

# Rasterwalzenauftragsverfahren mit Druckkammerrakel - ein Beschichtungswerkzeug auch für strahlenchemisch härtende Systeme

Dr. W. Neumann, Kroenert GmbH & Co., Hamburg

## 1. Allgemeine Beschreibung

Um die Nachteile der klassischen, offenen Rasterwalzenauftragsverfahren, wie

- Beschränkung des Auftraggewichtes je Rasterwalze
- Lösungsmittelverdunstung, weil offenes Wannenauftragssystem
- große eingesetzte Gesamtmasse in Auftrags-, Überlauf- und Beruhigungswanne im Vergleich zum Auftragsgewicht
- Geschwindigkeitsbegrenzung der Beschichtung durch Schaumentwicklung weitestgehend ausschließen zu können, hat es in den letzten Jahren zu einer steten Weiterentwicklung dieser Auftragstechnik unter technisch-technologischen und nach verarbeitungsspezifischen Aspekten geführt. Ein Auftragssystem, welches mehr und mehr in das Interesse aller rückt, ist das Rasterwalzenauftragsverfahren mit einem Druckkammerrakel, weil es nicht nur scheinbar die Vorteile des Walzenauftragssystems mit der Geschlossenheit der Düse in sich vereint.

## 2. Aufbau und Merkmale der Druckkammerrakel

Das Auftragssystem ist eine druckbefüllte Kammerrakel in 6-Uhr-Position zu einer Rasterwalze (Abb. 1). Der Masseraum ist in sich geschlossen und wird durch zwei Rakel zur Rasterwalze begrenzt. Durch wahlweise Anwendung der gegen- oder gleichläufigen Fahrweise der Rasterwalze, der direkten oder indirekten Übertragung der Beschichtungsmasse auf das Substrat und der Möglichkeit zur Temperierung des gesamten Systems stellt sich die Vielfalt der Anwendung dar.

Mit dem konsequenten Einsatz von Messtechnik und Elektronik schafft dieses moderne Auftragssystem eine unbe-

dingte Voraussetzung für sichere und reproduzierbare Produktionsprozesse. Wir haben das Beschichtungswerkzeug auf anwendungstechnische Eigenschaften und technologischen Einsatz geprüft. Das Ergebnis, insbesondere nach umfangreichen Produktionsanalysen, möchte ich heute vorstellen.

## 3. Arbeitsweise des Systems

### 1.1 Fließverhalten und Strukturviskosität

Rasterwalzenauftragsverfahren setzen bekanntlich ein bestimmtes Fließen der Beschichtungsmassen vom Bereitstellungs- oder Anlieferungszustand bis zum Masseauftrag voraus. Strukturviskose Auftragsmassen verändern mit Erhöhung der Strömungsdynamik ihre Viskosität, d.h. ihr Fließ- und Verlaufverhalten verbessert sich im Sinne des Beschichtungsvorgangs (Abb. 3). Unsere Auftragsmassen zeigen aufgrund ihrer Grundstruktur (molekularer Aufbau), der Feststoffkonzentration und des Löslichkeitsverhaltens in den häufigsten Anwendungsfällen solch ein strukturviskoses Fließverhalten.

