

# Sonderfarben im digitalen Verpackungsdruck

Eine Untersuchung des DFTA-Arbeitskreises „Digitaler Verpackungsdruck“

Katharina Roeber

Im konventionellen Druck werden Sonderfarben nach Rezept angemischt und als Prozessfarbe verdruckt. Vor allem aus Verfahrens- und Kostengründen ist dies im Digitaldruck (Elektrofotografie & Inkjet) unüblich. Die Digitaldrucksysteme sind mit einem festen Farbset ausgerüstet, mit dem alle Aufträge produziert werden müssen. Allerdings kann Art und Anzahl der Farben in der Maschine variieren. Man unterscheidet zwischen Standard-Farbset CMYK (4C) und Multicolor-Farbsets (MC) mit zusätzlichen Farben zur Farbraumerweiterung des Systems (Abbildung 1).

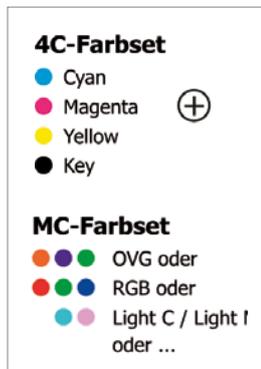


Abbildung 1: Farbsets im Digitaldruck

Da jede weitere Prozessfarbe mit Kosten (für Farbe, Druckeinheit, Energie etc.) und potenziellen Fehlerquellen verbunden ist, stellt sich die Frage, wie gut 4C-Drucksysteme Sonderfarben wiedergeben können bzw. inwieweit zusätzliche Farben für eine umfängliche Abdeckung von Sonderfarbfächern erforderlich sind. Dieser und weiteren Fragestellungen ist der DFTA-Arbeitskreis „Digitaler Verpackungsdruck“ (AK-DV) unter Leitung des Competence Centers Digitaldruck (CCD) der

DFTA in einer Untersuchung 2021/22 nachgegangen.

## AKDV-Untersuchung „Sonderfarben im digitalen Verpackungsdruck“

Ziel der Untersuchung war es, einen Überblick über den aktuellen Stand der Digitaldrucktechnik zu erhalten. Die Beteiligung der verschiedenen AK-Mitglieder erlaubte ein Versuchsszenario, mit dem folgenden Fragestellungen nachgegangen werden konnte:

- Welchen Farbraum decken MC-Farbsets im Vergleich zu 4C-Farbsets ab?
- Wie verhalten sich Flächen- und Linienparameter bei variierenden Drucksettings?
- Welchen Einfluss haben Konvertierungen und Farbmanagementsoftware (FM-Software) auf die Druckqualität?
- Inwieweit beeinflusst der Druckstoff das Druckergebnis?

Das Testchart enthielt 30 ausgewählte, verpackungstypische Sonderfarben sowie zahlreiche Kontrollelemente und Bilder (Abbildung 2). Dieses wurde von verschiedenen toner- und tintenbasierten Digitaldrucksystemen mit variierenden Farbsets und Konvertierungen auf maschinenüblichen Materialien gedruckt, vermessen und visuell bewertet. Im Ergebnis der Untersuchung kann für die beteiligten Drucksysteme der Einfluss von Farbset, Konvertierungen, Software und Material auf die Druckqualität näher beschrieben werden. Aus Gründen der Geheimhaltung sind detaillierte Angaben zu den Maschinen nicht möglich. Alle Aussagen stützen sich auf Vergleiche mit denselben Rahmenbedingungen.

## Ergebnisse Elektrofotografie

### ■ Farbset

Für die elektrofotografischen Testdrucke in der Konvertierung „Bestes Farbeergebnis“ wurde ein eindeutiger Vorteil von MC gegenüber 4C bei der Sonderfarbenwiedergabe ermittelt. Während mit vier Prozessfarben bis zu 63% der untersuchten Sonderfarben mit einem  $\Delta E_{00} < 2,5$  wiedergegeben werden konnten, realisierten zusätzliche Prozessfarben eine Abdeckung von bis zu 97% (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Farbmesswerte für die elektrofotografischen Druckmuster**

Wiedergabegenauigkeit	MC	4C
$\Delta E_{00}$ Sonderfarben	1,4–1,6	2,6
$\Delta E_{MAX}$ Sonderfarben	2,9–3,8	9,6
Anteil $\Delta E_{00} < 2,5$ von 30 Sonderfarben	83–97%	63%
Wiederholgenauigkeit.	alle mit	alle mit
Zeitintervall bis 7 Monate	A bestanden	C bestanden
PSD-Check absolute – side by side		



