

Applikationsbericht 3

Bestimmung der Grenzflächenspannung zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser

Ein anwendungsorientiertes Beispiel für die Pendant Drop Methode mit der DataPhysics OCA-Serie

Problemstellung

Die Oberfläche von Druckplatten ist in zwei unterschiedliche Bereiche zu unterteilen. Sie bestehen zum einen aus hydrophoben Flächen, die die Druckfarbe übertragen, zum anderen aus hydrophilen Bereichen, die vom Feuchtwasser benetzt werden. Damit es an den **Grenzflächen** zwischen **Druckfarbe** und **Feuchtwasser** nicht zu ungewünschten Vermischung kommt (dem sogenannten **Tinting**), ist die genaue Kenntnis der Grenzflächenspannung zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser notwendig.

Herkömmliche Methoden der Bestimmung der



Bild 1 Bild eines Farbtropfens in Perfluorhexan

Grenzflächenspannung an der Phasengrenze flüssig/flüssig, wie z.B. mit dem Ringtensiometer sind relativ ungenau und experimentell aufwendig, da sich wegen des geringen Dichteunterschiedes zumeist keine definierte Phasengrenze einstellt. Die genaue Ermittlung der Grenzflächenspannung ist mit dem OCA xx in Verbindung mit den Softwaremodulen SCA 20 und 22 nach der Pendant Drop Methode einfach möglich.

Methode

Aufgrund des geringen Dichteunterschiedes ist die Grenzflächenspannung zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser nicht direkt nach der Pendant Drop Methode bestimmbar. Sind aber die Oberflächenspannung sowie deren polare und disperse Anteile bekannt, kann die Grenzflächenspannung einfach errechnet werden.

Die polaren und dispersen Anteile der beteiligten Flüssigkeiten werden nach der Pendant Drop Methode bestimmt, indem man zum einen die Gesamtoberflächenspannung und in einer weiteren Messung den dispersen Anteil durch Messung der Grenzflächenspannung gegenüber einer unpolaren Flüssigkeit ermittelt.

Zunächst wird die Oberflächenspannung der Druckfarbe und des Feuchtwassers nach der Pendant Drop Methode gemessen. Um die dispersen und polaren Anteile der beteiligten Komponenten zu bestimmen, wird die Grenzflächenspannung des Feuchtwassers gegenüber Dodekan bestimmt. Die hier untersuchte Druckfarbe ist in Alkanen löslich, eine Bestimmung der Grenzflächenspannung somit nicht möglich. In Perfluorhexan, einem völlig inertem, unpolarem Lösungsmittel ist Druck-

farbe dagegen unlöslich. Eine Bestimmung der Grenzflächenspannung ist somit auf einfache Weise möglich. Zu beachten ist, daß Perfluorhexan eine höhere Dichte besitzt als die Druckfarbe und ein aufsteigender Tropfen vermessen wird, dieser wird am Ende einer speziell gebogenen Nadel dosiert. Die Darstellung eines solchen 'schwimmenden' Tropfens ist in Bild 1 wiedergegeben.

Eine genaue Beschreibung der Auswertung dieser Messungen ist im DPI Applikationsbericht 1 „Oberflächenspannung mit der Pendant Drop Methode“ gegeben.

Ergebnisse

Es wurde eine Druckfarbe und drei unterschiedliche Feuchtwasser vermessen. In Tabelle 1 sind die gemessenen Oberflächenspannungen, sowie deren disperse und polare Anteile zusammengestellt.

Tabelle 1 Oberflächenspannungen σ , sowie deren disperse σ^d und polare Anteile σ^p .

	σ [mN/m]	σ^d [mN/m]	σ^p [mN/m]
Druckfarbe	31,02	27,72	3,30
Feuchtwasser 1	52,07	26,92	25,15
Feuchtwasser 2	46,28	27,19	19,09
Feuchtwasser 3	39,10	18,68	20,42

Wie erwartet, ergibt sich für die Druckfarbe eine Oberflächenspannung von etwa 30 mN/m mit geringem polaren Anteil von etwa 10%. Die unterschiedlichen Feuchtwasser zeigen eine starke Variation der unterschiedlichen Anteile. Hierbei fällt auf, daß der disperse Anteil teils über, teils unter dem Wert von reinem Wasser liegt ($\sigma_{\text{Wasser}}^d = 21,8$ mN/m), der polare Anteil aber immer kleiner als der von Wasser ist ($\sigma_{\text{Wasser}}^p = 51,0$ mN/m).

Die Berechnung der Grenzflächenspannung $\sigma_{1/2}$ zwischen Feuchtwasser und Druckfarbe erfolgt nach dem Ansatz von Owens & Wendt:

$$\sigma_{1/2} = \sigma_1 + \sigma_2 - 2 \left(\sqrt{\sigma_1^d \cdot \sigma_2^d} + \sqrt{\sigma_1^p \cdot \sigma_2^p} \right) \quad (1)$$

Hierbei ist σ_1 die Oberflächenspannung der Druckfarbe, σ_1^d ihr disperse Anteil und σ_1^p ihr polarer Anteil. Entsprechend kennzeichnet der Index 2 die verwendeten Feuchtwasser.

Durch Einsetzen der Werte aus Tabelle 1 in Formel 1 wurden die Ergebnisse in Tabelle 2 erhalten. Die angegebenen Fehler ergeben sich durch Berechnung nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz, entsprechend der Standardabweichungen aus Reihen zu je 10 Meßpunkten.

Tabelle 2 Grenzflächenspannungen zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser.

	σ [mN/m]	$\Delta\sigma$ [mN/m]
Feuchtwasser 1	10,23	1,20
Feuchtwasser 2	6,51	1,18
Feuchtwasser 3	8,19	1,18

Aus den Werten in Tabelle 2 wird deutlich, daß die Grenzflächenspannung zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser nur bedingt mit der Gesamtoberflächenspannung des Feuchtwassers korreliert. Obwohl das Feuchtwasser 3 die geringste Oberflächenspannung aufweist, hat es eine höhere Grenzflächenspannung als das Feuchtwasser 2.

Zusammenfassung

Es wurde eine Methode vorgestellt, die einfach und genau die Ermittlung der Grenzflächenspannung zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser erlaubt. An Beispielen von Farbe und Feuchtwasser, die derzeit in der Industrie weiterentwickelt werden, wurde gezeigt, daß eine genaue Beurteilung der Grenzflächen zwischen Druckfarbe und Feuchtwasser nur möglich ist, wenn man die tatsächliche Grenzflächenspannung ermittelt. Die Kenntnis der Gesamtoberflächenspannungen reicht nicht aus um das Verhalten der Flüssigkeiten zueinander vorherzusagen.