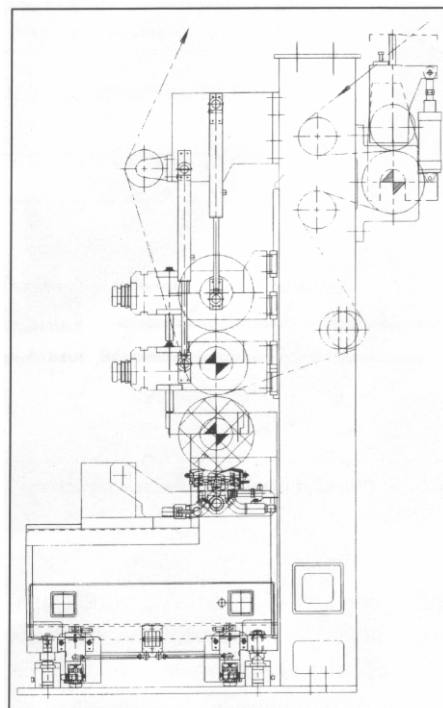


Abb. 1 Druckkammerrakel

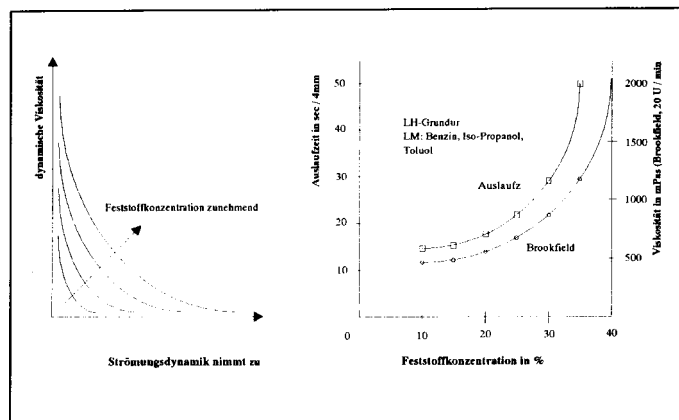
Am Beispiel einer lösungsmittelhaltigen Grundierung (Abb. 4) sind die Zusammenhänge zwischen Feststoffkonzentration, Brookfieldviskosität und der Auslaufzeit aus einem Ford 4-Becher beschrieben. Das strukturviskose Fließverhalten dieser Grundierung erlaubte es bei Anwendung des direkten, gegenläufigen Rasterwalzenauftrags mit Druckkammerrakel eine Feststoffkonzentration von 36 % anstelle der bisher üblichen 22 %, bei außerdem noch verbesserter Beschichtungsqualität, zu verarbeiten.

Agglomeratbildungen, zurückzuführen auf Scherinstabilität der Beschichtungsmassen, waren in keinem der Anwendungsfälle feststellbar.

Abb. 3

Fließverhalten und Strukturviskosität

Abb. 4



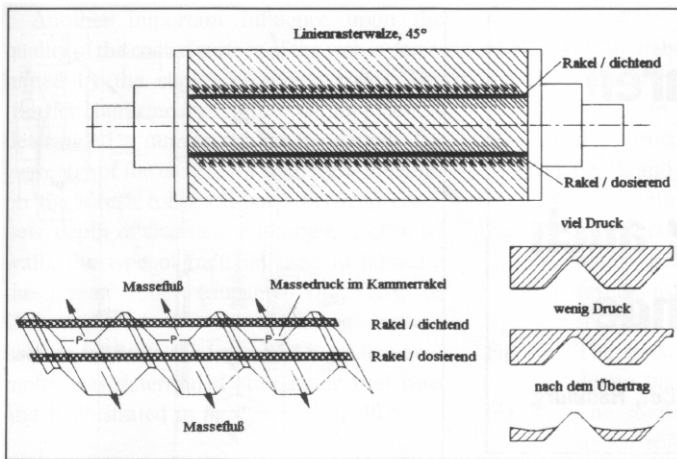


Abb. 5 Druckbefüllung der Linienrasterwalze

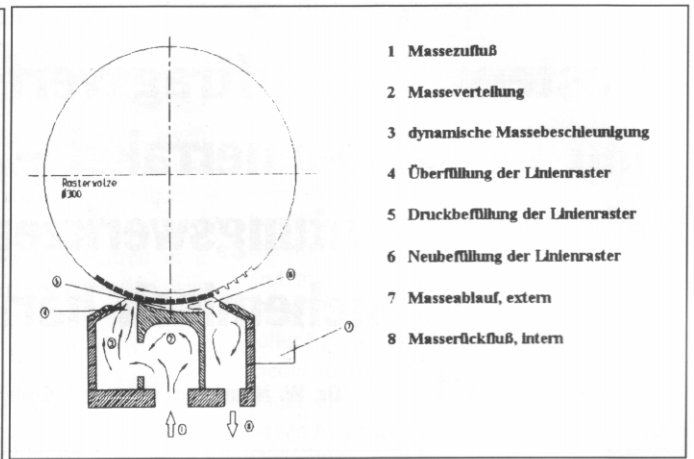


Abb. 6 Druckbefüllung der Linienrasterwalze

### 3.2 Druckbefüllung der Linienrasterwalze

Die eingeschränkte Benutzung herkömmlicher offener Rasterwalzenauftragsverfahren, d.h.

