

# Application Report

## Papierbenetzbarkeit durch wässrige Farben

Applikation AR254d  
Industriesektor: Farben, Tinten  
Autor: C. Bilke-Krause, F. Thomsen,  
T. Skrivanek  
Datum: 06 / 2006



Drop Shape Analyzer –  
DSA100



Force Tensiometer – K100

Methode:



Schlagwörter: paints, paper, water, printing, contact angle, surface free energy, surface tension, wettability, pendant drop, sessile drop, wetting envelope

## Wie geduldig ist Papier?

### Abstract

Durch den fortschreitenden Verzicht auf organische Lösungsmittel in Farben und die Verwendung von Wasser wird die Benetzbarkeit des Papiers zu einer wichtigen Frage der Qualitätssicherung. Bei einer Untersuchung konnten die Hauptbestandteile des Papiers oberflächenenergetisch untersucht und deren allgemeine Benetzbarkeit anhand von Wetting Envelopes dargestellt werden, einer oberflächenenergetischen Auftragungsmethode. Die Lage der oberflächenenergetischen Daten von Wasser und einem ebenfalls charakterisierten Farbkonzentrat zu den Wetting Envelopes gab Aufschluss über die Benetzbarkeit aller Papierbestandteile durch beide Flüssigkeiten. Die Qualität des Konzentrats selbst und der Einfluss der Verdünnung durch Wasser konnte so ermittelt werden.

### Methode

Wasserbasierende Farben und Lacke sind mehr und mehr auf dem Vormarsch. Hersteller solcher Farben müssen sich in der Regel mehr als bei Farben auf organischer Basis mit der Benetzbarkeit fester Bedruckstoffe auseinandersetzen. In dem hier vorgestellten Fall wollte ein KRÜSS-Kunde wissen, wie es um die Benetzbarkeit der Hauptbestandteile des Papiers – Cellulose, Kaolin und Titandioxid – durch einen Farbverschnitt bestellt ist. Zugleich sollte ein Vergleich mit der Benetzung durch reines Wasser angestellt werden, um die durch Verdünnung der Farbe bedingten Änderungen der Papierbenetzung abschätzen zu können.

Um die Benetzbarkeit der wichtigsten Bestandteile mit dem Farbverschnitt und mit reinem Wasser mit einem Blick beurteilen zu können, bot sich die Darstellung des so genannten Wetting Envelope an. Bei dieser Technik werden zunächst die polaren und dispersiven Anteile der

Oberflächenenergien von Feststoffen bestimmt. Anhand der gewählten Berechnungsmethode für die Oberflächenenergie – zum Beispiel Owens-Wendt-Rabel-Kaelble – kann anschließend berechnet werden, bei welchen polaren und dispersiven Anteilen benetzender Flüssigkeiten sich rechnerisch ein Kontaktwinkel von  $0^\circ$ , also eine vollständige Benetzung, ergeben würde. Daraus resultiert eine bogenartig verlaufende Kurve, unterhalb derer mit vollständiger Benetzung zu rechnen ist und oberhalb derer mit zunehmendem Abstand die Benetzbarkeit abnimmt. Die Benetzbarkeit jedes einzelnen Bestandteils durch bestimmte Flüssigkeiten – in unserem Fall einem Farbverschnitt und Wasser – kann anhand ihrer Position im Wetting-Envelope-Diagramm abgelesen werden.

