



Jahrestagung VDD 2006

Aktive Reduktion von Drehschwingungen in Bogenoffsetdruckmaschinen

Dr. Eric Knopf

Heidelberger Druckmaschinen AG

Agenda

1. Einführung
2. Klassifizierung von Drehschwingungen in Bogenoffsetdruckmaschinen
3. Aktive Schwingungsreduktion – Methode und Ergebnisse
4. Fazit

Einführung



- In den letzten Jahren ist im Bogenoffset ein starker Trend hin zu langen Maschinen zu beobachten.
- Gleichzeitig stieg die Produktionsdruckgeschwindigkeit an und es werden immer höhere Anforderungen an die Druckqualität und an die Produktivität der Maschine gestellt.
- Diese Tendenz wird sich auch in Zukunft fortsetzen und führt dazu, dass dynamische Eigenschaften der Maschinen eine noch stärkere Bedeutung erhalten, als sie es ohnehin schon haben.



- Den heute schon extremen Anforderungen an das Schwingungsverhalten der Druckmaschine begegnet man nach dem Stand der Technik durch
 - ... eine steife Maschinenkonstruktion,
 - ... den Einsatz mechanischer Präzisionsbauteile,
 - ... und durch eine hochgenaue Fertigung und Montage.

Alle diese Methoden werden bei HEIDELBERG erfolgreich eingesetzt und sind erprobt.



- Will man das Schwingungsverhalten weiter optimieren, so stößt man irgendwann unweigerlich an die Grenzen des mechanisch Machbaren. Eine Verbesserung der Dynamik über diese Grenzen hinaus ist durch den Einsatz aktiver Systeme möglich.
- Moderne Bogenoffsetdruckmaschinen stellen ein typisches mechatronisches System dar. Gerade bei langen Maschinen besteht eine nennenswerte Kopplung der mechanischen und elektrischen Teilstrukturen.

HEIDELBERG hat eine innovative Methode entwickelt, die diese Kopplung nutzt, um Drehschwingungen wirkungsvoll zu eliminieren.

Klassifizierung von Drehschwingungen in Bogenoffsetmaschinen

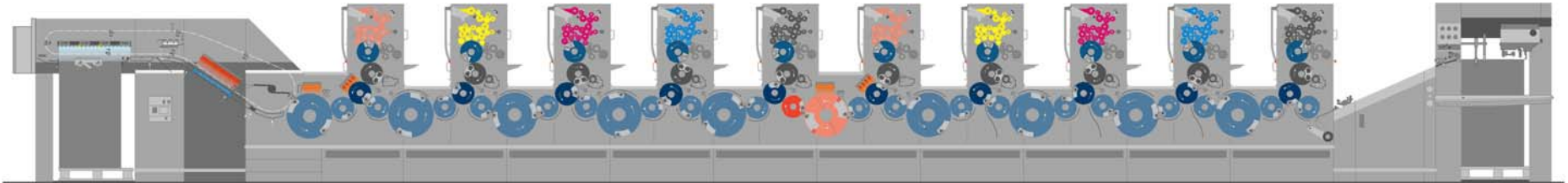
Ganzzahlige Ordnungen

- Anregung z. B. durch Greiferbetätigungsmomente
 - **Ganzzahlige** Vielfache der Maschinendrehzahl
- ⇒ Reproduzierbarkeit der Übergabe bleibt erhalten

Nichtganzzahlige Ordnungen

- Ursachen: Fehljustagen des Bedieners, Bauteilunsymmetrien, Fertigungstoleranzen, ...
 - **Nichtganzzahlige** Vielfache der Maschinendrehzahl
- ⇒ Reproduzierbarkeit der Übergabe gestört

Um welche Größenordnungen geht es?