- eingeschränkte Geschwindigkeit durch Schaumbildung
  - Anpassung der Beschichtungsmasse auf Benetzung, sprich die Füllung der Kanäle in Abhängigkeit von Viskosität und Zeit
  - Vergrößerung der Linienrasterwalze (höheres Volumen, Reduzierung der Linienzahl) mit dem Ziel einer Verlängerung der Benetzungszeit
  - je Auftragsgewichtswechsel ist ein Rasterwalzenwechsel vonnöten
- hat die Entwicklung nach einem System zur Druckbefüllung der Linienrasterwalze zwingend notwendig gemacht.

Abb. 5 soll den Einfluss des Masse-druckes im Kammerakel auf das beschleunigte Fließen der Flüssigkeiten deutlich machen. Je höher der Kammerdruck, desto schneller fließt das Beschichtungsmedium durch die Kanäle.

Ist die Umfangsgeschwindigkeit der Linienrasterwalze kleiner als die Fließgeschwindigkeit entsteht ein gleichmäßiger Masseüberschuss auf der Walzenoberfläche. In der Abb. 6 sind die einzelnen Arbeitsfunktionen der Druckkammerakel auf Befüllung der Linienrasterwalze beschrieben.

### 3.3 Masseversorgung und -umlauf

Bestandteil der Druckkammerakel ist eine Masseversorgungs- und -umlaufanlage (Abb. 7) mit den Funktionen:

- pulsationsfreie, kontinuierliche Massezuführung
- Filtration der Beschichtungsmasse
- Konstanthaltung der Viskosität
- kontinuierliche Frischmasseverteilung im Umlaufsystem
- automatisch arbeitende Funktionseinheit zur Drucksteuerung und -regelung in der Druckkammer

Die komplette Anlage ist auf einer fahrbaren Einrichtung installiert, der Platzbedarf dafür ist klein.

### 4.4 Druckregelung im Kammerakel

Der Druck im Kammerakel ist über die Masserrücklaufmenge bei Selbstlaufgeschwindigkeit (Nasslauf) der Rasterwalze einstellbar. Erfahrungswerte belegen einen Kammerinnendruck von 0,05 bar bei 10 m/min Selbstlaufgeschwindigkeit. Ab einer vorgewählten Maschinengeschwindigkeit (z.B. 30 m/min) folgt der Kammerinnendruck linear der Maschinengeschwindigkeit (Abb. 8). Nach Erreichen der Produktionsgeschwindigkeit wird der Kammerdruck über die Pumpendrehzahl der Mohnpumpe konstant gehalten. Der Anstieg der Geraden ist ein Maß für den maximalen Kammerdruck und für das Auftragsgewicht.

## 4. Ausgewählte Anwendungsbeispiele

### 1.1 Gegenlaufverfahren, direkt

Das gegenläufige Auftragen der Beschichtungsmasse mittels Linienrasterwalze zur Substratbahn vollzieht