## Experiment und Ergebnis

Zur Lösung dieser Aufgabe reichten sich mit dem K100 und dem DSA100 zwei KRÜSS-Gerätefamilien die Hand – die mechanischen Tensiometer und die Messgeräte zur Tropfenkonturanalyse. Die beiden Extenderstoffe Titan-dioxid und Kaolin lagen pulverförmig vor, weshalb die Oberflächenenergie dieser beiden Bestandteile mit dem K100 nach der Washburn-Methode gemessen wurde. Dabei wird der Umstand genutzt, dass die Sorptions-geschwindigkeit einer Flüssigkeit unter anderem vom Kontaktwinkel abhängt, so dass dieser bei Kenntnis der Kapillarität einer Pulverschüttung bestimmt werden kann. Die Kapillarität wiederum wird mit einer optimal spreitenden Flüssigkeit gemessen, die einen Kontaktwinkel von  $0^\circ$  ausbildet. Kennt man bei allen verwendeten Flüssigkeiten die Oberflächenspannungen und deren polaren und dispersiven Anteil, dann lässt sich wie bei der optischen Kontaktwinkelmethode für ebene Oberflächen die Oberflächenenergie des Pulvers berechnen.

Cellulose, die dritte Komponente des Papiers, lag als gepresster Feststoff vor; hier wurde die Oberflächenenergie mittels Kontaktwinkelmessungen am DSA100 mit den Testflüssigkeiten Ethylenglycol, 1,5-Pentandiol und Diiodmethan bestimmt. Jetzt konnten für alle 3 Proben Wetting Envelopes erstellt werden:

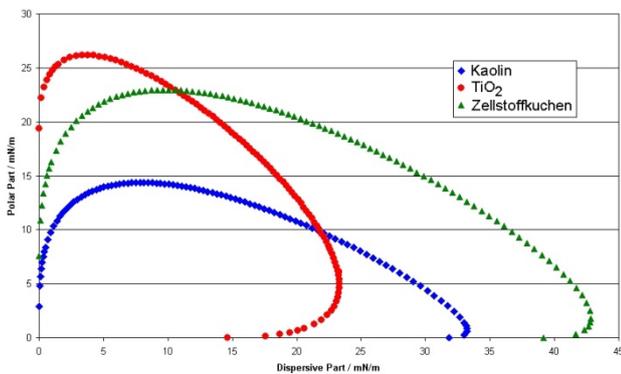


Abb. 1: Wetting Envelopes der Papierbestandteile

Um aber beurteilen zu können, wie der Farbverschnitt die drei Papierbestandteile benetzt, musste in einem weiteren Schritt auch dieser charakterisiert werden – mit weiteren Messungen mit dem DSA100. Zunächst war es notwendig, die Oberflächenspannung der Flüssigkeit zu bestimmen. Aufgrund der hohen Viskosität, bei der viele gängige Methoden der Tensiometrie versagen würden, wählten wir die Pendant-Drop-Methode aus, bei der das Bild eines hängenden Tropfens analysiert wird. Ein solcher Tropfen bildet – auch bei hochviskosen Flüssigkeiten – im Gleichgewicht die ideale Young-Laplace-Form aus, die durch die Oberflächenspannung bestimmt wird. Kennt man den Abbildungsmaßstab, dann kann die Oberflächenspannung der Tropfenflüssigkeit problemlos und genau gemessen werden. Es ergab sich für die Verschnittprobe ein Oberflächenspannungswert von 30,58 mN/m.

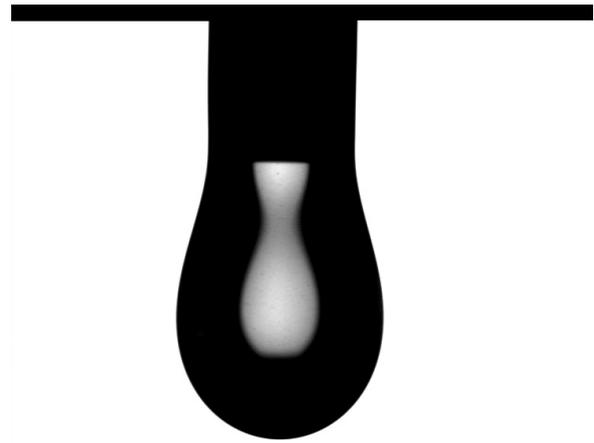


Abb. 2: Profil eines hängenden Tropfens (Pendant Drop)

