung der Beschichtung mit Carbonnanotubes hat.

Auf alle Fälle gab das positive Ergebnis bezüglich Negativaufbau Anlass für eine Patentanmeldung, die am 30.10.2009 eingereicht wurde, in der wir uns den Nutzen über den Abbau der elektrostatischen Potentiale beim Rollenoffset unter anderem durch den Einsatz leitfähiger Gummitücher haben schützen lassen.

9. Untersuchungen zu den Mechanismen des Negativaufbaues

Im Arbeitspaket für dieses Projekt befanden sich Aufgaben aus der ersten Projektphase. Via Analytik sollte beim Deutschen Institut für Kautschuktechnologie die Struktur unseres in der ersten Projektphase entwickelten Fluorkautschuk - Nitrilbutadien Verschnittes geklärt werden. Die mit Hexion in der ersten Projektphase begonnene systematische Untersuchung von 14 verschiedenen Farben sollte mit Prüfbau weiter ausgewertet werden. Sodann sind auf der Laborman in Augsburg Versuche zum Abrißdoublieren und Ghosting gefahren worden, die in diesem Kontext erläutert werden.

9.1 Untersuchungen zur Struktur der Kautschukmatrix

Um die hohen Tonwertzunahmen zu „bremsen“, die sich zu Beginn der Farbübertragung auf unsere Tuchbeschichtung mit der extrem niedrigen Oberflächenspannung einstellen, wurde erfolgreich NBR-Latex in den FKM-Latex eingeschnitten.

Das Modell dazu wurde in Bild 19, Skizze 4 dargestellt:

Prinzipiskizze zur Farbübertragung von Platte auf Drucktuch

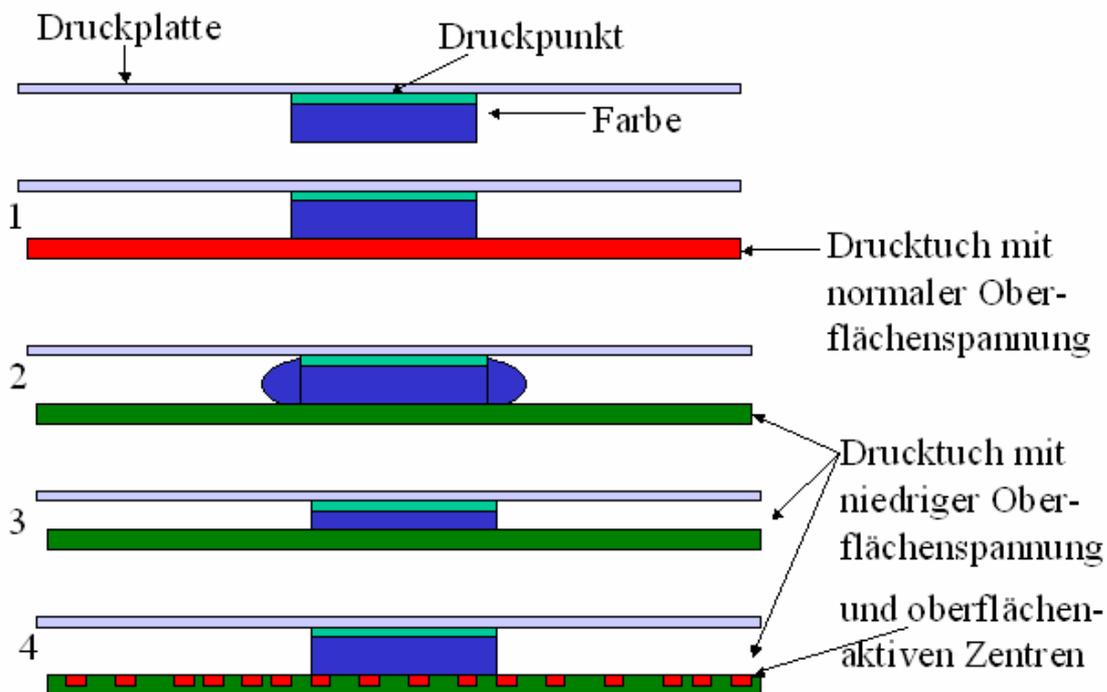


Bild 19: Prinzipiskizze Farbübertragung

Diese eben rot dargestellten aktiven Zentren findet das DIK mit dem Transmissions Elektronen Mikroskop, ähnlich wie wir sie vermutet hatten. In der TEM Analyse sind die NBR Phasen schwarz , die FKM Phasen hell

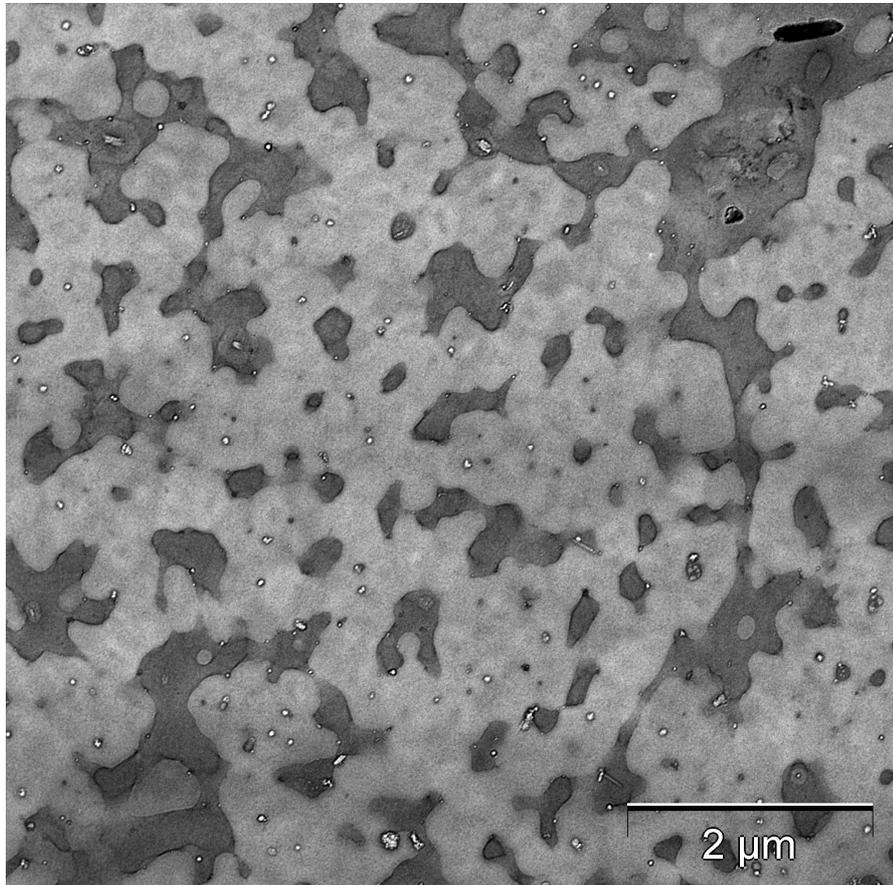


Bild 20 : Der NBR FKM Verschnitt als Mikrotomschnitt unter dem Transmissions Elektronen Mikroskop

Vom DIK wurde der Mengenanteil der dunklen Phase über Bildanalyse mit 30% bestimmt, was genau dem mengenmäßigen Anteil NBR im Verschnitt entspricht. Die NBR Phase ist überaus feindispers in der FKM Matrix verteilt. Eine derartige Verschnittqualität ist nur über den Verschnitt in der Latexphase realisierbar, in der Festkautschuk Technologie wäre das so nicht möglich.

Man kann sich gut vorstellen, was wir in dem Modell gefordert haben, dass die aktiven NBR Inseln die Farbe beim Spreiten hindern, dass aber das Lösemittel die Rückstände über die FKM Phase mit der niedrigen Oberflächenspannung schnell erreicht und dann auch die NBR Phase schnell reinigen kann.

