

# Konventionelle Farben für den Endlosdruck

<b>HBL-Spezialdruckfarben für Laserdrucker-Formulare</b>	1
Kritische Wechselwirkungen im Laserdrucker	1
Anforderungen an die Druckfarben	3
HBL-Spezialfarben der <b>huber</b> group	3
Druckhilfsmittel	5
<b>Drucken auf selbstdurchschreibenden Papieren</b>	5
Aufbau und Funktion von SD-Papieren	6
Wechselwirkungen mit Druckfarben	7
Druckhilfsmittel	8

## HBL-Spezialdruckfarben für Laserdrucker-Formulare

Die Formulardrucker sahen sich bei der Einführung der Laserdrucker mit einer neuen Technologie konfrontiert, die einige Umstellungen der gewohnten Arbeitsweise zur Folge hatte.

Zur Herstellung von Formularen, die für eine Weiterverarbeitung im Laserdruck geeignet sind, müssen spezielle Anforderungen an die zu verarbeitenden Materialien wie Druckfarben, Papiere und die Produktionsbedingungen gestellt werden.

Für die Druckfarbenhersteller war es von besonderer Bedeutung, die funktionalen Zusammenhänge zwischen Farbe, Druck, Druckprozess und Laserdrucker zu untersuchen. Das Bedrucken von Formularen im Laserdrucker ist ein signifikantes Beispiel dafür, in welchem hohem Maß Weiterverarbeitung und Weiterverwendung das Anforderungsprofil von Druckfarben prägen.

Die hier an geeignete Druckfarben gestellten Anforderungen sind besonders hoch und tragen in der **huber**group die Bezeichnung „HBL-Farben“.

HBL steht dabei für **H**itze**B**eständig für **L**aserdrucker.

### Kritische Wechselwirkungen im Laserdrucker

Zur Beantwortung der Frage nach möglichen Wechselwirkungen zwischen einem im Endlosdruck hergestellten Formular und dem Laserdrucker soll zunächst kurz das Prinzip eines Laserdruckers erklärt werden.

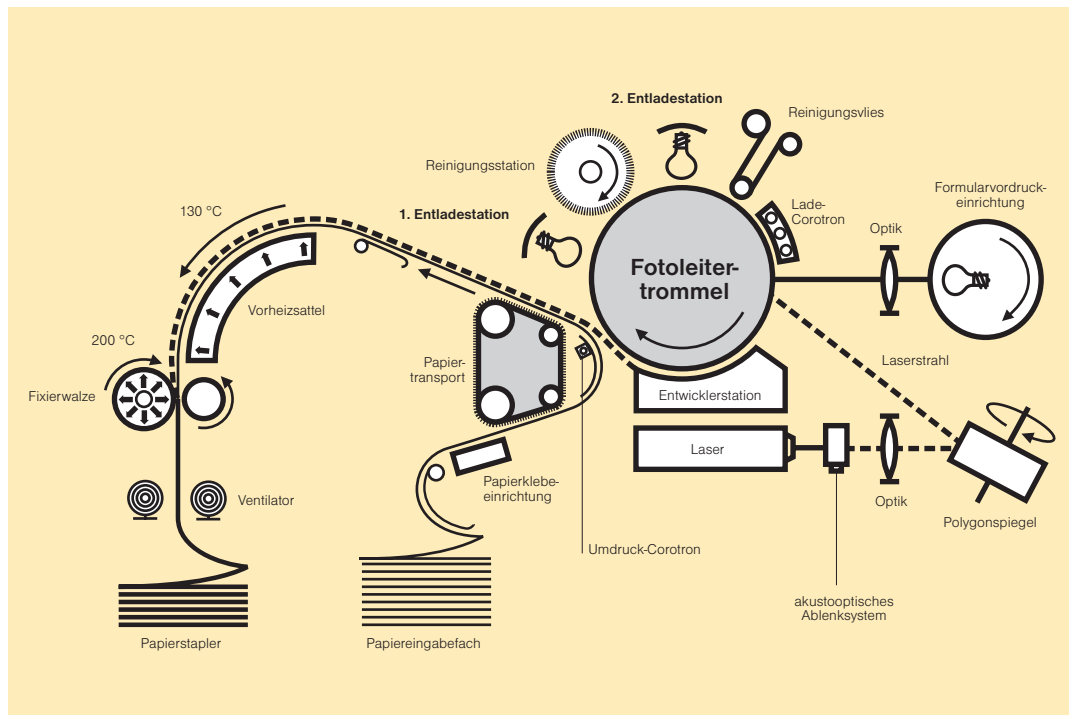
Laserdrucker verfügen über folgende Bauelemente:

- Datenspeicher zur Aufnahme der Dateninformationen mindestens einer Seite.
- Laserstation, Modulator und Spiegelsystem zur Umwandlung gespeicherter Informationen in Lichtimpulse.
- Elektrofotografische Druckeinheit zur Erzeugung latenter Ladungsbilder auf einer Fotoleitertrommel.

- Entwicklerstation, in der Toner aufgetragen wird und auf dem latenten Ladungsbild ein elektrostatisches Bild erzeugt.
- Übertragungsstation, in der das elektrostatische Bild auf Papier übertragen wird. Durch Thermofixierung wird das mit Toner behaftete Papier über einen Vorheiztisch geführt, der auf ca. 120 °C aufgeheizt wird. Zwischen Einbrenn- und Gegendruckwalze wird das Tonerpulver „aufgeschmolzen“.

Je nach Laserdruckertyp hat die Einbrennwalze Temperaturen zwischen 180 und 220 °C. Der Schmelzbereich des Tonerpulvers liegt zwischen 80 und 150 °C. Um eine einwandfreie Fixierung zu gewährleisten, muss die Papierbahn diese Temperatur erreichen.

Im Walzenspalt zwischen Einbrenn- und Gegendruckwalze können Anpressdrücke von ca. 300 kN/m<sup>2</sup> auftreten.



**Abb. 1 · Arbeitsprinzip des Xerox-Laserdruckers**

Der Laserdrucker kann nur dann störungsfrei arbeiten, wenn alle am Prozess beteiligten Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind.

Das betrifft:

- Formulargestaltung, die berücksichtigen sollte, dass möglichst keine Farben flächig übereinanderliegen und nicht auf Vollflächen gelasert wird. Die Farbgebung (Farbschichtdicke) sollte die im Endlosdruck übliche Auftragsstärke von ca. 1,3 g möglichst nicht übersteigen. Mehrfarbige Akzidenzdrucke (Mailings) werden ausschließlich mit UV- oder heißlufttrocknenden Farben produziert.
- Papier mit Reißlänge und Biegesteifigkeit, welche DIN 6721 entsprechen, sowie der Faserstoffklasse Z 100 nach DIN 827 (100% Zellstoff).
- Drucktechnik, d.h. geeignete Feuchtmittel im Offsetdruck, minimale Feuchtmittelführung, Druckplatten.
- Druckfarbe.

Treten im Laserdrucker Probleme auf, werden diese fast ausschließlich in der Einbrennstation sichtbar oder hervorgerufen. Es ist eine relativ große Zahl von Störungen bekannt, wenn eine oder mehrere der o.g. Parameter nicht geeignet oder aufeinander abgestimmt sind:

- Absetzen von Druckfarbenpartikeln auf Vorheiztisch und Einbrenn- oder Gegendruckwalze.
- Mechanische Beschädigungen der oft siliconharzbeschichteten Einbrennwalze durch darauf abgelagerte Druckfarben- und Tonerpartikel.
- Quellung der Walzen durch flüchtige Bestandteile, z.B. Mineralöle, aus Druckfarben.
- Markierung von Verschmutzungen auf der Einbrennwalze im Druckbild der Formulare.

- Rauch- und Geruchsentwicklung durch Verdunsten oder Verdampfen flüchtiger Bestandteile aus Papier oder Druckfarben.
- Unzureichende Haftung oder Abstoßung des Tonerpulvers auf mit Druckfarben bedeckten Papierflächen.

## Anforderungen an die Druckfarben

Um die durch Druckfarben verursachten Störungen vermeiden zu können, müssen Spezialfarben verwendet werden.

Nachfolgend ist ausschließlich von solchen Offsetdruckfarben die Rede, die nicht durch z.B. Strahlung oder Hitze unterstützt trocknen, sondern allein durch Wegschlagen und oxidative Vernetzungsreaktionen.

