

Abschlussbericht zum 31. Januar 2010

Antragstitel Entwicklung einer schnell trocknenden
Industrietinte auf Basis nachwachsender
Rohstoffe

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Referat 34
Az 24856

prometho GmbH
Beim Weißen Stein 13
56579 Bonefeld

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abkürzungen.....	3
Abstract.....	4
1 Aufgabenstellung.....	6
2 Zusammenfassung aus dem Zwischenbericht.....	8
2.1 Einsatzstoffrecherche, Entwicklung und Test.....	8
2.2 Erste Tintenprototypen.....	13
3 Entwicklung von Tintengrundformulierungen.....	15
3.1 Entwicklung und Herstellung von Pigmentpräparationen.....	15
3.2 Verarbeitung.....	15
3.2.1 Schwerpunkt Bindemittel.....	18
3.2.2 Schwerpunkt Additive.....	21
4 Untersuchung und Optimierung.....	24
4.1 Untersuchung und Optimierung der visuellen Eigenschaften.....	24
4.1.1 Farbstärke.....	24
4.1.2 Randschärfe.....	26
4.2 Untersuchung von Haltbarkeit und Beständigkeit.....	28
4.2.1 Beständigkeit des Aufdrucks.....	31
5 Erweiterung.....	33
5.1 Weitere Gerätetypen.....	33
5.2 Weitere Untergründe.....	35
6 Markteinführung und Ausblick.....	37
7 Anlagen.....	39
7.1 PTS Prüfbericht.....	39
7.2 SGS-Fresenius Gutachten.....	39
7.3 Technische Merkblätter prometho (Publikationen).....	39

Abkürzungen

bzw.	beziehungsweise
CIJ	Continuous Inkjet
DoD	Drop on Demand
o.g.	oben genannt(e)(r)
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PTS	Papiertechnische Stiftung
PVC	Polyvinylchlorid
u.a.	und andere
vgl.	vergleiche

Abstract

Mit dem Ziel, eine für Mensch und Umwelt verträgliche Alternative zu konventionellen Industrietinten verfügbar zu machen, wurde dieses Entwicklungsprojekt initiiert und durchgeführt. Die Grundlage für die Entwicklungsarbeiten lieferte dabei eine umfangreiche Einsatzstoffrecherche von Lösemitteln, Bindemitteln, Farbstoffen/Pigmenten und weiteren Zusatzstoffen mit einer Untersuchung ihrer Eigenschaften in bestimmten Formulierungen. Schrittweise wurden dann bedenklichen durch unbedenkliche Inhaltsstoffe ersetzt und die Tinteneigenschaften durch Anpassungs- und Optimierungsarbeiten auf ein Druckgerät und einen Untergrund eingestellt. Die reine Substitution von Inhaltsstoffen steht aber nicht als primäres Ziel im Vordergrund, sondern diente dem Verständnis der Wirkungsweise und der gegenseitigen Einflussnahme der natürlichen Einsatzstoffe. Diese Erkenntnisse sind direkt in die Entwicklungsarbeiten von neuen Tintenformulierungen eingeflossen.

Als Hauptbestandteil von schnell trocknenden Tinten für nicht saugende Oberflächen ist Bioethanol vorgesehen. Dieses organische Lösemittel ist für eine möglichst geringe Trocknungszeit erforderlich. Für die Farbeinstellung werden natürliche Pigmente verwendet, da natürliche Farbstoffe weder sehr farbstark, noch besonders lichtecht sind und daher recht schnell verblassen würden. Während der Projektbearbeitung hat sich gezeigt, dass die derzeit am Markt erhältlichen Farbstoffe und Pigmente aus nachwachsenden Rohstoffen in ihren Eigenschaften, wie beispielsweise Absetzneigung oder der Verarbeitung in bestimmten Tintenrichtformulierungen teilweise nur eingeschränkt oder gar nicht einsetzbar sind. Daher haben wir uns entschlossen, mit einer Kugelmühle Pigmentvermahlungen durchzuführen, um so eigene Pigmentpräparationen zu erhalten. Dazu erfolgte eine Umwidmung im Finanzierungsplan. Als Ergebnis ist jeweils eine stabile wasser- und ethanolbasierte Pigmentpräparation hervorgegangen, die als sog. „Mutterpräparationen“ für die weitere Betrachtung, Optimierung und Verarbeitung herangezogen werden.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung wurde eine Tintengrundformulierung erstellt, die zum einen schon recht universell auf vielen Untergründen eingesetzt werden kann, zum anderen aber als Basis für die weiteren Entwicklungen und Untersuchungen verwendet wird. Hier wurden verschiedene Untersuchungen und Entwicklungen hinsichtlich Haftung, Trocknungszeit, Farbstärke und Randschärfe vorgenommen. Neben den Betrachtung verschiedener Druckeigenschaften spielen auch die Anwendbarkeit in möglichst vielen Druckgeräten eine große Rolle. Dazu wurden Formulierungen für viele weitere Continuous Inkjet- und DoD-Systeme entwickelt. Darüber hinaus sind auch Formulierungen für andere Systeme und Anwendungen, wie beispielsweise die Rollcodierung entstanden. Neben der Anpassung für den Einsatz in verschiedenen Druckgeräten spielt die Bedruckbarkeit verschiedener Untergründe eine große Rolle für die Vermarktbarkeit einer Industrietinte. Hier konnten neben den erwarteten Resultaten auf Papier und Karton auch sehr gute bis zufriedenstellende Ergebnisse für einer Reihe von nichtsaugenden Untergründen, wie beispielsweise beschichteten Metallen und einigen Kunststoffen erzielt werden. Besonders zu bemerken

ist, dass durch den Einsatz von Farbpigmenten eine deutlich höhere Lichtechtheit (7!) der Tinte sowie eine bessere thermische Beständigkeit gegenüber konventionellen Formulierungen erreicht werden konnte.

Zum Projektende ist eine ganze Reihe von verschiedenen Tintenformulierungen aus nachwachsenden Rohstoffen entstanden, die wir unter der Marke „**GrüneTinte**“ auf dem Markt anbieten. Gerade bei den Herstellern von Bioprodukten ist die Resonanz auf unser Projekt äußerst positiv. Allerdings fordern viele Anwender für unsere neue Tinte eine Zulassung der Druckgerätehersteller. Um diese Hürde zu überwinden, versuchen wir zum Teil gemeinsam mit dem ein oder anderen Kunden an die Gerätehersteller heranzutreten und sie von den Vorteilen der neuen Tinte zu überzeugen. Aber auch das Einbinden von Servicepartnern und die Möglichkeit ein Komplettsystem Tinte/Gerät anbieten zu können gehört zu unserem Maßnahmenpaket zur erfolgreichen Markteinführung von **GrüneTinte**.

Auch nach dem offiziellen Projektende werden wir mit Nachdruck an dem Projekt weiterarbeiten und Entwicklung und Vermarktung weiter vorantreiben. Hier werden aber primär die kundenspezifischen Lösungen für das System Druckgerät/Oberfläche im Focus der Betrachtung stehen. Des Weiteren streben wir für unser Unternehmen in konsequenter Weiterverfolgung des Umweltgedankens die Zertifizierung nach DIN ISO 14001 an und denken auch schon über ein Rücknahme und Recyclingkonzept für die **GrüneTinte** nach.

Durch das Projekt konnte auch ein Arbeitsplatz geschaffen werden. Hier hat sich eine qualifizierte Diplomandin aus dem Fachbereich Bio-, Chemie- und Verfahrenstechnik zunächst in ihrer Abschlussarbeit intensiv mit der Pigmentbe- und verarbeitung beschäftigt, bevor Sie von uns in ein festes Anstellungsverhältnis übernommen wurde, um weiter erfolgreich an diesem Projekt mitzuarbeiten. Durch die zunächst erfolglose Mitarbeitersuche ist es leider zu einer Verzögerung in der Ableistung der Inhalte des Projektes und damit auch zu einer Verlängerung des Projektes um 3,5 Monate gekommen, die für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt kostenneutral verlaufen ist.

Unser ganz besonderer Dank gilt an dieser Stelle der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, die mit ihrer Förderung dieses Projekt erst möglich hat.

1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung dieses Projektes ist die Entwicklung einer schnell trocknenden Tinte für den industriellen Einsatz aus unbedenklichen Inhaltsstoffen zu formulieren und sie für verschiedene Anwendungsfelder nahezu vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen. Ziel ist es, Mensch und Umwelt vor gefährlichen Stoffen zu schützen und die Akzeptanz und Nachfrage nachwachsender Rohstoffe zu erhöhen. Mit der schnell trocknenden Tinte aus nachwachsenden Rohstoffen soll das Gefahrenpotential für Mensch und Umwelt, das durch den Einsatz der konventionellen Einsatzstoffe über die gesamte Kette von der Herstellung bis zum Verbraucher gegeben ist, stark reduziert, ggf. eliminiert werden.

Aus dieser Zielsetzung resultieren die folgenden sieben Arbeitspakete:

1. Recherche, Entwicklung und Test von Ersatzsystemen
 - a. Lösemittel
 - b. Bindemittel
 - c. Farbstoff
 - d. Additive, wie beispielsweise Entschäumer

In einem iterativen Prozess sollen an bestehenden Systemen neue Lösmittel- und Bindemittelzusammensetzungen untersucht werden. Gleichzeitig wird die Wirksamkeit und Verträglichkeit von möglichen Additiven aus nachwachsenden Rohstoffen und unbedenklichen Alternativfarbstoffen betrachtet.

2. Erstellung eines Tintenprototyps für ein CIJ-Gerätetyp und einen Untergrund

Anhand von Untersuchungsergebnissen der Ersatzsysteme wird im Hinblick auf die Lauffähigkeit im Druckgerät ein Tintenprototyp entwickelt und für einen Untergrund optimiert.

3. Untersuchung und Optimierung der Beständigkeiten

Als Parallelarbeit zur Tintenoptimierung werden Langzeituntersuchungen zur Haltbarkeit und Beständigkeit gemacht. Die Schwerpunkte der Untersuchung liegen hier auf:

- Haftung
- Lagerstabilität
- Lichtecktheit
- Mechanische Beanspruchbarkeit
- Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen

4. Optimierung der visuellen Eigenschaften

In Abhängigkeit vom jeweils verwendeten Untergrund erfolgt eine Optimierung von:

- Kontrast / Randschärfe
- Farbstärke

5. Feld-/Werkstatttest

In diesem Arbeitspaket liegt der Schwerpunkt auf der Erprobung und Untersuchung der Tinte(n) unter Dauer- und Stressbedingungen.

6. Erweiterung auf andere Gerätetypen

Die Entwicklung wird auf Tinten für gängige Industriesysteme, wie beispielsweise Videojet, Domino, Linx u.a. ausgedehnt.

7. Erweiterung auf andere Untergründe

Von Interesse sind hier: Kunststoffe, Metalle, beschichtete Pappen und Papiere, Glas, Stein, Kautschuk und Gummi.

2 Zusammenfassung aus dem Zwischenbericht

Bei den in diesem Kapitel beschriebenen Tätigkeiten handelt es sich um eine kurze und einführende Zusammenfassung des Zwischenberichtes zum 31. Dezember 2009, der um Ergebnisse aus Recherchen und Untersuchungen ergänzt wurde, die zum o.g. Datum noch nicht vorlagen.

2.1 Einsatzstoffrecherche, Entwicklung und Test

Zu Beginn der Arbeiten wurden ausführliche Recherchen über mögliche Einsatzstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Anbietern oder mögliche Verfahren zur eigenen Herstellung von **Bindemitteln, Farbstoffen, Lösemitteln** und **Additiven** durchgeführt.