Bei der Betrachtung der FKM Phase fielen die globularen Strukturen auf. Die wurden an reinem FKM noch einmal analysiert und in Bild 21 dargestellt:

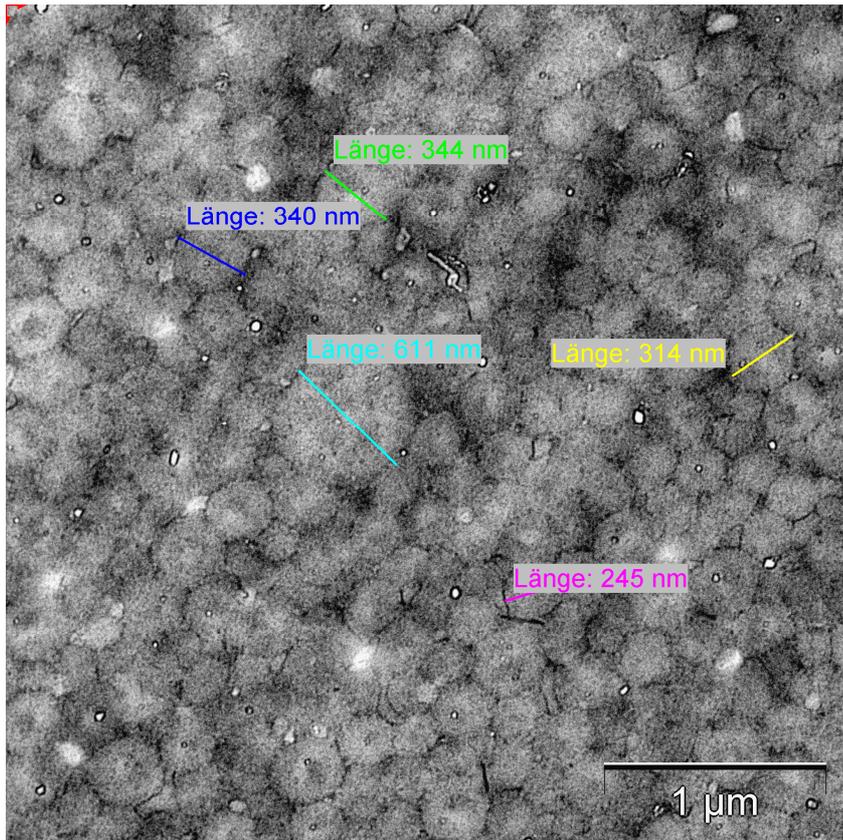


Bild 21 Wie „Froschlauch“ ist der reine FKM strukturiert. Das Polymerisationsverfahren führt zu den globularen Gelpartikeln

Vom DIK wurden die Globulare vermessen. Für uns sind aus diesen Untersuchungen zwei wichtige Erkenntnisse gewonnen worden.

- Die uns vorher so nicht bekannten Strukturen stellen Anforderungen an die Mindestgröße von Scherspalten, damit sie nicht bei der Verarbeitung in der flüssigen Phase vorzeitig koagulieren.
- Die Gelpartikel stellen sicher, dass man mit relativ geringen Mengen CNTs gute Leitfähigkeiten erreicht. Die CNTs werden nur an der Oberfläche der Globulare adsorbiert. Die Globulare selbst bleiben stabil, und so muss das Leiterbahnennetzwerk nur an ihrer Oberfläche und nicht über das gesamte Volumen aufgebaut werden.

Bild 22 zeigt die TEM Aufnahme eines Mikrotomschnittes unserer leitfähigen Drucktuchbeschichtung.

- Man sieht die hervorragende Dispersion der Carbon Nano Tubes, realisiert mit dem oben erwähnten Ultraschall Dispergator der Firma Hiescher
- Man sieht das CNT-„Gewebe“, dessen einzelne Fasern Berührungsknoten aufbauen und so die Leitfähigkeit des gesamten Compounds realisieren.

- Man sieht aber auch die Validität und Strukturen der globulären Gelpartikel des FKMs

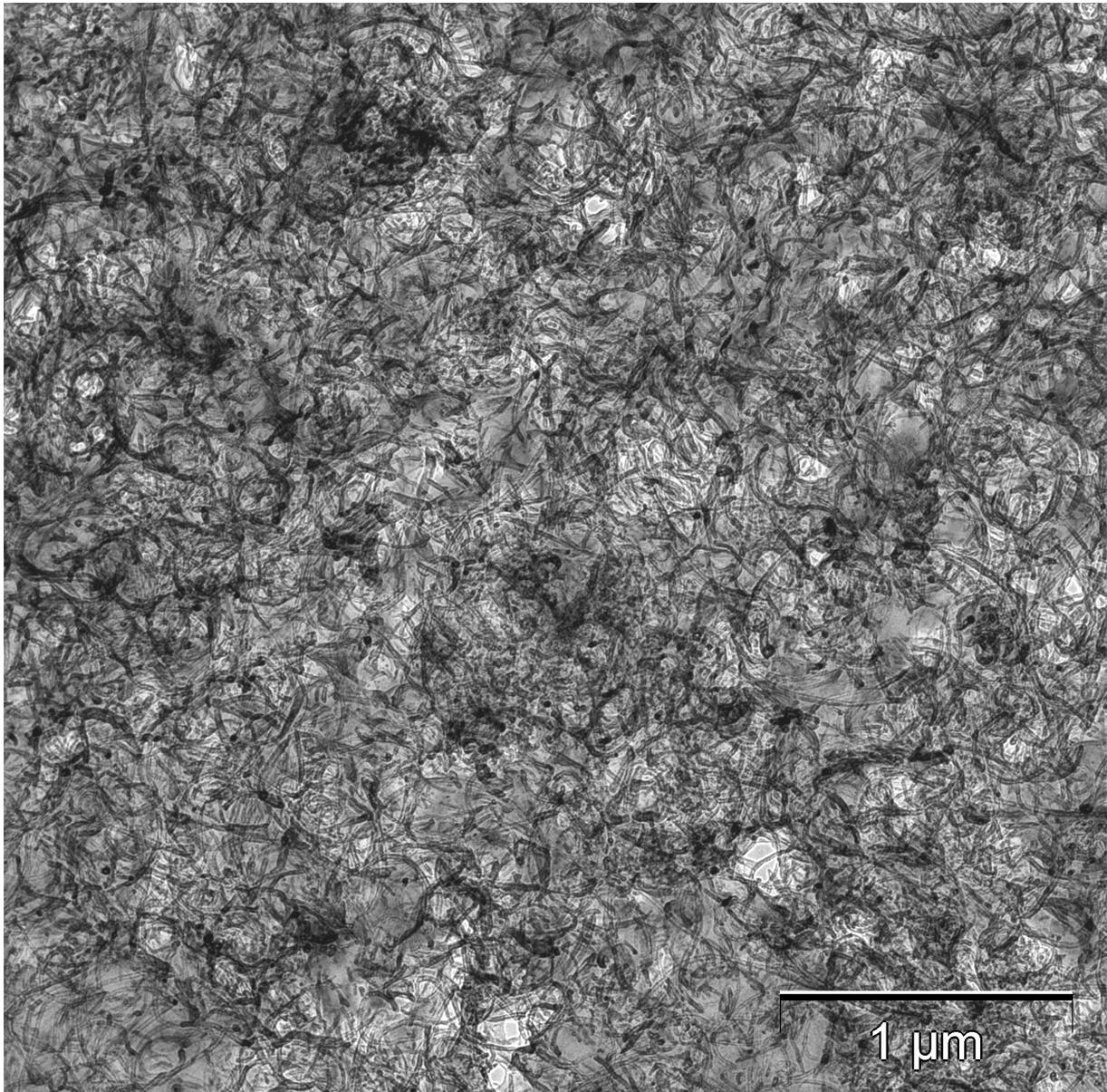


Bild 22 : TEM Analysen der Strukturen unserer FKM / CNT Beschichtung generiert aus der Latexphase. Aufnahmen von Frau Gabriele Schwerdt, DIK Hannover

9. 2 Untersuchungen zum Einfluß des Farbdesigns, verschiedener Harz Öl Compounds auf den Negativaufbau

In Projektphase eins wurde mit der Firma Hexion, Hersteller von Harzsystemen, die in den Farben als Binder verwendet werden, ein gemeinsamer Versuch gestartet. Bei gleicher Pigmentierung und etwa gleicher Viskosität sollten – unabhängig von weiteren Anforderungen an die Farbe, Punkte im gesamten Raum von mehr oder weniger polaren Harzen, Molekulargewichten und Lösemitteln in seiner Relevanz auf das Negativaufbauen untersucht werden. Gleichzeitig sind Praxisfarben, die zu den Modellfarben vergleichbare Binderharze enthalten, in die Prüfungen mit einbezogen worden.