Abb. 7 Masseversorgung und -umlauf

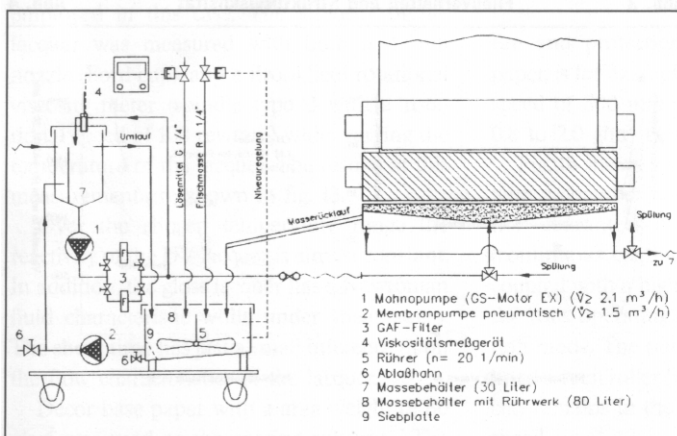
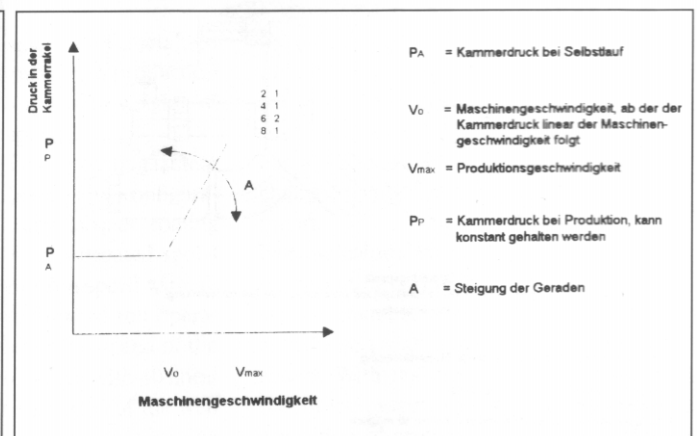
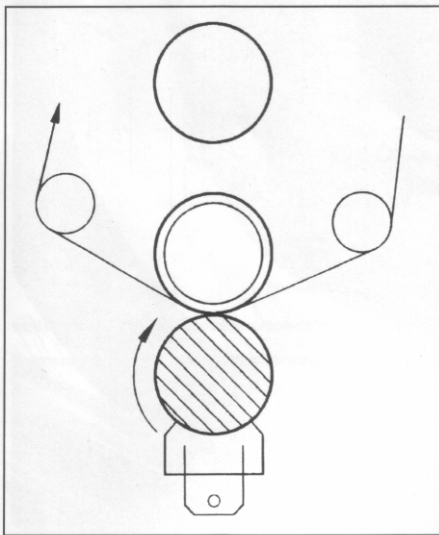


Abb. 8 Druckregelung im Kammerakel





**Abb. 9** Gegenlaufverfahren, direkt – Linienrasterwalze im Gegenlauf

sich im Kontakt beider Partner und ist u. a. geprägt durch das Benetzungsverhalten des Substrates als auch dem Adhäsions- und Kohäsionsvermögen der Beschichtungsmasse (Abb. 9).

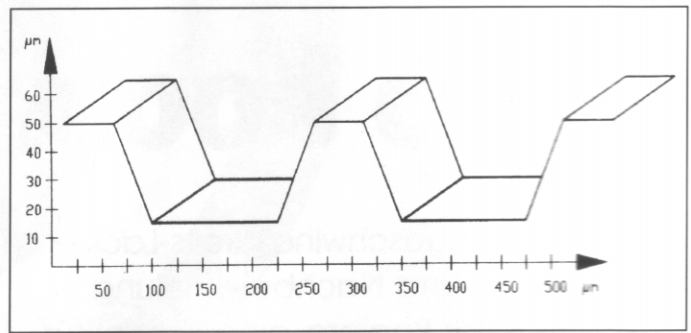
Einen weiteren, nicht unwesentlichen Einfluss auf die Oberflächengüte des Nassfilms besitzt die eingesetzte Linienrasterwalze. Das Abgabe- und Übertragungsverhalten der Beschichtungsmasse wird bestimmt von der Liniengeometrie (Stegbreite, Tiefe der Linien, Flankenwinkel, Entleerungsverhalten), der Materialart (Chrom, NSC, TiN, Keramik) oder auch dem Herstellungsverfahren. Umfangreiche, vergleichende Untersuchungen haben die gewählte Liniengeometrie nach Abb. 10, das heißt

- geringe Linienrastertiefe
- steile Flankenwinkel
- breite Rastersohle

bestätigt. Diese Geometrie kommt dem halben Rohrquerschnitt nahe und weist daher strömungsdynamisch einen günstigen Massefluss auf. Außerdem zeigt die Linienrasterwalze ein gutes Entleerungsverhalten beim Masseübertrag auf das Substrat und hervorragende Verlaufseigenschaften der Beschichtungsmasse auf der Walzenoberfläche.

