

## Die Tonwertzunahme und die Rolle des Lichtfangs im Offsetdruck

**OFFSETDRUCK.** Die Zunahme der Punktgrößen im Offsetdruck lässt sich auf zwei grundsätzliche Ursachen zurückführen: eine verfahrensbedingte aus der Benetzungskonkurrenz und eine andere mit rein mechanischem Charakter. Dazu spielt hier auch noch der Lichtfang eine gewichtige Rolle.

Der Prozessstandard Offsetdruck schreibt für den Druck gerasterter Darstellungen teilweise erhebliche Tonwertzunahmen vor, wenn man die Film- oder Datenwerte einmal als Sollwerte sieht und sich anschaut, was bei der Umsetzung in gedruckte Produkte herauskommt. Immerhin zeigt diese wohldurchdachte Vorgabe, dass es sich nicht um einen Fehler einzelner Verfahrensschritte, sondern um typische Auswirkungen bestimmter technischer Prozesse handelt. Seit Jahrzehnten arbeiten alle beteiligten Zulieferer und Ausführenden daran, diese Tonwertzunahmen zu verringern. Zu ihnen gehören ganz maßgeblich die Hersteller von Offsetdruckmaschinen, aber auch Anbieter von Walzen, Gummitüchern, Druckplatten und nicht zuletzt Druckfarben und Feuchtmittelzusätzen.

**LÜCKE ZWISCHEN ALT UND NEU.** Das hat dazu geführt, dass es inzwischen bei neuen Druckmaschinen eher umgekehrt ist: Um standardgemäß drucken zu können, muss sich der Drucker mindestens auf hochwertigen Bedruckstoffen eine Menge einfallen lassen, um die Tonwertzunahmen auf das geforderte Niveau zu heben. In der gesamten Branche klafft eine riesige Lücke zwischen der Arbeit mit einer Ausrüstung älteren Baujahres und einer ganz aktuellen.

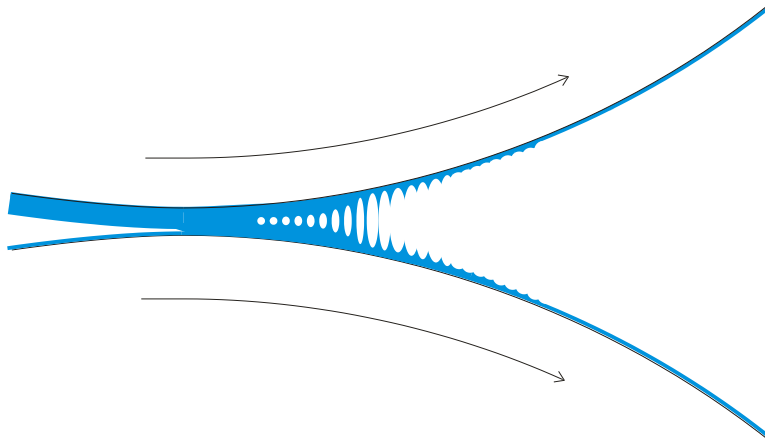
Den Praktiker interessiert vielleicht im ersten Augenblick nur der Gesamtvorgang, weil er unter wirtschaftlicher Verantwortung aus Daten oder Vorlagen hochwertige Drucke erstellen soll. Wenn er aber die Kennlinien seiner Farbwerke beeinflussen will, um sie in die Standardbedingungen einzubetten, nützt es, sich anzuschauen, welche Schritte in seiner ganzen Verarbeitungskette den Zugriff gestatten - und auch lohnen. Dies soll hier einmal modellartig geschehen.

**MODELLVERSUCH.** Die gängige Fachliteratur vereinfacht sich hier die Lage oft und beschreibt den mechanischen Vorgang, dass Punkte bei der Übergabe zwischen den Zylindern „breit gequetscht“ werden und nachher auf den meisten Bedruckstoffen noch einen weiteren Beitrag durch den Lichtfang bekommen. Das ist zu wenig, weil das Modell zu simpel ist, und ausgerechnet der verfahrensbedingte Anteil des Flachdrucks, hier des Nassoffsets, unter den Tisch fällt.

