

... Schlüsselwörter:

Bogenoffsetdruck
EFD-Technologie
Elektrostatik
Flexodruck
Inertisierung
Offsetdruck
Polymerisation
UV-Farben
UV-Härtung

Inert-UV-Systeme mit EFD-Technologie

Ein »Quantensprung« in der UV-Drucktechnologie

Die Firma Eltex-Elektrostatik GmbH (Weil am Rhein) hat Ende der 90er-Jahre das so genannte EFD-Verfahren entwickelt und auf der Drupa 2000 erstmals vorgestellt. Jetzt ist es praxisreif und ermöglicht zahlreiche prozesstechnische Vorteile wie bessere Härte und Haftung auf dem Substrat, höheren Glanzgrad, geringeren Materialschumpf, höhere Bahngeschwindigkeiten, reduzierte Geruchsemission.

Hinter dem Begriff »EFD« verbirgt sich die physikalische Erkenntnis, dass ein von Hochspannungselektroden erzeugtes Plasma (Elektronen-Ionen-Strom) in der Lage ist, laminare Gasgrenzschichten schnell bewegter Substrate in Turbulenz zu versetzen (Abbildung 1).

Neben dem erfolgreichen Einsatz in Lösemittelrocknern hat Eltex untersucht, ob das Verfahren geeignet ist, den Gasaustausch einer bahnnahe Grenzschicht zu unterstützen, indem zum Beispiel eine Luftgrenzschicht durch eine Inertgasgrenzschicht ersetzt wird.

Die *Inertisierung* von bahnnahe Grenzschichten hat beispielsweise Bedeutung bei der UV-Härtung, Elektronenstrahlhärtung oder Plasmahärtung. Die flüssige Schicht wird bei diesen Verfahren gehärtet und nicht im üblichen Sinne getrocknet.

Inertisierung bedeutet allgemein, den für einen Prozess störenden Luftsauerstoff aus einem Reaktionsraum bestmöglich zu entfernen und durch ein Inertgas, zum Beispiel Stickstoff, zu ersetzen.

Spezielle Produkte, zum Beispiel UV-härtende Silikonbeschichtungen, lassen sich ausschließlich unter Inertbedingungen produzieren.

Chemische und physikalische Grundlagen

Die relevanten UV-Farben, Lacke oder Beschichtungen polymerisieren beziehungsweise härten über so genannte freie Radikale aus. Diese reagieren schnell mit anderen freien Radikalen, Acrylaten oder auch Sauerstoff. In der Tat reagieren sie derart schnell mit Sauerstoff, dass bei Vorhandensein von Sauerstoff die Reaktion größtenteils mit Sauerstoff stattfindet. Dadurch wird die Reaktion mit den Acrylatgruppen der UV-Farben gestört, wodurch diese nicht vollständig aushärten; eine gängige Formulierung für diesen chemi-

schen Vorgang ist auch: Der Luftsauerstoff wirkt inhibierend. Die beiden Grafiken (Abbildungen 2 und 3) veranschaulichen die chemisch-physikalischen Vorgänge. Das Ausgangsprodukt für die freien Radikale sind so genannte Fotoiniti-

atoren, deren chemische Reaktivität mit der UV-Belichtung gestartet wird. Es entstehen freie Radikale, die mit den Acrylat-Doppelbindungen reagieren, was letztlich zur Bildung des Polymernetzes führt. Unter Anwesenheit von Luftsauerstoff sind daher deutlich größere Mengen, insgesamt etwa 10 bis 15 % der Stoffmasse, an teuren Fotoinitiatoren erforderlich, als eigentlich für die Härtung beziehungsweise Polymerisation benötigt wird.

schumpf verantwortlich; eine Eigenschaft, die direkt mit der Haftung auf dem Substrat zusammenhängt.

Wo stört der Luftsauerstoff die Polymerisation? Mit dem Verständnis um die zuvor erklärten physikalisch-chemischen Grundlagen ist nicht schwer zu erkennen, dass nur jene Sauerstoffmoleküle inhibierend wirken, die sich im μm -Bereich über der zu härtenen Schicht befinden. Eigentlich sind dies nur die an der zu härtenen Schicht anhaftenden beziehungsweise adsorbierten Sauerstoffmoleküle.

