

Forschung und Entwicklung:

Die Bedeutung von Antwortfunktionsbreite und Mappingqualität auf das Regelergebnis



Die Autoren:
Rudolf Münch,
Ulrich Begemann,
Papiermaschinen Division
Grafisch

Häufig vernachlässigte Einflußfaktoren auf die Querprofilqualität

Die Leistungsfähigkeit der Querprofilregelung eines Stoffauflaufes hängt nicht nur von der Stellgliederteilung, sondern ganz wesentlich auch von der Breite der Einflußzone, der sogenannten Antwortfunktionsbreite, eines Stellgliedes im Papier ab. Ferner hat die Genauigkeit mit der die Wirkposition des Stellgliedes im Papier bestimmt werden kann große Bedeutung.

Am Beispiel zweier stoffdichtegeregelter Stoffaufläufe werden nachfolgend die wichtigsten Effekte erläutert.

Die Antwortfunktionsbreite

Bei der Diskussion über die Leistungsfähigkeit eines stoffdichtegeregelten Stoffauflaufes wird häufig nur die Stellgliederteilung, d.h. der Abstand der Ventile zueinander betrachtet. Dies kann zu Fehleinschätzungen führen, da nicht die Stellgliederteilung, sondern vielmehr die Antwortfunktionsbreite von praktischer Bedeutung ist.

Ein Stoffauflauf mit einer Stellgliederteilung von beispielsweise 64 mm und einer Antwortfunktionsbreite von 105 mm (dies entspricht einem Verbreiterungsfaktor von 1,64) wird daher in der Praxis bessere Querprofile erzeugen als einer mit 35 mm Teilung und einer Antwortfunktionsbreite von 130 mm, was einem Verbreiterungsfaktor von 3,7 entspricht. Wie läßt sich dies erklären?

Abb. 1 verdeutlicht, daß mit zunehmendem Verbreiterungsfaktor eines Stellgliedes die Auslöschung benachbarter Stellglieder ebenfalls zunimmt. In der Folge entsteht eine Überlagerungsfunktion mit engabständigen Flächenmasseänderungen sehr geringer Amplitude. Hieraus ergibt sich:

- Ein Ausregeln engabständiger Störungen ist bei großen Verbreiterungsfaktoren praktisch nicht möglich.
- Versuchte man es trotzdem, entstünden sehr große Stellgliederauslenkungen mit geringer Wirkung im Papier. Dies reduzierte das Stellpotential erheblich, weshalb sich Störungen mit größerem Abstand dann nur noch in verminderter Umfang ausregeln ließen. Der nutzlosen Stellgliederauslenkung wird

bei Systemen mit großen Verbreiterungsfaktoren dadurch begegnet, daß engabständige Störungen herausgefiltert werden. Das Stellpotential wird somit wieder zurückgewonnen, ein Nutzen kann aus der engabständigen Teilung aber nicht gezogen werden.

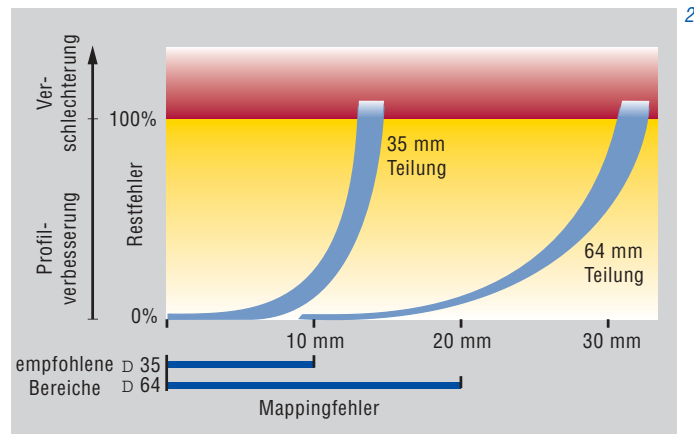
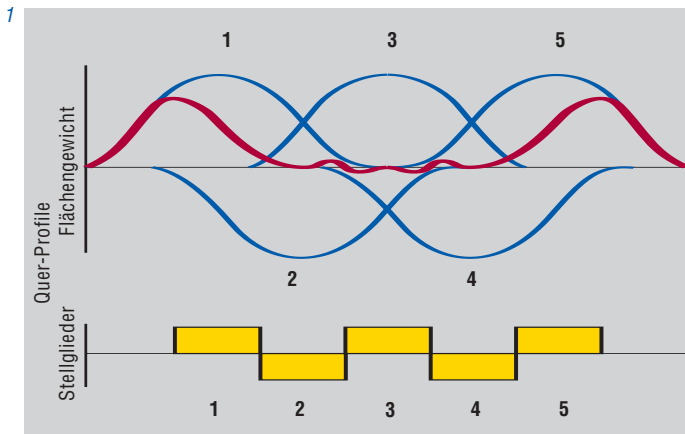
Abb. 1 ist ebenfalls zu entnehmen, daß bei absolut deckungsgleicher Gestalt der Antwortfunktionen und gleichen Abständen der Maxima nur geringe Flächenmasseänderungen im Papier erzielt werden. In der Praxis sind beide Voraussetzungen nur unzureichend erfüllt. Wegen der Größe der Eingriffe entstehen in der Praxis bei geringen Abweichungen von diesen Annahmen bereits enorme Flächenmassespitzen im Papier. Die Gefahr der Erzeugung von Flächenmassestreifen nimmt daher mit dem Verbreiterungsfaktor eines Stellgliedes zu.

Ferner ist die Einheitlichkeit der Antwortfunktionsbreiten unterschiedlicher Stellglieder von großer Bedeutung. Wird beispielsweise die Antwortfunktionsbreite, bedingt durch hydraulische Effekte am Ort der Siebwasserdosierung, abhängig von der Dosiermenge geändert, müßte der Regelalgorithmus strenggenommen für jede Ventilöffnung und jeden Stoffauflaufdurchsatz eine gesonderte Antwortfunktionskurve berücksichtigen. Dies ist aus praktischen Gründen wie leicht vorstellbar nicht möglich.

Ändert sich die Antwortfunktionsbreite eines Stellgliedes in Abhängigkeit von der Amplitude, entstehen beim Ausregeln engabständiger Flächenmassestörungen Streifen im Querprofil.

Abb. 1: Regelverhalten bei großem Verbreiterungsfaktor der Ventilantwort. Antwortbreite = 3,3 x Stellgliedteilung
 — Einzelantworten
 — überlagerte Antworten

Abb. 2: Profilverbesserung als Funktion des Mappingfehlers.



Mappingqualität

Oben wurde bereits erklärt, daß eine geringere Antwortbreite per se keine Vorteile ergeben muß. Aber auch ein Stoffauflauf mit 35 mm Teilung und 90 mm Antwortbreite liefert nicht grundsätzlich bessere Regelergebnisse als einer mit 64 mm und 105 mm Antwortbreite, da nicht nur das Stellglied, sondern auch die Qualität des Meßsignales entscheidenden Einfluß auf das Regelergebnis hat.

Wird die absolute Mappingqualität, d.h. die Genauigkeit der Zuordnung von Stellgliedposition und Wirkstelle auf dem Tambour nicht entsprechend der Verringerung der Teilung ebenfalls reduziert, nimmt der relative Mappingfehler zu. Die Folge ist, daß die Leistungsfähigkeit der Regelung abnimmt. Maßgeblich für das Profilverbesserungspotential einer Regelung ist nämlich nicht der absolute Mappingfehler, sondern nur der auf den Stellgliedabstand bezogene relative Fehler.

Abb. 2 zeigt den nicht ausregelbaren Restfehler des Querprofils für zwei unterschiedliche Stellgliedteilungen in

Abhängigkeit des absoluten Mappingfehlers. Bereits bei einem Mappingfehler von 30 % bezogen auf die Stellgliedteilung, ist eine deutliche Verschlechterung des Einschwingverhaltens der Regelung und damit nur noch eine eingeschränkte Profilverbesserung zu beobachten. Bei einem Fehler größer als 50 % tritt eine Profilverschlechterung ein. Handelt es sich um eine singuläre Störung wird diese nicht beseitigt, sondern nur seitlich verschoben. Handelt es sich um eine periodische Störung, entstehen durch Überlagerung dieses Effektes benachbarter Stellglieder die gefürchteten Sägezahnprofile.

Mit dem oben gesagten, berechnet sich der zulässige Mappingfehler für eine Stellgliedteilung von 35 mm auf ca. 10 mm, für eine Stellgliedteilung von 64 mm auf ca. 19 mm.

Führt man sich vor Augen, daß die Standard-Meßfleckgröße eines Querprofilrahmens heute ca. 15 mm beträgt, wird klar, daß schon aus diesem Grunde eine Mappinggenauigkeit von besser 10 mm nur sehr schwer zu erzielen ist. Weitere, die

Mappinggenauigkeit insbesondere an den Bahnrändern begrenzende Faktoren wie Bahnlaufschwankungen, sind bekannt. Um bei derartig geringen Stellgliedteilungen Sägezahnprofile insbesondere an den Bahnrändern zu vermeiden, müssen mehrere Stellglieder elektrisch miteinander gekoppelt werden. Dies bedeutet, daß nebeneinanderliegende Ventile nahezu gleich angesteuert werden und verfahrenstechnisch somit wie ein Ventil doppelter Teilung wirken. Ein Ausregeln enger abständiger Störungen ist so nicht mehr möglich. Was bleibt, sind die Nachteile einer engen Teilung, wie ein erhöhtes Verschmutzungsrisiko und ein größerer Wartungsaufwand.

Aber auch die bei einer Teilung von 64 mm notwendige Mappingqualität von ca. 19 mm stellt noch hohe Ansprüche. Es ist leicht vorstellbar, daß eine Mappinggenauigkeit von 19 mm niemals durch einen konventionellen, zeitweise durchgeführten Bumptest zu erzielen ist. Eine im Regelalgorithmus integrierte Online-Mapping-Identifikation ist daher eine Voraussetzung für die Nutzung der Vorteile anspruchsvoller Stoffdichteregungen.