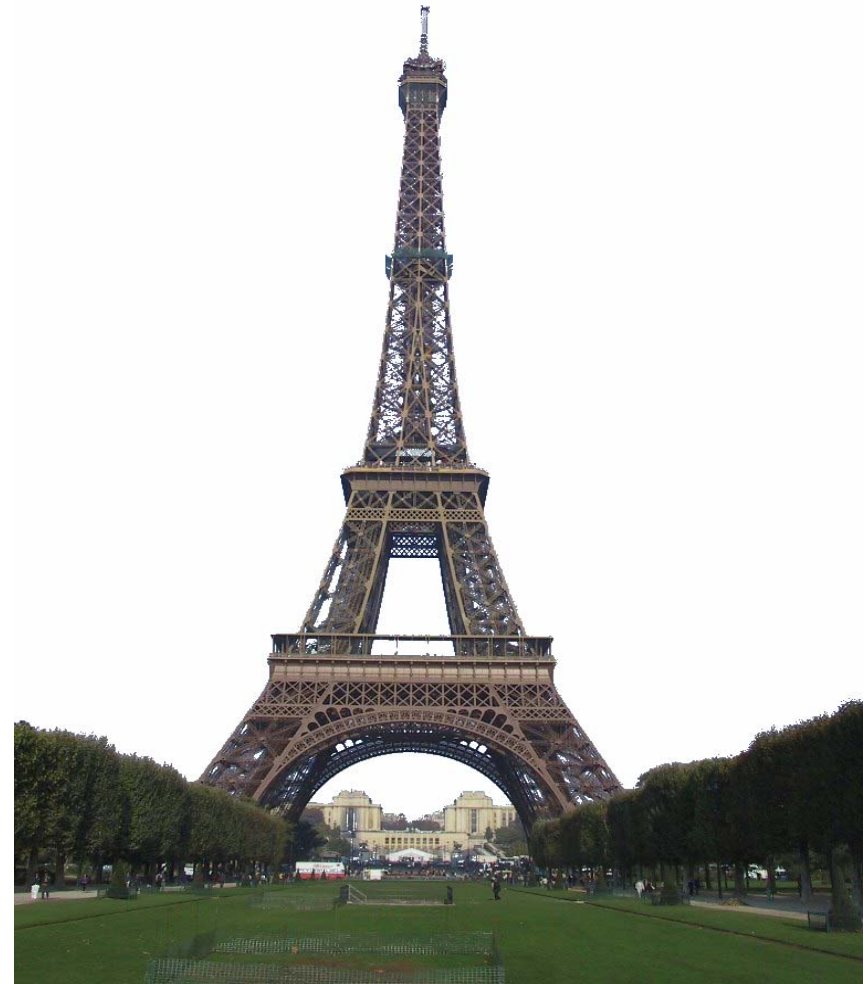
Beispiel Speedmaster SM102-10-P6:

- Länge: 18 m
- Gewicht: 64.000 kg
- Installierte Leistung 75kW

⇒ Übergabepasserschwankungen aufeinander folgender Bogen im Bereich weniger μm können sich störend auswirken

Um welche Größenordnungen geht es?

Würden diese Übergabepasserschwankungen alleine durch Schwingungen hervorgerufen, so entspräche dies etwa einer Schwingungsamplitude von <1 mm Amplitude an der Spitze des Eiffelturmes.

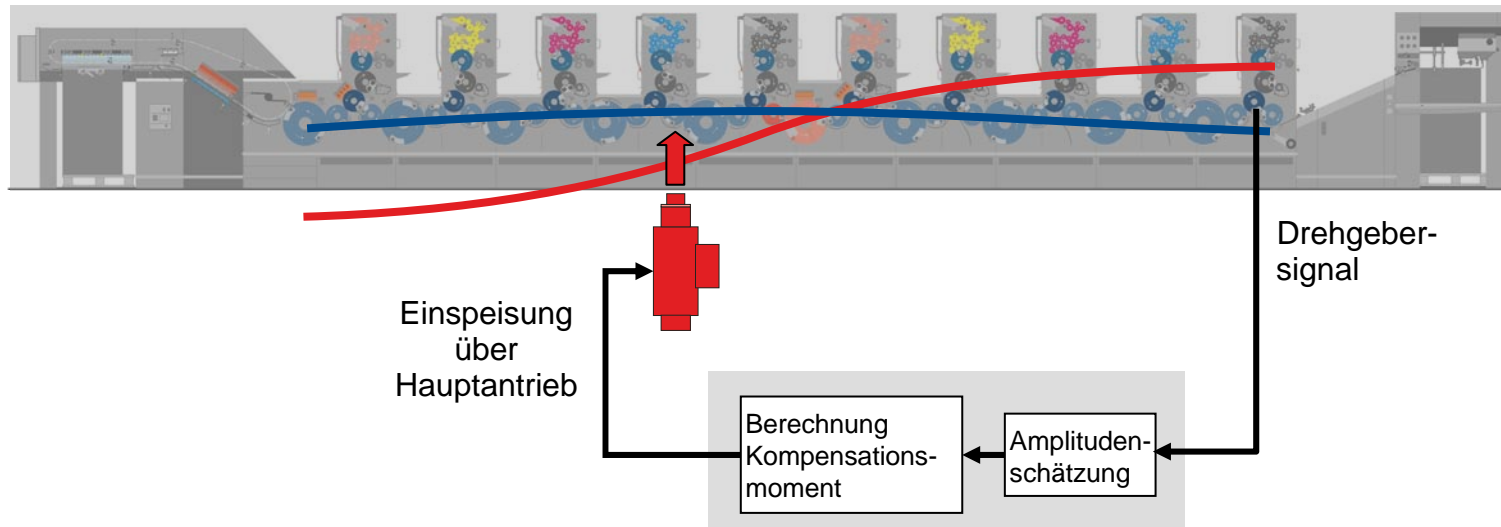


Quelle: Wikipedia

Aktive Schwingungsreduktion

- Methode

Funktionsweise



Das Verfahren ...