Dies bedeutet für schnell bewegte Substrate, dass der relevante Sauerstoff ausschließlich im Bereich der laminaren Luftgrenzschicht und dort eben in einer Zone unmittelbar über dem Substrat, wo die adsorbierte Luft von einem so genannten »Stickstoffrakel« bisher nicht restlos entfernt werden kann, stört. An dieser Stelle setzte die Überlegung von Eltex an, ob das EFD-Verfahren das Abschälen der bahnnahe Luftgrenzschicht besser bewerkstelligt als ein konventionelles Stickstoffrakel und dies bei möglichst geringerem Stickstoffverbrauch.

Untersuchungen und Test eines mit EFD ausgerüsteten Inert-UV-Systems an Flexomaschine

In Kooperation mit den Firmen *Eltosch* (Hamburg) und dem Druckfarbenhersteller *Hostmann-Steinberg* (Huber Gruppe, Celle) wurden einige Testreihen durchgeführt.

In strömungstechnischen Untersuchungen hat Eltex zunächst das Prinzip der EFD-Technologie zur Turbulenzerzeugung den Anforderungen der UV-Inert-Technologie angepasst. Die *Modellvorstellung* (Abbildung 4) beschreibt die we-

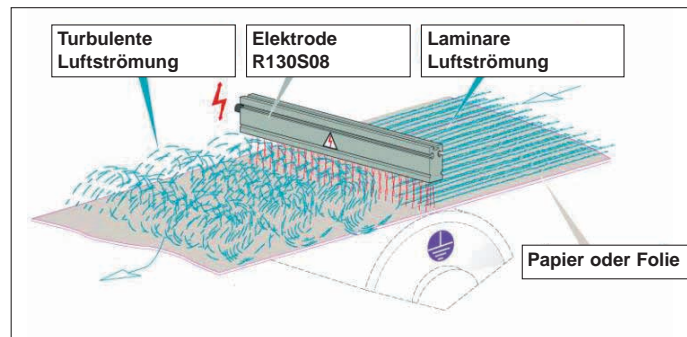


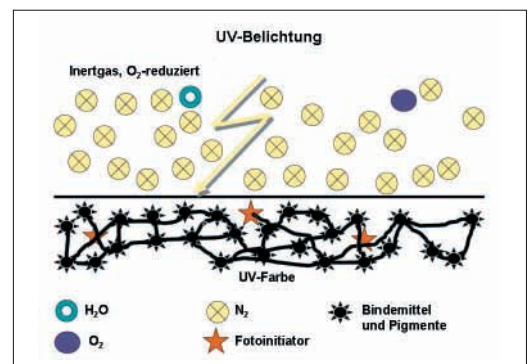
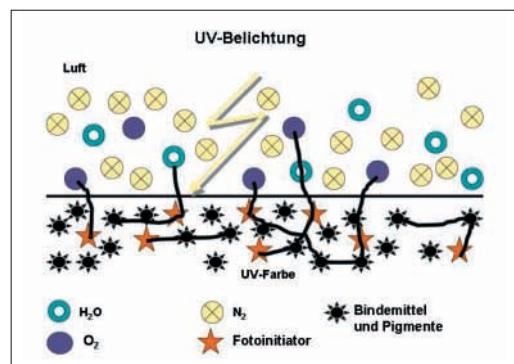
Abbildung 1: Ein von Hochspannungselektroden erzeugtes Plasma (Elektronen-Ionen-Strom) ist in der Lage, laminare Gasgrenzschichten schnell bewegter Substrate in Turbulenz zu versetzen.

Unter Anwesenheit von Luftsauerstoff sind daher deutlich größere Mengen, insgesamt etwa 10 bis 15 % der Stoffmasse, an teuren Fotoinitiatoren erforderlich, als eigentlich für die Härtung beziehungsweise Polymerisation benötigt wird.

schumpf verantwortlich; eine Eigenschaft, die direkt mit der Haftung auf dem Substrat zusammenhängt.

Wo stört der Luftsauerstoff die Polymerisation?

Mit dem Verständnis um die zuvor erklärten physikalisch-chemischen Grundlagen ist nicht schwer zu erkennen, dass nur jene Sauerstoffmoleküle inhibierend wirken, die sich im μm -Bereich über der zu härtenen Schicht befinden. Eigentlich



Abbildungen 2 und 3: Die Grafiken veranschaulichen die chemisch-physikalischen Vorgänge.

sentlichen Strömungsvorgänge der effektiven Umwandlung der Luftgrenzschicht in eine Inertgasgrenzschicht. Entscheidend dabei ist, dass das von den Elektroden erzeugte Plasma auch den auf der Substratoberfläche anhaftenden Luftsauerstoff auf dem eingezeichneten Strömungsweg abtransportiert und dass in Laufrichtung des Substrats gesehen der Stickstoff über eine speziell ausgebildete Stickstoffdüse, unmittelbar nach Elektrode 3, in das dort entstehende Unterdruckgebiet einströmt.