Der früher verwendete Ausdruck „optische Wirkung der Flächendeckung“ ist glücklicherweise fallengelassen worden zugunsten des „Tonwertes“. Dieser lässt völlig frei, wodurch eine Rasterfläche wirkt, und räumt damit ein altes Missverständnis beiseite, das alle Einflüsse nur der farbbedeckten Fläche zuschrieb. Von einer Flächendeckung kann man sinnvoll **nur** im geometrischen Sinne sprechen, also in Anteilen von den Quadratzentimetern einer Bildfläche.

**VORGANG IN DER DRUCKMASCHINE.** Wenn wir den Vorgang in der Offsetdruckmaschine anschauen, beginnt er mit einer Druckplatte, die gerasterte druckende Partien aufweist. Deren Flächendeckungen kann man mit Bildanalysegeräten befriedigend genau bestimmen. Wir wollen hier einmal nicht - wie sonst üblich - von den Film- bzw. Datenwerten ausgehen, weil die Plattenkopie ein eigenes Gebiet ist.

Es ist auch eine recht grobe Vereinfachung, wenn wir die Farbschicht, die auf die druckenden Elemente aufgebracht wird, als Schicht konstanter Dicke, also wie eine Scheibe, verstehen. Durch die Trennung nach den Nips zwischen Auftragwalzen und Plattenzylinder entstehen sehr unebene Gebilde, eher mit gebirgigen Inseln zu vergleichen als mit Schichten bestimmter Dicke. Diese Unebenheiten werden in den kommenden Nips eher stärker ausgeprägt als ausgeglichen.

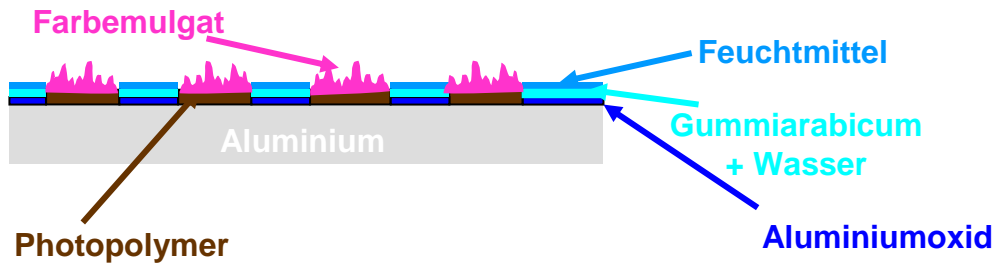


**Die Spaltung des Farbemulgates nach einem Nip lässt die Farboberfläche nie wieder ganz glatt werden**

**RASTERPUNKTVERÄNDERUNG.** Im Augenblick der Einfärbung druckender Elemente vollzieht sich die erste, die verfahrenstypische Veränderung der Rasterpunktgröße: Zwar benetzt die Farbe hauptsächlich die druckenden Elemente der Platte. Wenn die bildfreien Stellen jedoch nicht voll ausreichend mit Feuchtmittel versorgt sind, drängt die Farbe über die Punktränder hinaus und belegt größere Punktflächen, als nach den Substanzen auf der Druckplatte streng zu erwarten wäre. Dies ist der offsetspezifische Beitrag zur gesamten Tonwertzunahme. Er ist auch logischerweise durch die unterschiedlichsten Parameter zwischen Farbe und Feuchtmittel lenkbar. So neigen hochprozentige Rasterflächen sehr deutlich zum Zulaufen, wenn der pH-Wert des Feuchtmittels aus dem Normalbereich von 4,7 bis 5,3 auch nur ein, zwei Zehntel weiter nach oben in Richtung auf den Neutralpunkt steigt. Enthärterzusätze in Feuchtmittel oder Farbe bewirken das Gegenteil. Die Konkurrenz bei der Belegung der Flächen ist dynamisch; sie wird ständig neu ausgefochten mit kleinsten lokalen Schwankungen der Feuchtmittelmenge und -zusammensetzung. Hier liegt einer der Gründe, warum Rasterflächen über die Auflage nie ganz konstant drucken können, sondern fortwährend um einen geringen Beitrag schwanken.

In dieser Konkurrenz spielen sicher auch noch Fließvorgänge eine Rolle, nicht nur Benetzungsaspekte. Die Viskosität und besonders die Zügigkeit des Farbemulgates, das verdruckt wird, reagieren ganz sensibel auf örtliche Schwankungen in ihren Anteilen. Es ist aber zu grob, nur die Fließvorgänge zu betrachten - nur, weil dies unserer Vorstellung leichter fällt.