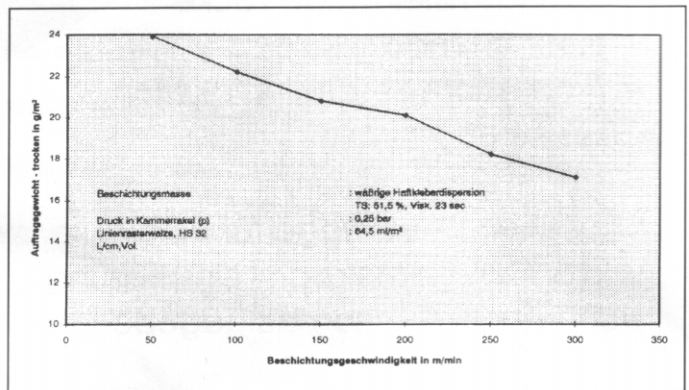
**4.1.1 Wässrige Haftkleberbeschichtung**  
Es wurden zwei typische Haftkleberdispersionen unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz gebracht. Abb. 11 zeigt den bekannten Verlauf der Auftraggewichtsabnahme bei Erhöhung der

**Liniengeometrie der Rasterwalze**



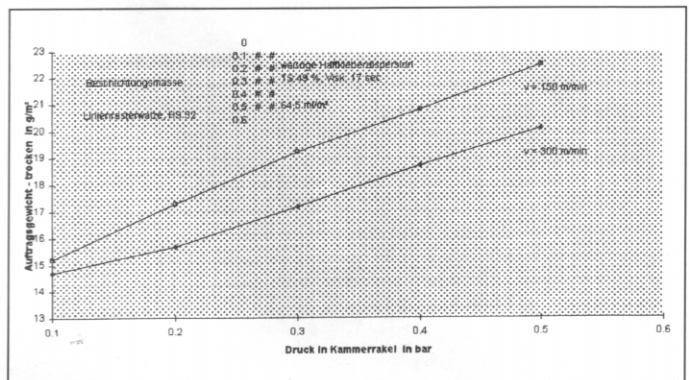
**Abb. 10**

**Wässrige Haftkleberbeschichtung**



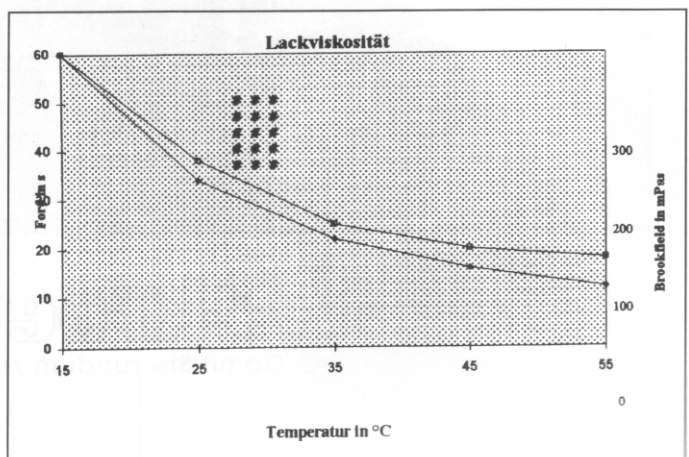
**Abb. 11**

**Wässrige Haftkleberbeschichtung**



**Abb. 12**

**UV-Glanzlack-Beschichtung**



**Abb. 13**

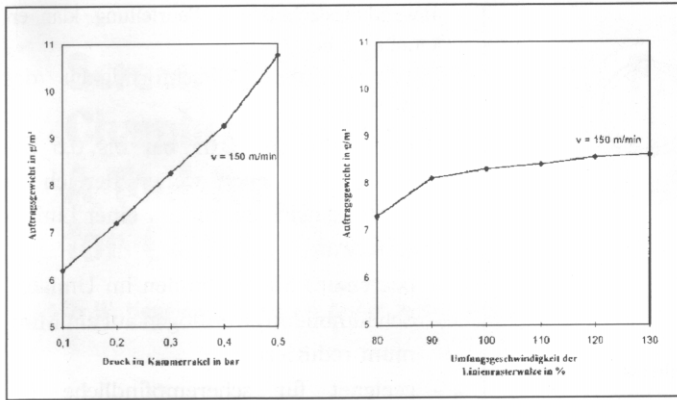


Abb. 14 UV-Glanzlack-Beschichtung

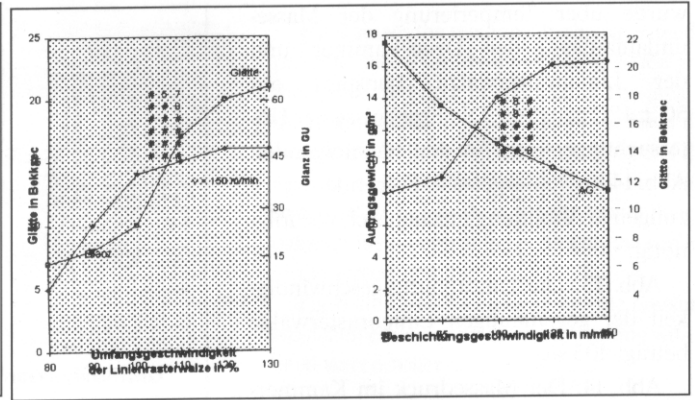


Abb. 15a UV-Glanzlack-Beschichtung Abb. 15b UV-Glanzlack-Beschichtung

Beschichtungsgeschwindigkeit. Der Massedruck im Kammerrakel ist mit 0,25 bar konstant. Auffallend aber das relativ hohe Auftragsgewicht mit einer Linienrasterwalze, welche nur ein theoretisches Volumen von 64,5 ml/m<sup>2</sup> aufweist. Die Abb. 12 macht den annähernd linearen Anstieg des Auftragsgewichtes bei Druckerhöhung im Kammerrakel deutlich. Unterschiedliche Beschichtungsgeschwindigkeiten verändern den Anstieg der linearen Abhängigkeit, bedingt durch solche Einflussgrößen wie Verweilzeit im Moment der Druckbefüllung, Strukturviskosität der Haftkleberdispersion oder Klebstoffeigenschaften an sich.

Beide Abbildungen zeigen in Kombination ihrer Aussagen, dass der Massedruck im Kammerrakel die Regelgröße für gleichbleibende Auftragsmengen bei Geschwindigkeitserhöhung ist. Das Leistungsvermögen einer Linienrasterwalze

wird somit um ein Vielfaches besser ausgenutzt.

#### 4.1.2 UV-Glanzlack-Beschichtung

Als Beschichtungsmedium wurde ein handelsüblicher UV-Glanzlack eingesetzt. Die Viskosität des Lackes wurde sowohl mit einer 4-mm-Auslaufdüse (FORD-Becher), als auch mit einem Brookfield-Rotationsviskosimeter (Spindel 3 bei 100 U/min) über die Temperatur gemessen (Abb. 13). In dem gewählten Temperaturbereich ist die Reaktivität des UV-Lackes nahezu konstant.

Außerdem zeigte der Glanzlack unter steigender Scherbeanspruchung ein newtonsches Fließverhalten, und die Scherdauer hatte nur einen geringfügigen Einfluss auf das Fließverhalten des Lackes. Die Beschichtung erfolgte auf einem Dekorrohnpapier mit einem Flächengewicht von 80 g/m<sup>2</sup>. Die Lacktemperatur wurde über Temperierung der Masseumlaufanlage, der Druckkammer und der Linienrasterwalze konstant auf 50 ± 1 °C gehalten. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den nachfolgenden Abb. 14 bis 16 dargestellt. Folgende Ergänzungen je Abbildung machen sich wie folgt nötig:

Abb. 13: Die Umdrehungsgeschwindigkeit der gegenläufigen Linienrasterwalze beträgt 103 %.