Abbildung 2: Untersuchungsablauf

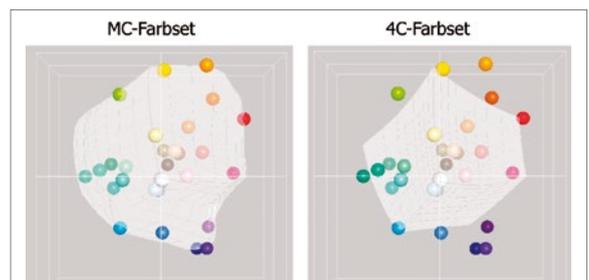


Abbildung 3: Farbräume der Farbsets eines elektrofotografischen Drucksystems

Quelle: Shutterstock/Mr.papman1985

Tabelle 2: Messwerte für Flächen und Linien der elektrofotografischen Drucke

Parameter	MC		4C	
Wolkigkeit [mottle]	0,2–0,7	A–B	0,3–0,6	A–B
Körnigkeit [graininess]	0,5–1,3	A–C	0,5–1,2	A–C
Kantenglätte [raggedness]	9–10 µm	A	10 µm	A
für die meisten deutlich lesbare Schriftgröße	2 pt			
ISO 15311-2. A = Fine Art; B = ästhetische Drucke (Mode, Kunst, Kultur); C = nicht ästhetischer Produktionsdruck				



Abbildung 4: Flächen und Linien der elektrofotografischen Drucke

Die höchsten Abweichungen zeigten sich in den dunklen Tönen. Die visuelle Begutachtung ergab zudem, dass die MC-Drucke bunter und satter wirkten. Abbildung 3 visualisiert den Unterschied der Farbraumgröße beider Farbsets exemplarisch für ein Drucksystem. Für Flächen und Linien konnten die Parameter Wolkigkeit, Körnigkeit und Kantenglätte nach ISO 24790 ermittelt werden (Tabelle 2). Die hier gemessenen Unterschiede zwischen 4C und MC sind gering und waren für die Begutachter nicht wahrnehmbar. Insgesamt lassen sich den tonerbasierten Drucken homogene Flächen und Verläufe, feine Linien und glatte Kanten bescheinigen (Abbildung 4).

#### ■ Konvertierungen

Im Rahmen der Untersuchung wurden mit MC-Farbsets neben der Konvertierung „Bestes Farbergebnis“ auch die Varianten „Wenig Kanäle“ (Farbaufbau mit minimaler Kanalanzahl) und „Kein Schwarz“ (Farbdruck ohne Kanal Schwarz) gedruckt. Hinsichtlich Flächen- und Linienparametern zeigte sich kein signifikanter, wahrnehmbarer Einfluss der Konvertierung (Tabelle 3). Gleiches gilt für die in den Volltönen gemessene Wiedergabegenauigkeit der 30 Sonderfarben. Bei Halbtönen und Verläufen allerdings führt die Konvertierung „Kein Schwarz“ zu sichtbaren Farbabweichungen speziell in den dunklen Tönen (Abbildung 5). Die Berechnung der Gradienten stellt hier aufgrund des erhöhten Farbeinsatzes, um Schwarz zu ersetzen, eine Herausforderung dar. Da das Drucken ohne Schwarz keine Vorteile für die Homogenität und Körnigkeit der Flächen bewirkt, stattdessen sogar wahrnehmbare Farbunterschiede erzeugt, bringt diese Konvertierung keine Vorteile für die Druckqualität. Sonderfarben mit minimaler Anzahl beteiligter

Farbkanäle umzusetzen, beeinflusst die Druckqualität hingegen nicht sichtbar. Diese Variante stellt somit

einen praktikablen Ansatz dar, will man Fehlerquellen reduzieren und die Prozessstabilität erhöhen.



## DIE HOHE BEDEUTUNG DER KORREKTEN OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

Als Erfinder der Corona-Technologie bietet Vetaphone ein breites Fachwissen und Erfahrung mit der Oberflächenbehandlung und verfügt über ein umfassendes Portfolio an Lösungen für jede Art von Anwendung in der bahnerarbeitenden Industrie.

Unsere Expertise garantiert die perfekte Oberflächenhaftung – so dass Sie das perfekte Endresultat liefern können.