Anforderungen an diese Farben sind:

- Gute Verdruckbarkeit, besonders bei geringer, sujetbedingter Farbübertragung.
- Relativ hohe Farbstärke zur Erzielung dünner Farbschichten.
- Kein Antrocknen im Druckwerk, jedoch rasche Trocknung auf Papier mit hoher Vernetzungsdichte der oxidativ getrockneten Bindemittelbestandteile.
- Farbbestandteile, die unter den Bedingungen der Einbrennstation flüchtig sind und zu Kondensat- oder Geruchsbildung führen können, sind weitgehend zu vermeiden.
- Auf Farbbestandteile, die zur Quellung von elastomerbeschichteten Einbrennwalzen führen, ist zu verzichten.
- Der getrocknete Farbfilm darf unter den Bedingungen (Druck, Temperatur) der Einbrennstation nicht derartig klebrig werden, dass Farbpartikel auf die Walzen übertragen werden. Es sind getrocknete Farbfilme mit geringer Thermoplastizität gefordert.
- Bestandteile, die zur Erhöhung der Grenzflächenspannung zwischen „aufschmelzendem“ Tonerpulver und Druckfarbenfilm führen, dürfen nicht verwendet werden oder entstehen. Die Haftung des „eingebrennten“ Toners ist auf mit Druckfarbe bedruckten Flächen ungünstiger als auf Blanco-Papier, was bereits bei der Formulargestaltung zu berücksichtigen ist. Sollte der Laserdruck auf vorgedruckter Offsetfarbe unvermeidbar sein, sollte mit Rasterflächen unter 50 % Flächendeckung gearbeitet werden. Andernfalls setzt sich Toner auf der Einbrennwalze an und kann diese mechanisch schädigen.

Dieses Anforderungsprofil macht deutlich, dass es von „normalen“ Endlosfarben nicht erfüllt werden kann.

## HBL-Spezialfarben der hubergroup

Alle HKS®-E-Farben sind HBL-Spezialfarben und enthalten Bindemittel, die das erforderliche Anforderungsprofil gewährleisten.

Bei der Entwicklung dieser Systeme wurde großer Wert auf gute Verdruckbarkeit gelegt. Stabilität und hohe Feuchtmitteltoleranz, d.h. großer Spielraum zwischen Schmieregrenze und dem Auftreten von Waschmarken sollen helfen, die Makulaturquote zu senken.

HBL-Farben enthalten meist nur geringe Anteile flüchtiger Bestandteile. Störungen im Laserdrucker durch verdunstende oder verdampfende Farbbestandteile werden dadurch ebenso vermieden wie die Quellung der Einbrennwalze.

Bestandteile	Anteile (%)
Modifizierte Kolophoniumharze	30
Synthetische Spezialharze	15
Pflanzliche Öle	35
Reaktivverdünner	15
Gelierungsmittel	5

### Bindemittelrezeptur

Die dünnflüssigen Komponenten wie pflanzliche Öle und der Reaktivverdünner sind zur oxidativen Vernetzung befähigt und werden komplett in den Farbfilm eingebaut. Durch die oxidative Trocknung erfolgt ein Phasenwechsel vom flüssigen in den festen Aggregatzustand.

Bestandteile	Anteile (%)
Pigmente	15 – 30
Füllstoffe	0 – 10
Bindemittel	84 – 52
Hilfsstoffe	0 – 5
Trockenstoffe	1 – 3

### Farbrezeptur

Die Trockenstoffe auf der Basis organisch gebundener Metalle katalysieren die unter Einwirkung von Luftsauerstoff ablaufende oxidative Vernetzungsreaktion von geeigneten pflanzlichen Ölen und Reaktivverdünner nach folgendem Schema:

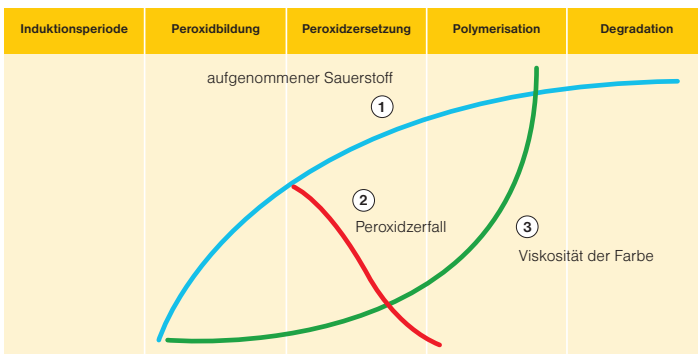


Abb. 2

Im Gegensatz zu Druckfarben, die auf reiner Mineralölbasis formulierte Bindemittel enthalten, ist das Wegschlagvermögen von HBL-Farben geringer, sie schlagen langsamer weg.