Mit einem schaufelartigen, die Substratoberfläche berührenden Sauerstoffsensor konnte nachgewiesen werden, dass sich der Restsauerstoffgehalt unmittelbar über der Bahn nach dem Einschalten der Elektroden signifikant verringerte. Unter den gegebenen Testbedingungen – 600 mm Bahnbreite und 30 m³/h eingespeister Stickstoffmenge – wurde folgendes Ergebnis erzielt:

Bahngeschwindigkeit	O ₂ -Abnahme		Rest-O ₂
	Faktor	Prozent	
200 m/min	42	97 %	78 ppm (0,0078 %)

Dieses sehr gute Ergebnis erzeugte bei den Entwicklern hohe Erwartungen an die ersten Versuche mit UV-Farbe.

Testreihen mit einem EFD-Inert-UV-System

Experten der Firma *Hostmann-Steinberg* (Huber Group) beurteilten Härtegrad, Glanz und die Haftung auf dem Substrat. Sämtliche Versuchsergebnisse mit UV-Farbe wurden mit denen eines Standard-Inert-UV-Systems der Firma *Eltosch* verglichen und ausgewertet. Nach der systematischen Variation von Stickstoffmenge und UV-Lampenleistung erzeugte der Systemvergleich folgende Bilanzen:

Bilanz Stickstoffverbrauch

- ▶ Beide Farben benötigten für eine gute Härtung beim Druck auf HWC-Papier 80 % weniger Stickstoff, beim Druck auf Folie bis zu 90 % weniger.
- ▶ Die absolut erforderliche Menge für Weiß war 10 m³/h statt 55 m³/h, für Schwarz 20 m³/h statt 95 m³/h.
- ▶ Alleine über die Kosteneinsparung für den geringeren Stickstoffverbrauch rechnet sich die Amortisation der EFD-Ausrüstung in etwa einem Jahr.

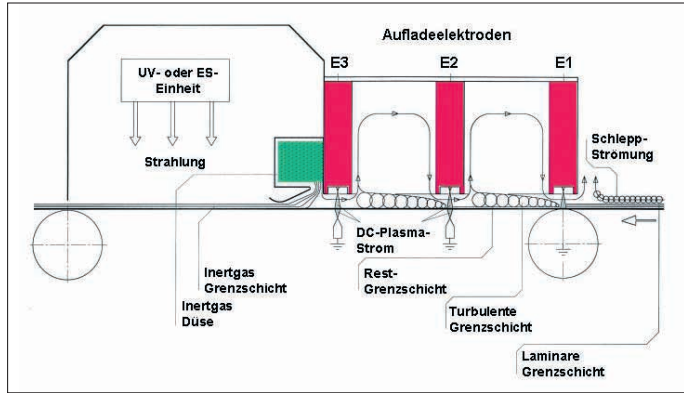


Abbildung 4: Die Modellvorstellung beschreibt die wesentlichen Strömungsvorgänge der effektiven Umwandlung der Luftgrenzschicht in eine Inertgasgrenzschicht.

Bilanz UV-Farben

- ▶ Auch bei diesem geringen Stickstoffverbrauch konnte der Anteil an teuren Fotoinitiatoren von etwa 10 % auf ≤ 1% gesenkt werden.
- ▶ Der entstehende Spielraum für prozessgerechte Stoffformulierungen führt zu Qualitätssteigerungen des Endprodukts.

- ▶ Die Entwicklung neuer Stoffformulierungen setzt die enge Kooperation mit den Druckfarbenherstellern voraus.
- ▶ Abhängig von der Stoffformulierung und der Auftragsmenge reduzieren sich die Farbkosten um bis zu 30 %, was die Amortisationszeit für die EFD-Ausrüstung auf wenige Monate verkürzt.

Bilanz UV-Lampenleistung

Es konnte nachgewiesen werden, dass das mit EFD ausgerüstete System zudem eine geringere Lampenleistung erfordert – es wurden bis zu 35 % ermittelt.