Danach war es noch notwendig, die polaren und dispersiven Anteile dieses Wertes zu bestimmen. Dazu wurde der Kontaktwinkel der Verschnittprobe auf dem rein dispersiven Feststoff PTFE gemessen. Daraus resultierten folgende Messwerte:

$\sigma$ [mN/m]	KW auf PTFE [°]	$\sigma^D$ [mN/m]	$\sigma^P$ [mN/m]
30,58	60,9	22,66	7,92

Tab. 1: Oberflächenspannung eines Farbverschnitts

Nun war es möglich, die Lage dieser Flüssigkeit zu den drei Wetting Envelopes zu bestimmen und mit der Lage des Wasser zu vergleichen:

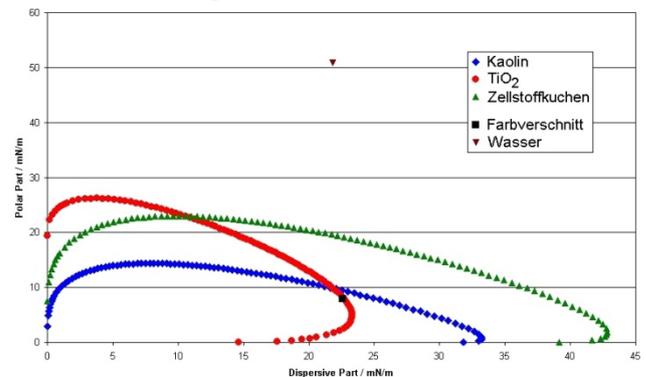


Bild 3: Benetzbarkeit durch Farbverschnitt und reines Wasser

Es zeigt sich, dass die Farbprobe alle 3 Bestandteile des Papiers bestens benetzt. Zwar verringert sich von Cellulose über Kaolin bis zum Titandioxid der Abstand zur umhüllenden Kurve, doch auch beim Titandioxid ist keinesfalls mit Benetzungsschwierigkeiten zu rechnen.

Die Lage der Flüssigkeit Wasser zu den Wetting Envelopes ist ebenfalls eingezeichnet. Man erkennt deutlich, dass Wasser schlechtere Benetzungseigenschaften aufweist als die Farbprobe – für alle drei Bestandteile des Papiers liegt Wasser weit außerhalb des Bereichs optimaler Benetzung. Das bedeutet, dass das Benetzungsverhalten der Farbe selbst nicht zu kritisieren ist. Erst die Verdünnung mit Wassers kann dazu führen, dass sich bei zunehmender Verdünnung die Farblösung aus dem Bereich der optimalen Benetzung heraus bewegt und sich der Auftrag der verdünnten Farbe auf das Papier möglicherweise nicht optimal vollzieht.

## Zusammenfassung

Mittels Pulverkontaktwinkelmessungen mit dem Force Tensiometer – K100 und optischer Kontaktwinkelmessung mit dem DSA100 konnten die Hauptbestandteile des Papiers – Cellulose, Kaolin und Titandioxid – oberflächenenergetisch charakterisiert und als Zusammenstellung dreier Wetting Envelopes dargestellt werden. Mit der Pendant-Drop-Methode und Kontaktwinkelmessungen wurden auch bei einem wasserbasierenden Farbkonzentrat der dispersive und polare Anteil der Oberflächenspannung gemessen. Die Lage des Ergebnisses im Ensemble der Wetting Envelopes bewies eine gute Benetzbarkeit aller Komponenten des Papiers durch den Farbverschnitt. Durch einen Vergleich der Farbe mit reinem Wasser konnte gezeigt werden, dass Wasser Papier weit schlechter benetzt und mögliche Qualitätseinbußen beim Auftrag der verdünnten Farbe nicht durch die Qualität des Farbkonzentrats, sondern aufgrund der Benetzungseigenschaften des Wassers entstehen können.

Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Applikationsberichte und Technical Notes unter

<https://www.kruss.de/de/service/schulung-theorie/literatur/applikationsberichte/>