Farbe	Zeitbedarf des Wegschlagens (s)
Standard-Endlosfarbe	240
HBL-Farbe	360

### Wegschlagtest auf Kunstdruckpapier

Der vergleichende Wegschlagtest wurde auf Kunstdruckpapier durchgeführt, da Unterschiede hier deutlicher sichtbar werden als auf einem Naturpapier, wie es im Endlosdruck (ohne Heißluft- oder Strahlentrocknung) eingesetzt wird.

Mit Rücksicht darauf, dass HBL-Farben nicht nur langsamer wegschlagen, sondern auch eine längere Trocknungszeit beanspruchen, muss zwischen Druck und Weiterverarbeitung im Laserdrucker ein ausreichender Zeitraum zur Verfügung stehen. In Abhängigkeit der Farbbelegung und Flächendeckung sollte dieser Zeitraum nicht unter 3 – 5 Tagen liegen.

Andernfalls kann Farbe auf der Einbrennwalze des Laserdruckers ansetzen und zum Dublizieren auf dem Druckbild führen.

Ist der Übereinanderdruck von Farben erforderlich, sind UV-trocknende Farben zu verwenden.

Beim Einsatz von HBL-Farben auf SD-Papieren können folgende Probleme auftreten:

- Kontaktvergilbung,
- Neutralisierungseffekte, die sich jedoch nicht auswirken, da in vollflächig bedruckten Zonen keine Durchschrift erfolgt.

Die am Markt angebotenen Papiere sind qualitativ nicht identisch und können daher unterschiedlich in der Wechselwirkung mit Druckfarben reagieren. Bezüglich Vergilbung und Neutralisationswirkung sollen daher Vorversuche vorgenommen werden. Sollten die o.g. Probleme im Vorversuch auftreten, sollten Spezialfarben der **hubergroup** zum Einsatz kommen.

## Druckhilfsmittel

Bei der Verarbeitung von HBL-Farben dürfen nur spezielle Druckhilfsmittel verwendet werden:

### Drucköl 10 T 1405

Ist auf das Bindemittelsystem der Farben abgestimmt und kann eingesetzt werden, um die Farben, falls Bedruckstoffe mit niedriger Nassrupffestigkeit verarbeitet werden müssen, in der Zügigkeit zu reduzieren. Rupfen und Aufbauen auf den Drucktüchern können so unterbunden werden.

### Grafo Drier 10 T 5001

Bei sujetbedingter, geringer Farbführung kann die Trocknung durch emulgiertes Feuchtmittel verzögert werden. Dieser Mangel kann in normalen Fällen durch Grafo Drier beseitigt werden.

### Lasurweiß 30 IL 1000

Zur Aufhellung von Farbtönen darf nur dieses Produkt verwendet werden, da es die gleiche Bindemittelbasis wie die HBL-Farben enthält.

Von allen genannten Produkten stehen Technische Informationen und Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung.

## Drucken auf selbstdurchschreibenden Papieren

Die Nachfrage im Formulareindruck hat sich deutlich auf Durchschreibesysteme mit guter Bedruckbarkeit und Durchschreibewirkung konzentriert. Nur in bedruckter Form sind SD-Papiere ein hervorragendes Organisationshilfsmittel. Für den Druck von Vollflächen, Schrift und Rastern auf Vorder- und Rückseite ist das Offsetdruckverfahren am geeignetsten. Die Druckspannung ist bei diesem Verfahren erheblich geringer als im Hochdruckverfahren.

Unter anderem werden die nachfolgend genannten Anforderungen an SD-Papiere gestellt:

- gute Durchschrift,
- gute Lesbarkeit,
- Dauerhaftigkeit der Durchschrift,
- wisch- und schmierfestes Kopieren,
- hygienisch und physiologisch unbedenklich,
- fälschungssicher.

Diese Eigenschaften eines Formulareinsatzes dürfen nicht durch das Druckverfahren bzw. die Druckfarbe negativ beeinflusst werden.