Abb. 14: Der Massedruck im Kammerrakel wurde mit 0,3 bar eingestellt.

Abb. 15: Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Linienrasterwalze war 130 %, der Massedruck im Kammerrakel 0,3 bar.

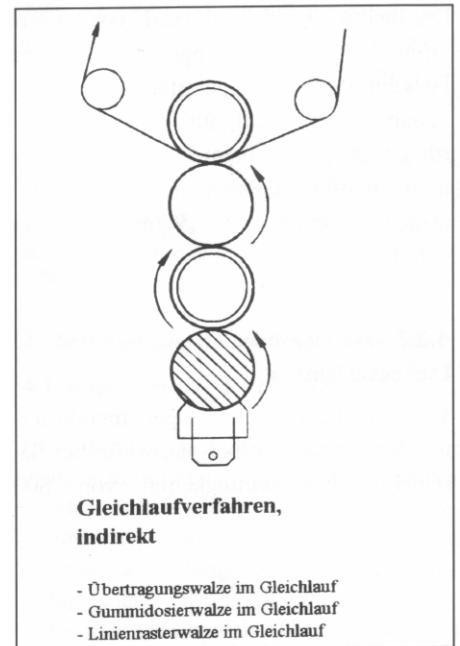
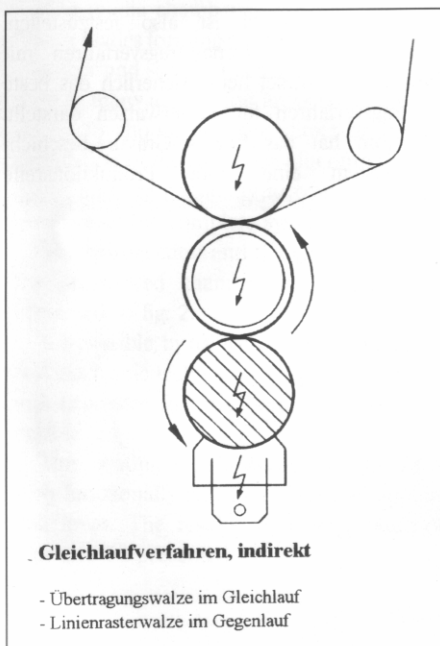
### 4.2 Gleichlaufverfahren, indirekt

#### 4.2.1 Beschichtung von LF-Silikon (UV/ESH)

Mit der Möglichkeit einer Temperierung des Auftragsystems können auch Silikon-

mischungen zum Einsatz kommen, deren Viskosität unter Verarbeitungstemperatur von 50—60 °C bei 150 mPas oder kleiner liegt. Das Fließverhalten der Silikone erlaubt nun auch einen Einsatz von Linienrasterwalzen mit einem relativ kleinen Volumen. Abb. 17 zeigt ein indirektes Gleichlaufverfahren der Übertragungswalze zur Substratbahn. Der Gegenlauf der Linienrasterwalze zur Übertragungswalze lässt Umfangsgeschwindigkeiten von 15 bis 130 % bei steuerbarer Befüllung der Rasterlinien über den Massedruck im Kammerrakel zu. Dieses Beschichtungsverfahren wurde vorerst nur unter Versuchsbedingungen in unserem Forschungszentrum getestet. Eine Kundenanwendung, z.B. für die Silikonisierung, wäre gerade beim Einsatz von sogenannten offenen Basispapieren und Auftragsgewichten von 1,5—2,5 g/m<sup>2</sup> LF-Silikon denkbar.