Für die Arbeiten wurden folgende Einsatzstoffgruppen ausgewählt:

1. Bindemittel

- Kolophoniumharze, verschieden modifiziert
- Maleinatharze
- Harzester auf Basis natürlicher Rohstoffe
- ökologische Polyole
- Polyester, verschieden modifiziert
- Schellack, verschieden modifiziert
- Methylcellulosederivat
- Kopal, verschieden modifiziert
- Bernstein
- Cellulosen

2. Farbstoffe / Pigmente

- Holzkohlenmehle
- Pflanzenkohlenmehle
- Natürliche Pflanzenfarbstoffe
- Knochenkohlenmehle
- Farben tierischen Ursprungs
- Eisenoxid
- Flammruße
- Manganschwartz

3. Lösemittel

- Bioethanol, unterschiedlich vergällt
- Pflanzenester, verschieden gemischt
- Höherwertige Alkohole
- Lactate
- Ester aus Fettsäurederivaten

4. Additive

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| ▪ Sojalecithin | ▪ Saccharosefettsäureester |
| ▪ Carnaubewachs | ▪ Alkylpolyglycoside (APG) |
| ▪ Paraffinsulfonate | ▪ Bentonit |
| ▪ Alkylcarboxylat | ▪ Polyoxyalkylenderivat |
| ▪ Fettalkoholpolyglycoether (AEO) | ▪ Alkoholalkoxylat |

Entwicklungen/Tests

Aus den Vorüberlegungen hat sich ergeben, Bioethanol als Primärlösemittel zu verwenden. In Deutschland wird Ethanol (Trinkalkohol) aus steuerrechtlichen Gründen vergällt, damit bei technischen Anwendungen keine Branntweinsteuer entrichtet werden muss. Das übliche Vergällungsmittel ist 2-Butanon (Methyl-Ethyl-Keton). Für dieses Projekt haben wir von der Bundesmonopolverwaltung und dem Hauptzollamt Koblenz eine Ausnahmegenehmigung und die Erlaubnis erhalten, Bioethanol mit einer natürlichen Vergällung mit Lavendelöl (*lavandinum abrialis*) zu verwenden. Eine mögliche Beeinflussung des Vergällungsmittels auf die Eigenschaften der Endprodukte wurde in einem späteren Test überprüft.

Alle weiteren recherchierten Lösemittel wurden in Ihrer Funktion als Co- oder Sekundärlösemittel betrachtet. Dazu wurden die aufgeführten Lösemittel in einem ersten Schritt auf ihre Verträglichkeit überprüft und den Bioethanolen (natürlich und technisch vergällt) in Gehalten von 5 %, 10 %, 15 % und 20 % zugesetzt und auf Auffälligkeiten, wie Schlierenbildung, Ausfallen o.ä. untersucht. Das Ergebnis hat gezeigt, dass alle eingesetzten Co-Lösemittel über eine ausreichende Verträglichkeit zu den unterschiedlich vergällten Bioethanolen verfügen.

In einem weiteren Schritt wurde der Einfluss der Co- oder Sekundärlösemittel auf die Trocknungszeit überprüft. Dazu wurde 1 ml der Lösemittelmischung in eine Glasschale mit 40 mm Durchmesser gegeben und die Zeit bis zur völligen Verdampfung ermittelt. Bei allen Zugaben hat sich die Trocknungszeit signifikant verlängert. Eine Zugabe von bereits 20 % kann die Trocknungszeit gegenüber Systemen, die nur aus Bioethanol bestehen, um 200 % erhöhen. Deutliche Unterschiede sind auch zwischen dem natürlich und technisch vergällten Bioethanol zu erkennen: Der natürlich

vergällte Bioethanol hat eine um 34 % längere Trocknungszeit gegenüber dem technisch vergällten Produkt.

In verschiedenen Vorversuchen wurde die Löslichkeit der Harzmuster in den beiden unterschiedlich vergällten Bioethanolen überprüft. Dazu wurden die ethanollöslichen Harze in Gehalten von 10 %, 15 %, 20 %, 25 % und 30 % in eine Standardrichtrezeptur eingearbeitet und auf folgende Parameter überprüft:

- Viskosität,
- Dyn. Oberflächenspannung und
- Leitwert.

Überraschend wurde festgestellt, dass der natürlich vergällte Ethanol gegenüber einer Reihe von Bindemitteln Unverträglichkeiten aufweist, die für eine Herstellung von Industrietinten nicht akzeptiert werden können. Zu den Bindemitteln, bei denen Unverträglichkeiten aufgetreten sind, gehören:

- Schellack,
- Kolophoniumharze,
- Harzester,
- Polyester,
- Kopal.

Diese Ergebnisse haben dazu geführt, dass für die weiteren Untersuchungen primär der technisch vergällte Bioethanol betrachtet wird und nur noch sekundär das natürlich vergällte Produkt. Die Bindemittel, bei denen zufriedenstellende Ergebnisse in ihrer Löslichkeit und in den oben aufgeführten Parametern ermittelt werden konnten, werden für weitere Untersuchungen und Entwicklungen verwendet.

Die Beurteilung von Haftung und Trocknungsverhalten erfolgte, indem die für gut befundenen Lösemittel-Bindemittelsysteme in einer Schicht von 1 µm auf einen Objektträger aufgerakelt und mittels „Tesaabriss“ überprüft wurden. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein gängiges Prüfverfahren aus der Lackentwicklung, indem durch Aufbringen eines Klebefilms und direktem schnellem Abreißen die Haftung des Lackes beurteilt werden kann. Als Kriterium für das Trocknungsverhalten wird die „Klebrigkeit“ des aufgetragenen Films nach 5 Minuten beurteilt.

Bestimmte Eigenschaften, die für eine einwandfreie Funktion im Druckgerät, für eine problemlose Herstellung der Formulierung oder für eine saubere Codierung auf dem Substrat verantwortlich sind, können durch Zugabe bestimmter Stoffe in sehr geringen Mengen, sog. **Additive**, erreicht werden. Zu diesen Eigenschaften zählen:

- Schaumbildung (Entschäumer),
- Untergrundbenetzung,
- Viskositätssteuerung,
- Wiederanschreibverhalten,
- Trocknungszeit,
- Abriebfestigkeit,
- Haftung,
- Randschärfe,
- Glanz,
- Absetzverhalten,
- Leitwert sowie
- Farbstärke, bzw. Transparenz.

Die Untersuchungen haben folgende Ergebnisse geliefert:

- **Sojalecithin** verbessert das Wiederanschreibverhalten bei DoD- Drucksystemen,
- **Bentonit** eignet sich als Dispergierhilfsmittel für Farbpigmente und reduziert in erheblichem Maße die Absetzneigung von Pigmenten in der Lösung.
- **Canauerwachs** wirkt als Oberflächenadditiv, verbessert die Oberflächenglätte und wirkt stabilisierend auf die Dispersion.
- **Parafinsulfonate** reduzieren die Oberflächenspannung und fördern die Untergrundbenetzung.
- **Alkylcaboxylat** reduzieren die Oberflächenspannung und Verbessern die Randschärfe der Drucke.
- **AEO** stabilisieren die Dispersionen und fördern die Untergrundbenetzung.
- **Sacharosefettsäureester** reduziert die Oberflächenspannung und wirkt als Weichmacher.
- **APG**, Tensid mit stabilisierender Wirkung auf Pflanzenkohledispersionen, verbessert die Untergrundbenetzung.
- **Alkoholalkoxylat** erhöht den Glanz, verbessert die Untergrundbenetzung und reduziert das Ausschwemmen.
- **Polyoxyalkylenderivat**, Tensid mit stabilisierender Wirkung auf Pflanzenkohledispersionen, verbessert die Untergrundbenetzung.

Da die Additive zur Feinsteuerung der Formulierung eingesetzt werden, wird eine genaue Betrachtung einzelner Additive und Eigenschaften während der gesamten Projektlaufzeit an einzelnen Formulierungen und Applikationen durchgeführt.

Die in Frage kommenden Farbstoffe / Pigmente wurden auf die Möglichkeiten Ihrer Verarbeitung untersucht. Dabei stehen die Löslichkeit (bei Farbstoffen) bzw. das Absetzverhalten (bei Pigmenten) sowie Farbstärke und Farbeindruck im Vordergrund. Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

- Die **natürlichen Pflanzenfarbstoffe** verfügen überwiegend über eine sehr geringe Löslichkeit in Ethanol sowie über eine nur sehr geringe Lichtechtheit.
- Die verfügbaren **Pflanzen- und Holzkohlenmehle (Pigmente)** sind sehr farbintensiv, aber schwer zu dispergieren.
- **Pigmente tierischen Ursprungs**, wie Sepia und Knochenkohlemehle sind vom Farbeindruck nicht zufriedenstellend (braun oder grau-braun).
- **Eisenoxid** weisen im Vergleich zu Flammrußen und Holzkohlemehlen eine geringere Farbstärke sowie ein magnetisches Verhalten auf, das bei vielen Druckapplikationen zu Problemen führen kann.
- **Flammruße** liefern gute Ergebnisse bei der Einarbeitung in wässrigen Systemen sowie sehr hohe Lichtechtheiten.
- **Manganschwartz** ist ein mit Eisenoxid verunreinigtes Manganoxid. Es weist einen grauen Farbton auf und wird aufgrund der gesundheitsschädlichen Wirkungen nicht weiter verfolgt.

Da der überwiegende Teil aller Industrietintenwendungen aus schwarzer Farbe besteht, werden andere Farben im Rahmen dieser Untersuchung nicht weiter betrachtet. Bei der oben beschriebenen Untersuchung lieferten Pflanzen- und Holzkohlepigmente sowie Flammruße hervorragende Ergebnisse hinsichtlich der Farbwirkung. Aufgrund des guten Farbeindrucks und der hohen Beständigkeiten von Pigmenten werden in der weiteren Entwicklung nur noch pigmentierte Systeme betrachtet. Daher wird ein Schwerpunkt der weiteren Arbeiten die Herstellung von stabilen Pigmentdispersionen sein.

2.2 Erste Tintenprototypen

Um eine einwandfreie Funktion in einem industriellen Kennzeichnungssystem zu gewährleisten, müssen zunächst verschiedene Geräteparameter festgelegt und ihre Einstellbarkeit sichergestellt werden. Zu den Parametern gehören:

- Viskosität,
- Oberflächenspannung und
- Leitwert.

Die geräteabhängigen Sollwertebereiche sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

	Viskosität	Leitwert	Oberflächenspannung
Wässrige Systeme			
DoD	3,0 - 8,0 mm ² /s	---	35,0 - 48,0 mN/m
VideoJet Excel	2,5 - 3,5 mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	32,0 - 42,0 mN/m
Imaje S7	3,8 - 5,0, mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	35,5 - 45,0 mN/m
Domino A200	6,0 - 8,0 mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	35,5 - 45,0 mN/m
Ethanol Systeme			
DoD	3,0 - 4,0 mm ² /s	---	22,5 - 26,0 mN/m
VideoJet Excel	2,8 - 3,5 mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	22,5 - 25,0 mN/m
Imaje S7	3,8 - 5,0, mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	22,5 - 25,0 mN/m
Domino A200	3,5 - 5,0 mm ² /s	800 - 1.200 µS/cm	22,5 - 25,0 mN/m

Tabelle 1: Sollwertbereiche der wichtigsten Geräteparameter

Mit den Ergebnissen aus den Einsatzstoffrecherchen und Untersuchungen wurden erste Tintenprototypen aus Farbmitteln, Lösemitteln und Bindemitteln hergestellt. Primäres Ziel dieser Untersuchung ist das Studium der Einstellbarkeit der Geräteparameter sowie das Verhalten auf einem definierten Untergrund, im konkreten Fall auf Glas, zu erhalten.

Geräteparameter

Im Ergebnis lassen sich die erforderlichen Viskositätsbereiche recht leicht über die Massenverhältnisse von Bindemittel und Lösemittel erreichen. Bei der Einstellung des Leitwertes und der Oberflächenspannung sind bestimmte Zusatzstoffe erforderlich, die zum Teil Unverträglichkeiten mit einigen Bindemitteln aufweisen. So sind beispielsweise die Salze der Milchsäure unverträglich den modifizierten Schellacktypen und die Eisensalze weisen starke Unverträglichkeiten zu den Kopaltypen

auf. Bei den Untersuchungen lieferten die Rußpräparationen die besten Ergebnisse, die betrachteten Pflanzen- und Holzkohlepigmente waren zwar dem Grunde nach auch gut auf die erforderlichen Geräteparameter einstellbar, lieferten aber keine dauerhaft stabilen Ergebnisse.