Als Produzenten von SD-Papieren sind uns bekannt:

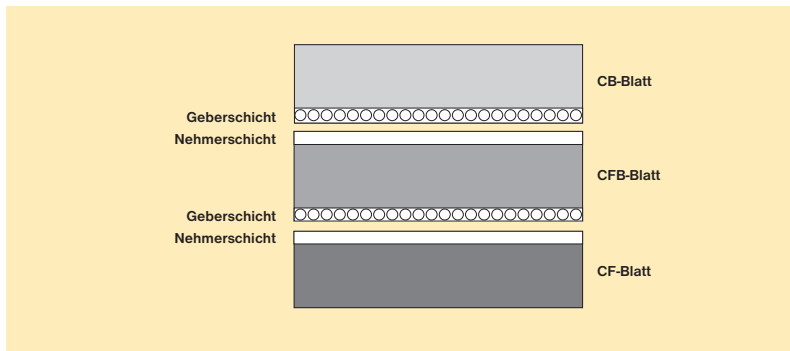
USA	Europa	Japan
WTA (Wiggins Teape Appleton)	Aero-Celje	Fuji
Mead	Ahlström	Jujo
3 M	Arjo-Wiggins	Kanzaki
Moore	Binda	Mitsubishi
Nashua	SAPPI	
	Feldmühle	
	Köhler	
	Sarrío	
	WTA	
	Zanders	

## Aufbau und Funktion von SD-Papieren

Bei chemischen Durchschreibepapieren entsteht die Durchschrift durch Farbreaktion zweier Komponenten, meist in blauer oder schwarzer Farbe. Ein einfacher, aus Reaktionsdurchschreibepapier aufgebauter Formularsatz besteht aus einem Oberblatt, auch CB-Blatt genannt (CB = Coated Back), das auf der Rückseite eine Mikrokapselschicht trägt.

Darunter liegt ein Mittel- oder CFB-Blatt (CFB = Coated Front and Back), das auf der Vorderseite die Entwicklerschicht und auf der Rückseite einen Strich mit Mikrokapseln enthält.

Darunter liegt das Unter- oder CF-Blatt (CF = Coated Front) mit der Entwicklerschicht auf der Vorderseite.



**Abb. 3**  
Aufbau eines  
Formularsatzes

Die Entwicklerschicht (auch Nehmerschicht genannt) besteht aus aktivierten anorganischen Pigmenten, z.B.

- Bleicherde, Clay (ca. 7 g/m<sup>2</sup>)
- Kieselgel
- Natriumaluminiumsilikaten.

Diese werden zusammen mit Bindemitteln, z.B. Polymerdispersionen, auf das Trägerpapier gestrichen und fixiert. Anstelle der anorganischen Stoffe können auch saure Phenolharze oder Salze der Salicylsäure als Entwickler eingesetzt werden, was in USA und Japan meist der Fall ist.

Die Mikrokapselschicht (Geberschicht) des Ober- oder CB-Blattes enthält ca. 5 g/m<sup>2</sup> Kapseln mit ca. 5 – 10 µm Durchmesser. Das Wandmaterial ist, abhängig vom Hersteller und Herstellungsverfahren, aus Gelatine, Acrylatpolymer oder Polyurethan.

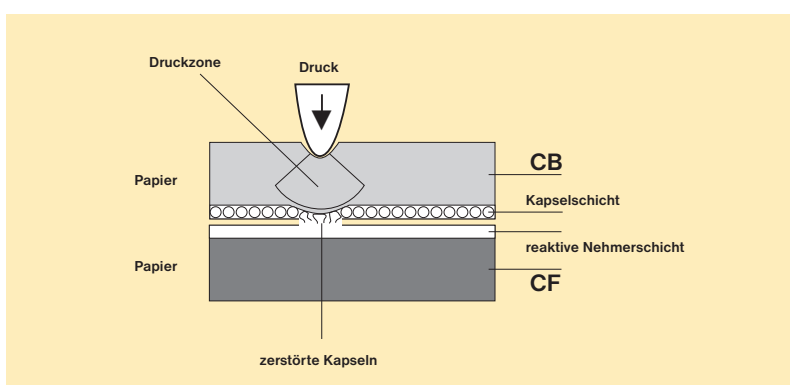
Der Inhalt dieser Mikrokapseln besteht bei den meisten handelsüblichen Papieren aus einer Kombination von zwei Farbbildnern, die auf dem Adsorbens der Nehmerschicht innerhalb von Sekunden zu einem z.B. blauen Farbton entwickelt werden.

