

Fachartikel

Digitale Wasserzeichen im Flexodruck am Beispiel von Digimarc Barcode - Ist das Ende des Strichcodes schon in Sicht?

*Kein anderes Thema hat in der jüngeren Vergangenheit die Verpackungsdruck-Branche so in Aufruhr versetzt wie das digitale Wasserzeichen im Druckbild namens **Digimarc Barcode**. NETTO Markendiscout als großer Auftraggeber und wahrscheinlicher Vorreiter für die Muttergesellschaft Edeka fordert die Verwendung dieser Kodierung in allen Verpackungen der Eigenmarken bereits bis zum Frühjahr 2020. Für den Flexodruck ist das relativ neu und löst damit eine kleine Lawine an Fragen und Aufgaben aus. DFTA und DFTA Technologiezentrum haben sich dessen angenommen und möchte, über die diesbezüglich durchgeführten beiden DFTA Fachsymposien hinaus, hiermit Aufklärung liefern.*



Abbildung 1 Großes Interesse am DFTA Fachsymposium bei GS1 in Köln

Was ist Digimarc Barcode?

Digimarc ist eine amerikanische Firma, die sich auf gedruckte Sicherheitsmerkmale spezialisiert hat und damit unter anderem Führerscheine ausstattet. Bereits Mitte der 90er Jahre hatte

Digimarc ein digitales Wasserzeichen entwickelt, das Lizenz- und Copyright-Informationen in Fotodaten digital und unsichtbar integrierte. Seit einigen Jahren wird dieses digitale Wasserzeichen auch für Druckbilder und insbesondere Verpackungen angeboten. Etwas

DFTA Technologiezentrum
Flexodruck Stuttgart GmbH & Co.KG
Nobelstr. 10 | 70569 Stuttgart

Fon: +49 (0) 711 678 960
Fax: +49 (0) 711 678 9610
E-Mail: info@dfta.de
www.dfta.de

Wissenschaftlicher Leiter
Prof. Martin Dreher, Dr./VAK Moskau

Bankverbindung
IBAN DE34 6004 0071 0552 9193 00
BIC COBADEFF600

Amtsgericht Stuttgart
HRA 732096

Steuer-Nr. 971 0600 540

Ust.-Id.-Nr. DE 190606404

Komplementär:
DFTA TZ Stuttgart Verwaltung GmbH
Nobelstraße 5 b | 70569 Stuttgart
Geschäftsführung:
RA Nicola Kopp-Rostek,
Prof. Martin Dreher, Dr./VAK Moskau
Registergericht: Amtsgericht Stuttgart HRB 754195
Gesellschaftssitz: Stuttgart

irreführend nennt sich das Wasserzeichen dann Digimarc *Barcode*, obwohl es diesen, den Strichcode nämlich, im Grunde tatsächlich ersetzen kann.

Die gute Nachricht gleich mal als erstes: Digimarc Barcode ist drucktechnisch ziemlich robust! Man muss in der Druckerei also nicht unbedingt befürchten, dass ein zu Beginn korrekt lesbarer Code „unterwegs“ durch die Auflage seine Funktion verliert. Bis das passiert wird allem Anschein nach der Rest des Druckbildes längst ein ganz dicker Grund für eine Reklamation geworden sein. Dennoch gibt es natürlich eine Reihe von Dingen zu beachten und Veränderungen gewohnter Vorgehensweisen sind voraussichtlich darüber hinaus nötig.

Bei Digimarc Barcode handelt es sich um ein für das bloße Auge schwach erkennbares Muster, das in die zu druckende Abbildung „unsichtbar“ integriert wird. Würde man das Muster separat für sich betrachten sähe es in etwa so aus wie die Störungen, die ein glatter Rasterton von wenigen Prozent Flächendeckung beim Druck auf ein ungestrichenes Papier erfährt (sogenanntes Mottling). Insofern sind Drucke auf Faserstoffen tendenziell auch etwas bevorteilt, weil hier das Substrat ohnehin schon ein gewisses Mottling verursacht und somit der Digimarc Barcode verschleiert wird.

Falsch ist demnach, bei Digimarc Barcode würde es sich um einen Lack handeln, der das Druckbild überlagernd gedruckt wird. Im Normalfall wird somit auch keine zusätzliche Druckfarbe im Sinne eines Farbkanals, der ein weiteres Druckwerk der Druckmaschine belegen würde, hinzu kommen.

Die Verwendung dieses digitalen Wasserzeichens bringt für den Handel in der Tat erhebliche Vorteile (digitale Kunden-Ansprache und – vor allem – -Datengewinnung!) bzw.

Einsparpotenziale. Es ist daher durchaus damit zu rechnen, dass diese Technik weiter gefordert und forciert wird. NETTO ist vermutlich nur die Speerspitze. Die genannten Einsparpotenziale betreffen im wesentlichen die Erfassung der Waren an der Scannerkasse. Hier soll eine signifikante Beschleunigung stattfinden, hauptsächlich indem einerseits der Code vom Kassenpersonal nicht mehr auf der Verpackung gesucht werden muss (ist mindestens einige Dutzend Mal auf allen Seiten der Verpackung vorhanden), andererseits sogar mehrere Packungen gleichzeitig gescannt werden können. Der Handel scheint diesbezüglich sogar Kassen ohne Bediener mit sogenannten Tunnelscannern zu planen, wofür Digimarc Barcode auf den Verpackungen auch eine wichtige Voraussetzung sein kann.

Vorteilhaft wird im Sinne der Gestaltung der Verpackung dann auch sein, wenn der traditionelle Strichcode (EAN) zugunsten des Digimarc Barcode irgendwann einmal komplett entfallen kann, wodurch der dafür beanspruchte Platz anderweitig nutzbar wird (mehr Sprachvarianten, Nutzungshinweise usw.). Bis es allerdings soweit kommt, werden wir sicherlich noch einige Jahre lang aus Sicherheitsgründen beide Codes, Strichcode und Digimarc Barcode, gemeinsam auf der Verpackung vorfinden bzw. drucken müssen. Dies allein schon deswegen, weil die Klartextzeile des EAN Codes aktuell die einzige realistische Möglichkeit darstellt, das Produkt „über die Kasse zu bekommen“, falls der Digimarc Barcode dann vielleicht doch einmal nicht funktionieren sollte.

Ganz neu scheint sich die Möglichkeit aufgetan zu haben, mit Digimarc Barcode auch Kunststoffe sozusagen im Rohmaterial zu kodieren, damit die Sortierung beim Recycling auf die durch das neue Verpackungsgesetz geforderte höhere Quote kommen kann. Das

kann für die ganze Gesellschaft und natürlich vor allem für die Verpackungswirtschaft erhebliche (positive) Konsequenzen haben.

Zur Abgrenzung sei abschließend noch erwähnt, was Digimarc Barcode nicht ist, nämlich kein gedrucktes Sicherheitsmerkmal gegen Fälschung. Das Wasserzeichen ist vielmehr darauf angelegt, möglichst intakt zu bleiben, egal wie schlecht das damit versehene Bild kopiert worden sein mag (siehe oben die historische Herkunft), was einem Schutz gegen illegale Nachahmung natürlich diametral entgegensteht.

Der Workflow – ganz anders?

Wie oben angedeutet muss jedoch der Druck und damit auch die Aufbereitung der Druckdaten der Integration von Digimarc Barcode angepasst werden. Die Repro hat dabei aktuell mit den größeren Veränderungen zu rechnen, insofern es sich um aktuelle Aufträge für NETTO-Eigenmarken-Verpackungen handelt. Nach den Spezifikationen des Auftraggebers darf der Code nur von zwei Instanzen, den sogenannten „Enhancern“ *Schawk* bzw. *Wipak*, in das Druckbild eingerechnet werden. Welche Druckerei dabei den einen und welche den anderen Enhancer benutzen muss, hat NETTO anhand der zu vergebenden Motive bzw. deren Bündelung vorherbestimmt. Der Auftragnehmer, die Druckerei, kann das also leider nicht selbst auswählen.

Besonders bemerkenswert ist hieran außerdem noch die Tatsache, dass die beiden zugelassenen Enhancer eine stark unterschiedliche Herangehensweise haben. *Wipak* integriert den Digimarc Barcode bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt in die Agentur-Daten des Motivs, noch bevor diese durch irgendwelche Repro-Arbeitsläufe beispielsweise für die Farbseparation gelaufen sind. Für den

möglichst unterbrechungsfreien Fortgang der Datenaufbereitung ist dies sehr begrüßenswert, jedoch wurden auch gewisse Zweifel daran vorgebracht, ob der Code die darauf folgenden weiteren Arbeitsschritte der Datenaufbereitung schadlos überstehen würde. Konkrete Negativbeispiele sind diesbezüglich jedoch wohl gemerkt bisher unseres Wissens nicht aufgetreten! Der Enhancer *Wipak* wird darüber hinaus im Normalfall nicht erfahren, welche Druckerei den Auftrag schlussendlich fertigen wird, sodass hier ein gewisser Kundenschutz vermutet werden kann.