Untergründe

Neben der Verdruckbarkeit in möglichst vielen unterschiedlichen Druckgeräten ist die Codierungen auf einer möglichst breiten Palette von Substraten das zweite große Ziel dieses Projektes. Die oben erstellten Prototypen wurden daher mit einem einfachen DoD-Großschriftsystem auf verschiedenen Untergründen verdruckt, um bereits schon jetzt einen Überblick über die generellen Haftungseigenschaften zu bekommen. Die Codierungen wurden mittels „Tesaabriss“ überprüft:

Substrat	„Tesaabriss“
Glas	++
Metall	+
Keramik	++
PVC	+
Polyethylen	--
Polypropylen	-
Polycarbonat	+
Polystyrol	+
Leder	++
Stein	++
Lackierte Bleche	+
Getränkedosen (Aluminium)	+
Beschichtete Papiere	++

Tabelle 2: Haftungseinschätzung von Tintenprototypen auf verschiedenen Substraten

3 Entwicklung von Tintengrundformulierungen

Nach den Einsatzstoffrecherchen, den ersten Untersuchungen und der Erstellung von Tintenprototypen, an denen das Verhalten von Einsatzstoffen und die Einstellbarkeit studiert werden konnte, sollten sogenannte Tintengrundformulierungen entwickelt werden. Dabei handelt es sich um Formulierungen, die bereits ein verarbeitungsfähiges Produkt darstellen, aber für bestimmte Aufgabenstellungen noch angepasst werden müssen. Die Tintengrundformulierungen sollen also wie in einem „Baukastensystem“ die Basis für die anwendungsbezogenen Tinten darstellen.

3.1 Entwicklung und Herstellung von Pigmentpräparationen

Bereits bei den Voruntersuchungen zu den Farbsystemen hat sich gezeigt, dass pigmentierte Systeme die besten Voraussetzungen zur Herstellung einer schnell trocknenden Tinte auf Basis nachwachsender Rohstoffe bieten. Sie verfügen über eine hohe Lichtechtheit, eine hohe Deckkraft und eine sehr Beständigkeit gegenüber inneren Einwirkungen (Lösemittel) und äußeren Einwirkungen (Temperatur) auf. Im Raum steht allerdings die Problematik, dass Pigmente unlöslich sind. Daher ist es notwendig unter Zuhilfenahme von unterschiedlichen Additiven und verschiedenen Zerkleinerungstechniken (z.B. Vermahlung oder Dispergieren) diese so zu formulieren, dass die Pigmente homogen verteilt in einer Dispersion vorliegen.

Wie bereits zuvor erwähnt sollte sich die weitere Entwicklung auf die folgenden Gruppen konzentrieren:

- Pflanzenruße, welche durch Verbrennung von verschiedenen Hölzern gewonnen werden,
- Flammruße und
- pflanzliche Pigmente, die aus den einzelnen Pflanzenbestandteilen wie Samen oder Blüten gewonnen werden.

3.2 Verarbeitung

Zunächst wurden die Pigmente hinsichtlich ihrer Verarbeitbarkeit im Lösemittel beurteilt. Dazu wurden sie in das entsprechende Lösemittel zunächst ohne weitere Hilfsmittel eingearbeitet. Diese Testreihe führte zu nicht akzeptablen Ergebnissen.

In einem zweiten Schritt wurden die Pigmente mithilfe verschiedener Dispergiertechniken (Handdispergierer, Ultra-Turax, Dispergierscheibe) in dem entsprechenden Lösemittel verarbeitet. Durch die extrem hohen Scherkräfte der Dispergierwerkzeuge werden die Pigmente zerkleinert. Für die Durchführung dieser Versuchsreihe wurden folgende Lösemittel verwendet:

- Bioethanol (mit MEK vergällt)
- Bioethanol (mit Lavendelöl vergällt)
- destilliertes Wasser
- Alkogreen®, (wässriger Alkoholversatzstoff der Firma Druckchemie)

Alkogreen® ist hinsichtlich der Lösungs- und Verdunstungseigenschaften mit Wasser vergleichbar und wurde daher nicht weiter betrachtet

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Untersuchung zusammenfassend dargestellt, welche durch das einfache Verarbeiten (ohne Hilfsmittel) und unter Zuhilfenahme von Dispergiertechniken erzielt wurden. Dabei zeigt sich, dass mit Pigmenten aus Pflanzenkohle hier die besten Ergebnisse erzielt werden konnten. Allerdings werden hier noch keine Aussagen zum Absetzverhalten gemacht.

Pigment	Löslichkeit in		Dispergierbarkeit in	
	Ethanol/ Bioethanol	dest. Wasser	Ethanol/ Bioethanol	dest. Wasser
Ruße	-	-	-	-
Pflanzenkohlen	-	-	+	+
Sepia	-	-	-	+

Tabelle 3: Vergleich unterschiedlicher Pigmente bei der Verarbeitung

Gleichzeitig konnte festgestellt werden, dass die Vergällungsmittel der Ethanole keinen Einfluss auf die Löslichkeit oder Dispergierbarkeit haben.

Die Stabilität der Formulierung wird über das Absetzverhalten beurteilt, dazu wurden die Formulierungen in ein kleines Reaktionsgefäß gefüllt und nach verschiedenen Zeiträumen beobachtet und beurteilt (siehe Abbildung 1):

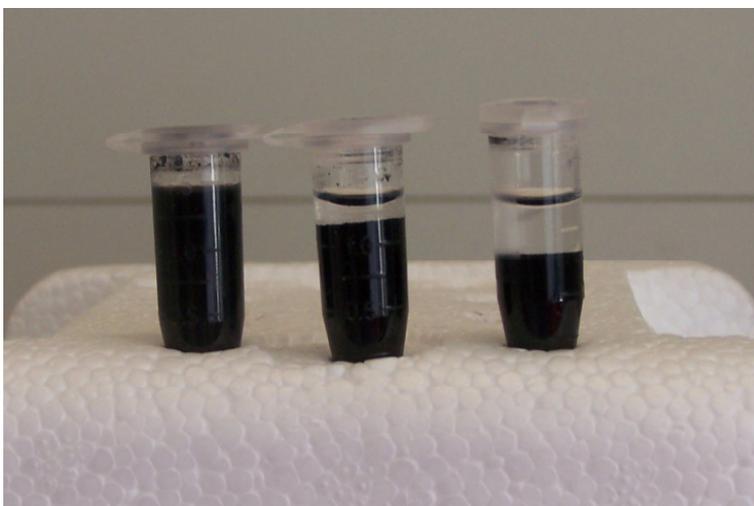


Abbildung 1: Beurteilung des Pigmentabsetzverhalten: keine Veränderung (links), leichtes Absetzen (Mitte) und vollständig abgesetztes Pigment (rechts)

Dabei stellte sich heraus, dass kein Pigment/Lösemittel - Systeme gefunden werden konnte, das über einen Zeitraum von mindestens 100 Stunden stabil war. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden Versuche mit einer Planetenkugelmühle durchgeführt. Dabei wird das Mahlgut gemeinsam mit kleinen Kugeln (Durchmesser 1 – 5 mm) in einem Mahlbecher, wie ein Planet auf einer Umlaufbahn, bewegt. Der Becher führt also sowohl eine Drehung um die eigene Achse, als auch um eine Zentralachse, die sogenannte Sonnenachse aus. Die Kugel erreichen dadurch sehr hohe Geschwindigkeiten und zerschlagen mit enorm hohen Kräften die Pigmente. Bei den Versuchen wurden unterschiedliche Pigmente zusammen mit dem Lösemittel und verschiedenen Additiven zur Verbesserung des Dispergierverhaltens vermahlen. Im Anschluss an die Vermahlung wurde das Absetzverhalten erneut untersucht. Die Ergebnisse werden im übernächsten Kapitel 3.2.2 Additive genauer diskutiert. Des Weiteren wurde mittels Grindometers die Partikelgröße vor und nach der Vermahlung gemessen. Damit konnte eine Einschätzung über die Mahlqualität erfolgen. Beste Ergebnisse liefert ein Flammruß, welches auch für die weiteren Schritte verwendet wurde.

Zur Herstellung der Pigmentpräparation wurde das Pigment mit dem Lösemittel und dem entsprechenden Dispergieradditiv in der Mühle möglichst hochviskos und pigmentbeladen vermahlen. Dies dient dazu in einem späteren Schritt die Tintenformulierung höchstmöglich mit Lösemittel verdünnen zu können und damit die Ausbeute der Vermahlung zu steigern. Im Anschluss wurde die Vermahlung in einer Tintenrezeptur verarbeitet und das Tintenverhalten überprüft:

- **Absetzen** – visuelle Beurteilung gemäß dem oben beschriebenen Prinzip (siehe Seite 16, Abbildung 1)
- **Möglichkeit der Filtration**, nicht filtrierbare Tinten können nicht im Gerät eingesetzt werden
- **Haftung** auf den verschiedenen Untergründen – hier spielt die Wahl des Bindemittels eine entscheidende Rolle
- **Trocknungszeit** auf verschiedenen Untergründen – die Tinte wurde, je nach Projektstatus, verdrukt bzw. mit einem Pinsel auf den entsprechenden Untergrund aufgetragen und anschließend die Zeit bis zur Wischfestigkeit bestimmt
- **Langzeitverhalten** – Beurteilung des Absetzverhaltens über einen längeren Zeitraum

Abbildung 2 zeigt verschiedene Mustercodierungen und Aufstriche zur Bestimmung der Haftungs- und Trocknungseigenschaften



Abbildung 2: Mustercodierungen und Aufstriche zur Bestimmung der Haftungs- und Trocknungseigenschaften

Wie bereits zuvor erwähnt gibt es im Hinblick auf die Farbe der Tintenformulierung starke Einschränkungen. Da das klassische Farbsystem Magenta-Cyan-Yellow (vgl. Farbstoffe) im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe nicht existiert und sich die überwiegende industrielle Nachfrage auf die Farbe schwarz beschränkt, wird auch im weiteren Projektverlauf nur mit schwarzen Pigmenten gearbeitet.

Aus den Untersuchungen zur Vermahlung sind insgesamt drei Präparationen hervorgegangen, die als sogenannte „Mutterpräparationen“ für die weiteren Entwicklungen herangezogen werden:

- VP 0510-2 Ethanolbasis
- VP 0510-3 Wasserbasis
- VP 1310-1 Wasserbasis

Diese drei Präparationen wurden darüber hinaus von der PTS auf ihre Lichteichtheit untersucht (siehe Anlage, Kapitel 7.1 PTS Prüfbericht). Dabei hat sich herausgestellt, dass nur die Präparationen VP 0510-2 und VP 0510-3 eine Lichteichtheit von 7 erreichen.

3.2.1 Schwerpunkt Bindemittel

Für den Einsatz in der neuen Tinte sollten vor allem verschieden modifizierte Naturharze, wie beispielsweise Kolophonium, Schellack oder Kopal zum Einsatz kommen. Auch Zellulose ist für den Einsatz denkbar. Ebenfalls getestet wurden selbst hergestellte Polyesterharze auf Basis von Zitronensäure.

Da ein Großteil der Harze in fester Form vorliegt, mussten diese mit Hilfe des Mörsers zunächst zerkleinert werden, um sie besser verarbeiten zu können. Die Harze tragen maßgeblich zur Haftung der Tinte auf den verschiedensten Untergründen bei.

Weiterhin bewirken sie einen Anstieg des Festkörpergehalts und der Viskosität der Tintenformulierung.