Die Farbbildner sind in relativ hochsiedenden Kohlenwasserstoffen (Polyphenyl-Derivat, Alkyl-naphthalinen wie Diisopropylnaphthalin = KMC oder Alkylbenzolen) gelöst.

Um die Kapseln vor dem vorzeitigen Zerbrecen beim Aufrollen der Papierbahnen zu schützen, setzt man Abstandshalter in der Streichmasse ein. Cellulosepulver oder z.B. vernetzte Stärke wirken als mechanischer „Puffer“.

Durch Schreibdruck oder Typenanschlag platzen die Mikrokapseln in der rückseitigen Schicht und bilden in Kontakt mit der Entwicklerschicht des folgenden Blattes auf dieser eine Verfärbung, die den eingangs gestellten Anforderungen entsprechen muss.

Durch Auswahl geeigneter Farbbildner, z.B. einer Kombination aus blauen, roten und gelben oder eines grünblauen und roten kann man schwarze Durchschriften erzielen.



**Abb. 4**  
Prinzip der  
Farbentwicklung

Zur Entwicklung der Farbe wird der Lactonring des Farbbildners an der festen, aktivierten Oberfläche des Adsorbens (z.B. Clay) geöffnet. Die Leukoform dient hier als Elektronendonator, die Stoffe der Nehmerschicht als Elektronenacceptor.

## Wechselwirkungen mit Druckfarben

Alle SD-Papiere sind druckempfindlich. Trotzdem können sie z.B. im Offsetdruckverfahren (mit kompressiblen Drucktüchern) bedruckt werden, ohne dass ein nennenswerter Kapselanteil zerstört wird. Bei der Gestaltung von Geschäftsformularen werden Voll- oder Rasterflächen als Organisationsmittel und gestalterisches Element eingesetzt.

Die Papiere können im Offsetdruckverfahren vorder- und rückseitig bedruckt werden.

Vollflächen sollten nur dort gedruckt werden, wo keine Durchschrift erfolgt. Bei Rasterflächen soll eine Flächendeckung von 30% nicht überschritten werden, um Intensitätsverluste der Durchschrift zu vermeiden.

Für den Rückseitendruck gilt:

- magere Schriften,
- geringer Farbauftrag,
- lasierende, helle Farben (Durchscheinen).

Für den Vorderseitendruck (Nehmerschicht) gilt:

Die verwendeten Farbtöne sollten möglichst starken Farbkontrast zur Farbe der Durchschrift haben. Um Störungen während des Auflagedrucks im Offsetverfahren zu vermeiden, werden einige Erfahrungen wiedergegeben:

- Es müssen kompressible Drucktücher mit „Quick Release“-Eigenschaften verwendet werden.
- Im Feuchtmittel sollten 10% Isopropanol nicht überschritten werden, um die Kapseln nicht zu schädigen.
- Druckplatten mit geringer Feuchtmittelspeicherkapazität sind von Vorteil. Die Schmiergrenze wird früher erreicht.
- Um Aufbauen von Strichbestandteilen auf den Drucktüchern einzuschränken, sollte mit leicht erhöhter Feuchtmittelführung gearbeitet werden. Das wiederum führt – besonders bei sujetbedingter, geringer Farbführung – zum Pelzen der Farben auf den Walzen bzw. zu hohem Punktzuwachs im Druck. Somit wird die Feuchtmittelführung einen Kompromiss zwischen Aufbauen und gutem Kontrast darstellen. Aufbauen tritt in Druckwerken mit kleinen Zylinderdurchmessern verstärkt auf (größerer Öffnungswinkel). Aufbauen tritt meist vergleichbar stark sowohl bei konventionellen als auch UV-trocknenden Farben auf.

Zwischen Druckfarben und den Stoffen in Nehmer- und Geberschicht sind diverse unliebsame Wechselwirkungen möglich.

