

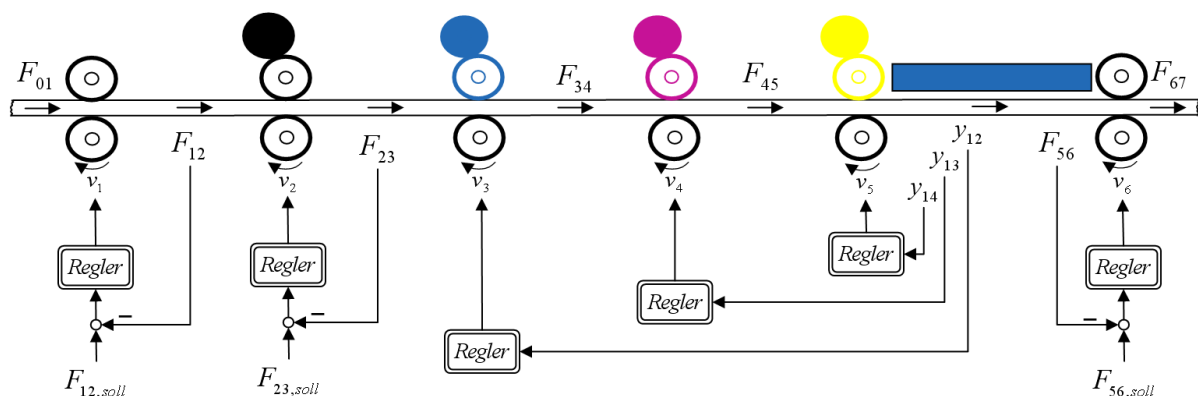
# Bahnlauf bei Maschinen für Non impact printing (NIP)

Unabhängig der Bearbeitungsart einer kontinuierlichen Fertigungsanlage ist ein störungsfreier definierter Bahnlauf die Basis für ein gutes Bearbeitungsergebnis. Aufgrund der Tatsache, dass die Bahndehnung messtechnisch nicht direkt ermittelbar ist, wird anstelle dessen meist die Bahnzugkraft über Festwertregler auf einen konstanten Wert geregelt. Aufgrund des Hooke'schen Gesetzes wirkt sich eine Bahnzugkraftstörung – bei Annahme einer rein elastischen Materialbahn – auch direkt auf die Bahndehnung aus. Bei einer Druckmaschine hat dies wiederum zur Folge, dass jede Bahnzugkraftschwankung im Längsregister sichtbar wird.

Bei den früher weit verbreiteten Rollendruckmaschinen mit Zentralantrieb und mechanischer Welle, war hierbei mittels der Verstellung von Kompensatoren eine Regelung des Registers möglich. Gleiches gilt für die derzeit weit verbreiteten direkt angetriebenen Maschinen. Gemein haben beide Varianten, dass aufgrund der beidseitigen Verkopplung zwischen Bahnzugkraft- und Registerverhalten jeweils nur eine dieser Eigenschaften geregelt werden kann.

Besitzt eine Maschine hingegen direkt angetriebenen Klemmstellen und als zusätzliche Stellsignale Kompensatoren, so ist es möglich, sowohl die Bahnzugkraft, als auch das Register (sogar voneinander entkoppelt) zu regeln. Als Grundlage für die Auslegung einer Entkopplung können hierbei die im Stand der Technik bekannten Modelle für das Bahnzugkraft- und Registerverhalten bei klemmenden Bearbeitungseinheiten herangezogen werden.

Unabhängig der bereits vorgestellten Ausführungen einer kontinuierlichen Fertigungsanlage mit klemmenden Bearbeitungseinheiten ist zwar die getrennte Regelung der Bahnzugkraft und des Registers teilweise möglich, eine Verkopplung besteht jedoch stets in beiden Richtungen. Eine beispielhafte Ausgestaltung einer kontinuierlichen Fertigungsanlage mit Vierfarbendruck ist nachfolgend dargestellt.