Es ist sehr viel Arbeit darauf verwendet worden, Zusammenhänge im Aufbauverhalten herauszufiltern und diese mit messbaren Eigenschaften der Farben zu korrelieren.

Im Wesentlichen sind die Druckprodukte chronologisch pro Versuchsdurchgang auf Tonwertentwicklung in den einzelnen Kontrollelementen, Rastertönen densitometrisch, bzw. mikroskopisch vermessen worden.

Weiter sind die Drucktücher und Drucktuchzonen nach „Abklatsch“ (siehe 3.1) densitometrisch auf Farbakkumulation in den einzelnen Kontrollelementen / Rasterflächen vermessen worden. Für den „flächigen Farbaufbau“ wurden die einzelnen Rasterwerte summiert und dieser Summenwert ging in die Bewertung ein. Festgehalten wurde, in welchem Rasterfeld das Maximum des Farbaufbaus befindet, dies bislang aber keiner hier dargestellten Analyse unterzogen. Ebenso wurde zwar der Linienaufbau am Rand der Vollfläche vermessen, aber auch hier ist keine einfache Korrelation gefunden worden und nach aufwendigeren ist nicht geforscht worden.

Die Messergebnisse Tonwertverlust und „flächiger Aufbau“ wurden entweder als Zahlenwerte übernommen oder sie sind im Schulnotensystem klassifiziert worden. Genauso wurden farbmessische Parameter gehandhabt, die Hexion mit dem Tackometer und dem Viskosimeter ermittelt hat.

Diese Werte wurden dann via Excel unter den Gesichtspunkten der linearen Regression betrachtet.

Eine leichte Korrelation wurde in der ersten Projektphase berichtet zwischen Viskosität und Negativaufbau, dahingehend, je niedriger die Viskosität desto mehr Negativaufbau.

Man könnte zum Verständnis dieses Zusammenhanges vier Mechanismen als Modell benennen: Je niedriger die Viskosität,

- a) desto leichter das Fließen der Farbe über den Punkt mit den schon diskutierten Mechanismen des nachfolgenden Tonverlustes,
- b) desto schneller das Wegschlag- und Antrocknungsverhalten
- c) desto leichter das Vernebeln unter Kavitationsbedingungen
- d) desto leichter das Abspalten in Wasser und Emulgieren

Zur Untersuchung des Wegschlagverhaltens sind alle Farbmuster zu Prüfbau gegeben worden, die sie über das Deltack Gerät gefahren hat. In die Prüfungen einbezogen sind unsere drei unterschiedlichen Gummistrukturoberflächen.

Bild 23 zeigt die Entwicklung der Systemzügigkeit der einzelnen Farben in Abhängigkeit der Überrollungsanzahl auf unserer Oberfläche 6d, dem FKM / NBR Verschnitt. Auffälligste Farbe ist hier die Modellfarbe mit der Bezeichnung NP 3865. Nach vier Überrollungen steigt bei dieser Farbe der Tack erheblich deutlicher und schneller an als der bei allen anderen Farben, erreicht nach 11 Druckzyklen sein Maximum, wonach die Systemzügigkeit wieder sinkt. Diese Farbe hat von allen Farben das schnellste Wegschlagverhalten. In dem Löslichkeits- / Viskositätschart der Firma Hexion markiert diese Farbe das Harz mit sehr geringem Molekulargewicht und bester Löslichkeit.

Dennoch korreliert das Wegschlagverhalten (Zeitpunkt Einsatz Rupfen) gemessen auf dem Deltack Gerät in diesen Versuchen nicht mit den Phänomenen Tonwertverlust oder flächiger Aufbau.

Die farbspezifischen Eigenschaften „Zeitpunkt Einsatz Rupfen“ und „Zeitpunkt maximaler Tack“ vom Tackometer, so ähnlich wie die Messverfahren vom prinzipiellen Ansatz erstmal sind, korrelieren nicht. Der Initialtack beider Messverfahren korreliert demgegenüber relativ gut.

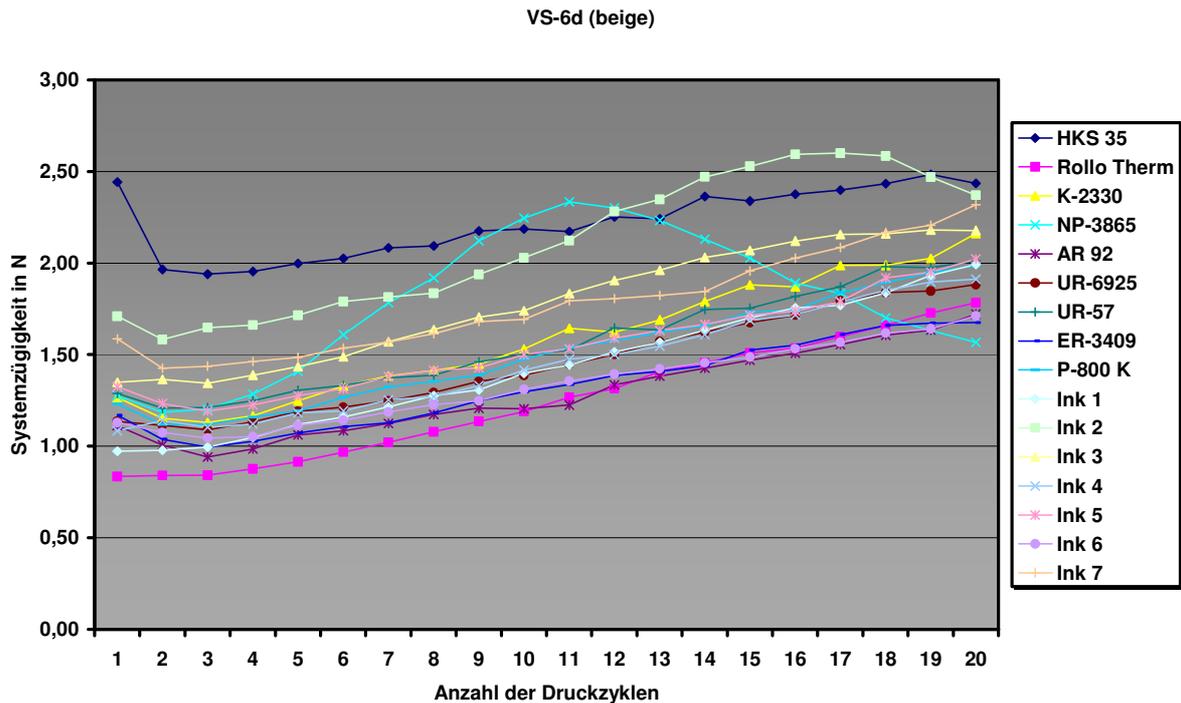


Bild 23 Systemzuegigkeit der verwendeten Farben in Abhaengigkeit der Druckzyklen auf Drucktuchoberflaeche 6d