Zweifel an diesem Aspekt wurden dagegen im Falle des anderen Enhancers *Schawk* durchaus vorgebracht. Bei dessen Arbeitsweise werden von der jeweils involvierten Reprofirma die finalen ReprDaten zur Einfügung des Digimarc Barcode übermittelt. Die spätere Druckerei steht bereits fest und die Daten haben implizit die Charakteristiken der Druckerei (Druckkennlinien, Farbprofile, Farbseparation inklusive Sonderfarben) „mit im Gepäck“. *Schawk* bietet hiergegen den betreffenden Firmen an, auf bilateraler Basis eine Vereinbarung zum Schutze des Kunden der betreffenden Reproagentur zu treffen.

Besonders bemerkenswert an der technischen Herangehensweise durch den Enhancer *Schawk* ist deren Bestreben, den Digimarc Barcode in diejenigen Motivbestandteile hinein zu legen, wo er am wenigsten auffällig werden wird und möglichst keinen Mehraufwand verursacht. Man macht also gewissermaßen eine teilweise neue Repro-Ausarbeitung, um zum optimalen Ergebnis zu gelangen.

Kosten?

Beide Enhancer verrechnen übrigens die anfallenden Kosten direkt mit der Firma NETTO,

sodass für die involvierte Flexodruckerei und deren Reproagentur offiziell keine Mehrkosten zu berücksichtigen sind. Inoffiziell ist natürlich in der Tat ein vermehrter Aufwand für zusätzliches Handling von Daten einzuplanen und diesbezüglich gab es auch in den entsprechenden DFTA Fachsymposien keine Patentlösung zu hören. Auch ist damit zu rechnen, dass sich die Firma NETTO die anfallenden Druckvorstufen-Mehrkosten später über die Druckverträge wieder zurückzuholen versuchen wird. Unter dem Strich stellt dies alles dann doch zusätzliche Kostenbelastungen für die beteiligten Druckereien und Reproagenturen dar.

Insofern es aktuell um Aufträge für die Firma NETTO geht, sind wie gesagt nur zwei Enhancer zugelassen. Sollte sich Digimarc Barcode auf den Verpackungen anderer Handelsketten oder Industriemarken jedoch weiter verbreiten, dann dürfen sehr wahrscheinlich auch andere dafür qualifizierte Firmen den Einbau des digitalen Wasserzeichens durchführen.

Technik & Qualität

Technisch gesehen ist Digimarc Barcode wie gesagt ein digitales Wasserzeichen, das direkt in das Druckmotiv eingearbeitet wird. Dies geschieht dadurch, dass das über die zweidimensionale Fläche verteilte Muster des Codes zu einer entsprechenden Modulation der Rasterpunkte führt (insofern es sich um ein Rastermotiv handelt). Alternativ, somit für flächige Motive ohne Rasterbestandteile, kann der Code auch aus kleinen Aussparungen der Fläche umgesetzt werden, was dann jedoch je nach farblicher Gestaltung mehr oder weniger deutlich auffallend sein dürfte. In unserem Fachsymposium in Köln wurde von einem der Teilnehmer diesbezüglich ein Muster vorgelegt,

wobei die Auffälligkeit des Digimarc Barcode in der Tat als sehr deutlich zu bezeichnen war.

Überhaupt darf man entsprechenden Werbeaussagen, der Code sei unsichtbar, durchaus skeptisch gegenüber treten! Je nach Motiv und nach verwendetem Druckverfahren wird der Digimarc Barcode zwar durchaus auch einmal nahezu unsichtbar sein, auf vielen Verpackungen wird man ihn jedoch recht deutlich wahrnehmen können. Ob sich der Konsument an so etwas stören wird und dann eventuell sein Kaufverhalten entsprechend verändert bleibt abzuwarten.

Indirekt steckt jedoch hierin die wohl größte „Sprengkraft“ für den Flexodruck. Solange die Druckmotive nicht auf den enthaltenen Digimarc Barcode optimiert sind, wird er die Stärken und Schwächen der Druckverfahren über Gebühr akzentuieren. Für uns im Flexodruck könnte das bedeuten, dass er die Fähigkeit, kleinste Rasterpunkte zu drucken und über die Auflage stabil zu halten, übermäßig betont wird. Druckverfahren wie der Offsetdruck, bei denen die Wiedergabe kleinster Rasterpünktchen vergleichsweise unproblematisch ist, werden hier optisch profitieren. Beim Digitaldruck sind vergleichsweise geringe Reaktionen bzw. Erschwernisse zu erwarten. Tief- und Flexodruckbild werden wohl die deutlichsten Reaktionen auf die Einfügung des digitalen Wasserzeichens zeigen, wobei es im Flexodruck besonders um die Auflagenstabilität gehen wird, zumindest in der Betrachtung des Durchschnitts über die infrage kommenden Druckereien. Einmal mehr wird es also darauf ankommen, den Flexodruck in der Wiedergabe kleinster Rastertonwerte noch fitter zu machen.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen einen Motivausschnitt ohne und mit Digimarc Barcode. Das digitale Wasserzeichen ist in diesem Fall

natürlich sehr gut in den eigentlich druckfreien Zonen zu erkennen, betrifft aber auch die sonstigen Rastertöne.



Abbildung 2 Motivbestandteil (Farbe C) ohne digitales Wasserzeichen

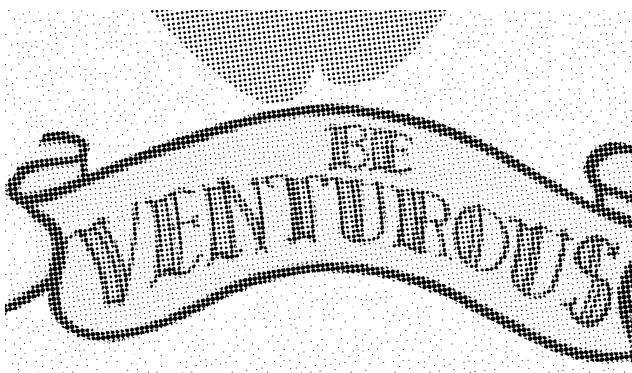


Abbildung 3 Gleicher Motivbestandteil mit Digimarc Barcode (Stärke 5 von 10)

Das digitale Wasserzeichen wird üblicherweise in mehr als nur einen einzelnen Farbauszug eingearbeitet, sowohl um es robuster gegen eventuelle Störungen im Druck zu machen, als auch um es weniger sichtbar werden zu lassen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Erfassung an der Scannerkasse mit einer einkanaligen, auf rotes Licht sensibilisierten, Kamera erfolgt. Dieser Kamerateyp ist in der überwiegenden Mehrheit der heute bereits in Deutschland im Einsatz befindlichen Supermarktkassen verbaut und wurde aus

Kostengründen den teureren 3-Kanal Farbkameras vorgezogen. Das führt dazu, dass die Einbringung des Codes in allen rötlichen Farbtönen weniger sinnvoll ist, insbesondere, wenn diese ausgesprochen hell sind. Es werden also die dunklen Farbauszüge, beispielsweise Cyan, sein, die den Digimarc Barcode in der Hauptsache transportieren. Zumindest theoretisch, denn ...

Eigene Erfahrungen

Das DFTA Technologiezentrum hat sich selbst sehr intensiv mit Digimarc Barcode befasst. Dabei haben wir bewusst gleich „selbst in die Tasten gegriffen“, sind also nicht über einen der beiden Enhancer gegangen. Dabei ist man dann auf die von Digimarc öffentlich zur Verfügung gestellten Hilfsmittel angewiesen, um den Code in das Druckbild einzubauen. Nach dieser Übung, die dann auch im Rahmen der ProFlex 2019 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, mussten wir überrascht feststellen, dass es in der Tat - entgegen der obigen Aussage - in einem mehrkanaligen Druckbild, unter anderem mit CMYK, die Farbkanäle CMY gewesen sind, die von der Digimarc-eigenen Software mit dem Code versehen wurden. Der schwarze Farbkanal wurde jedes Mal ausgespart.

Besondere Beachtung verdient bei all dem vermutlich die Frage, ob die Bereiche des Druckmotivs, die andernfalls frei von Druckbildelementen (Rasterpunkten) geblieben wären, solche durch die Anwendung von Digimarc Barcode bekommen dürfen. In den oben genannten Versuchen am DFTA Technologiezentrum haben wir das noch tatsächlich so praktiziert. Wir wollten sozusagen den schlimmsten Fall betrachten. Dabei durften wir feststellen, dass bei den gegebenen Druckbedingungen eine „Kontamination“ der druckfreien Bereiche des Motivs akzeptabel war.

Das hat uns ermutigt, die Integration von Digimarc Barcode in das betreffende Motiv über eine zuvor von uns entwickelte und patentierte Technik namens DFTA Planoflex zu wagen.

Planoflex V2 ist dabei das Mittel der Wahl. Es überzieht ein Druckmotiv vollständig mit einem feinen Rasterton. Mit dieser Überlagerung den Digimarc Barcode sozusagen einzuschmuggeln hat sich in der Tat als einfach umsetzbar und im Druck leicht beherrschbar erwiesen. Nützliche Nebeneffekte sind dann dabei noch die weitgehende Dämpfung von Schwingungen in der Druckmaschine und die Einsparpotenziale bei der Druckformherstellung. Allerdings müssen wir einräumen, dass es womöglich nicht jedermanns Sache ist, die freien Motivbereiche mit Rasterpunkten in mehreren Teildruckfarben zu „verschmutzen“. Der Enhancer Schawk legt dementsprechend auch großen Wert darauf, so etwas gegebenenfalls zu vermeiden, während es bei Datensätzen, die von Wipak enhanced worden sind, nach unserem Verständnis auch zu diesen „Verschmutzungen“ weißer Bereiche kommen müsste.

Die minimale Fläche für den Einbau eines Digimarc Barcode Wasserzeichens wird mit ca. 20 cm² ungefähr so groß angegeben wie es heute der übliche Strichcode ist. Da die aktuellen Druckmotive keineswegs vom Design her auf die Anwendung von Digimarc Barcode optimiert sind kann es also durchaus dazu kommen, dass die Einfügung von Fall zu Fall auf große Schwierigkeiten stößt, wenn man von der oben genannten Verwendung in den weißen Bereichen der Verpackung konsequent absehen möchte.

Steht und fällt die Anwendbarkeit von Digimarc Barcode im Flexodruck also mit der Fähigkeit einer Druckerei, kleinste Rasterpunkte dauerhaft nadelspitz drucken zu können? Zum Teil ja! Wie gesagt, es wird durch diese technische

Herausforderung noch entscheidender, dass der Flexodruck in der Frage der kleinsten darstellbaren Tonwerte noch fitter wird.

Konsequenzen

Über die bereits erwähnte Erschwernis in der Verarbeitung der Daten hinaus gibt es leider noch ein paar Konsequenzen aus der Anwendung von Digimarc Barcode. Zum einen sind in den meisten Motiven einfache Textwechsler (der Wechsel einer einzelnen Druckplatte zur Veränderung der Sprachvariante der Verpackung) oftmals nicht mehr so einfach möglich oder sogar automatisch ausgeschlossen. Neben der Druckplatte mit dem alternativen Text müssen dann nämlich auch die anderen Druckplatten gewechselt werden, insofern diese auch das digitale Wasserzeichen enthalten. Auch dabei kommt es natürlich etwas auf die gedankliche Vorarbeit beim Enhancement an und der Enhancer kann gegebenenfalls helfen, Kosten zu sparen, indem er das Wasserzeichen möglichst intelligent auf die Farbauszüge verteilt. Wie gesagt hat der Enhancer Schawk diesen Anspruch explizit geäußert.

Nicht erst zum Abschluss dieser Betrachtungen stellt sich natürlich die Frage, wie denn Korrektheit und Lesbarkeit des Digimarc Barcode in der Druckerei geprüft werden können? Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten. Zum einen ist da die Erfassung des Druckbilds über einen Flachbettscanner zu erwähnen, der im Zusammenspiel mit einer kostenlosen Software von Digimarc eine Bewertung vornehmen kann. Das ist insofern eine spannende Variante, als dabei gleichzeitig sogar im entstehenden Scan markiert wird, an welchen Stellen des Druckmotivs der Code wie stark enthalten ist. Vor allem wird hier aber für die Übergangszeit, wo sowohl Digimarc Barcode als auch der

Strichcode gemeinsam auf der Verpackung sind, deren Übereinstimmung geprüft! Das ist angesichts der in diesem Umfeld gesteigerten Fehlermöglichkeiten nicht zu unterschätzen! Dennoch wird diese Variante womöglich für die Druckereien eher hypothetisch sein, denn einerseits muss man dafür ein Druckmuster aus der Bedruckstoffbahn entnehmen und abtasten, was zusätzlichen Arbeitsaufwand und möglicherweise Stillstand der Druckmaschine verursacht, andererseits aber sind die dafür verfügbaren Flachbett-Scanner leider im Format (DIN-A4) viel zu begrenzt für die üblichen Formate von Verpackungen. Daher wird dies wohl eher auf den Markt der Selbstklebehaftetiketten beschränkt bleiben.



Abbildung 4 Scannerpistole zur Prüfung

Eine zweite Prüfmöglichkeit ist die Abtastung mit einer Scannerpistole wie sie auch teilweise in den Supermärkten verwendet wird. Digimarc hat dazu einige Empfehlungen herausgegeben. Die Prüfung geht schnell und kann angeblich bei langsamer Druckgeschwindigkeit sogar an der laufenden Bahn gemacht werden. Nachteil ist hier, dass die Pistole nur binär prüfen kann, falls der Code also nicht gelesen werden kann erhält man leider keinerlei Anhaltspunkte zu den Ursachen. Dennoch dürfte das vermutlich die praktikabelste Lösung sein.

Die dritte Prüfmöglichkeit wäre vordergründig ziemlich einfach und naheliegend, nämlich durch die Verwendung eines Smartphones. Auch dafür gibt es kostenlose Software von Digimarc. Genau wie mit der Scannerpistole ist hier allerdings lediglich eine binäre Funktionsprüfung

möglich, Code wird erfasst oder nicht. Allerdings sind in vielen Druckereien mittlerweile Smartphones an der Druckmaschine gar nicht mehr zugelassen und darüber hinaus besitzen die Smartphones eine Farbkamera, die nach unseren Erfahrungen den Digimarc Barcode etwas besser und schneller erfassen kann als die Scannerkasse des Supermarkts. Gibt also das Smartphone sozusagen grünes Licht, dann heißt das leider noch nicht, dass die Scannerkasse mit dem Code auch zurechtkommt.

Eine für die Druckereien ideale Prüfmöglichkeit wäre die über die Inline-Inspektion in der Druckmaschine oder deren Bahnbeobachtung. Zur Überraschung der Teilnehmer an den DFTA Fachsymposien scheint das Thema Digimarc Barcode jedoch bei den Druckmaschinenherstellern bzw. Entwicklern der Inspektionssysteme bisher noch nicht angekommen zu sein. Zumindest scheinen aber nun die DFTA Fachsymposien dort den entsprechenden Denkanstoß hinterlassen zu haben.

Wie geht es weiter?

Digimarc Barcode ist aktuell auf eine Auflösung der Strukturen des Codes von lediglich 75 dpi eingestellt. Darin vermute ich einen Grund dafür, dass der Code teilweise ziemlich deutlich störend hervortritt. Immer dann, wenn er zu einer starken Modulation der Rasterpunktgrößen in einem eigentlich glatten Ton führt, dann wirkt das auf den Betrachter besonders störend. Diesbezüglich könnte es eine gute Nachricht sein, dass aktuell seitens Digimarc an einer Verdopplung der Auflösung gearbeitet wird. Ob das dann allerdings auch im Flexodruck der empfundenen Druckqualität zuträglich sein wird muss erst entsprechend geprüft werden.

Eine ganze Reihe weiterer technischer Fragen können darüber hinaus heute noch nicht beantwortet werden. Was passiert beispielsweise mit Motiven, die heute einfarbig und flächig gedruckt werden, ohne jeglichen Raster? Müssen vielleicht bei manchen Motiven tatsächlich zusätzliche Druckfarben eingefügt werden? Im Laufe der Zeit werden diese offenen Fragen sicherlich durch reale Erfahrungen zu beantworten sein.

Das DFTA Technologiezentrum bleibt jedenfalls weiter am Ball! Wir haben wie erwähnt bereits mehrere eigene praktische Erfahrungen mit Digimarc Barcode gemacht, werden diese aber

auch noch vertiefen. In einem unserer Projekte werden wir gezielt die Druckparameter für Digimarc Barcode evaluieren und diese dann in der Folge der DFTA Gemeinde zur Verfügung stellen. In der Zwischenzeit stehen wir natürlich auch für Fragen und Ratschläge gerne jetzt schon zur Verfügung.

Stuttgart, Juli 2019

Prof. Dr. Martin Dreher

Wissenschaftlicher Leiter DFTA-
Technologiezentrum