In verschiedenen Versuchen wurden die Harze mit dem Pigment und dem Lösemittel in der Kugelmühle vermahlen. Dabei sollte eine verbesserte Durchmischung der Präparation im Vergleich zum einfachen Rühren erzielt werden. Zusätzlich sollte geklärt werden, ob der Einsatz von Bindemittel bereits während der Vermahlung Vorteile mit sich bringen kann. Jedoch ließen sich keine entscheidenden Vorteile gegenüber der späteren Einarbeitung in die Pigmentpräparation feststellen. Aus diesem Grunde wurden die Bindemittel immer nachträglich in die Pigmentpräparation eingearbeitet. Dabei zeigte sich, dass zähflüssige Harze einen negativen Einfluss auf die Tintenformulierung haben, weil diese dann „schmierig“ wurden. Daher sind Harze in fester Form deutlich besser für den Einsatz in den Tintenformulierungen geeignet.

Bei den Arbeiten zur Optimierung der Haftungseigenschaften wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Das natürliche Vergällungsmittel im Bioethanol (lavandinum abrialis) führt in Kombination mit bestimmten Bindemitteln, wie Schellack oder Kopal zu einer deutlichen Verschlechterung der Haftung, besonders auf Glas. Um eine ausreichend gute Haftung zu erzielen, wurde im weiteren Verlauf der Entwicklung überall dort, wo die Haftungeinstellungen kritisch sind, der MEK-vergällte Bioethanol verwendet.
- Die zur Einstellung des Leitwertes erforderlichen Salze führen zu einem teilweise „Ausfallen“ des vorher vollständig gelösten Haftharzes. Nach einer Testreihe wurden zahlreiche Unverträglichkeiten von Salzen zu Haftharzen festgestellt, die es erforderlich machten, zu jedem Haftharz ein geeignetes Leitsalz zu finden. Der Einsatz eines universell einsetzbaren Leitsalzes ist daher nicht möglich.

Im Ergebnis konnten mit den Harzen Schellack und Kopal gute haftverbessernde Eigenschaften erzielt werden. Ebenfalls gute Hafteigenschaften und eine darüber hinausgehende bessere Verarbeitung konnte mit speziell modifizierten Kolophoniumharzen erreicht werden. Aufgrund der Haftungstests, die auch hier mittels Tesaabriss durchgeführt wurden, zeigte sich, dass für verschiedene Untergründe auch speziell geeignete Haftharze erforderlich sind. Daher werden je nach Untergrund verschiedene Tintenformulierungen erstellt. In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Haftungsuntersuchungen auf Basis der Pigmentpräparation VP 0510-2 qualitativ aufgeführt. Mit der wässrigen Pigmentpräparation VP 0510-3, die aufgrund geringerer Trocknungszeiten nur sekundär betrachtet wird, konnte bei einigen Oberflächen eine sehr gute Haftungsverbesserung mit Algenleim beobachtet werden.

Pigmentpräparation VP 0510-2 / *VP0510-3														
Lfd. Nr.	Haftharze/ Additive	Alu	Metall lackiert	Glas	PE	PP	PC	PS	Leder	Keramik	PVC	PET	Blister	Holz
1	Kolophonium 1	+	++	++	+	+	+	+	++	++	++	+	+	++
2	Kolophonium 2	+	++	++	+	O	++	+	++	++	+	+	+	++
3	Kolophonium 3	++	+	+	O	O	+	+	++	+	++	++	++	++
4	Kolophonium 4	+	++	++	+	+	+	+	++	++	++	+	+	++
5	Kopal 1	+	+	+	+	O	++	++	+	++	++	++	++	+
6	Kopal 2	++	++	++	+	O	+	+	+	+	+	+	++	++
7	Kopal 3	++	+	+	+	O	+	+	+	+	+	+	++	+
8	Dammar 1	+	+	O	+	O	+	+	++	+	+	+	+	++
9	Dammar 2	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	++	+	++
10	Schellack 1	++	++	++	++	+	+	+	++	++	++	+	+	++
11	Schellack 2	++	+	+	+	O	+	+	++	++	+	++	+	++
12	Schellack 3	++	++	++	++	+	++	++	++	+	++	+	++	++
13	Schellack 4	+	++	+	+	+	+	+	++	++	+	++	+	++
14	Schellack 5	++	+	+	+	O	+	+	++	++	++	++	++	++
15	Algenleim*	-	-	-	-	-	-	-	++	O	-	-	-	++
16	Natürl. Polyesterharz (selbst hergestellt)	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
17	Burgunderharz	O	+	+	O	O	O	O	++	+	+	O	O	++
18	Balsamharz	+	++	+	+	+	++	+	++	++	++	+	++	++
19	Maleinatharz 1	+	+	+	O	O	+	+	++	+	+	O	O	+
20	Maleinatharz 2	O	O	O	O	O	+	+	++	++	+	+	+	++
21	Mastix	+	+	++	+	+	++	+	++	++	++	+	++	++

Tabelle 4: Beurteilung der Haftungseigenschaften

++ sehr gute Verbesserung
 + gute Verbesserung
 O nur geringfügige Verbesserung
 - Verschlechterung
 -- Unverträglichkeit

3.2.2 Schwerpunkt Additive

Im Bereich der Additive stand nur eine kleine, begrenzte Auswahl zur Verfügung, welche die Kriterien des Projektes erfüllten. Ein Großteil der Additive besteht aus Fetten und Ölen.

Darunter befinden sich Netz- und Dispergieradditive, Feuchthaltemittel, Leitsalze und Entschäumer.

Netz- und Dispergieradditive

Für die zu bearbeitende Aufgabe stehen die Netz- und Dispergieradditive im Vordergrund. Netz- und Dispergieradditive werden oft zusammengefasst, da eine klare Trennung nicht möglich ist. Ihre Aufgabe besteht darin, den Dispergiervorgang zu erleichtern und die Pigmentdispersion zu stabilisieren. Dabei werden zwei Arten der Stabilisierung unterschieden: sterische bzw. elektrostatische Abstoßung. In beiden Fällen umhüllt das Netz- und Dispergieradditiv die Pigmentteilchen. Im Falle der elektrostatischen Abstoßung, tragen alle Dispergieradditivteilchen eine kationische oder anionische Ladung. Dadurch werden alle Pigmentteilchen gleichnamig elektrisch aufgeladen und es treten zwischen ihnen Abstoßungskräfte auf, welche stärker sind als die Anziehungskräfte der Pigmentteilchen untereinander. Dadurch kann ein Agglomerieren, d.h. Pigmentteilchen verbinden sich nach einiger Zeit wieder, verhindert werden.

Die Netz- und Dispergieradditive, die nach der sterischen Methode stabilisieren, besitzen lange Molekülketten (hydrophile Molekülgruppen) und pigmentaffine, d.h. pigmentliebende Gruppen, die die Pigmentteilchen umhüllen. Dabei entsteht zwischen diesen Teilchen ein bestimmter Abstand zueinander, so dass die Anziehungskräfte zwischen den Pigmentteilchen zu gering sind um ein Agglomerieren auszulösen.

Zur Verarbeitung der Netz- und Dispergieradditive wurden diese während der Vermahlung dem Pigment zugegeben. Diese Einsatzmenge richtete sich zunächst nach den Herstellerempfehlungen. Bei erfolgversprechenden Formulierungen wurden die Einsatzmengen variiert. Dazu wurden Pigment, Lösemittel und das entsprechende Netz- und Dispergieradditiv in einen Mahlbecher mit einer definierten Menge Mahlkugeln gegeben und 25 Minuten bei 650 Umdrehungen/Minute vermahlen. Anschließend wurde der Mahlansatz von den Mahlkugeln getrennt und mit dem Grindometer vermessen. Es konnten Pigmentteilchengrößen von $< 1 \mu\text{m}$ erzielt werden.

Während der Vermahlung kam es zu einer Wärmeentwicklung durch die Bewegungsenergie der Mahlkugeln. Bei unbefriedigenden Mahlergebnissen konnte nicht geklärt werden, ob die bei der Vermahlung entstandene Wärme den Wirkungsprozess negativ beeinflusst. Die Vermahlungen wurden anschließend in einer Tintenformulierung verarbeitet und hinsichtlich des Absetzverhaltens beurteilt.

Im Ergebnis erzielte die Vermahlung der Pigmente mithilfe der Netz- und Dispergieradditive unterschiedliche Ergebnisse, die in Tabelle 5 dargestellt sind.

Additivgruppe	Vermahlung von Pflanzenkohlepigmenten in	
	Ethanol/Bioethanol	dest. Wasser
Fettalkoholpolyglykolether	-	-
Fettsäureester	+ / o	+ / o
sonstige Fettsäurederivate	o	o
Ochsengalle	-	-
Ligninsulfonate	o	+

Tabelle 5: Ergebnisse der Vermahlungen mit Additiven verschiedener Additivgruppen

- + positives Ergebnis
- negatives Ergebnis
- o zunächst homogene Formulierung, später kam es zum Absetzen

Leitwertadditive

Zur Beurteilung der Leitwertadditive (Salze der Milch- und Essigsäure) wurden diese zunächst zu einem festgelegten Anteil der Rezeptur beigelegt und der Leitwert mit einem Konduktometer gemessen. Da ein steigender Anteil von Leitsalz in den meisten Fällen zu einer Verschlechterung der Hafteigenschaften führte, wurde anschließend das Leitsalz gewählt, welches mit dem geringsten Anteil die gewünschten Leitwertparameter erzielte.

Verkürzung der Trocknungszeit

Eine möglichst geringe Trocknungszeit gehört mit zu den wichtigsten Anforderungen an die Eigenschaften einer Industrietinte. Allerdings ist es hier leider nicht möglich, durch einfache Zugabe von bestimmten Stoffen ein positives Ergebnis zu erzielen, es sind vielmehr umfangreiche Versuche mit dem Bioethanolgehalt, verschiedenen Pflanzenestern und dem Festkörperanteil der Bindemittel sowie der Pigmente durchzuführen. Auf Basis der Pigmentpräparation VP 0510-2 wurden Testformulierungen zur Beeinflussung der Trocknungszeit erstellt und auf verschiedenen Untergründen verglichen, indem in bestimmten Zeitintervallen nach dem Aufdruck eine „Wischprobe“ auf dem Untergrund vorgenommen wurde. Diese Untersuchung wurde nur an der ethanolhaltigen Präparation durchgeführt. Die qualitative Beurteilung ist in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt:

Pigmentpräparation VP 0510-2									
Lfd. Nr.	Musterformulierung	Alu	Metall lackiert	Glas	PE	Lackierte Pharmaverpackung	PVC	PET	Blister
1	VP 16T	O	O	O	O	+	+	+	O
2	VP 17T	+	+	+	+	+	+	+	+
3	VP 19T	O	O	O	-	+	O	-	-
4	VP 26T	++	++	+	+	++	++	++	++
5	VP 30T	++	++	++	+	+	+	+	+
6	VP 31T	++	++	++	+	++	++	++	++
7	VP 32T	++	++	++	+	+	++	++	++
8	VP 33T	+	+	++	+	++	+	++	++
9	VP 46T	++	++	+	++	++	++	++	++
10	VP 48T	+	+	++	+	++	+	+	+
11	VP 52T	++	++	++	++	++	++	++	++
12	VP 57T	++	++	++	+	++	++	++	+
13	VP 64T	++	+	++	++	++	++	++	++
14	VP 66T	+	+	+	+	++	++	+	+
15	VP 69T	++	++	++	+	++	++	++	++
16	VP 71T	++	++	+	+	++	++	++	+
17	VP 79T	+	+	++	+	++	++	+	+
18	VP 82T	O	O	O	-	O	O	O	-
19	VP 83T	++	++	++	++	++	++	++	++
20	VP 85T	+	+	+	+	++	++	++	++

Tabelle 6: Beurteilung des Trocknungszeitverhaltens an verschiedenen Musterformulierungen auf unterschiedlichen Oberflächen

++ sehr gute Verbesserung
 + gute Verbesserung
 O keine Verbesserung
 - Verschlechterung

4 Untersuchung und Optimierung

Aus den vorangegangenen Entwicklungen sind eine Reihe von anwendungsspezifischen Formulierungen hervorgegangen, bei denen der Schwerpunkt der Betrachtung auf

- die Verarbeitung im Druckgerät,
- die Haftung auf dem Substrat und
- die Trocknungszeit

gerichtet war. In der folgenden Untersuchung spielen nun Beständigkeiten und der optische Eindruck eine entscheidende Rolle. Die Basis für die weiteren Untersuchungen bildet die **Formulierung C2010**. Diese Formulierung ist eine gelungene Kombination aus der vorangegangenen Haftungs- und Trocknungszeitoptimierung auf Basis von Bioethanol. Ferner kann sie recht universell auf vielen Untergründen eingesetzt werden, allerdings werden auch hier noch einige anwendungsspezifische Anpassungen notwendig sein.