Als unliebsame Wechselwirkungen sind bekannt:

- Beim Vorderseitendruck von CB-Papier mit Druckfarben, die ungeeignete Pigmente (Triarylcarbonium-Typen) enthalten, können diese durch Kernlösungsmittel zerstörter Kapseln der Rückseite gelöst werden. Sie migrieren durch das Blatt und erscheinen auf der Rückseite.
- Zerstörung (Auflösung) von Kapselwandungen durch ungeeignete Mineralöle im Druckfarbenbindemittel.
- Neutralisierungseffekte durch stark oxidativ trocknende Farben.
- Unzureichende Echtheiten im Zusammenhang mit Neutralisierungspasten.
- Chemische Reaktionen zwischen Leukobasen und in Kernlösungsmittel gelösten, ungeeigneten Pigmenten. Farbtonveränderungen sind die Folge.

Den hier aufgeführten Wechselwirkungen muss bei der Entwicklung von Druckfarben für SD-Papiere Rechnung getragen werden.

Anforderungen an die Offsetdruckfarben sind:

- Relativ niedrige Zügigkeit, um Rupfen von Strichbestandteilen und Aufbauen auf dem Drucktuch zu vermeiden.
- Schnelles Wegschlagen, um beim Wiederaufwickeln (Druck von Rolle auf Rolle) das Übertragen (set off) von frischer Farbe zu verhindern.
- Relativ hohe Farbstärke, um die Farbschichtdicken möglichst stark zu reduzieren (Vermeidung von set off).

- Schwarzfarben dürfen keine Schönungsmittel enthalten, die im Kapsellösungsmittel (Kernlösungsmittel) löslich sind. Nur so kann ein Ausbluten vermieden werden bzw. eine chemische Reaktion mit der Leukobase.
- Einige Pigmenttypen und Schönungsmittel dürfen in Druckfarben für SD-Papiere nicht verwendet werden. Chemische Reaktionen, verbunden mit Farbtonveränderungen sind ebenfalls möglich. Verwendete Farbmittel müssen allgemein im Kernlösungsmittel unlöslich sein (siehe nachfolgende Tabelle).
- Die Druckfarben dürfen keine Mineralöle enthalten, die durch die Kapselwandungen migrieren können und diese durch Anlösen oder Erhöhung des Innendrucks durch osmotische Effekte zum Zerplatzen bringen.
- Stark oxidativ trocknende Druckfarben, z.B. HBL-Farben, können durch Bindemittelbestandteile und den bei oxidativer Trocknung entstehenden Spaltprodukten „neutralisierend“ wirken und zur Vergilbung führen.
- Stehen im Formularsatz Druckfarben und Neutralisationsfarbe in Kontakt, müssen seifenechte Druckfarben verwendet werden.
- Werden durch falsche Behandlung der Papiere beim Druck viele Mikrokapseln zerstört, kann die Trocknung der Druckfarben durch die resultierende Verdünnung mit austretender Kapsel­flüssigkeit stark verzögert werden.

Folgende Grundfarben aus dem HKS®-E-Fächer von Hostmann-Steinberg bzw. dem PANTONE®-System dürfen nicht zum Einsatz kommen:

HKS®-E-Fächer	PANTONE®
HKS 27	Rhodamin Red
HKS 33	Purple
HKS 43	Reflex Blue
	Violet
	Blue 072

Alternativen mit geeigneten Pigmenten haben keine identischen Farbtöne bei geringerer Farb­reinheit.

Die am Markt angebotenen Papiere sind qualitativ nicht identisch und können daher unterschiedlich in der Wechselwirkung mit Druckfarben reagieren. Bezüglich Vergilbung und Neu­tralisationswirkung sollen daher Vorversuche vorgenommen werden.

## Druckhilfsmittel

Zur Vermeidung von Problemen dürfen Druckfarben für SD-Papiere nur mit speziellen Druck­hilfsmitteln versetzt werden.

### Drucköl 10 T 1405

Muß die Zügigkeit der Farben z.B. infolge zu geringer Nassrupffestigkeit der Bedruckstoffe re­duziert werden, wird o.g. Drucköl zugesetzt.

### Mischweiß 50 0625

Zur Aufhellung von Farbtönen darf nur dieses Produkt verwendet werden, da es auf die Binde­mittelbasis der Farben für SD-Papiere abgestimmt wurde.

Von allen genannten Produkten stehen Technische Informationen und Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung.