

Stufenlose Formateinstellung im Flexodruck

Hars, Christoph
(1996)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014043>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Conference or Workshop Item

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14043>

Christoph Hars

Stufenlose Formateinstellung im Flexodruck

Die neuen elektrischen Antriebssystemen mit digitaler Folgeregelung machen es für den Flexodruck möglich, unter Beibehaltung der mit der Zentralzylinder-Flexodruckmaschine gewohnten Passergenauigkeit eine weitere wichtige Hürde zu überwinden, die den Flexodruck bislang vom Tiefdruck trennte. Die stufenlose Formateinstellung, andere sprechen vom formatlosen Flexodruck, wird mit den neuen Antriebssystemen möglich.

Beginnen wir mit einem Rückblick: Bislang ist uns geläufig, mit dem Flexodruck nur Formatlängen mit einem ganzzahligen Vielfachen der Zahnteilung der zentralen Antriebsebene drucken zu können. Entsprechend war die Zahnteilung der Flexodruckmaschinen zumindest im Druckbereich zu wählen. Sie mußte entweder in Millimeter- und in Zoll-Teilung ausgelegt sein.

Auch wurde über Zwischenformate praktisch nicht nachgedacht, weil sie nicht realisierbar erschienen. Streng genommen kann aber auch gesagt werden, daß sich angesichts unvermeidlicher Rapportabweichungen eigentlich nur Zwischenformate verwirklichen ließen. Diese waren jedoch nur materialbedingt vorherbestimmbar - bei sehr dehnweichen Materialien ist die Rapportabweichung größer, dafür aber auch innerhalb eines größeren Bereichs variierbar bei entsprechend gewähltem Bahnzug. Bei dehnfesteren Materialien besteht diese Möglichkeit der Manipulation weniger bis praktisch gar nicht.

Diese Beschränkung auf diskrete Druckformate bestand, weil eine stufenlose Formatwahl mit der bislang allein zur Verfügung stehenden Getriebetechnik zwar prinzipiell möglich gewesen wäre, aber nicht in Betracht kommen konnte, weil eine getriebliche Lösung die uns selbstverständliche Passergenauigkeit der Zentralzylinder-Flexodruckmaschine auch nicht annähernd zu leisten vermocht hätte.

Diese Aussage leitet sich aus der Erfahrung ab und läßt sich auch sehr gut analytisch belegen. Manche unter uns werden noch erinnern, daß die Zentralzylinder-

der-Flexodruckmaschinen in ihrer Anfangszeit vielfach mit Endlosregister ausgerüstet waren, wie sie für die Mehrzylinder-Flexodruckmaschine prinzipiell benötigt wurden. Um diese Getriebe unterzubringen, war das Zentralzylinder-Zahnrad deutlich kleiner als der Gegendruckzylinder, so daß die Endlosregister-Getriebe zwischengeschaltet werden konnten. Damit war die Funktion eines Endlosregisters bewahrt, und die Plattenzylinder konnten - wie bei der Mehrzylindermaschine gewohnt - beliebig in den Zahnreingriff gebracht werden, da sich der Passer nachträglich durch entsprechende Relativverdrehung der Plattenzylinder einstellen ließ. Aber der Preis für diese freie Einstellbarkeit war mit einer mangelhaften Passerhaltigkeit erkauft, so daß diese Technik keinen dauerhaften Bestand haben konnte.

Von den Zentralzylinder-Flexodruckmaschinen mit Endlosregister können wir daher ableiten, warum eine getriebliche Realisierung eines formatlosen Flexodrucks nicht in Betracht kommen konnte. Das Endlosregister in der Zentralzylinder-Flexodruckmaschine hatte den immensen Nachteil, daß die vielen Zahnräder gekoppelt mit Übersetzungen ins Schnelle diesen Maschinen eine Passergenauigkeit verlieh, die schlechter war als die mit den Mehrzylindermaschinen erreichte Passergenauigkeit. Der Grund hierfür liegt darin, daß bei den Mehrzylindermaschinen die Registergetriebe vor dem Gegendruckzylinder angeordnet werden konnten, während bei der Zentralzylindermaschine die Registergetriebe zwangsläufig nur zwischen Gegendruckzylinder und den einzelnen Plattenzylinder angeordnet sein konnten. Die inneren Verdrehfehler dieser Getriebe mußte sich also voll auf den Passer auswirken. Bei der Mehrzylindermaschine hingegen werden nicht nur die Plattenzylinder, sondern auch die Gegendruckzylinder durch die Endlosregistergetriebe verdreht mit der Folge, daß sich der Verdrehfehler eines Endlosregistergetriebes nicht zwangsläufig auf den Passer auszuwirken braucht, weil die dehnbare Materialbahn diese Winkelfehler in gewissen Grenzen ausgleicht. Ein Verdrehfehler darf die Bahn nicht zum Rutschen auf einem der Gegendruckzylinder kommen lassen; er muß auch hinreichend hochfrequent sein, damit sich instationäre Bahnlaufzustände nicht auf den Passer auswirken können.

Wenn wir heute über formatlosen Flexodruck reden können, so wird dieser Fortschritt - wie bereits erwähnt - allein durch die elektrische Antriebstechnik mit digitaler Folgeregelung möglich. Die Frage lautet also nicht, ob ein formatloser Flexodruck bzw. eine stufenlos variierbare Formatvorgabe getrieblich oder mit einem elektrischen digitalen Folgeantrieb zu realisieren ist. Die Praxis muß

zeigen, ob sich der elektrische digitale Folgeantrieb sowohl hinsichtlich Handhabung als auch hinsichtlich der Zuverlässigkeit bewährt?

Zur Zuverlässigkeit kann schon heute gesagt werden, daß sich der digitale Folgeantrieb bewährt hat. Denn in großen Verbundmaschinen - z. B. Einzylinder-Ständer in der Kopplung mit einem Lackierwerk, oder eine Verbundmaschine mit zwei Zentralzylinder-Druckständern - wird er schon seit gut zehn Jahren mit sehr gutem Erfolg eingesetzt. Die Passerhaltigkeit ist sehr gut. Die bei mechanischen Antrieben bekannten Passerfehler im Hoch- und Runterlauf lassen sich praktisch vollständig eliminieren. Die Makulaturmenge ist folglich geringer. Ferner ist der Geräuschpegel der Maschinen deutlich reduziert, da vor allem die Winkelgetriebe vermieden werden konnten.

Zur Zuverlässigkeit ist auch anzumerken, daß heutige Flexodruckmaschinen in mehreren Funktionen über separate elektrische Antrieb verfügen. Hier sind die Wickler und die Zugwerke zu nennen. Diese Antriebe können aber analog ausgeführt sein, es wurden aber auch für diese Aufgaben bereits teildigitalisierte Antriebe eingesetzt. Der Unterschied im technischen Aufwand für analoge und digitale Folgeantriebe ist nicht so groß, daß von der Zuverlässigkeit der analogen Folgeantriebe nicht auf die Zuverlässigkeit digitaler Folgeantriebe geschlossen werden dürfte. Dank der Zuverlässigkeit heutiger elektronischer Bauelemente kann also eine mehrjährige störungsfreie oder zumindest störungsarme Funktion erwartet werden, zumal die Maschinenhersteller ihre Elektronik nicht in Konsum-Standard, sondern nach dem sehr viel zuverlässigen Industrie-Standard - teilweise auch nach Militär-Standard - herstellen.

Während bei den analogen Antrieben Tänzer-Potentiometer und Bahnzugmeßwalzen in die Regelkreise eingebunden sind, sind in der digitalen Folgeregelung alle eingebundenen Elektromotoren mit einem Drehwinkelzähler verbunden. Ein Drehwinkelzähler besteht im wesentlichen aus einer Kreisscheibe, die längs eines zur Drehachse konzentrischen Kreises radiale Markierungen trägt, die im allgemeinen optisch abgetastet werden. Durch geeignete Gestaltung wird es auch möglich, die Drehrichtung zu erfassen.

Dreht der Motorläufer, so dreht der Drehwinkelzähler und die optischen Sensoren erfassen im fortlaufenden Wechsel Strich und Lücke zwischen zwei Strichen. Man spricht von hell/dunkel-, ja/nein-, ein/aus- oder hoch/niedrig-Signalen. Der Wechsel dieser Signale wird fortlaufend registriert und in geeig-

meter Weise aufsummiert. Die eigentliche Regelung fragt zyklisch den Zählerstand der einzelnen Drehwinkelgeber ab, vergleicht die Werte mit den jeweiligen Sollwerten, die im wesentlichen durch die Drehschritte des Hauptantriebs für den Bahntransport gegeben werden, und veranläßt erforderlichenfalls entsprechende Korrekturen an die Stromrichter der einzelnen Motoren, so daß deren jeweils gekoppelter Drehwinkelzähler bei der nächsten Zählerabfrage (hoffentlich) eine dem Sollwerte entsprechende Zahl liefert.

Heutige elektronische Systeme können sehr schnelle Impulsfolgen sicher verarbeiten. Darum können die Drehwinkelzähler auch bei maximalen Motordrehzahlen von 3.000 U/min sehr fein ausgelegt werden. Das wiederum erlaubt es, bezogen sowohl auf den Bahntransport als auch auf die Druckbildlängen mit sehr feiner Schrittunterteilung zu arbeiten. Insgesamt werden damit die Voraussetzungen erfüllt, daß die uns mit dem bewährten mechanischen Antriebssystem - das aus einem großen, zentralen, drehfest mit dem Gegendruckzylinder verbundenen Zahnrad und den in dieses direkt eingreifenden Plattenzylinderzahnradern besteht - sicher gegebene Passergenauigkeit auch mit den getrennten elektrischen, über digitale Folgeregelung gekoppelten Antriebe gewährleistet wird.

Nun zum formatlosen Flexodruck:

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den formatlosen Flexodruck zu realisieren. Wie wir gesehen haben, beruhen alle Systeme, die den heutigen Genauigkeitsansprüchen genügen können, auf der Präzision, die der digitale Folgeantrieb zu leisten vermag. Rein getriebliche Lösungen sind zwar denkbar, aber diese können den hohen Passeranforderungen nicht entsprechen

Wie sehen die heute angebotenen Systeme für formatlosen Flexodruck aus?

1. Jeder Druckzylinder erhält einen eigenen, in digitaler Folgeregelung geführten Antriebsmotor, dessen Drehzahl relativ zu der Drehzahl des den Bahntransport besorgenden Antriebsmotor in einem sollmäßig festen, regelungsmäßig sehr engen Drehwinkel-Schrittverhältnis gehalten wird, dessen Sollrelation bestimmt ist durch das jeweilige Druckformat.

Dieser individuelle Antrieb der einzelnen Druckzylinder übernimmt konsequenterweise zugleich die Funktion des Längsregisters, so daß sich in

der Anzahl der Motoren je Druckwerk gegenüber einer heutigen mechanischen, also mit Zahnrädern arbeitenden Maschine nichts ändert.

Wirkt der Motor zum Antrieb eines Plattenzylinders über eine Kupplung direkt auf den Plattenzylinder, so entfallen sämtliche Antriebszahnäder für den Plattenzylinder.

2. Als zweite Möglichkeit bietet es sich an, neben einem eigenen Antrieb für den Bahntransport, d. h. im wesentlichen für den Gegendruckzylinder, eine zweite Zahnrad-Antriebsebene für die Druckzylinder zu installieren. Maschinentechnisch ist in diesem Konzept der Vorteil zu sehen, daß nur zwei Motoren in digitaler Folgeregelung zusammenzuarbeiten haben. Dafür entfallen nicht die Plattenzylinder-Zahnäder, und für den Betreiber ändert sich in der Maschinenhandhabung vergleichsweise wenig gegenüber der heute geübten Praxis, auf die Plattenzylinderachse ein Formatzahnrad zu setzen.

Der wesentliche Unterschied besteht - für den Betreiber nicht unbedingt sichtbar - darin, daß das Plattenzylinderzahnrad, da es naturgemäß über eine ganzzahlige Anzahl von Zähnen verfügen muß, in seinem Wirkdurchmesser geringfügig abweicht von dem Formatumfang des Plattenzylinders. Damit die Oberflächengeschwindigkeiten von Klischeezylinder - gerechnet auf die Klischeeoberfläche - und Gegendruckzylinder gleich sind bzw. gleich sein können, müssen das Zentralzahnrad zum Antrieb des Gegendruckzylinders und das Zentralzahnrad zum Antrieb der Klischeezylinder geringfügig unterschiedlich rotieren. Also ist nur das den Bahntransport besorgende Zahnrad fest mit der Drehachse des Gegendruckzylinders verbunden, während das Antriebszahnrad für den Antrieb der Plattenzylinder frei drehbar gegenüber der Achse des Gegendruckzylinders gelagert ist.

Für den Betreiber nahezu unsichtbar verbirgt sich also ein erhöhter technischer Aufwand hinter dem gewohnten Antriebsbild: Die Eingriffsebene der Plattenzylinderzahnäder müssen durch eine positive oder negative Profilverchiebung auf den aktuellen Plattenzylinderdurchmesser ausgerichtet sein. Die aktuelle Zähnezahl sollte dann der nächst kleineren oder der nächst größeren ganzzahligen Formatlänge entsprechen. Da wir in den Flexodruckmaschinen generell mit geringfügiger Profilverchiebung arbei-

ten, um die Druckwerkseinstellungen nach den Klischees und nicht nach den Zahnrädern ausrichten zu können, ist auch im vorliegenden Fall darauf zu achten, daß die druckbedingten Zahnradeingriffe nur in dem Maße von einem idealen Eingriff abweichen, wie es zur Erzielung eines sauberen Drucks tolerierbar ist. Zum Glück ist die Evolventenverzahnung recht tolerant gegenüber geringen Abweichungen des Zahneingriffs vom Idealmaß. Die Zahnüberdeckung muß aber hinreichend groß sein, sonst ist ein unruhiger Lauf mit Zahnstreifen im Druckbild zu erwarten. Wichtig ist aber auch, unter allen Umständen einen zu engen Zahneingriff zu vermeiden, weil die Zahnräder auf Grund gefahren werden können, was wiederum unruhigen Lauf mit Zahnstreifen, vor allem aber Zahnschäden zur Folge haben kann.

Bevor beide Systeme einem Vergleich unterzogen werden können, bleibt noch zu beantworten, wie jeweils der Rasterwalzenantrieb aussehen soll bzw. aussehen kann.

Werden analog der Möglichkeit 1. jeweils eigene Motoren zum Antrieb der Plattenzylinder eingesetzt, so verbleiben folgende Möglichkeiten zum Antrieb der Rasterwalze:

1. Jede Rasterwalze erhält ebenfalls einen eigenen Antriebsmotor, der - solange der Umfang der Rasterwalzen nicht geändert wird - stets in fester Drehzahlrelation zum Antrieb des Gegendruckzylinders gehalten wird. Die Rasterwalzen erhalten also eigene digitale Folgeantriebe, die direkt an den Bahntransport gekoppelt sind. Da diese Einzelantriebe zugleich die Funktion des jeweiligen Weiterlaufmotors übernehmen können, bleibt die Anzahl der Motoren je Druckwerk gegenüber den heutigen Druckwerken mit Zahnradantrieben unverändert.

Wirkt der Motor zum Antrieb der Rasterwalze über eine Kupplung direkt auf die Rasterwalze, so entfallen die Antriebszahnräder für Rasterwalze.

2. Der Antrieb der Rasterwalzen erfolgt über Getriebe und entsprechende Zwischenglieder direkt vom Hauptantrieb für den Gegendruckzylinder. Da der Abstand der Rasterwalze vom Gegendruckzylinder in Abhängigkeit von der Formatlänge des zwischengeschalteten Plattenzylinders schwankt, wird ein mechanischer Antrieb der Rasterwalzen komplizierter. Entweder erfolgt er über ein Vorgelege in der Art einer Zahnradschere oder über

Kardantriebe. In beiden Fällen ist Vorsicht geboten. Zahnradscheren zeigen häufig leichte Schwenkbewegungen; bei Kardansystemen kann es zu überlagerten Verdrehfehler.

In diesem Fall muß ein eigener Weiterlaufantrieb für die Rasterwalze verbleiben.

3. Die Rasterwalze wird über ein Zwischenzahnrad auf der Plattenzylinder-Achse vom zentralen Gegendruckzylinder-Zahnrad angetrieben. Dabei ergeben sich mehrere Möglichkeiten:

- 3.1 Das Rasterwalzen-Zahnrad greift in das lose auf dem Plattenzylinder mitlaufende Zwischenzahnrad und dieses wird von dem Bahntransport-Zentralrad angetrieben. Der Plattenzylinder behält seinen eigenen digitalen Folgeantrieb.

Das Zwischenzahnrad ist vorzugsweise mit dem Zahnrad zum Antrieb des Plattenzylinders identisch profilverschoben verzahnt, damit die Rasterwalze einen ruhigen Antrieb erhält. Auch hier gilt, daß weder eine zu geringe Überdeckung der beiden Zahnräder Gefahr bestehen darf, daß bei normaler Druckanstellung das Rasterwalzen-Zahnrad in den Zahngrund des Plattenzylinder-Zwischenzahnrad geraten kann.

Der Plattenzylinder trägt also zwei Zahnräder: Ein drehfest mit ihm verbundenes Zahnrad, das seinen Drehantrieb entsprechend dem Zwischenformat besorgt, und ferner ein frei drehbares, das einerseits in das Bahntransport-Zahnrad des Gegendruckzylinders und andererseits in das Rasterwalzen-Zahnrad eingreift.

- 3.2 Das Rasterwalzen-Zahnrad greift in das drehfest auf dem Plattenzylinder mitlaufende Zwischenzahnrad, das seinerseits von dem Zentralrad für den Plattenzylinderantrieb angetrieben wird. Bei dieser Antriebsart ergeben sich bei Zwischen-Formatlängen leichte Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Klischee- und Rasterwalzen-Oberfläche. Diese ist jedoch klein, und darüberhinaus wird sie relativ umso geringer, desto geringer einerseits der Unterschied zwischen der Zwischen-Formatlänge und der Zahnteilungslänge ist, sie wird aber auch mit zunehmender Formatlänge relativ geringer. Der

Transportunterschied gerechnet auf die in Umfangsrichtung gerechnete Länge der Kontaktlinie zwischen Rasterwalze und Klischeeoberfläche wird unerheblich bei den heute üblichen geringen Zustellungen zwischen Rasterwalze und Klischeezylinder.

Bei der Realisierung einer stufenlosen Formateinstellbarkeit im Flexodruck sind weitere Bewertungskriterien zu beachten:

1. Eine mit digitalen Folgeantrieben ausgerüstete Flexodruckmaschine wird umso genauer im Passer arbeiten können, desto verdrehsteifer die über eine digitale Folgeregelung miteinander verknüpften Drehwinkelzähler mechanisch an den örtlichen Bahntransport einerseits und an den zugeordneten örtlichen Druckauftrag andererseits gebunden sind.

Das besagt beispielsweise: Hat eine Flexodruckmaschine einen Hauptantriebsmotor im Bereich einer Rotationsstanze, dann sollte der für die Rotation der Druckzylinder als Bezug bzw. als Referenz dienende Drehwinkelzähler nicht am Motor, sondern nah zum Gegendruckzylinder sitzen, z. B. am Antriebsritzel zum Gegendruckzylinder. Dann ist sichergestellt, daß sich die elastischen Tordierungen in den Antriebswellen zwischen Motor und Gegendruckzylinder nicht auf den Passer auswirken.

Bei falscher Anordnung von Drehwinkelgebern sind auch folgenschwere Irrtümer denkbar: Aufgrund der falschen Anordnung der Drehwinkelzähler ergeben sich Passerfehler, und diese würden wahrscheinlich fälschlicherweise dem digitalen Antrieb angelastet werden. Tatsächlich aber würde - ordnungsgemäße Funktion der elektrischen Systeme unterstellt - die digitale Folgeregelung mit großer Genauigkeit den Umlauf der Druckzylinder auf die Umdrehungen des Antriebsmotors einregeln. Insofern wäre alles in Ordnung. Aber der Passer ist gestört, und er ist durch die elastische Wellentordierung zwischen Motor und Antriebsritzel zum Gegendruckzylinder gestört. Diese Information über eine elastische Wellentordierung würde der Regelung - wegen falscher Anordnung der Drehwinkelzähler - entgehen. Und Fehler - oder ganz allgemein - Vorgänge, die einer Regelung vorenthalten werden, können von ihr auch nicht berücksichtigt werden. Eine derartiges Konzept würde also Passerfehler zur Folge haben, für die die digitale Folgeregelung allenfalls fehlerhafterweise verantwortlich gemacht werden würde. Das heißt also, daß eine mit großer

Genauigkeit arbeitende digitale Folgeregelung für sich also noch kein Garant für eine im drucktechnischen Sinn exakte Funktion ist; das Maschinenkonzept muß sehr genau darauf abgestimmt sein.

2. Im Hinblick auf Verbundmaschinen ist ferner festzuhalten, daß die Druckzylinder im Bildlängentakt zu einer formatgebundenen in-line-Weiterverarbeitung anzutreiben sind, während der Antrieb des Gegendruckzylinders auf den ordnungsgemäßen Bahntransport, d. h. im wesentlichen auf den ordnungsgemäßen Bahnzug eingestellt wird.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß der formatlose Flexodruck dank der heutigen Antriebstechnik mit digitaler Folgeregelung möglich geworden ist. Zu seiner Ausgestaltung bieten sich verschiedene Ausführungsformen an. Für den Flexodruck entfällt damit die bisher zwangsläufig hingenommene Beschränkung auf diskrete Formate im ganzzahligen Vielfachen der Zahnradteilung bzw. der auf die Bahntransportebene projizierten Zahnradteilung. Es gilt also:

1. Formatloser Flexodruck macht im Bereich zwischen minimaler und maximaler Formatlänge nicht nur alle Teilungs-Formate, sondern auch alle Zwischenformate möglich. Damit erschließt sich der Flexodruck, was dem Tiefdruck schon lange möglich ist.
2. Rapportabweichungen können vermieden werden.
3. Es entfällt die Frage, ob eine Flexodruckmaschine in Millimeter- oder in Zoll-Teilung ausgeführt werden soll. Sämtliche Formate können mit ein- und derselben Maschine gefahren werden.
4. Die Flexodruckmaschine kann sehr genau an beliebige Formate der Weiterverarbeitung gekoppelt werden. Bisher war es sehr schwierig bzw. meist nicht möglich, eine Flexodruckmaschine beispielsweise in-line mit einer den Bahnzug bestimmenden Folgebearbeitung (Rotationsstanze, Tiefdruck) zu betreiben. Der formatlose Flexodruck macht hier eine Format-Feinanpassung jederzeit möglich.

Einmal mehr schickt sich der Flexodruck zu einem Qualitätssprung an, und wir stehen erst am Beginn der Realisierung eines formatlosen Flexodrucks. Es ist heute mit Sicherheit nicht abzusehen, welche neuen Einsatzfelder sich daraus für den Flexodruck ableiten werden.