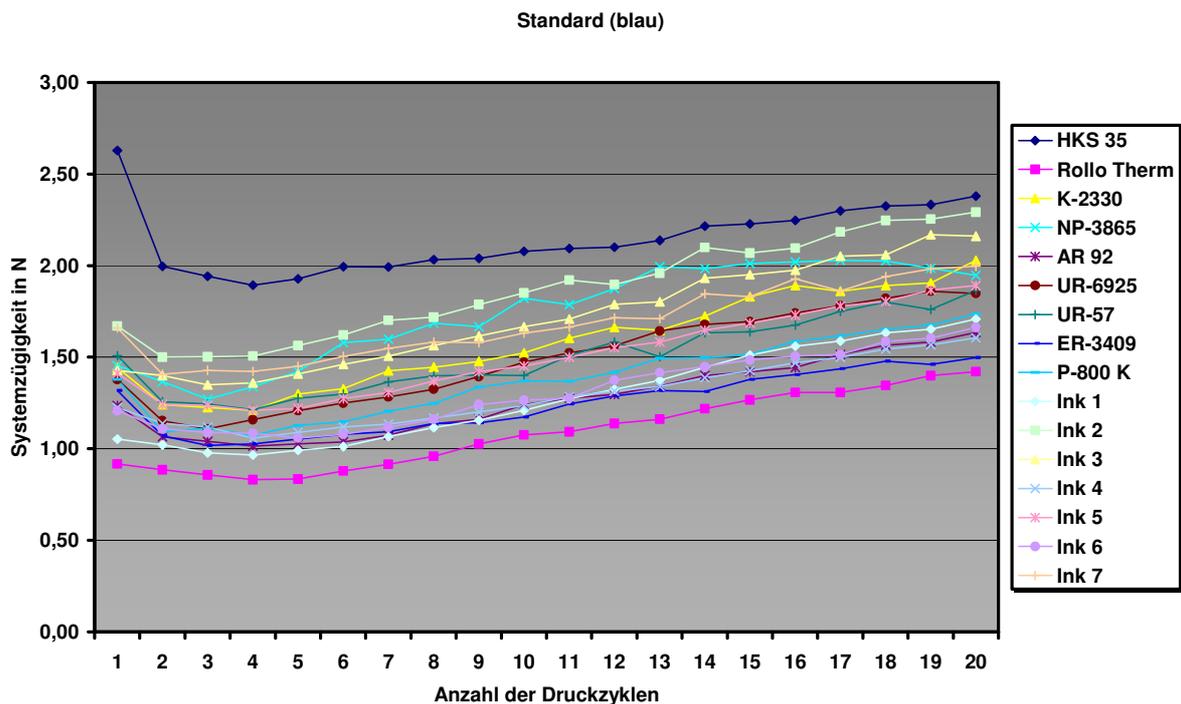


Bild 24 Systemzuegigkeit der verwendeten Farben in Abhaengigkeit der Druckzyklen auf der Standardoberflaeche

Bei den Modellfarben korreliert der flaechige Aufbau gut mit dem Punktzuwachs, genauso gut, wie er mit dem Emulgierverhalten korreliert. So ist bei dieser Farbserie alles in relativ guter Uebereinstimmung mit den Beziehungen, die oben zur Viskositaet genannt wurden.

Dies ist bei den Praxisfarben signifikant anders. Einen Zusammenhang Negativaufbau / Viskosität wie bei den Modellfarben gibt es nicht. Auch keinen Zusammenhang zwischen flächigem Aufbau und Tonwertverlust.

Für den Tonwertverlust bei den Praxisfarben wurde keine sinnvolle Korrelation zu den gemessenen Farbeigenschaften gefunden.

Demgegenüber gibt es eine starke Korrelation zwischen flächigem Farbaufbau und Emulgierverhalten, die wesentlich signifikanter ist als die der Modellfarbenreihe.

In der Modellfarbenreihe wurde in allen Farben das gleiche Pigment verwendet und nur der Parameter Harz variiert. Bei den Praxisfarben variieren nicht nur die Harze, sondern Pigmente, Lösemittel, Verarbeitungshilfsmittel, Herstellverfahren, Rezeptphilosophien etc. Von daher ist auch mit komplexeren Ursache Wirkung Relationen zu rechnen.

Allein Pigmente können schon erhebliche Wirkungen auf das Emulgierverhalten haben.

Von den Farbauftragswalzen, die die gewässerten Zonen der nichtdruckenden Stellen der Platte überrollen, können Farbpartikel abgeschieden werden, die genügend hydrophil umhüllt sind, und in die Wasserphase der Platte abspalten.

KCL hat solche Phänomene mit einer Hochgeschwindigkeitskamera dokumentiert.

Ist die Farb-Emulsion überwässert, hat man mit mehr oder weniger massivem Farbaufbau auf dem Drucktuch im nichtdruckenden Bereich zu rechnen und sogar mit dem Auftreten von mehr oder weniger Farbe im bildfreien Bereich des Produktes. Eine der ersten Regeln, die der Drucker gelernt hat, lautet: Taucht Farbe im Nichtdruckenden Bereich auf, heißt das „Schmieren“ oder „Tonen“, und das wird korrigiert mit der Erhöhung der Wasserdosierung, sprich der Feuchtwerksgeschwindigkeit. Folgt der Drucker in diesen Fällen dieser ersten Regel, wundert er sich darüber, dass das „Tonen“ verstärkt auftritt.

Dies ist aber nicht verwunderlich, als das Auftauchen der Farbe im nichtdruckenden Bereich genau einer Farbe-in-Wasser-Emulsion (O/W-Emulsion) geschuldet ist, die durch die weitere Überwässerung noch gefüttert wird und damit in ihrer Auswirkung verschärft wird.

Die Neigung eines Systems Farbe / Feuchtmittel / Sujet / Maschine und Maschinenführung O/W Emulsionen zu bilden, ist als eigenständiger Faktor zum Negativaufbau auf dem Drucktuch zu berücksichtigen.

Generiert wird die O/W Emulsion im Farbwerk, wirksam wird über den Farbtransport im Wasser des nichtdruckenden Bereich der Platte.

In der obigen Versuchsreihe gibt es Rezepturbestandteile der Farbe, die die Bildung einer Farbe-in-Wasser-Emulsion beschleunigen. Es gibt aber auch welche, die sie nicht beschleunigen oder gar unterdrücken. Hier ist Forschungsbedarf, im eigenständigen Interesse des Naßoffsets,

Alle Farben dieser Versuchsreihe sind über das Deltack Gerät auf ihre Systemzügigkeit geprüft worden. Auf Seite 44 hatten wir Bild 24 mit der Entwicklung der Zugkräfte im Nip zwischen Papier, Farbe und der Oberfläche des Standardtuches unter das Diagramm mit der Tuchbeschichtung 6d, dem FKM / NBR Verschnitt gestellt. Beide Tuchoberflächen haben ähnliche Oberflächenspannungen, aber unterschiedliche Rauigkeiten. Deutlich ist, dass der Kohäsionsanstieg der Farben auf dem rauen Tuch signifikant langsamer verläuft als auf dem glatten

Der Anstieg der Kräfte liegt an der Lösemittelverarmung der Farbe. Offenbar ereignet sich das Wegschlagen in das Papier oder das Verdunsten in die Atmosphäre am glatten Tuch gründlicher und schneller. Die Farbe ist gleichmäßiger und glatter über das Papier verteilt. Beim rauen Tuch liegt die Farbe in den Tälern der Schleifstrukturen und wird hier vor dem Trocknen „geschützt“.

In den allermeisten Versuchen mit den Heatset Farben auf unserer Bogenoffset Maschine hat die Oberfläche 6d einen signifikant stärkeren Tonwertverlust als die Standardoberfläche, da die Viskosität der Heatset Farben á priori niedriger liegt als die der Bogenfarben. Auf einer Heatset Maschine gleicht sich das wieder an.

Aber so hat das Trocknen der Farbe, wie es das Deltack misst, durchaus auch etwas mit den Tonwertverlusten zu tun, wenngleich in diesen Messungen das spezifische Verhalten der einzelnen Farben nicht damit korreliert. Mit den Tuchoberflächen korreliert es. Das ist deckungsgleich mit den Aussagen von KCL, dass das Vanishing Dot Phänomen auf glatten Papieren heftiger auftritt als auf rauen [1].

9.3 Versuche auf der Laborman

Verschiedene Tücher verschiedener Hersteller wurden auf der Laborman mit den oben beschriebenen neuen Oberflächenstrukturen und Haftvermittlern vergleichsweise zu den bisherigen untersucht. Schwerpunkt der Betrachtung war das Verhalten in Bezug auf Abrißdoublieren und Ghosting.

Die Formkonzeption konzentrierte sich daher auf die Provokation von Effekten, bei denen der untere Gummituchzylinder die Papierbahn von ihrer geplanten Laufbahn abweichend nach dem Nipdurchgang nach „unten“ zieht. Dies wird erreicht, indem der untere Drucktuchzylinder eine Volltonfläche überträgt, die klebt, „tackt“ und Zugkräfte auf die Bahn entwickelt, die höher sind als die des oberen Zylinders, der in dieser Situation keine Farbe oder nur leichte Rastertöne überträgt.