LOKALE UNTERSTÜTZUNG



OPTIMALE HAFTUNG



NIEDRIGE BETRIEBSKOSTEN

**VETAPHONE**  
Corona & Plasma

+45 76 300 333  
sales@vetaphone.com  
www.vetaphone.com

**Tabelle 3: Messwerte für Konvertierungsvarianten – Differenzen zu Konvertierung „Bestes Farbergebnis“**

Parameter	Konvertierung	
	Wenig Kanäle	Kein Schwarz
Kein Schwarz		
Ø ΔE00 Sonderfarben	+ 0,2	± 0
Wolkigkeit [mottle]	± 0 bis + 0,1	± 0 bis + 0,1
Körnigkeit [graininess]	± 0 bis + 0,1	± 0 bis + 0,1
Kantenglätte [raggedness]	± 0 µm	+ 1 µm

■ **FM-Software**

Vor allem in den dunklen Tönen wurden bei Drucken mit der Konvertierung „Bestes Farbergebnis“ zwischen verschiedenen Softwarelösungen Unterschiede bei den erzielten ΔE00-Werten von bis zu 0,9 gemessen. Demnach holen verschiedene Farbmanagementalgorithmen unterschiedlich viel aus den Drucksystemen heraus.

**Ergebnisse Inkjet**

■ **Farbset**

Die tintenbasierten Drucksysteme konnten in der Konvertierung „Bestes Farbergebnis“ mit erweitertem Farbset eine Abdeckung von

**Tabelle 4: Farbmesswerte für die Inkjet-Drucke**

Wiedergabegenauigkeit	MC	4C
Ø ΔE00 Sonderfarben	1,6–2,1	1,7–3,2
ΔEMAX Sonderfarben	3,9–5,4	5,1–10,5
Anteil ΔE00 < 2,5 von 30 Sonderfarben	87%	53–83%
Wiederholgenauigkeit. Zeitintervall bis 8 Monate PSD-Check absolute – side by side	alle mit B bestanden	88% bestanden