4.1 Untersuchung und Optimierung der visuelle Eigenschaften

Zur Beurteilung der visuellen Eigenschaften wurden die Testformulierungen sowie optimal eingestellte konventionelle Tinten auf unterschiedliche Untergründe aufgebracht und der Gesamteindruck verglichen. Im Anschluss daran wurden die neuen Formulierungen schrittweise optimiert und mittels geeigneter Additive auf die gewünschten Eigenschaften eingestellt.

4.1.1 Farbstärke

Mit Hilfe von Kontrastkarten (siehe Seite 25, Abbildung 3) wurde die Farbstärke der Testansätze überprüft. Ausgehend von der Formulierung C2010 wurden Codierungen auf den oben abgebildeten Kontrastkarten aufgebracht und gegen ein sehr farbstarkes konventionelles System verglichen. Die Ausgangsformulierung wurde dabei durch gezielte Additivzugabe immer weiter optimiert. Trotz gleichbleibendem Pigmentanteil konnte der Farbeindruck deutlich verbessert werden. Dabei zeigten die Pflanzenester sowie die modifizierten Rizinusölderivate einen besonders positiven Einfluss auf die optisch wahrgenommene Farbstärke.

Bei den **wasserbasierenden** Tinten konnte kein Unterschied zu den konventionellen Pigmentsystemen festgestellt werden. Im Gegenteil, die optimierten Formulierungen schnitten sogar geringfügig besser ab.

Die **ethanolbasierenden** Formulierungen konnten nur mit konventionellen, farbstoffbasierenden Tinten verglichen werden. Ein schwarz-pigmentiertes System auf ethanolbasis für CIJ-Systeme ist bisher nicht verfügbar. Ein Vergleich gestaltet sich daher sehr schwierig, weil der optische Eindruck

von Farbstofftinten generell besser ist. Dieser Nachteil wird aber durch die sehr gute Lichtehtheit sowie die Wasserfestigkeit mehr als kompensiert.

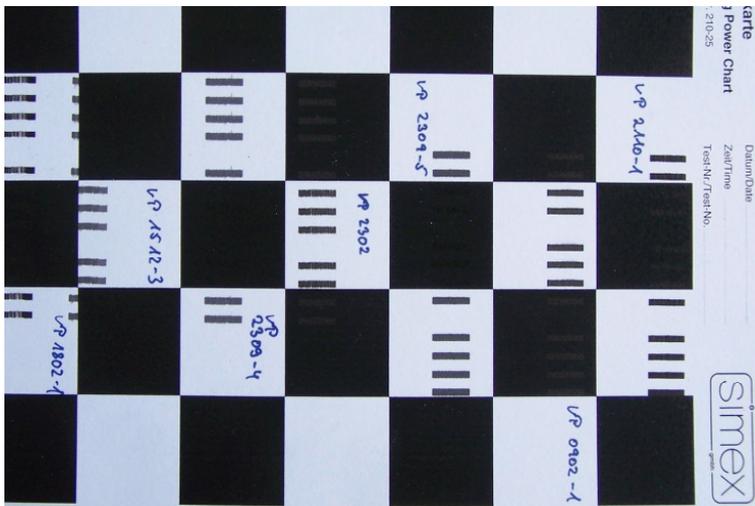


Abbildung 3: Kontrastkarte zur Bestimmung der Farbstärke

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 7 ist die Auswirkung der Additivgemische auf die Farbstärke, überprüft anhand der Kontrastkarten, dargestellt:

Lfd. Nr.	Additivformulierung	Kontrastkarte
1	VP 13AF	O
2	VP 17AF	+
3	VP 19AF	+
4	VP 21AF	+
5	VP 33AF	++
6	VP 37AF	O
7	VP 38AF	++
8	VP 39AF	+
9	VP 41AF	O
10	VP 45AF	O
11	VP 46AF	++
12	VP 48AF	+
13	VP 53AF	O
14	VP 58AF	++
15	VP 60AF	+

Tabelle 7: Auswirkung verschiedener Additivgemische auf die Farbstärke

Bei den Additivgemischen handelt es sich um Formulierungen aus den Komponenten:

- Verschieden modifizierte Fettalkoholether
- Verschiedene Pflanzenester, wie z.B. Bernsteinsäuredimethylester
- Glykole
- Glycerin
- Glykoside
- Saponine
- Carnaubewachs

4.1.2 Randschärfe

Zur Beurteilung der Randschärfe wurde ein Datamatrixcode auf verschiedene poröse und semiporöse Untergründe gedruckt und anschließend unter dem Mikroskop betrachtet. Dabei wurde besonders auf ein Verlaufen der Tinte sowie auf eventuell vorhandenen „Sprühnebel“ geachtet. Abbildung 4 a und 4 b zeigen eine stark verlaufende Tinte mit einer schwachen Randschärfe.



Abbildung 4 a und b: Datamatrixcode (Mikroskopaufnahme) konventionelles System

Durch Zugabe von Additivformulierungen, bestehend aus:

- Modifizierten Rizinusölderivaten
- Verschieden modifizierten Fettalkoholether
- Pflanzensester
- Blätterschellack
- Modifizierte Maleinatharze

Konnte die Randschärfe, ausgehend von der Formulierung C2010 teilweise stark verbessert werden. Auch im Vergleich zu konventionellen Systemen verfügen unsere Testformulierungen über eine verbesserte Randschärfe. Abbildung 5 a und 5 b, Seite 27, zeigen einen sehr randscharfen Ausdruck.

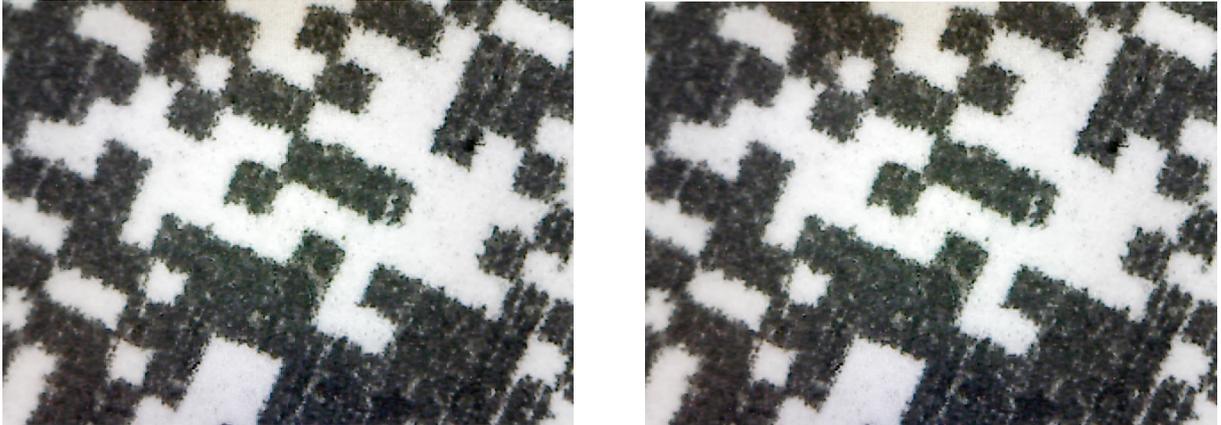


Abbildung 5 a und b: Datamatrixcode (Mikroskopaufnahme) GrüneTinte

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 8 ist die Auswirkung der Additivgemische auf die Farbstärke, überprüft anhand der Kontrastkarten dargestellt:

Lfd. Nr.	Additivformulierung	100 g-Papier	Leder	Keramik	PVC
1	VP 9RS	+	+	+	+
2	VP 17RS	++	++	++	+
3	VP 23RS	+	+	+	O
4	VP 27RS	++	++	+	O
5	VP 46RS	++	++	+	+
6	VP 48RS	O	O	O	O
7	VP 49RS	++	++	+	+
8	VP 53RS	+	+	+	O
9	VP 67RS	+	+	+	O
10	VP 68RS	+	+	+	O
11	VP 72RS	++	++	++	O

Tabelle 8: Auswirkung verschiedener Additivgemische auf die Randschärfe

Auszugsweise sind auf der nächsten Abbildung verschiedene Ausdrücke eines Datamatrix- und Barcodes auf einem beschichteten Karton dargestellt.



Abbildung 6: Datamatrixcode und Barcode (Tintenvergleich auf Karton)

4.2 Untersuchung von Haltbarkeit und Beständigkeit

In diesem Kapitel soll grundsätzlich das Langzeitverhalten von Tinte und Aufdruck untersucht werden. Die flüssigen bzw. pastösen Tintenvor- und Endprodukte dürfen sich nicht signifikant verändern. Eine einwandfreie Lauffähigkeit in den Druckgeräten muss auch über einen längeren Zeitraum gewährleistet sein.

Bei den Aufdrucken können äußere Einwirkungen das Erscheinungsbild so verändern, dass die Codierung nicht mehr lesbar ist. Im Vordergrund der Betrachtung steht hier die Überprüfung der Lichtechtheit, also die Beständigkeit gegenüber Lichteinwirkung. Daneben wird die Festigkeit gegenüber Temperatureinwirkung und Wasser untersucht.

Von allen Ansätzen, die in der Entwicklung weiterverfolgt und untersucht werden sollten, wurden Muster zur Überprüfung der Lagerstabilität angefertigt und eingelagert.

Das betrifft insbesondere die Pigmentpräparationen **VP 0510-2** und **VP 0510-3** sowie die Tintengrundformulierung **C2010** und weitere repräsentative Formulierungen, die vielversprechend aus den Haftungs- und Trocknungszeitformulierungen hervorgegangen sind.

In regelmäßigen Abständen von 6 Wochen werden die physikalischen Größen bestimmt und bestimmte Auffälligkeiten, wie beispielsweise Schlieren in der Lösung, Absetzen von Feststoffen, Gelieren usw. ermittelt. Musterformulierungen, die bereits während der ersten Untersuchungen Auffälligkeiten zeigten werden für die weiteren Entwicklungen nicht weiter berücksichtigt und entsprechend auch nicht weiter eingelagert. Die Untersuchung wird insgesamt über einen Zeitraum von 24 Monaten durchgeführt werden. Die bisherigen Ergebnisse zur Lagerstabilität zeigen gerade bei den Pigmentpräparationen und der Tintengrundformulierung ein sehr stabiles Verhalten. Allerdings sind zu den Langzeitbetrachtungen erst frühestens nach 12 Monaten belastbare Aussagen möglich. Auch über das offizielle Projektende hinaus werden diese Untersuchungen weitergeführt und ggf. durch neue Formulierungen ergänzt. Die aktuellen Ergebnisse sind in Tabelle 9 a und b zusammengefasst.

Rezept		Herstellwerte	Temperatur-		Stresstest	Langzeitbetrachtung 12 Monate
			wechsel	dauer		
VP 0510-2	Viskosität	15,36 mm ² /s	15,39 mm ² /s	15,42 mm ² /s	15,38 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert	330 µS/m	332 µS/m	331 µS/m	331 µS/m	
	Oberfl.-Spannung	25,2 mN/m	25,2 mN/m	25,2 mN/m	25,2 mN/m	
VP 0510-3	Viskosität	12,92 mm ² /s	12,92 mm ² /s	12,93 mm ² /s	12,92 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert	295 µS/m	295 µS/m	297 µS/m	295 µS/m	
	Oberfl.-Spannung	46,2 mN/m	46,2 mN/m	46,2 mN/m	46,2 mN/m	
C 2010	Viskosität	17,15 mm ² /s	17,17 mm ² /s	17,23 mm ² /s	17,18 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert	476 µS/m	478 µS/m	482 µS/m	480 µS/m	
	Oberfl.-Spannung	26,0 mN/m	26,0 mN/m	26,0 mN/m	26,0 mN/m	

Tabelle 9 a: Langzeitverhalten von Pigmentpräparation und Tintengrundformulierung

Rezept		Herstell- werte	Temperatur-		Stresstest	Langzeit- betrachtung 12 Monate
			wechsel	dauer		
VPC2010-7	Viskosität:	4,17 mm ² /s	4,18 mm ² /s	4,19 mm ² /s	4,17 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	906 µS/m	907 µS/m	909 µS/m	905 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	25,8 mN/m	25,9 mN/m	25,8 mN/m	25,8 mN/m	
VPC2010-21	Viskosität:	2,69 mm ² /s	2,70 mm ² /s	2,72 mm ² /s	2,69 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	1003 µS/m	1003 µS/m	1004 µS/m	1003 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	23,5 mN/m	23,5 mN/m	23,5 mN/m	23,4 mN/m	
VPDK2010-23	Viskosität:	5,05 mm ² /s	5,05 mm ² /s	5,07 mm ² /s	5,05 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	932 µS/m	932 µS/m	933 µS/m	930 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	44,6 mN/m	44,6 mN/m	44,6 mN/m	44,5 mN/m	
VPC2010-24	Viskosität:	4,48 mm ² /s	4,40 mm ² /s	4,51 mm ² /s	4,50 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	901 µS/m	900 µS/m	903 µS/m	902 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	24,6 mN/m	24,7 mN/m	24,8 mN/m	24,6 mN/m	
VPC2010-26	Viskosität:	3,55 mm ² /s	3,55 mm ² /s	3,57 mm ² /s	3,56 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	1008 µS/m	1007 µS/m	1009 µS/m	1008 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	23,7 mN/m	23,7 mN/m	23,8 mN/m	23,7 mN/m	
VPC2010-27	Viskosität:	3,03 mm ² /s	3,07 mm ² /s	3,17 mm ² /s	3,09 mm ² /s	Noch nicht erreicht!
	Leitwert:	906 µS/m	907 µS/m	909 µS/m	908 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	23,9 mN/m	24,0 mN/m	24,0 mN/m	24,1 mN/m	
VPC2010-70	Viskosität:	2,11 mm ² /s	2,63 mm ² /s	2,98 mm ² /s	2,09 mm ² /s	Abbruch
	Leitwert:	1017 µS/m	1029 µS/m	1048 µS/m	1037 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	24,4 mN/m	24,7 mN/m	24,9 mN/m	25,0 mN/m	
VPC2010-79	Viskosität:	2,88 mm ² /s	2,97 mm ² /s	3,18 mm ² /s	3,06 mm ² /s	Abbruch
	Leitwert:	1036 µS/m	1042 µS/m	1048 µS/m	1052 µS/m	
	Oberfl.-					
	Spannung:	24,6 mN/m	24,7 mN/m	24,9 mN/m	25,0 mN/m	

Tabelle 9 b: Langzeitverhalten verschiedener Tintenformulierungen

4.2.1 Beständigkeit des Aufdrucks

Lichtechtheit

Eine Überprüfung der Lichtbeständigkeit bzw. der Lichtechtheit wurde extern durch die Papier-technische Stiftung (PTS) durchgeführt, vgl. 7.1 PTS Prüfbericht.

Temperatur

Zur Überprüfung der Temperaturbeständigkeit wurden die Testmuster bei unterschiedlichen Temperaturen eingelagert und im Abstand von 4 Wochen visuell gegen eine Nullprobe überprüft. Dabei durfte es optisch nicht zu einer Änderung des Ausdrucks kommen.

- Einlagerung bei 60 °C
- Einlagerung bei -18°C

Temperaturwechseltest 1 Woche -18°C / 1 Woche 60 °C im Wechsel.

Wie aufgrund der guten Lichtechtheiten erwartet, kam es innerhalb eines Zeitraumes von 6 Monaten nicht zu einer optisch wahrnehmbaren Änderung der Druckproben. Der Test soll über weitere 12-18 Monate fortgeführt werden.

Wasser

Um die Beständigkeit gegenüber Wasser zu überprüfen wurden Testausdrucke auf unterschiedlichen Untergründen angefertigt und anschließend mit 100 ml dest. Wasser versetzt.

Nach einer Verweildauer von 5 min wurden die Codierung sowie das dest. Wasser überprüft.

Zusätzlich wurden die Teststreifen 30 s unter fließendes Wasser gehalten. Danach wurde mehrmals mit einem Mikrofaser Tuch über die Codierung gewischt und der Abrieb begutachtet.



Abbildung 7: Test Wasserfestigkeit (oben: konventionelles System, unten: GrüneTinte)

Mit den hier gewonnenen Resultaten konnten die Optimierungsmöglichkeiten für die Tintenformulierungen „ausgelotet“ werden. Im folgenden Kapitel sollen diese Erkenntnisse in Formulierungen umgesetzt und auf spezielle Druckgeräte und zu bedruckende Oberflächen angepasst werden.

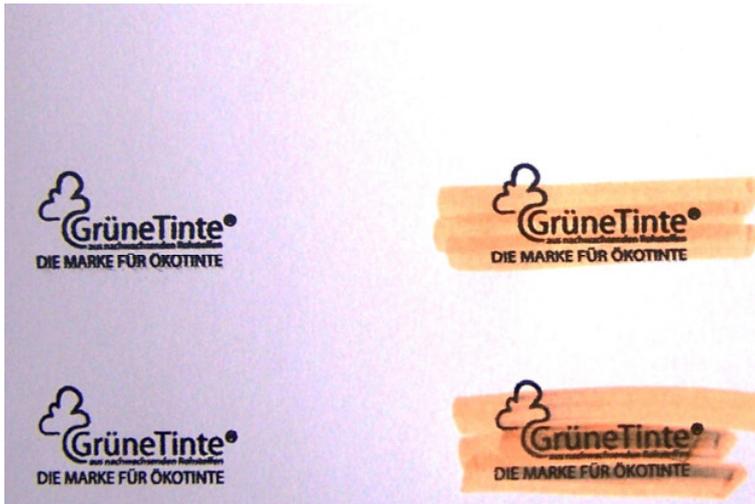


Abbildung 8: Test Textmarkerfestigkeit (oben: GrüneTinte, unten: konventionelles System)

5 Erweiterung

Wurden bei den bisherigen Untersuchungen einzelne Parameter isoliert betrachtet, gilt es in den folgenden Abschnitten anwendungsspezifische Formulierungen zu erstellen, die auf Gerät und Untergrund abgestimmt sind. Ausgangsformulierung ist dabei **C2010** (Tintengrundformulierung), auf deren Basis zunächst weitere Formulierungen für andere Druckgeräte erstellt werden. Anschließend werden diese gerätespezifischen Formulierungen auf die Bedruckung bestimmter Oberflächen optimiert.

5.1 Weitere Gerätetypen

Bei den bisher durchgeführten Entwicklungen wurde die Tintenformulierungen auf das CIJ-System Videojet Excel (**C2010**) und das DoD-Kleinschrift Industriesystem hp® 645 (**DK2010**) angepasst. Die Entscheidung für diese Gerätetypen wurde insbesondere Aufgrund der Verfügbarkeit von Geräten getroffen, um bereits frühzeitig mit den meisten Untersuchungen, auch gerade den Langzeituntersuchungen beginnen zu können.

Die Anpassungsarbeiten beschränken sich im Wesentlichen auf die Einstellung der Parameter:

- Viskosität,
- Oberflächenspannung und
- Leitwert.

Allerdings ist während der Gerätetests aufgefallen, dass die pigmentierten Systeme während des Betriebs zu Ablagerungen im Tintensystem führen. Diese Ablagerungen sind bis zu einem gewissen Grad akzeptabel, können aber in bestimmten Fällen zum Ausfall des Gerätes führen. Es war daher im Zuge der Geräteanpassungen teilweise notwendig, die Formulierung stärker zu verändern, als nur die oben erwähnten Parameter anzupassen. Des Weiteren wurde hier deutlich, dass neben der Tinte auch zwingend ein geeignetes Reinigungssystem entwickelt werden muss.

Die Entwicklung weiterer Formulierungen für andere CIJ-Geräte wurde bzw. wird in vier Stufen durchgeführt:

1. Die Parameter der Formulierung werden auf Herstellerangaben eingestellt.
2. Die angepasste Formulierung muss 1 Woche (5 x 8 h) im Dauerdruckbetrieb fehlerfrei arbeiten.
3. Die angepasste Formulierung muss 400 h im Dauerdruckbetrieb fehlerfrei arbeiten. Daneben erfolgt der Betrieb unter „Feldtestbedingungen“, d.h. mit Temperatur- und Lagewechseln.
4. Die angepasste Formulierung muss 1.000 h im Dauerdruckbetrieb fehlerfrei arbeiten.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 10, Seite 34, sind die aktuellen Verfügbarkeiten der CIJ Tinten dargestellt:

Drucksystem	Tintensysteme	
	Wasserbasis	Ethanolbasis
Videojet® Excel	○	●
Domino® A200	○	●
Saturn® 420	-	○○
KBA METRONIC® Alphajet	○	○
Linx® 6200	○	○○
Imaje® S4	○	○

●● 1.000 h Test erfolgreich, ● 400 h Test erfolgreich, ○○ 40 h Test erfolgreich, ○ verfügbar ,
- nicht verfügbar

Tabelle 10: Verfügbarkeiten von CIJ-Tinten

Bisher ist schon eine ganze Reihe von Geräteanpassungen verfügbar. Dabei sind die wasserbasierenden Systeme für saugenden und stark saugende Untergründe, wie Papier, Leder oder Holz geeignet, während die ethanolbasierenden Tinten für semiporöse und einige nicht saugende Untergründe, wie beispielsweise lackierte Verpackungen, Tetra-Packs oder auch PVC geeignet sind. Da wir selbst nicht über alle die oben genannten Geräte verfügen, sind wir auf die Zusammenarbeit mit Servicepartnern angewiesen, die für uns an bestimmten Geräten die Dauer- und Feldtests durchführen. Diese Tests werden auch nach dem offiziellen Anschluss des Projektes weitergeführt, wobei im weiteren Verlauf kundenspezifische Anforderungen die zu testenden Formulierungen mehr und mehr bestimmen werden (siehe auch Kap. 5.2).

Neben CIJ-Systemen werden im industriellen Bereich auch DoD-Systeme eingesetzt. Sehr etabliert sind Großschrift-DoD Systeme von REA® oder Matthews®, die vor allem in der Bauindustrie eingesetzt werden, um beispielsweise Holz, Betonelemente oder Säcke zu bedrucken. In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 11 sind die aktuellen Verfügbarkeiten der Großschrift-DoD-Tinten dargestellt:

Drucksystem	Tintensysteme	
	Wasserbasis	Ethanolbasis
Matthews® Standard 7 - 16	●	●
REA® (SK 7 – SK 32)	○	○

●● 1.000 h Test erfolgreich, ● 400 h Test erfolgreich, ○○ 40 h Test erfolgreich, ○ verfügbar ,
- nicht verfügbar

Tabelle 11: Verfügbarkeiten von Großschrift-DoD-Tinten

In diesem Bereich können unsere neuen Formulierungen nicht nur als ökologisch sinnvolle Alternative zu konventionellen Systemen auftreten, sondern auch mit der besonders hohen **Lichtechtheit** von 7 punkten, die bei Außenanwendungen immer von Vorteil ist.

Im Kleinschrift-DoD Bereich hat sich für industrielle Anwendungen die hp® 45 Technologie mit verschiedenen Druckcontrollern, z.B. Wolke M 600, etabliert und findet aufgrund der sauberen Handhabung gerade im pharmazeutischen Bereich, aber auch in Postzentren und Lettershops ihre Anwendung. Auch für diese Applikation stehen Formulierungen zum Bedrucken poröser Untergründe zur Verfügung.

Aufgrund einer Pressemitteilung der DBU vom Januar 2009 wurde eine Vielzahl von potentiellen Anwendern aus ganz unterschiedlichen Bereichen auf unser Projekt aufmerksam und führte zu einer ganzen Reihe von Anfragen zu folgenden Systemen:

- Industriestempler und Rollcodierer
- Stempelanwendungen für den Bürobereich
- Officedruckeranwendungen
- Schreibgerätetinten

Teilweise konnten wir bereits mit (Teil-)Ergebnissen aus unserem Entwicklungsprojekt schon Lösungen für manche der o.g. Anwendungen, z.B. für Rollcodierer, Officedrucker oder Stempelanwendungen anbieten. Da dieser Bereich aber nicht Hauptgegenstand des behandelnden Projektes ist, werden diese Applikationen hier nicht weiter behandelt.

5.2 Weitere Untergründe

Im vorangegangenen Kapitel wurden die Langzeittests und Verfügbarkeiten von gerätespezifischen Tintenformulierungen auf Wasser- und Ethanolbasis dargestellt. Damit kann bereits ein recht breites Feld von Oberflächen, von stark saugend über semiporös bis hin zu nicht saugenden Untergründen abgedeckt werden. Der Test einer Vielzahl von Oberflächen, abgestimmt auf ein spezielles Druckgerät würde nicht nur den Rahmen dieses Projektes sprengen, er wäre auch ökonomisch nicht sinnvoll, weil so viel Zeit für Applikationen verwendet werden würde, die möglicherweise nie zum Einsatz kommen. Wir haben uns daher dazu entschlossen, eine modifizierte Ethanolvariante zu entwickeln und auf bestimmte Druckgeräte abzustimmen und zu testen. Damit lässt sich dann der Bereich der nichtsaugenden Untergründe, insbesondere der Polyolefine recht gut abdecken. Spezielle Applikationen, die mit den bisher entstanden Formulierungen nicht abgedeckt werden können, z.B. bestimmte Glasoberflächen, müssen im Anfragefall dezidiert betrachtet werden. In Kapitel 3 dieses Berichtes haben wir Möglichkeiten aufgezeigt, um bestimmte Eigenschaften einer Tintenformulierung zu verbessern.

Ausgehend von den an das jeweilige Drucksystem angepassten Ethanolformulierungen wurde mit einer Kopal- bzw. Schellackvariante und einer anschließenden Anpassung des Lösemittelsystems die Verbesserung der Oberflächenhaftung auf verschiedenen Polyolefinen erreicht. In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 12 sind die aktuellen Verfügbarkeiten von modifizierten CIJ-Tinten dargestellt:

Drucksystem	Tintensysteme
	Ethanolbasis modifiziert
Videojet® Excel	○
Domino® A200	-
Saturn® 420	○
KBA METRONIC® Alphajet	○
Linx® 6200	○
Imaje® S4	○

●● 1.000 h Test erfolgreich, ● 400 h Test erfolgreich, ○○ 40 h Test erfolgreich, ○ verfügbar ,
- nicht verfügbar

Tabelle 12: Verfügbarkeiten von modifizierten CIJ-Tinten

Bei ersten Lauffähigkeitstests der ethanolmodifizierten Tinten haben sich die bereits in Kap. 5.1 erwähnten Ablagerungen soweit erhöht, dass weitere Anpassungen notwendig waren oder, wie beim DOMINO® A200 eine Applikation derzeit nicht möglich erscheint. Auch hier werden diese und weitere kundenspezifische Tests auch über das offizielle Projektende hinausgehen, wobei im weiteren Verlauf kundenspezifische Anforderungen die zu testenden Formulierungen mehr und mehr bestimmen werden.

6 Markteinführung und Ausblick

Mit diesem Projekt ist es uns nicht nur gelungen, eine ganze Reihe von Tintenformulierungen aus nachwachsenden Rohstoffen für industrielle Anwendungen hervorzubringen, sondern auch den Markt für die Verfügbarkeit solcher Produkte zu sensibilisieren. Unter der Marke „**GrüneTinte**“ werden diese Tinten für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche angeboten und ggf. auf die Applikation (Gerät/Oberfläche) modifiziert. Schon jetzt stehen für eine Vielzahl von Drucksystemen Tintenformulierungen für bestimmte Oberflächen zur Verfügung, weitere befinden sich noch im Test, andere werden kundenspezifisch angepasst.

Durch eine Pressemitteilung der DBU im Januar 2009 wurden bereits viele Interessenten auf das Projekt und die daraus resultierenden Produkte aufmerksam und bekundeten großes Interesse an der Verwendung der neuen Produktreihe. Durch gezielte Kampagnen unsererseits, die auf Hersteller von Bioprodukten, Babynahrung, Biokosmetik und Lebensmitteln zielte wurde die Zahl der Interessenten noch weiter erhöht. Bei der Resonanz konnten wir feststellen, dass sich die Anwender fast grundsätzlich in zwei Lager teilt: Ein Teil der Anwender „leben“ den Gedanken von natürlichen Produkten konsequent und sind auch bereit unsere Entwicklung ein Stück weit zu begleiten, dem anderen Teil ist es fast völlig egal, was auf die Verpackungen gedruckt wird und dazu zählen leider auch die von uns ursprünglich angedachten Lebensmittelhersteller. Leider stellt sich uns bei der Vermarktung ein zentrales Problem in den Weg und das sind die Originalgerätehersteller: Viele Interessenten möchten eine Gerätezulassung unserer Tinte von Seiten des Geräteherstellers und da stellen sich uns gegenüber viele Gerätehersteller quer. Sie blockieren sogar den Zugang durch spezielle Chips an den Tintentanks und der Androhung mit Garantieverlust bei ihren Kunden. Wir begegnen dieser Situation mit den folgenden Maßnahmen:

1. Wir nehmen zum Teil gemeinsam mit den Interessenten Kontakt zu den Geräteherstellern auf. Hier gibt es bereits erste Ansätze mit der Firma KBA METRONIC AG.
2. Gemeinsam mit unseren Servicepartnern bieten wir den Kunden nicht nur Tinte, sondern auch den Geräteservice und eine Ersatzteilversorgung an (Dieser Weg ist aber nur bei Kunden sinnvoll, deren Geräte bereits die Gewährleistungszeiträume verlassen haben).
3. Wir bieten den Interessenten Tinte und ein Gerät (Saturn 420) an, das von einem Servicepartner exklusiv vertrieben wird.

Wir sind recht zuversichtlich, dass wir mit diesen Maßnahmen die Marke „**GrüneTinte**“ auf dem Markt etablieren können. Es wird zwar ein langer steiniger Weg werden, aber wenn die ersten erfolgreichen arbeitenden Systeme als Referenzen beschrieben werden, wird die Abwehrhaltung der Gerätehersteller nach unserer Einschätzung nicht länger standhalten können.

Auch wenn das Projekt zum 31. Januar 2010 offiziell zu Ende gegangen ist, werden unsere Aktivitäten mit dem gleichen Nachdruck weitergeführt, wie während der gesamten Projektdurchführung. Hier haben wir uns vier Schwerpunktbereiche vorgenommen:

1. Weitere Kundenakquisition und Verbreitung der Marke „GrüneTinte“

Zu den Maßnahmen zählen gezielte Anschreiben ebenso, wie ein Fachartikel, den wir gerne in der Fachzeitschrift „Verpackungsrundschau“ platzieren möchten. Des Weiteren möchten wir unsere Aktivitäten auch über die deutschsprachigen Gebiete hinaus bekannt machen.

2. Weiterführung der Arbeiten an den Tintenformulierungen

Neben einer Weiterführung der Dauerdrucktests und Einlagerungsversuche sowie kundenspezifischer Erweiterungen auf weitere Applikationen (Drucksysteme/Oberfläche) konzentrieren sich derzeit die Aktivitäten auf:

- Weiterentwicklung der verfügbaren Tintenformulierung, hier speziell weitere Reduzierung der Trocknungszeit und Verringerung der Ablagerungen im Gerät.
- Auffinden / Herstellung geeigneter Farbstoffe / Pigmente für weitere Farbtöne (rot, braun, blau).
- Recherche/Untersuchung weiterer verfügbarer Stoffe zur Additivierung der Tinten.

3. Zertifizierung nach DIN ISO 14001

Als Hersteller von umweltfreundlichen Produkten ist es nur konsequent die Herstellung unter ein eigens dafür vorgesehenes Managementsystem zu stellen. Daher möchten wir gerne in diesem Jahr mit der Zertifizierung unseres Hauses nach DIN ISO 14001 beginnen, um auch unseren Kunden gegenüber darstellen zu können, dass wir Umweltschutz und Nachhaltigkeit ganzheitlich betrachten.

4. Entwicklung eines Rücknahme- und Recyclingkonzeptes

Während unserer Arbeiten und motiviert durch Kundengesprächen ist uns der Gedanke gekommen, den Kunden von „GrüneTinte“ auch ein Rücknahmesystem zur Verfügung zu stellen. Das kann beispielsweise ein spezielles Gebinde sein, dass mit der Bestellung ausgetauscht wird und in unserem Hause in einer Art und Weise, die noch zu untersuchen ist, recycelt wird. Durch das pigmentierte System stehen die Chancen für die Recyclingfähigkeit nicht schlecht.

Mit diesen Maßnahmen werden wir uns den nächsten Monaten beschäftigen und wir sind sehr optimistisch, die Produkte der Marke „GrüneTinte“ erfolgreich am Markt platzieren zu können.

7 Anlagen

7.1 PTS Prüfbericht

7.2 SGS-Fresenius Gutachten

7.3 Technische Merkblätter prometho (Publikationen)

Internetauftritt: www.grünetinte.de

PTS-PRÜFBERICHT NR. 29.323

Auftraggeber prometho GmbH
Beim Weißen Stein 13
56579 Bonefeld

Auftragsdatum 23.10.2009

Mustereingang 23.10.2009

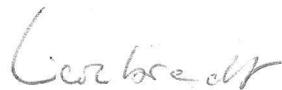
Bearbeitung Nicole Brandt
PTS
Pirnaer Str. 37
01809 Heidenau
Tel. 03529/551-670

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben. Ohne schriftliche Genehmigung der Papiertechnischen Stiftung dürfen diese Ergebnisse nicht veröffentlicht werden, nicht in einem Rechtsstreit verwendet und nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Heidenau, den 10.12.2009



Dipl.-Ing. S. Pensold



Dipl.-Chem. N. Brandt

1 Mustermaterial

Mustermaterial	Vom Auftraggeber wurden drei beschichtete Muster mit folgenden Bezeichnungen übergeben: <ul style="list-style-type: none"> • VP 0510-3 (30) • VP 0510-2 (30) • VP 1310-1 (30)
-----------------------	--

2 Aufgabenstellung

Aufgabenstellung	Die Oberseiten der Muster sollten bis zur Lichtechtheitsstufe 7 belichtet werden. Vor und nach der Belichtung war der Farbort (L^* , a^* , b^*) zu bestimmen und daraus der Farbabstand Delta E zu berechnen.
-------------------------	---

3 Durchführung und Ergebnisse

Durchführung	Aus den zugesandten Mustern wurden je zwei Streifen herausgeschnitten und im Xenotest Alpha HE bis zur Lichtechtheitsstufe 7 der Blauwollskala belichtet. Die Prüfung der Lichtechtheit erfolgte nach DIN EN ISO 105 B02.
---------------------	---

Prüfbedingungen:

Bestrahlungsstärke	60 W/m ²
relative Luftfeuchte im Probenraum	(50 + 5) %
Bestrahlungsart	Sonnenlicht hinter Fensterglas
Wendelauf	Tag-/Nachtsimulation

Der Farbort wurde nach DIN 5033 mit einem Spektralphotometer bestimmt:

Messgerät:	ELREPHO 3300
Geometrie:	d/0 (diffuse Beleuchtung / Messung unter 0°) Messung mit Glanzfalle
Beleuchtung:	D65/10° mit und ohne UV-Anregung
Blende:	SAV (Durchmesser 9 mm)
Messwerte:	2 Messungen pro Streifen

Der Farbabstand wurde gemäß DIN 6174 nach folgender Formel berechnet:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_P - L^*_B)^2 + (a^*_P - a^*_B)^2 + (b^*_P - b^*_B)^2}$$

P – Probe, B – Bezug

Ergebnisse

Messung ohne UV-Filter

		VP1310-1(30)	VP0510-2(30)	VP0510-3(30)
vor Belichtung	MW	19,9	14,1	26,7
	SD	1,04	0,74	0,20
	MW	0,9	-0,67	0,10
	SD	0,23	0,13	0,02
	MW	2,1	-3,07	0,75
	SD	0,31	0,38	0,08
nach Belichtung	MW	21,9	15,0	26,2
	SD	0,88	0,27	0,12
	MW	0,82	-0,63	0,17
	SD	0,12	0,06	0,02
	MW	2,50	-3,05	0,99
	SD	0,38	0,17	0,01
Delta E		2,04	0,901	0,524

Messung mit UV-Filter (420 nm)

		VP1310-1(30)	VP0510-2(30)	VP0510-3(30)
vor Belichtung	MW	19,9	14,1	26,7
	SD	1,04	0,74	0,19
	MW	1,95	1,41	1,20
	SD	0,29	0,36	0,08
	MW	0,29	-6,20	-1,18
	SD	0,83	0,67	0,10
nach Belichtung	MW	21,9	15,05	26,25
	SD	0,88	0,27	0,12
	MW	2,33	1,63	1,42
	SD	0,28	0,28	0,24
	MW	-0,32	-6,48	-1,25
	SD	0,50	0,39	0,44
Delta E		2,13	1,01	0,506

MW ... Mittelwert, SD ... Standardabweichung

Schlussfolgerung

Das Muster VP1310-1(30) zeigt mit einem Delta E von 2 die größte Veränderung des Farbortes, die man visuell auch wahrnehmen kann (siehe Muster im Anhang). die Veränderung der anderen beiden Muster sind visuell nicht wahrnehmbar, sie erreichen beide die Lichtechtheitsstufe 7.

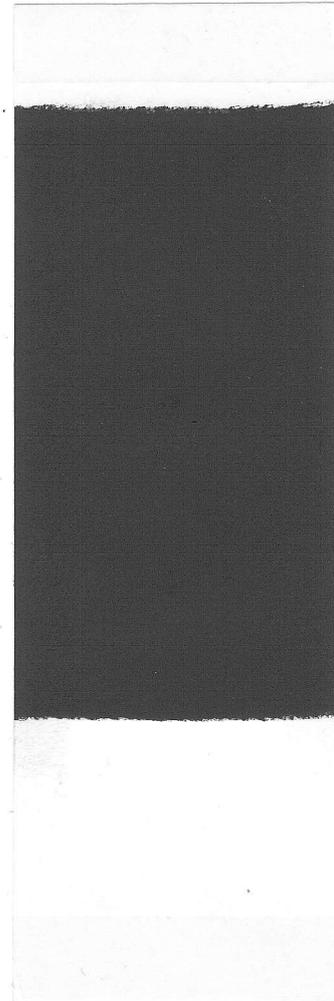
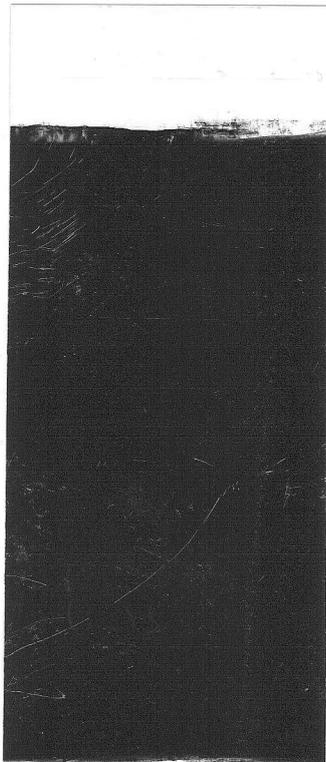
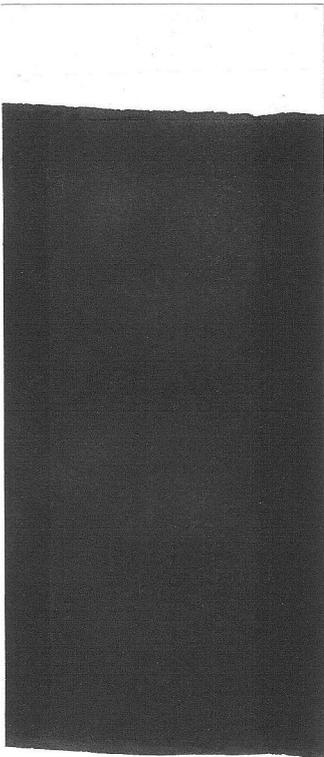
Anlage zu Prüfbericht 29.323

belichtete Proben

VP 1310-1 (30)

VP 0510-2 (30)

VP 0510-3 (30)



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Postfach 1261 · 65220 Taunusstein

Prometho GmbH
Frau Hoffmann
Beim Weißen Stein 13
D-56579 Bonefeld

Auftragsnr. : 1605067
Kundennr. : 4760900

Gabriele Göttisch/no
Tel. +49 06128/ 744- 151, Fax - 201
gabriele.goettisch@institut-fresenius.de

Competence Center
Consumer Testing Services Hardlines

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
65232 Taunusstein

Taunusstein, 18. Februar 2010

Ihr Auftrag/ Projekt : Beurteilung
Ihr Bestellzeichen : Frau Hoffmann
Ihr Bestelldatum : 22.01.2010
Probennr. : -
Testzeitraum : 18.02.2010

Prüfbericht Nr.: 1605067-01 Beurteilung der Tinte „Grün C2010“ im Sinne des LFGB

Auftragsgemäß haben wir das Produkt „Grüne Tinte C2010“ im Sinne des Lebensmittel-, Futtermittel- und Bedarfsgegenständegesetzbuches (LFGB) auf seine Verkehrsfähigkeit untersucht. Die Beurteilung erfolgt auf Basis der uns vom Hersteller übergebenen Rezeptur (vom 22.01.2010). Das Produkt (**auf Lösungsmittelbasis Alkohole und Wasser**) soll nach Ihren Angaben zur Codierung kleiner Flächen auf Verpackungen - auch für Lebensmittel - eingesetzt werden. Als Verpackungen gelten für diese Beurteilung Kunststoffteile, Getränkedosen (Alu), Glasflaschen, und aluminiumbeschichtete Folien bzw. Aluminiumfolien sowie Kartons. Der Anwendungsbereich der Tinte ist der Außenaufdruck, wobei ein Direktkontakt mit dem Lebensmittel vermieden wird.

Eine Überprüfung der technischen Eignung dieser Tinte für den Anwendungsbereich einschließlich einer guten Haftung auf dem Untergrund ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Zusammenfassung

Die Rezeptur der Tinte „Grün C2010“ wurde im Sinne des Lebensmittel-, Futtermittel- und Bedarfsgegenständegesetzbuches (LFGB) geprüft. Unter der Voraussetzung einer fachgerechten Verarbeitung der Tinte und unter der weiteren Voraussetzung, dass die Codierung nicht in direktem Kontakt mit dem Lebensmittel kommt, bestehen hinsichtlich der Verwendung dieser Tinte zur Codierung (< 1000 nl) im Sinne der geltenden gesetzlichen Bestimmungen keine Bedenken.

Wir möchten darauf hinweisen, dass nach deutschem Recht der Hersteller der Fertigerzeugnisse dafür Sorge tragen muss, dass bei Bedruckung von Bedarfsgegenständen die §§ 30,31 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetzes eingehalten werden.

Mit freundlichen Grüßen
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Götd
i. V. Gabriele Göttisch
(Projektleiter)

Nadine Paul
i. A. Nadine Paul
(Projektleiter)

G:\LFGB\Atteste 2010\Prometho_1605067_Beurteilung.doc

Seite 1 von 1

Die Marke für Ökotinte



... ein Projekt aus Nachwachsenden Rohstoffen



gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Die Marke für Ökotinte



Druckfarben für Industrieanwendungen

Als umwelt- und gesundheitsschonende Alternative zu herkömmlichen Continuous-Inkjet Tinten haben wir eine grüne Tintenfamilie auf Basis **Nachwachsender Rohstoffe** entwickelt. Die Grundlage für die hervorragenden Eigenschaften, wie **Farbstärke, Lichtehtheit, Randschärfe** und **Wasserfestigkeit** bilden natürliche Farbpigmente. In einem speziellen Mahl- und Dispergierprozess werden die Farbpigmente zu einer Präparation verarbeitet. Als Lösemittel kommen Bioethanol oder Wasser sowie weitere natürliche Polymere und andere Zusatzstoffe zum Einsatz. Und das Ergebnis kann sich sehen lassen:

Merkmale

- Herausragende Randschärfe, daher ideal für **Barcode** und **Datamatrixcode** Anwendungen
- Emissions-Entlastung für Mitarbeiter und Produkte
- Anpassungsfähig (unterschiedliche Lösemittelbasis)
- Eignung für eine Vielzahl von Druckoberflächen
- Kundenspezifische Lösungen und Anpassungen durch die Spezialisten von prometho
- **Lichtehttheit mindestens 7**
- **Zulassung nach LFGB**

Verfügbar für

- Continuous-Inkjet Systeme von Videojet®, Willet®, Linx®, Imaje® usw.
- DoD-Großschrifsysteme von REA®, Matthews® usw.
- TIJ (Thermal Inkjet-Drucktechnologie)
- Piezodrucker
- Codier- und Stempelanwendungen
- Officeanwendungen

Die Marke für Ökotinte



Druckfarben für Industrieanwendungen

Druckoberflächen

- Papier, unbeschichtetes oder beschichtet, **Etiketten , Kartonagen**
- Metalle, Stahl, diverse Legierungen, **Blister, Kronkorken, Verschlüsse, Aludeckel, Weißblechdosen**
- Glas, **Flaschen, Gläser**
- Kunststoffe wie PVC, Polycarbonat, Polystyrol, Polyethylen, Polypropylen, **Folien, Umverpackungen**
- Holz

Besonders geeignet für:

- Lebensmittelverarbeitende Industrie
- Pharmazeutische Industrie
- Kosmetik Industrie
- Hersteller von Bioprodukten
- Lettershops
- Mailinghäuser

Überzeugen Sie sich selbst:

Die Marke für Ökotinte



Druckfarben für Officeanwendungen

Auch im Officebereich hat die **GrüneTinte** Einzug gehalten und ist für Schreibgeräte, Stempel und verschiedenen Druckerpatronen verfügbar. Mit den bekannten Ökoprodukten, wie Schreibgeräten aus Biokunststoffen oder Holz wird mit der **GrünenTinte** nun die Lücke geschlossen und so ein ganzheitliches Konzept aus Nachwachsenden Rohstoffen ermöglicht.

Als Schreibtinte lässt sich die **GrüneTinte** in verschiedenen Schreibgeräten einsetzen und ist nutzbar in vielen Produkten, wie z. B.

- Füller,
- Faserschreiber oder
- Fineliner.



Die **GrüneTinte** ist auch als Stempelapplikation verfügbar. Die Farbe ist optimal auf Kissen und Stempelmatrize angepasst. Der Stempelabdruck weist eine hohe Randschärfe auf und verfügt über eine hervorragende Lichtechtheit von 7.



Die **GrüneTinte** ist optimal geeignet für ein Befüllen von Officedruckerpatronen. Damit ist auch hier eine ökologische Alternative zu konventionellen Tinten verfügbar.



prometho GmbH
Beim Weißen Stein 13
D-56579 Bonfeld
Telefon: +49 (0) 2634 980488
Fax: +49 (0) 2634 981551
E-Mail: info@prometho.de
Internet: www.prometho.de
www.grueneTinte.de



Die vorstehenden Informationen erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise. Die Informationen befreien Sie nicht von einer eigenen Prüfung unserer technischen Angaben und Sicherheitsdatenblätter. Eine Haftung bezüglich bestimmter Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten ist ausgeschlossen. Es sind immer Vorversuche durchzuführen.