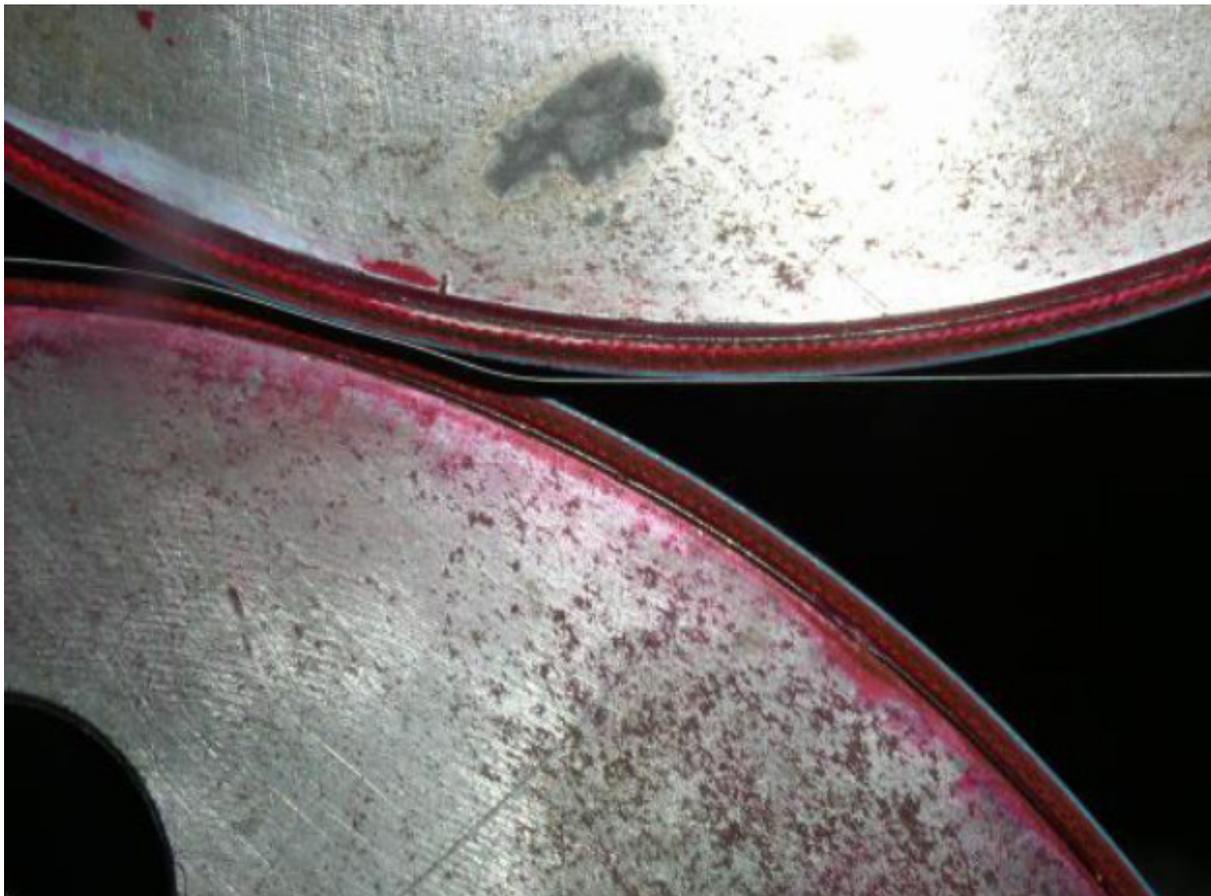


Bild 25 Die Gummituchzylinder stehen verwinkelt, in „1 Uhr Stellung“ zueinander, damit der Abriss durch die Bahnspannung tangential am oberen Zylinder stattfindet. Hier der „ungeplante“ Abriss vom oberen Zylinder. Aufnahme Matthias Heymann, Manroland Augsburg

Es konnte gezeigt werden, dass unsere Beschichtung dieses Abrissdoublieren nicht oder nur sehr wenig hat. Insbesondere fiel hier das Tuch mit dem neuen Haftvermittler positiv auf.

Dieses Tuch zeigt auch kein Ghosting. Die Testform hierfür war ähnlich konzipiert wie die, die von Meder besprochen wurde [10]: Auf dem oberen Zylinder wurden Rasterfelder mit 0,3,5,10,20,30,40 usw % Farbbelegung übertragen und vom unteren Zylinder Kacheln mit Volltonbelegung. „Geistern“ zeigt sich dann auf der oberen Seite des Druckproduktes im Rasterfeld an der Stelle, die über der Volltonkachel liegt. Hier bildet sich die Kachel ab als helles Rechteck, indem die Rasterpunkte dort signifikant weniger Farbe übertragen.

V-Nr		35	37	45	50	51
Drucktuchversion		Conti Dot Star TR	Conti Dot Star TR	Conti Dot Star TR	Alto Plus	Alto Plus
Funktionsbelag		Referenz	7g rauh	S glatt	Referenz	7g rauh
Abbildungen der Drucktücher	40%					
	30%					
	20%					
	10%					
	5%					
	3%					
	0%					
Ausschnitt Kachel FM	10%					
	5%					

Bild 26: Einige der Versuchsdrucktücher vom oberen Zylinder nach dem Ghosting-Versuch, unten einige ausgewählte Kacheln von den Tüchern oben und deren „Eisbecher“-Form

Auf den Tüchern des oberen Druckzylinders kontrastieren die Kacheln, die ja vom unteren Zylinder gedruckt werden, deutlich (Abbildung 26) Ein guter Teil der Farbe, die auf dem bedruckten Papier im Raster fehlt, befindet sich offenkundig hier.

Die am besten kontrastierenden Kacheln befinden sich im Bereich der 10 und 20% Raster, Warum?

Welche Effekte führen zu der Eisbecher Form der ursprünglich quadratischen Kachel in ihrem Negativaufbau?

Der heftigste Farbaufbau in den Rasterflächen ereignet sich im drei und fünf Prozentraster. Warum?

Warum bildet sich im Feld null Prozent Farbübertragung keine negative Kachel auf dem Drucktuch ab?

Die Beantwortung dieser Fragen bringt etwas Licht in das Dunkel der beim Negativaufbau wirkenden Mechanismen.

Offenbar hat der Negativaufbau ganz erheblich etwas mit Farbnebel und Lösemittelverdampfung zu tun, die durch Kavitationseffekte entsteht.

In dem Feld Nullprozent Farbübertragung verhält sich die Farbkachel des unteren Zylinders keineswegs anders als in den anderen Fällen. Sie wird versuchen, die Papierbahn auf den unteren Zylinder zu ziehen. In welchem Maße ihr das gelingt, ist offen. In diesem Fall befindet sich auf dem oberen Zylinder keine Farbe, die durch Kavitation vernebeln könnte, die Unterdrucksituation zwischen Papierbahn und oberem Zylinder entschärfen könnte, und damit aber auch zur negativen Kachelabbildung beitragen könnte. Die Heymannsche Schlaufe (Abbildung 25) entsteht höchstens im Kachelbereich, also seitlich abgeschlossen. In der Situation von Bild 25 hat der Atmosphärendruck ja immerhin seitlichen Zutritt in den Nippbereich, den er mit Schallgeschwindigkeit wahrnehmen würde. Aber diesen Zutritt hat er in der Kachelsituation nicht.

Überschlägig müsste die Kraft, die die Farbe zur Ablösung der Papierbahn vom oberen Farbzylinder benötigt, allein um das dabei entstehende Vakuum zwischen oberem Zylinder und Papierbahn zu überwinden, viermal größer sein als wir die Farbkohäsion in diesem Projekt ermittelt haben. Diese Werte stimmen mit den Deltack Werten überein und auch mit denen, die KCL ermittelt hat.

Zusätzlich zu dieser Kraft, das Vakuum zu überwinden, würden aber auch noch Kräfte benötigt, die gegen die aufgebrachte Bahnspannung antreten müssten und den Elastizitätsmodul des Papiers. Dazu später.

Theoretisch dürfte es der Farbe also nicht gelingen, die Bahn von „oben runter zu holen“. Aber was ist, wenn sich im nichtdruckenden Bereich Wasser auf dem Tuch befindet?

Die minimalen Farbrückstände, die insgesamt in der „Nullprozent Zone“ auf dem Drucktuch zu sehen sind, sind Ergebnis von O/W emulgierten Farbteilchen. Wobei man anmerken muß, dass das verwendete Farbwassersystem (Flint Premotherm 2000, Feuchtmittelzusatz Printcom Fount H511X) offenkundig hochgradig stabil ist gegen die Bildung von O/W Emulsion. Wäre der Negativaufbau ein Resultat von Überemulsion, müsste im Nullprozent Feld der heftigste Negativaufbau zu sehen sein.

Der Negativaufbau, der sich dann in den Rasterfeldern drei und fünf Prozent Farbübertragung darstellt, beruht in seinem Kontrastreichtum gegenüber der Nullprozent Zone darauf, dass ein Minimum an Farbe über Kavitation und Lösemittelvervaporisation den Unterdruck beim Abriß ausgleichen muss. Dementsprechend finden hier heftige Kavitationseffekte und eine heftige Nebelbildung statt, deren Reste sich teilweise als Negativaufbau auf dem Drucktuch wieder finden.

Die Unterdrucksituation, die sich im Kachelbereich ereignet, differenziert im Negativaufbau offenkundig nicht sonderlich von der ihrer Umgebung. Obgleich hier die Unterdrucksituation durch den Farbzug der Volltonkachel nach unten verschärft sein muss, ist derartiges im Negativaufbau oben nur untergeordnet zu beobachten. Die Unterdrucksituation im Kachelbereich scheint nur unwesentlich größer zu sein als die für den gesamten Zylinderabriß der Rasterfläche.

Nimmt die Farbkonzentration weiter zu, im Zehn-, Zwanzig- Dreissigprozent Raster und höher, ist das Farb- und Lösemittelangebot so hoch, dass der Unterdruck nach Abriss durch schlichte Lösemittelverdampfung bei Filmteilung ohne nebelbildende Kavitationseffekte verläuft. Das Drucktuch bleibt daher sauber, bzw. relativ sauber. Dies ist von Drucktuch zu Drucktuch unterschiedlich. Hier erinnern wir an die massiv unterschiedlichen Farbtrocknungseffekte, die von Prüfbau beobachtet wurden.

Der Kontrastreichtum der Kachel im Zehn-, Zwanzig- und Dreissigprozent Raster beruht jetzt darauf, dass die Vollfläche der Kachel die Papierbahn auf den unteren Zylinder zieht und in dieser Zone die Kavitationssituation auf der Oberseite kritischer in Relation zu ihrer Umgebung wird. Allgemein ist der Negativaufbau auf dem unteren Zylinder immer heftiger als auf dem oberen. Je kleiner der Winkel ist, mit dem die Papierbahn vom Zylinder abgerissen wird, desto kritischer ist die Unterdruck- und Kavitationssituation. Im Bereich der Heymannschen Schlaufe zumindest zu Beginn zwischen Papierbahn und oberem Zylinder entsteht ein Raum, dessen Unterdruck nur durch Verdampfung und Vernebelung von Farbe ausgeglichen werden kann.

Nimmt die Farbkonzentration der Rasterflächen weiter zu auf den 40 und mehr Prozent Feldern, treten zwei Effekte ein:

- Die Zugkräfte zwischen oberer und unterer Farbbelegung im Kachelbereich gleichen sich an,
- Sollte es der Kachelfläche noch gelingen, die Papierbahn wie eben nach unten zu ziehen, wird der Unterdruck jetzt bei dem hohen Farb- und Lösemittelangebot durch Lösemittelverdampfung kompensiert ohne Kavitation.

Vermisst man die Kacheln im Negativaufbau auf den Drucktüchern, stellt man fest, dass sie allesamt länger und breiter als das 20x20 mm große Original sind und zu einer Eisbecherform neigen, wie sie unten rechts in Abbildung 19 gezeigt wurde. Das Höhenmaß des „Eisbechers“ kann bis zu Längen von 2,31 mm gemessen werden, die „Becheröffnung“ ist bis zu 0,2 mm breiter als das Original und ist immer etwas breiter als der „Becherboden“

Eine Analyse der Druckpunkte via dem Bildanalyse gestützten „Spectroplate“ Mikroskop oberhalb der Kachel belegt eine signifikante ellipsoide Verformung der Druckpunkte gegenüber denen, die jenseits der Kachel gedruckt wurden.

Offenbar wird die Papierbahn durch die Volltonfläche positiv gefördert, auf unterschiedlichen Drucktuchsubstraten unterschiedlich stark, aber prinzipiell immer.

Schaut man sich das Foto von Heymann (Abbildung 25) genau an, muss man eine signifikante Verlängerung der Papierbahn gegenüber dem geplanten Sollweg entlang des oberen Zylinders konstatieren. Diese Papierbahnverlängerung ereignet sich auf einer Strecke, die sich zwischen Nipausgang und Adhäsion der Papierbahn am oberen Zylinder befindet. Die Adhäsion am oberen Zylinder ist definiert durch Bahnspannung und Adhäsion, Kohäsion, Schubspannung der adhärenen Farbe, über die keine Aussage gemacht werden kann, über die aber jetzt auch keine Aussage benötigt wird. Sachverhalt ist, es gibt zwischen den beiden Punkten Nipende und Adhäsion am oberen Zylinder eine messbare Papierbahnverlängerung, die mit der „nicht geplanten Volumenzunahme“ zwischen Papierbahn und oberem Zylinder korreliert.

Diese Papierbahnverlängerung kann nach unserer Auffassung nicht von den Zugkräften der Volltonfläche unten generiert worden sein. Die sind schon nicht in der Lage, das entstehende Vakuum zu überwinden, warum sollten sie dann noch zusätzlich zu einer Längung der Papierbahn geeignet sein.

Offenbar ereignet sich die Längung der Papierbahn im Nipdurchgang. Abbildung 27 zeigt die Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse im Fluid, der Farbe, bei der Förderung durch den Nip. Vor dem Nip wird u.U. Farbe – im Mittenbereich des Kanals – abgequetscht und nach „hinten“ gedrückt oder gefördert. Nach Erreichen eines sogenannten Stagnationspunktes, bei dem alle Geschwindigkeitsvektoren im Fluid positiv oder gleich Null sind, baut sich ein steigender Druck auf. Das Maximum dieses Anstieges liegt vor der geometrischen Nipmitte. In diesem Maximum haben alle Geschwindigkeitsvektoren den gleichen Betrag, bzw. sind gleich der Zylindergeschwindigkeit.

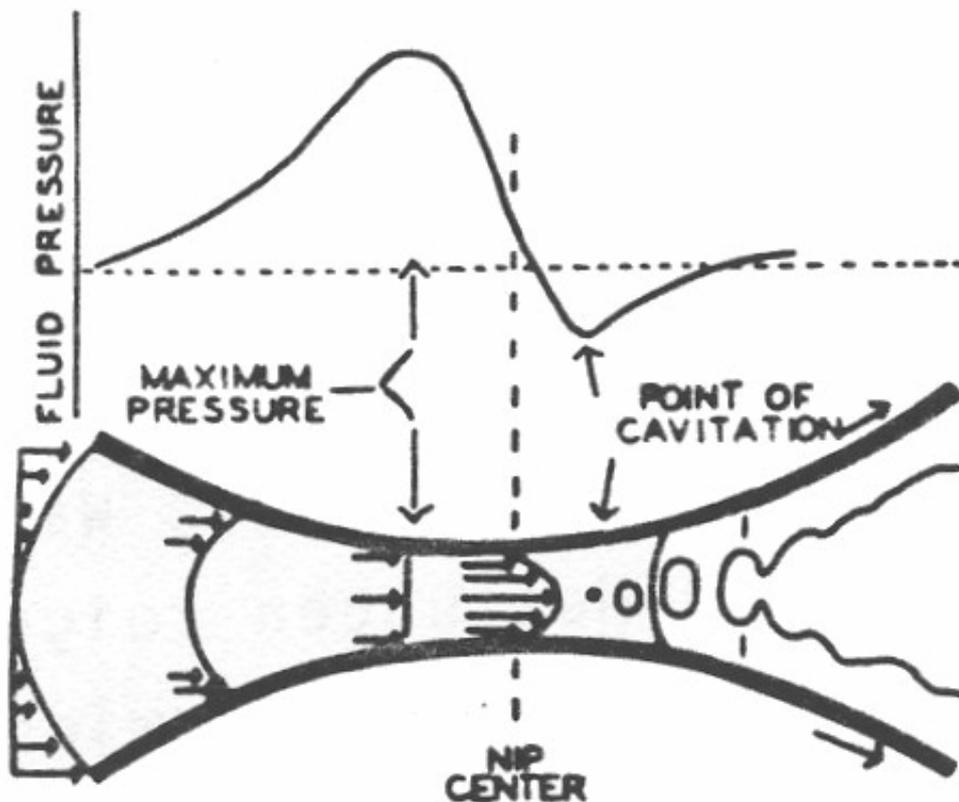


Bild 27 Die Skizze zeigt die Druck und Geschwindigkeitsverhältnisse im Nip bzw Fluid. (Entnommen aus M. Glück, Untersuchungen über das Verhalten von Druckfarbe im Spalt zweier Farbwerkswalzen, Institutsbericht IDD, Darmstadt 1979)

Ab diesem Druckmaximum wird die Farbe in einem Fließkegel Richtung Unterdruck beschleunigt, dessen Vektoren deutlich oberhalb der Zylindergeschwindigkeit liegen.