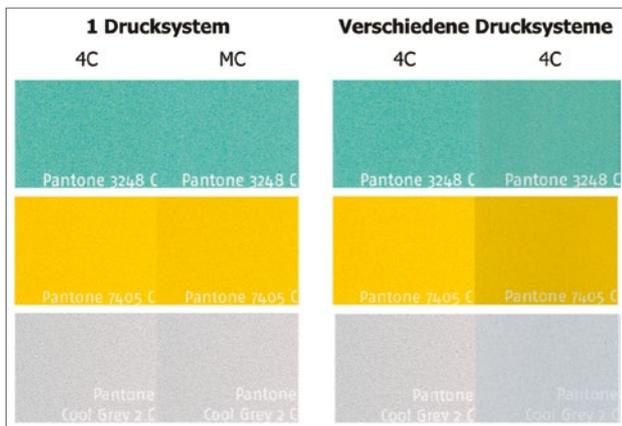


Abbildung 7: Farbumterschiede bei den Inkjet-Drucken

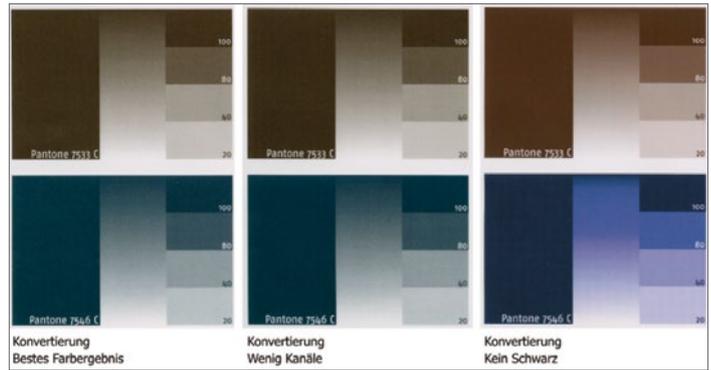


Abbildung 5: Farbabweichungen durch Konvertierungen

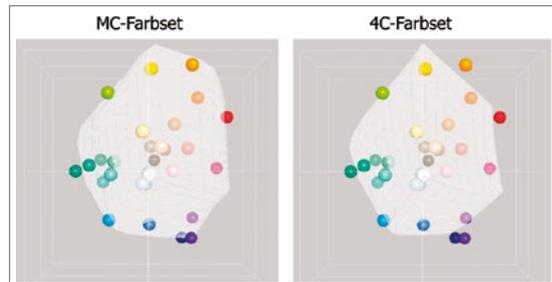


Abbildung 6: Farbbräume der Farbsets eines Inkjet-Drucksystems

bis zu 87% der 30 Sonderfarben mit ΔE00 < 2,5 erzielen, während 4C-Farbsets bis zu 83% Abdeckung realisierten (Tabelle 4). Demnach wurde für die untersuchte Farbauswahl mit MC ein größerer Farbraum abgedeckt, allerdings waren die Unterschiede zwischen 4C und MC mitunter nicht groß, wie Abbildung 6 anhand der Farbbräume beider Sets eines Drucksystems zeigt. Für das Auge waren lediglich minimale Farbunterschiede speziell bei hellen Tönen sichtbar. Deutlichere Unterschiede wurden zwischen 4C-Farbsets verschiedener Drucksysteme beobachtet (Abbildung 7).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse empfiehlt es sich, den Einsatz eines erweiterten Farbsets anwendungsspezifisch zu prüfen: Wenn die zusätzlichen Prozessfarben den 4C-Farbraum eines Drucksystems nicht wesentlich erweitern, stellt sich die Frage nach deren Notwendigkeit. Die Kostenersparnis und erhöhte Prozessstabilität beim Druck mit vier Farben liegen auf der Hand. Und speziell im Digitaldruck können andere Aspekte wie kurze Lieferzeiten oder kleine Auflagen entscheidender als die Sonderfarbenwiedergabe sein, so dass MC-Farbsets für bestimmte Anwendungen wirtschaftlich nicht sinnvoll erscheinen.

Für Regalverpackungen zum Beispiel, erst recht im Öko-Look, wäre 4C völlig ausreichend. Bei den Flächen- und Linienparametern wurden keine gravierenden Unterschiede zwischen den Farbsets gemessen. Bei allen Parametern ergab sich für 4C die gleiche Bewertung wie für MC (Tabelle 5).

Völlig unabhängig vom Farbset zeigte sich, dass die Körnigkeit von Flächen eine Herausforderung im Inkjet darstellt, (Abbildung 9). Speziell in den Mittelönen und Lichtern resultierten unruhige Flächen, welche die Anforderungen an den Produktionsdruck (Note C) nicht mehr erfüllen.

■ **Konvertierung**

Die Drucksettings erlaubten Vergleiche zwischen der Konvertierung „Bestes Farbergebnis“ mit den Varianten „Wenig Kanäle“ und „Kein Schwarz“ sowie „Minimaler Farbauftrag“ [GCR 70%]. Ohne Schwarz zu drucken lieferte eine um durchschnittlich 0,5 ΔE00 geringere Wiedergabegenauigkeit – vor allem den dunklen Tönen geschuldet – während mit wenig Kanälen die Sonderfarben lediglich um 0,1 ΔE00 weniger exakt gedruckt wurden. Für die Flächen und Linien lassen die Messwerte keinen negativen Einfluss erkennen. Die Variante „Kein Schwarz“

erzielte bei der Begutachtung vielmehr den Eindruck, Flächen weniger körnig abzubilden, dafür aber farbstichig (Abbildung 10). Drucke mit wenig Kanälen wurden als detailschärfer wahrgenommen.

So scheint auch im Inkjet das Drucken mit wenig Kanälen geeignet zu sein, ohne erheblichen Farbverlust dafür mit höherer Schärfe und Prozessstabilität gute Ergebnisse zu erzielen. Die Konvertierung „Minimaler Farbauftrag“ verursachte keine gravierenden Messwertunterschiede. Mit dieser Variante lässt sich somit Tinte sparen, ohne dass Qualitätseinbußen hin-genommen werden müssen.

■ **FM-Software**

Auch für die Inkjet-Drucke zeigte sich softwareseitiger Einfluss auf das Druckergebnis speziell in den dunklen Tönen. Abhängig vom Anbieter wurden die Farbergebnisse in der Konvertierung „Bestes Farbergebnis“ verschieden bunt wahrgenommen.

■ **Material**

Im Rahmen der Untersuchung konnten Testliner mit Kraftliner verglichen werden. Hier lieferte der

Tabelle 5: Messwerte für Flächen und Linien der Inkjet-Drucke

Parameter	MC		4C	
Wolkigkeit [mottle]	0,3–1,0	A–B	0,3–0,9	A–B
Körnigkeit [graininess]	0,7–4,8	B–X	0,6–4,5	B–X
Linienschärfe [blurriness]	75–78 µm	A– B	72–117 µm	A–B
Kantenglätte [raggedness]	14–15 µm	A	9–15 µm	A
für die meisten deutlich lesbare Schriftgröße	3 pt			
ISO 15311-2. A = Fine Art; B = ästhetische Drucke (Mode, Kunst, Kultur); C = nicht ästhetischer Produktionsdruck				

Kraftliner genauere Farbergebnisse als der Testliner. Bei der Begutachtung wurde beim Testliner zudem eine höhere Körnigkeit wahrgenommen.

**Zusammenfassung**

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sowohl in der Elektrofotografie als auch im Inkjet MC-Farbsets einen größeren Farbraum abdecken als 4C. Das Maß der Farbraumerweiterung variiert allerdings abhängig vom Verfahren bzw. Drucksystem und der Anzahl zusätzlich eingesetzter Farben.

Konvertierungen können das Druckergebnis beeinflussen. Ohne

Schwarz zu drucken, zeigte bei den untersuchten Toner-Systemen keinen positiven Effekt, während im Inkjet die Körnigkeit von Flächen verringert werden kann, allerdings zu Lasten der Farbigkeit. Gute Ergebnisse erzielten die Konvertierungen „Wenig Kanäle“ und „Minimaler Farbauftrag“, die somit eine Option zur Kostenreduktion und Erhöhung der Prozessstabilität darstellen.

Einmal mehr wurde die Abhängigkeit des Druckergebnisses vom Material deutlich. Kraftliner lieferten bessere Resultate als Testliner. Auch wurde deutlich, dass Farbmanagement für den anforderungsgerechten Druck notwendig ist. Für jedes Drucksystem gibt es eine optimal implementierte Konvertierungsstrategie, die das Maximale aus der Maschine herausholt.

Das Gesamtfazit der Untersuchung ist, dass 4C-Digitaldrucksysteme gut für den Sonderfarbendruck aufgestellt und MC-Farbsets vor allem für anspruchsvolle Verpackungen nötig sind. Letztlich werden aber die Prioritäten der Markenartikler entscheidend sein.

**Fragen zur Untersuchung? Interesse an der Mitarbeit im Arbeitskreis?**



Competence Center Digitaldruck Leipzig

Mail: [katharina.roeber@htwk-leipzig.de](mailto:katharina.roeber@htwk-leipzig.de)



Abbildung 8: Im Inkjet gedruckte Kanten und Linien

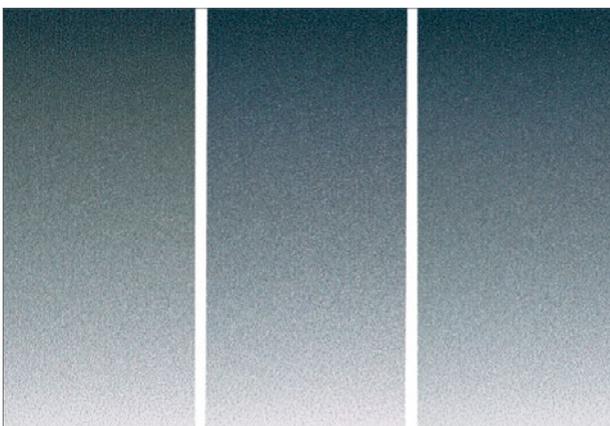


Abbildung 9: Körnigkeit im Inkjet gedruckter Verläufe

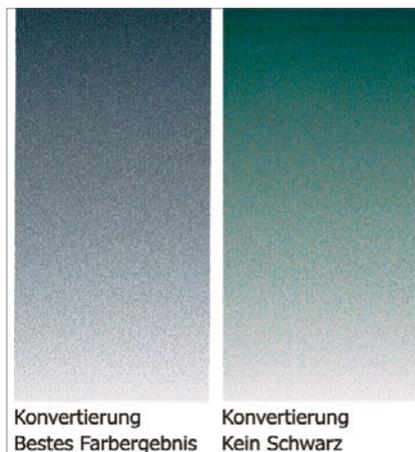


Abbildung 10: Reduzierte Körnigkeit im Inkjet mit der Konvertierung „Kein Schwarz“