**WASSERLOSER OFFSET.** Die Unterschiede zwischen dem wasserlosen und dem Nassoffset liegen hauptsächlich in dieser verfahrensbedingten Einfärbung der Platte. Auch wenn die unterschiedliche Rheologie der Farbe (wasserloser Offset) zum Emulgat (Nassoffset) sich auch im späteren mechanischen Teil mit auswirkt. Die eindrucksvolle Möglichkeit des wasserlosen Offsetdruckes Feinstraster bis 300 L/cm drucken zu können gibt einen Hinweis, wie wichtig dieser verfahrensspezifische Anteil ist. Der Nassoffset findet sein Ende bekanntermaßen bei etwa 120 L/cm. Gelegentlich werden als Werbeargument für den wasserlosen Offsetdruck die Plattenkonstruktionen beider Systeme sehr simpel verglichen. Auf der konventionellen Offsetplatte ragen die druckenden Flächen etwas erhaben aus der Plattenoberfläche heraus. Auf einer wasserlosen Platte liegen sie dagegen etwas vertieft, von der erhabenen Silikonschicht umgeben. Hier wird eine Art Hochdruck-Tiefdruck-Charakteristik unterstellt, die zwar plausibel klingt, die der Sache aber nicht gerecht wird. Alleine die eloxierten Oberflächen moderner Platten haben Oberflächenstrukturen mit Höhenunterschieden von 10 bis über 15 µm. Eine typische Fotopolymerschicht auf einer Diazoplatte bietet nur 2 µm. Nein, die Tonwertzunahme im Nassoffset hat keine Verbindung zum Quetschrand im Hochdruck.



**Die Farbe versucht ständig, das Feuchtmittel über die Rasterpunkte hinaus zu verdrängen.**

**PLATTENoberfläche.** In der Frage der Benetzbarkeit spielen auch die Materialien eine wichtige Rolle, aus denen die druckenden Elemente bestehen. Das kann ein Photopolymer sein (z. B. Diazoplatten), ein anderes Polymer (z. B. thermisch bebilderte Platten), ja sogar mit Silber durchsetzte Partien einer Plattenoberfläche (Silberdiffusionsplatten) oder gar echte Kupferoberflächen (Mehrmetallplatten). Ihr Material beeinflusst ebenfalls den Vorgang der Verbreiterung der Rasterpunkte, was nur plausibel klingt.

**WAS NÜTZT DIESE VORSTELLUNG?** Beispielsweise gibt sie Hinweise, an welchem Rad man drehen kann, um die Kennlinie eines Farbwerkes zu beeinflussen. Mindestens warnt sie davor, Druckplattenarten zu wechseln, ohne die Kennlinie zu kontrollieren. Auch ein anderes Feuchtmittelkonzentrat kann eingreifen. Wer rechnet schon damit, wenn er sich eigentlich nur mit dem Ersatz von Isopropanol befassen wollte. Im Offset scheint ohnehin vielen Beteiligten Vieles noch unerklärt. Da lohnt doch die Kontrolle besonders.

**GUMMITUCH.** Im nächsten Schritt überträgt die Platte den Rasterpunkt auf das Gummituch. Im Nip zwischen beiden wird er sicher nicht einfach ein Stück breiter fließen. Dieses simple Modell sollte man auf jeden Fall fallenlassen, weil eben gar keine dünne Scheibe von Farbemulgat weitergegeben wird, sondern eine gebirgige Insel. Im Nip wird die Oberfläche des Gummituches deformiert, wenn es sich gegen den harten Plattenzylinder presst. Dieser Vorgang kann auf viel leichter verständliche Weise auch die Farbschicht verzerren durch Stauchen und Dehnen. Nach jedem Nip spaltet sich das Emulgat wieder zu einer mindestens so zerklüfteten Schicht, wie sie sie vorher war.