Auf der Strecke Druckmaximum bis Druckminimum sehen wir die Quelle der Papierlängung. Diese Längung kann immer auftreten, wenn Farbe umgesetzt wird, sie tritt aber nicht immer in Erscheinung. Sie tritt in unse-

rem Fall in Erscheinung, wenn die Farbverteilung oben / unten divergent ist wie in den eben besprochen Fällen, und führt hier zu der beobachteten „Eisbecherform“ des Negativaufbaues.

Die Längung der Papierbahn ereignet sich im elastischen Bereich des Papiers. Sie setzt mit dem Beginn der Kachel spontan mit einem substratabhängigen Prozentsatz ein und wird gehalten durch das Haften auf dem unteren Vollton. Dabei werden die Druckpunkte auf der Oberseite durch die Relativbewegung des Papiers in die Länge gezogen, ellipsoid verformt. Im Verlauf des Kachelumsatzes wird der absolute Betrag des positiv geförderten Papiers höher. Dadurch wird auch zunehmend der Seitenbereich der Kachel freier, weil das gelängte Papier nach unten gezogen wird. Die Kavitationseffekte reichen so seitlich über die originäre Kachelgröße. Mit dem Ende der Kachel hören zwei Dinge auf: Die Positivförderung und das Haften am unteren Zylinder, Die zuvor elastisch gelängte Papierbahn „springt“ jetzt vom unteren Zylinder und geht auf „Normalspannung“. Die ellipsoide Deformation im Negativaufbaues am Kachelende entspricht u.E. dem Sachverhalt, dass die Farbe nicht nur einen Fließkegel in x / y Ebene ausbildet, sondern auch in x / z Ebene, parallel zum Papier. D.h. im Mittenbereich findet eine größere Längung statt als im Randbereich.

Die drei Elemente des Ghostings setzen sich also in folgender Reihenfolge zusammen:

1. Positivförderung des Papiers
2. Einstellen eines Gleichgewichtes zwischen Haftkraft unten mit dem Vermögen oben, den Unterdruck über Kavitationseffekte und Lösemittelevaporisation auszugleichen.
3. Beschleunigtes Spitzpunktzulaufen oben, im Raster erscheint die Kachel hell

In der Versuchsreihe hatten wir ein Tuch, das kein Ghosting zeigte. Es ist das Tuch mit dem duromeren Haftvermittlersystem. Wir gehen davon aus, dass dieses Tuch nur eine sehr minimale Positivförderung der Papierbahn im Nip zulässt, die zum Ablösen vom oberen Zylinder nicht ausreichend ist. Ein Fließkegel der Farbe im Nipdurchgang wird sich natürlich auch hier ausbilden. Wir gehen aber davon aus, dass bei der Drucktuchkonstellation das Gleiten der Farbe und des Farbkegels auf der Drucktuchoberfläche so ausgeprägt war, dass keine Kraft zur Längung mehr zur Verfügung steht.

Das Modell oben geht zuerst einmal von dem Fall aus, dass die Farbe Wandhaftung hat und die erste laminare Lage der Farbe Zylindergereschwindigkeit hat und das sich einstellende Geschwindigkeitsprofil der

Farbe die Papierbahn fördert. Wenn aber die Farbe auf der Drucktuchoberfläche nicht haftet sondern gleitet, die erste laminare Lage der Farbe gegen die Druckrichtung „zurück“gleitet und sich ein Gleichgewicht einstellt zwischen Elastizitätsmodul und Deformation der Papierbahn und dem Gleitreibungskoeffizienten der Farbe auf der Drucktuchoberfläche, wird die Papierförderung auf alle Fälle niedriger sein als im Falle der Wandhaftung.

In dem niedrigen Gleitreibungskoeffizienten sehen wir den Grund für den Vorteil unserer Beschichtung in den Disziplinen Abrißdoublieren und Geistern.

9.4 Zusammenfassung Mechanismen Negativaufbau

Zu Beginn waren uns drei Phänomene des Negativaufbaues bekannt, die wir via Absenkung der Oberflächenspannung der Drucktuchoberfläche lösen wollten:

1. der Tonwertverlust, Spitzpunktzulaufen oder Vanashing Dot
2. der flächige Aufbau
3. dem Kantenaufbau

Zu 1. Für den Tonwertverlust meinen wir, vier Mechanismen nachweisen zu können:

- 1.1 Das Schieben und Pressen der Farbe beim Übertrag Platte Tuch über die eigentliche Punktgröße mit nachfolgendem Antrocknen der Farbe vom Punktrand her
- 1.2 Vernebelung der Farbe über Kavitation um den Druckpunkt herum mit maximalem Aufbau in der unmittelbaren nicht druckenden Nachbarschaft
- 1.3 Die Druckgeschwindigkeit. Die beiden vorgenannten Mechanismen sind in hohem Maße geschwindigkeitsabhängig, sodass wir sie im Rahmen dieser Arbeit als eigenständigen Faktor werten
- 1.4 Die elektrostatische Aufladung des Gummituches

Zu 1.3 dem Einfluß der Druckgeschwindigkeit

Je niedriger die Druckgeschwindigkeit, desto mehr Zeit steht Fließvorgängen zur Verfügung, desto größer wird der Punkt beim Übertrag, was für den ersten Effekt, 1.1 verantwortlich ist. Dies geht einher mit dem nachfolgenden Antrocknen, Wegschlagen in das Papier, was im Nipdurchgang beginnt und je länger der dauert, desto heftigere Effekte zeitigt.

Steigt die Druckgeschwindigkeit, sinkt der Einfluß beider eben genannter Effekte, zu großer Punkt und zu rasche Trocknung. Stattdessen steigt der Einfluß der Kavitation. Den bei der Kavitation erzeugten Nebel darf man sich in seiner Verteilung auf dem Drucktuch analog dem Gesetz der Intensität der Strahlenverteilung von seiner Quelle vorstellen. Er dürfte auf dem Drucktuch auftauchen in Abhängigkeit von r^2 , mit einem Maximum um den Punkt und dann mit dem quadratischen radialen Abstand von seiner Quelle sinkend.

Prinzipiell sind die Effekte 1.1 und 1.2 in beiden Nipdurchgängen, Platte-Tuch und Tuch-Papier wirksam, wobei die unter 1.1 angesprochenen Trocknungsmechanismen natürlich nur für den zweiten Nipdurchgang valide sind.

Zu 1.4 Rolle der Elektrostatischen Aufladung während des Prozesses

Insbesondere die Haftung und den Aufbau des durch Kavitation entstandenen Nebels sehen wir durch den Einsatz einer leitfähigen Tuchoberfläche verzögert.

Zu 2 dem Mechanismen des flächigen Aufbaues

Der flächige Aufbau ist nach den Ergebnissen dieser Arbeiten auf zwei Effekte zurückzuführen:

2.1 Das Emulgierverhalten des Systems

2.2 Kavitationseffekte

Nach den oben genannten Ausführungen müssen hier keine weiteren Erläuterungen gemacht werden.

Zu 1.3 dem Kantenaufbau

Wir glauben, - und das heißt: Ist nicht explizit nachgewiesen -, die Effekte und Mechanismen gehen einher mit denen von Punkt 1.

Ob die farbübertragende Fläche jetzt ein minimaler Punkt ist oder ein so großer Punkt, dass man Fläche zu ihm sagen muß, interessiert die Farbspaltungsphänomen an der Grenze Druckend/Nichtdruckend vermutlich nur untergeordnet. Natürlich ist jede Menge Lösemittel vorhanden, aber vielleicht weniger Wasser an der Grenzfläche, das die Unterdruckphänomen aufnehmen kann.