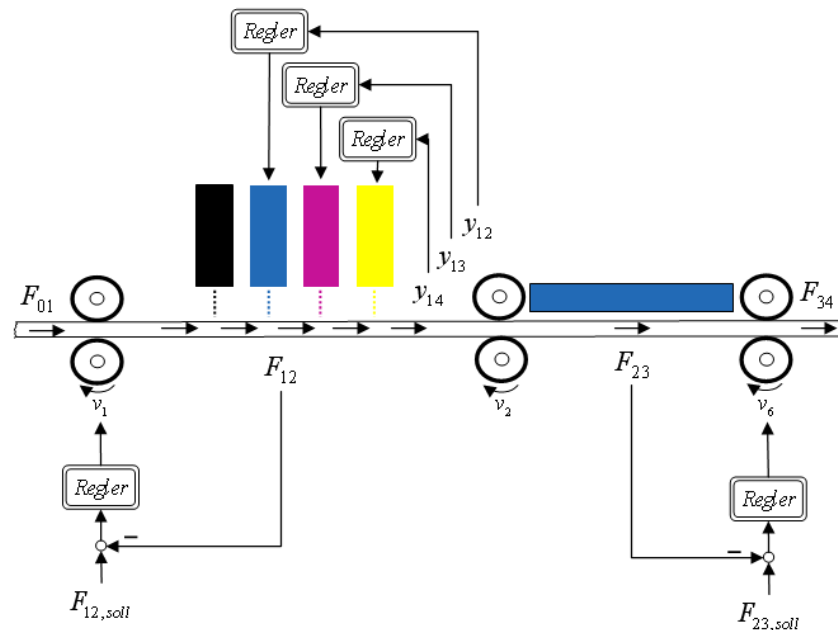


**Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Vierfarben-Rollendruckmaschine**

Wie erkennbar ist, besitzt diese beispielhafte Anlage als Stellsignale die Umfangsgeschwindigkeiten des Ein- und Auszugswerks sowie der vier klemmenden Bearbeitungseinheiten. Demzufolge ist es ausschließlich möglich, sechs Zustandsgrößen zu regeln. In diesem Fall die Bahnzugkraft des ersten, zweiten und letzten Bahnabschnitts sowie die drei Register. Anzumerken ist, dass typischerweise die Kräfte  $F_{23}$  und  $F_{56}$  nicht als Regelgröße verwendet werden.

Bei einer kontinuierlichen Fertigungsanlage mit nicht berührenden Bearbeitungseinheiten (NIP) ergibt sich eine andere Verkopplung der Prozessgrößen. Hier

beeinflusst die Bahnzugkraftregelung das resultierende Register, die Registerregelung jedoch nicht die Bahnzugkraft. Dies ist in der nachfolgenden schematischen Darstellung einer Vierfarben-Digitaldruckmaschine beispielhaft dargestellt.



**Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Vierfarben-Digitaldruckmaschine**

Aufgrund der drei zusätzlichen Stellsignale der digitalen Druckköpfe ist nun eine separate Regelung sämtlicher Bahnzugkräfte und Register möglich. Die Bahnzugkraftregler können hierbei wie gewohnt eingestellt und entkoppelt werden. Noch nicht bekannt ist das Registerverhalten und die daraus resultierenden Stellsignale der Ansteuerung der digitalen Druckköpfe. Weil bei klemmenden Bearbeitungseinheiten die Oberflächengeschwindigkeit der Materialbahn immer direkt der Umfangsgeschwindigkeit der Klemmstellen entspricht, muss nun bei NIP-Verhalten das orts- und zeitabhängige Geschwindigkeitsprofil der Materialbahn entweder gemessen oder geschätzt werden, um das Längsregister optimal vorsteuern zu können und dadurch ein verbessertes Registerverhalten zu erreichen. Aufgrund der geringeren Abstände der einzelnen Druckfarben ergeben sich kürzere Bahnlängen und dadurch auch kleinere Systemzeitkonstanten ( $l/v$ ), so dass Störungen bei Annahme konstant vorhandener Totzeiten im Regelkreis schlechter ausgeregelt werden können.

Infolge des Transports der Materialbahn nur über die Bahntransportwalzen und nicht zusätzlich auch über die Bearbeitungs (Druck-)Walzen kann diese durch die Umfangsgeschwindigkeiten der begrenzenden Klemmstellen direkt beeinflusst werden. Dementsprechend resultieren unterschiedliche Bahngeschwindigkeiten auf Basis einer Upstream-, Downstream- oder Differenzregelung der Bahnzugkraft.

Eine lokale Entkopplung der orts- und zeitabhängigen Materialbahngeschwindigkeit in Abbildung 2 ist hierbei über das noch ungenutzte Stellsignal  $v_2$  möglich. Die Umsetzung dieser Entkopplung durch eine Differenzregelung, sowie das resultierende orts- und zeitabhängige Geschwindigkeitsverhalten unter thermischen, hygrischen und rheologischen Aspekten sind hierbei die primären Eckpunkte dieses Vortrags.