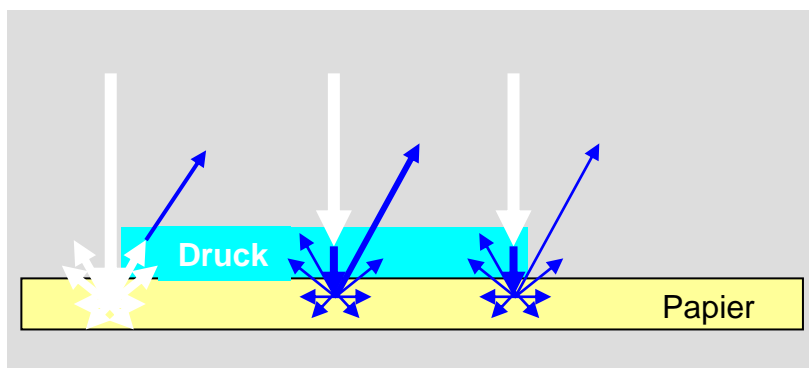
**VIKOSITÄT UND ZÜGIGKEIT.** In diesem Vorgang spielen Fließ- und Trennvorgänge eine Rolle. Sie werden also deutlich nicht nur von den Kraft - ausübenden Komponenten Platte und Gummituch beeinflusst, sondern auch von Viskosität und Zügigkeit des Emulgats. Nebenbei spielt die Topografie des Gummituches hier ebenfalls eine wichtige Rolle.

Zu den mechanischen Vorgängen gehört dann logischerweise besonders der letzte Schritt, die Übergabe im Nip zwischen Gummituch und Bedruckstoff. Je weicher der Bedruckstoff ist, desto mehr wird er (und auch das Gummituch) zusammengedrückt und deformiert. In viel größerem Ausmaß als bisher sehen wir den einzelnen Rasterpunkt nun zerzaust und verzerrt. Er muss auf einer Oberfläche liegen, die in aller Regel deutlich gröbere Unebenheiten besitzt, als seine eigene durchschnittliche Dicke auffangen könnte. Schon mit einem Fadenzähler oder einem schwachen Mikroskop kann man leicht erkennen, was aus so einem Punkt wird. Dazu muss es nicht einmal Naturpapier sein. Schon auf glänzend gestrichenem Bilderdruckpapier straft er uns Lügen, wenn wir den Anfängern und Laien erzählen, ein Offsetpunkt lasse sich daran erkennen, dass er randscharf und gleichmäßig ausgefärbt sei.

**ÜBERTRAGEN DES RASTERPUNKTS.** Wenn ein Rasterpunkt einmal auf Papier übertragen worden ist, muss er sich festsetzen. Unter den hohen Scherkräften der letzten Übergabe ist die Farbe relativ niedrigviskos, weil sie pseudoplastisch (scherverdünnend) ist. Sofort danach steigt ihre Viskosität wieder, und das beginnende Wegschlagen unterstützt diese Veränderung bis zum immobilen (steifen) Zustand. Bei Glanzfarben kann die Druckfarbe noch verfließen und eine glatte Oberfläche ausbilden. Bei schnell wegschlagenden Farben bleiben noch Reste der Fäden aus der Farbspaltung als

Unebenheiten erhalten. Manche Fachleute meinen auch zu erkennen, dass die schneller wegschlagenden Farben etwas geringere Tonwertzunahmen bringen. Als ob die besser fließenden Glanzfarben noch Gelegenheit hätten, etwas auseinander zu fließen! Der Nachweis eines solchen Einflusses dürfte sehr schwierig sein.

**PAPIER UND LICHTFANG.** Bis zu diesem Punkt haben wir die äußere Form und Größe der Rasterpunkte betrachtet, ihre Geometrie und Topografie. Eine komplette Betrachtung braucht noch einen Effekt, der in seinem eigenen Beitrag so gewichtig werden kann wie alle anderen zusammen. Und er hängt von vielen Dingen ab, nur nicht vom Drucker und der Druckmaschine. Es gibt ihn sogar im Tiefdruck, im Flexodruck - oder im alten Hochdruck. Seine Ursache liegt in den Eigenschaften des typischen Bedruckstoffes im Offsetdruck - des Papiers. Papier lässt das Licht in sich eindringen und streut es. Und es schafft dadurch den hellen Eindruck einer weißen Oberfläche. Ein Rasterpunkt, der auf seiner Oberfläche liegt, wird durch dieses Eindringen von Lichtstrahlen ins Papier in seiner optischen Wirkung aufgewertet. Dieser Effekt heißt Lichtfang (s. dazu auch DD Nr. 20/2006, Seite 22; 25/2006, Seite 12; 28/2006, Seite 12).