In den Eröffnungsphotos Abbildung 1 Bogen/Drucktuch gibt es Hinweise, dass Kavitationsphänomene auch dort bei relativ niederen Druckgeschwindigkeiten aktiv sein können, wo viel Farbe umgesetzt wird. Warum sonst taucht am Ende der farbfreien Streifen, die das Schablonieren provozieren sollen, in der Umgebung der hochfarbführenden Rasterbereiche sichtbarer Negativaufbau auf?

10. Fazit

Die Ziele dieses Projektabschnittes sind erreicht worden.

Für unser Latex Beschichtungssystem ist ein Haftvermittlerkonzept entwickelt worden, mit dem wir auf allen elastomeren Substraten, d.h. allen handelsüblichen Drucktüchern, Haftung realisieren, die industriefest ist.

Es ist eine Auftragstechnik in diesem Projektabschnitt realisiert worden, die eine effiziente Beschichtungsproduktion erlaubt.

Die Untersuchungen zusammen mit dem Farbhersteller Hostmann und Steinberg haben ergeben, dass es Farbeinstellungen gibt, die von unseren glatten Oberflächen in dünneren gleichmäßigeren Filmen übertragen werden und dabei in Farbtoleranz bleiben.

Die Arbeiten zu dem Trennmittelzusatz für das Gummituch haben gezeigt, dass es Emulsionen gibt, die den Negativaufbau in seinem zeitlich Verlauf um 30% verzögern können und die auch auf standardmäßigen Gummitüchern funktionieren. Hier steht der Praxisversuch an, wobei zu dessen weiterer Optimierung aktuell noch Versuche durchgeführt werden.

Die Arbeiten zu den Mechanismen des Negativaufbaues haben Ergebnisse erbracht, die einerseits die Komplexität der Vorgänge weiter aufgezeigt haben, die aber auch systematische Ansätze erlauben, die Problematik an ihren einzelnen Faktoren zu behandeln. Dem Farbdesign kommt eine hohe Bedeutung zu.

Die Drucktuchbeschichtung als zentraler Entwicklungsgegenstand ist kurz davor, ein verkaufsfähiges Produkt zu werden.

Die Variante „elektrisch leitfähig“ ist von ihrer Eigenschaft, erhöhten Plattenverschleiss zu verursachen, zu befreien. An der Ursächlichkeit des erhöhten Plattenverschleisses durch diese Oberfläche wird noch gear-

beitet. In allen vorausgegangen Versuchen mit den beschichteten Gummitüchern wurde solch ein Effekt nicht beobachtet, sodass das die leitfähige Schicht flexibler und dehnbarer zu gestalten ist. Das interne Gewebe der Nanotubes, mit dem die Leitfähigkeit hier hergestellt wurde, verhält sich ähnlich wie ein schwer dehnbares textiles Gewebe. Wird die Oberfläche flexibler, kann von ihr ein Teil der Scherarbeit im Nip mit aufgenommen werden und damit die Farbscherung auf die farbführende Schicht der Platte reduziert werden.

Diese Anpassungen sind geplant, vom Arbeitsumfang überschaubar, sodass für diese Abschlußtätigkeiten eine Fortsetzung der DBU-Förderung nicht erforderlich ist, und sollen zusammen mit der TU Chemnitz realisiert werden, die ebenfalls über eine Laborman verfügt.

Allerdings gerät momentan die Markteinführung der Drucktuchbeschichtung durch eine Prioritätenverschiebung in die zweite Reihe.

Die LotoTec Beschichtung ist ursprünglich für Offsetwalzen im Farbwerk entwickelt worden. Für die Markteinführung ist in den vergangenen fünf Jahren ein Feldtest in der Firma Haletra, Houthalen-Helchteren, Belgien, gestartet worden, während dem die „Industrietauglichkeit“ dieser Entwicklung abgesichert wurde. Ende letzten Jahres wurde die Feldtestphase erfolgreich abgeschlossen mit der Markteinführung bei zwei Druckereien u.a. bei der Firma Edelman in Heidenheim. Diese Markteinführung entfaltet eine eigenständige Dynamik. Sie erfordert im Moment den Großteil aller verfügbaren Weros Ressourcen aufgrund von Kundenkontakten, Begleitungen, Analysen von Bedienungsfehlern, Erstellen von Manuels und Fehlerbeseitigungskatalogen, Anpassungen und Erweiterungen der Produktionskapazitäten.

Die LotoTec Beschichtung im Farbwerk ermöglicht den alkoholfreien Druck auf einem Stabilitätsniveau, das selbst der alkoholgestützte Druck,- das bisherige „Maß aller Dinge“ - nicht erreichen kann, senkt den Reinigungsaufwand und Reinigerverbrauch um 50% und erhöht die Maschinenverfügbarkeit.

Unsere Beschichtungsproduktion hatte 2005 ein Umsatzvolumen von 30.000 Euro / anno, heute ein Volumen von 500.000 Euro / anno. Dabei wurde bisher schwerpunktmäßig nur eine einzige Walze eines Druckwerkes, die Feuchtwerkswalze, beschichtet, die im vergangenen Herbst mit dem Innovationspreis der Deutschen Druckindustrie ausgezeichnet wurde. Demgegenüber beinhaltet die Farbwerksbeschichtung 16 Walzen.

Unsere Aktivitäten zur Markteinführung von LotoTec im Farbwerk erzielen jetzt deutliche betriebswirtschaftliche Effekte, die die Prioritätenliste bestimmen. An die Markteinführung Farbwerk wird sich die Markteinführung LotoTec auf Drucktuch anschließen.

Diese Entwicklungen, sowohl die wirtschaftliche in der Beschichtungsproduktion wie die in der Feuchtwalzenbeschichtung bis hin zum Innovationspreis wie auch die der Farbwerksbeschichtung, wären ohne die DBU Förderung nicht möglich gewesen. Durch die Arbeiten zur Drucktuchbeschichtung haben wir essentielle Kenntnisse über Haftungs- und Benetzungsmechanismen sowie Verarbeitungscharakteristika unserer Beschichtung erworben, die die Beschichtungsproduktion insgesamt nach vorne gebracht haben und von ihren „Kinderkrankheiten“ befreit haben.

Unsere Arbeitsgruppe bedankt sich für die Förderung, die durch die DBU gewährt wurde.

Literatur

- [1] PASSOJA, S.; MATTILA, U; SNEK, A.
Mechanismen of non-image area accumulation in heatset web off-set
KCL, IARIGAI Conference, September 2007, Grenoble
- [2] MATTILA, U.; PASSOJA, S.:
Factors controlling adhesion and ink tack in HSWO
KCL, IPGAC September 2006, Cincinnati, Ohio
- [3] VOLTAIRE, J.
Ink Film Splitting Acoustics in Offset Printing
Royal Institut of Technology, Stockholm, 2006, Doctor thesis,
ISSN 1650-490
- [4] BERTHOLD, U.
Vermeidung von Geistern im Rollenoffset
FOGRA, AiF – Forschungsantrag, München, 2007
- [5] JUVONEN, K.; MATTILA, U.; PASSOJA, S.:
Ink setting in the HSWO printing nip
KCL, Symposium der Papiertechnischen Stiftung, Baden-Baden,
September 2007,
- [6] HEYMANN, M:
Bericht : Beschichtete Gummitücher im Rollenoffset
MAN ROLAND, Interne Mitteilung, Augsburg, 20.10.2006
- [7] BEHLER, H.
Die Randstruktur von Druckpunkten - eine experimentelle Untersuchung der Farbspaltungsströmung
TU Darmstadt, 1993, Dissertation
- [8] DÖRSAM, E., DILFER, S.
Spritzen und Nebeln im Farbwerk bei schnelllaufenden Offsetdruckmaschinen
TU Darmstadt, Juni 2003
- [9] KIRMEIER, M.
Einflüsse der Prozessparameter im Offsetdruck auf die Zügigkeitsentwicklung von Druckfarben auf Papieroberflächen während des Druckprozesses

PRÜFBAU, München, Oktober 2007

- [10] MEDER, G., et al.
Ghosting im Heat Set Rollenoffset
FOGRA Symposium München, November 2007