Abb. 17 Gleichlaufverfahren, indirekt



#### 4.2.2 Wässrige oder LH-Lackbeschichtung

Vor- und Schutzlackierungen metallisierter Papiere werden beispielsweise bei Beschichtungsgeschwindigkeiten von 800 m/min mit Auftragsgewichten von 0,8—2,0 g/m<sup>2</sup> ausgeführt. Abb. 18 zeigt ein Rasterwalzenauftragsverfahren mit Druckkammerrakel, welches unter Gleichlauf aller masseführenden Walzen hohe Beschichtungsgeschwindigkeiten bei hervorragendem Lackauftrag (gleichmäßiger Auftrag, Geschlossenheit des Films) garantiert. Die Umfangsgeschwindigkeit der Linienrasterwalze (HS 40 L/cm) bewegt sich dabei nur im Bereich von 20—40 % des Bahnlaufes.

#### 4.3 Gleichlaufverfahren, indirekt, doppelseitig

Doppelauftragwerke, wie in Abb. 19 dargestellt, finden ihre Anwendung u. a. bei der gleichzeitigen Beschichtung eines Substrates von der Vorder- und Rückseite mit verschiedenartigen Auftragsmassen (Primer/Lack). Ebenso ist es möglich, unterschiedliche Auftragsgewichte mit Variation der Rasterwalze und des Kammerdruckes je Seite aufzubringen. Auch erlaubt die Anordnung der Linienrasterwalze mit Vor- oder Nacheilung ein Übertragen der Masse aus einem Über- oder Unterschussangebot zur Übertragungswalze. Damit lassen sich u. a. strukturierte Papiere sehr gleichmäßig und konstant im Auftragsgewicht veredeln.

### 5. Zusammenfassung

Die Vorteile des Rasterwalzenauftragsverfahrens mit einer Druckkammerrakel in 6-Uhr-Position zur Linienrasterwalze sind in einer abschließenden Bewertung unserer anwendungstechnischen Beurteilung klar erkennbar, d.h.

- ausgezeichnete Gleichförmigkeit des Auftrags
- Fülldrücke von 0,05 bar bis 0,6 bar ermöglichen einen weiten Bereich an Auftragsgewichten mit nur einer Linienrasterwalze
- begrenztes Massevolumen im Umlauf
- Schaumbildungsvermögen auf ein Minimum reduziert
- geeignet für scherempfindliche Beschichtungsmassen
- einfache Bedienung
- schnelle Zugänglichkeit bei Bladewechsel
- leicht zu reinigen

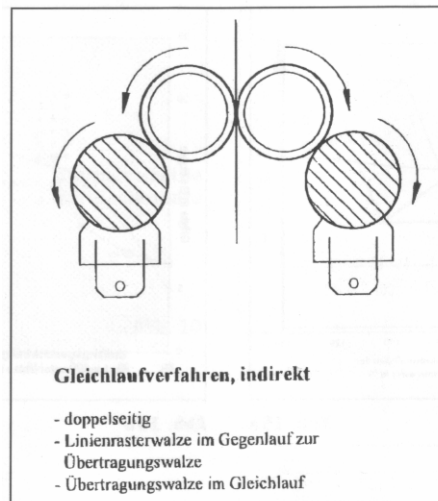


Abb. 19 Gleichlaufverfahren, indirekt

- geringe Lösungsmittelverdunstung
- geeignet für Hochgeschwindigkeitsbeschichtung
- hohe Varianz in der Anwendung unterschiedlichster Beschichtungsmassen (negative oder positive Anstellung des Dosierakels, Oszillierung der Druckkammer, Temperierung der Druckkammer, gegen- oder gleichläufige Drehrichtung der Rasterwalze möglich).

Die Druckkammerrakel wird in Einheit zur Rasterwalze auf Wechselwagentechnik oder in einem festen Auftragwerk in der Beschichtungsanlage installiert. Die zum Auftragssystem zugehörige Gegendruck- oder Übertragungswalze ist natürlich mit Sleevewechsel ausgestattet, um Umrüstzeiten bei Arbeitsbreitenwechsel so klein wie möglich zu halten.

Zusammenfassend ist also festzustellen, dass das Rasterwalzenauftragsverfahren mit Druckkammerrakel heute sicherlich das beste Auftragsverfahren für Rasterwalzen darstellt. Mit ihm hat das Reverse-Gravure-Beschichtungssystem eine hohe Produktionsreife erlangt.