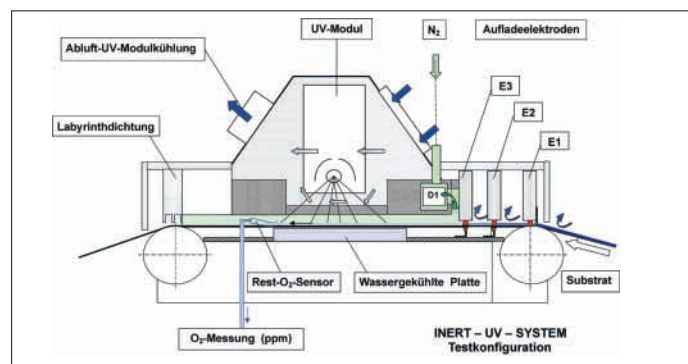


Abbildung 5: EFD-Inert-UV-System in einer Testkonfiguration (Flexofarben Schwarz und Weiß, Auftragsmenge 2,5 g/m²).

Für eine 1 m breite Kammer entspricht dies unter den genannten Betriebsbedingungen etwa 4 kW weniger elektrische Leistung.

Bilanz prozesstechnische Vorteile

- ▶ Bessere Härte und bessere Haftung auf dem Substrat
- ▶ Höherer Glanzgrad
- ▶ Erheblich geringerer Materialschumpfung – eine Folge der geringeren Menge an Fotoinitiatoren und der reduzierten thermischen Belastung
- ▶ Höhere Bahngeschwindigkeit sowie
- ▶ Reduzierte Geruchsemission auf Grund der geringen Mengen an Fotoinitiatoren.

Aktuelle Entwicklungen des Marktes für UV-Anwendungen

Neben den etablierten Anwendungen auf dem Beschichtungssektor wie zum Beispiel UV-härtende Silikone, Lacke oder Kleber werden zunehmend auch die gängigen Druckverfahren mit UV-härtenden Farben bedient. Alle namhaften Farbenhersteller befassen sich ständig mit der Neuentwicklung von UV-Farbformulierungen. Bei den Rollendruck-

maschinen führt der *Flexodruck* die Zahl der mit UV-Systemen ausgerüsteten Druckwerke an. Im *Rollenset* kommen UV-Systeme bis heute hauptsächlich im so genannten Schmalbahnbereich zum Tragen. Für den *Tiefdruck* ist die Firma *Flint-Schmidt GmbH* zurzeit gemäß einer Marktübersicht einziger Lieferant UV-härtender Tiefdruckfarben. Der Einsatz beschränkt sich auf den Etikettendruck, es ist jedoch abzu-sehen, dass mit der Weiterentwicklung der UV-Farbformulierungen weitere Einsatzgebiete für den Tiefdruck erschlossen werden, so zum Beispiel der Verpackungsdruck. Im *Bogenoffset* entwickelt sich der Einsatz UV-härtender Farben und Lacke ebenfalls mit hohen Zuwachsraten.

Welche Zukunft sieht Eltex für EFD-Inert-UV-Systeme?

Das EFD-Verfahren eignet sich nach den vorliegenden Ergebnissen auch zur Unterstützung des Gasaustausches bahnnahe Grenzschichten. Das Verfahren hat bereits die Praxis erreicht. Bei einer Formulardruckerei läuft zurzeit ein Feldtest für UV-härtendes Silikon der Firma *Gold-schmidt*. Eltex und Eltosch haben dort eines der Inert-UV-Systeme auf der neuen EFD-Technologie ausgerüstet. Eltex konnte unter Produktionsbedingungen nachweisen, dass die für Flexofarbe gewonnenen Resultate auch auf die Härtung von Silikonbeschichtungen übertragbar sind. In der Breite wird Inertisierung bisher allerdings nur dort eingesetzt, wo der Gesamtprozess dies zwingend erfordert.

Den unbestrittenen Vorteilen der Inert-UV-Systeme stehen bis heute oft die Kosten für den Stickstoffverbrauch und der Kostenanteil für die immer noch relativ großen Mengen an teuren Fotoinitiatoren entgegen. Genau an diesen Schwachstellen setzt diese neue Entwicklung den Hebel an. Eltex ist überzeugt, dass das hier vorgestellte EFD-Verfahren die Akzeptanz des Marktes für den breiten Einsatz inertisierter UV-Systeme in naher Zukunft entscheidend mitgestalten kann. Auf der *Drupa 2004* wird das neue Verfahren thematisiert.

Franz Knopf

Der Autor Franz Knopf ist Leiter des Transferzentrums Mess- und Verfahrenstechnik in Offenburg und seit über 25 Jahren freier Mitarbeiter der Firma Eltex-Elektrostatik-GmbH, Weil am Rhein.