Skizze zur Erklärung des Lichtfangs

Lichtstrahlen, die im Randbereich einer bedruckten Fläche ins Papier fallen, können unter den bedruckten Bereich eindringen und dort gestreut werden. Wenn solche Lichtstrahlen in die Richtung unseres Auges oder Messgerätes fallen, laufen sie zuvor durch Druckfarbe, werden also durch Absorption an bestimmten Wellenlängen bunt. Der Fläche nach sollten sie zu den farblosen zählen. Sie erhöhen aber die Farbwirkung der bedruckten Fläche.

Am gegenüber liegenden Rand der Druckfläche geschieht das Gegenteil: Lichtstrahlen fallen durch die Randfläche des Druckes und kommen durch eine unbedruckte Stelle wieder heraus. Nun gleichen sich beide nicht ganz aus, weil das ungeschwächte Licht im ersten Fall tiefer ins Papier eindringt als im zweiten und damit etwas mehr Streulicht produziert. In der Summe beider Vorgänge verbleibt ein eigener Farbbeitrag des Lichtfangs.

Es ist plausibel, dass der Lichtfangeffekt vom Papier abhängt, weil z. B. ungestrichene Qualitäten das Licht tiefer eindringen lassen als gestrichene. Er hängt aber auch ganz entscheidend von der Länge an Randzonen um Rasterpunkte ab, weil er eben nur in Randbereichen auftreten kann. Grob kann man erwarten, dass desto mehr Lichtfang auftritt, je mehr Randlinie um die Rasterpunkte liegt.

**RASTER UND LICHTFANG.** Als Modelle vergleichen wir zwei gleichartige Raster, z. B. Kreispunktraster mit 60 und mit 80 L/cm. Bei gleicher geometrischer Flächendeckung wird die Farbwirkung, hier die optische Dichte, des feineren Rasters höher sein als die des gröberen. Man kann sicher behaupten, dass alle gängigen nichtperiodischen Raster („FM - Raster“) zugleich Feinraster sind. In der Tat wurde in ihren Anfängen auch eine „Farbersparnis“ als wirtschaftliches Argument vorgebracht. Heute sieht man die Vorteile erheblich gewichtiger und klarer als mit ein paar Gramm Druckfarbe pro Auftrag.

Der Lichtfang macht den Unterschied aus zwischen dem alten Begriff „Flächendeckung“ und dem korrekten „Tonwert“. Je nach Papier (oder Karton, natürlich!) und Rasterart kann er mit über 10% an der Tonwertzunahme im Offsetdruck beteiligt sein. Er ist klar eine wichtige Komponente in der Betrachtung. Auch bestimmte Kunststoffmaterialien lassen das Licht etwas unter die Druckpunkte eindringen, wenn sie bedruckt werden. Dagegen gibt es bei metallisierten Papieren (z. B. Pfandflaschenetiketten) nur spiegelnde Reflexion, kein Eindringen - also auch keinen Lichtfangbeitrag zur Tonwertzunahme.

**ZUSAMMENFASSUNG.** Die Tonwertzunahmen im Offsetdruck lassen sich nach aktueller Kenntnis drei Prozessen zuweisen:

- Einer ist an das Offsetverfahren gebunden und äußert sich dadurch, dass die Platte stärker eingefärbt wird, als es der reinen Fläche an Photopolymer entspricht.
- Weitere Vergrößerungen der Rasterpunkte resultieren aus mechanischen Vorgängen bei der Übergabe des Farbemulgates bis auf den Bedruckstoff.
- Und als dritte Verstärkung bringt der Lichtfang noch eine zusätzliche Farbwirkung auf den meisten Bedruckstoffen und vervollständigt das Bild.

Jede der drei Stufen hat ihre eigene Charakteristik und bietet Einflussmöglichkeiten, wenn Kennlinien von Offsetdruckmaschinen angepasst werden sollen.

[Dieser Artikel erschien im Fachmagazin Deutscher Drucker Nr. 30 / 2006 vom 28.09.2006](#)

Dr. Bernd Th. Grande ist als freiberuflicher Berater spezialisiert auf Angelegenheiten der Druckfarbe im Offsetdruck. Er analysiert Problemfälle, berät Parteien in Streitfällen und führt Workshops durch. An der Universität Wuppertal hält er Vorlesungen über Verfahrenstechnik Offsetdruck.