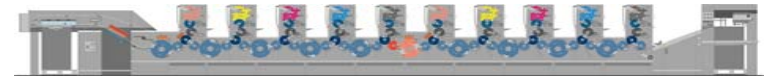
- ... misst die Schwingungen in der Maschine
- ... bestimmt die Schwingungsamplituden und berechnet daraus Momente
- ... die auf den Hauptantrieb aufgeschaltet werden
- ... dadurch werden die Schwingungen der Maschine reduziert

Eigenschaften der Methode

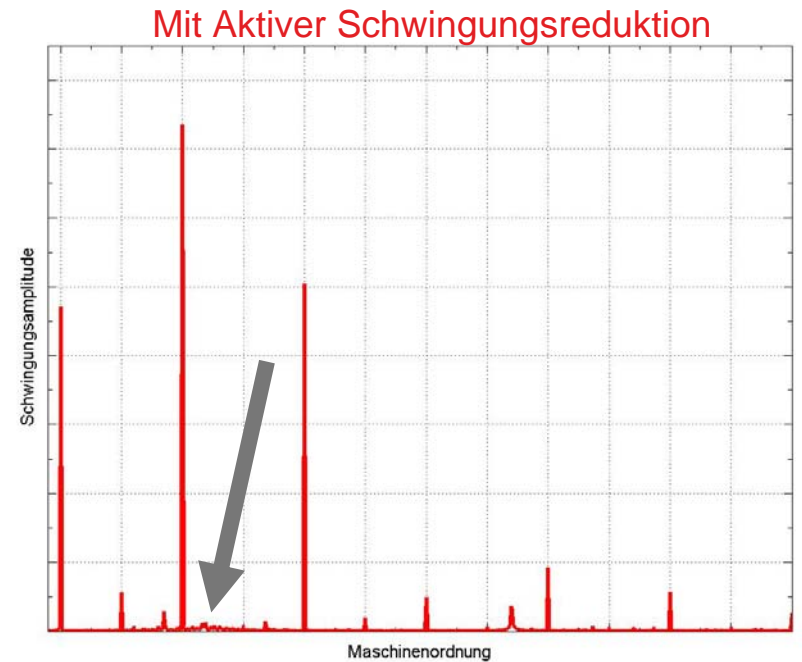
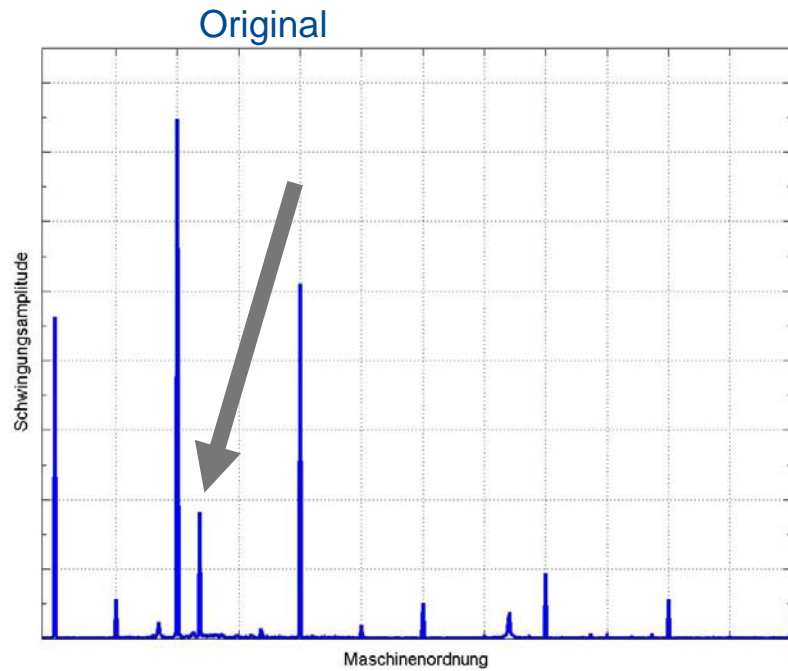
- Die Methode arbeitet ordnungsselektiv.
- Die Methode ist äußerst flexibel und skalierbar.
- Hohe funktionelle Integration in die bestehende Softwarearchitektur.
- Keine Quereinflüsse oder Nebenwirkungen. Das closed-loop Verhalten der Maschine ändert sich nicht.
- Modaler Ansatz: Eine Eingriffsstelle genügt, um die Schwingungen über die komplette Maschine zu reduzieren.

Aktive Schwingungsreduktion - Ergebnisse

Ordnungsspektren

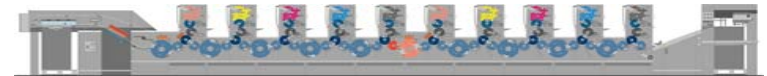


Schwingungsmessung

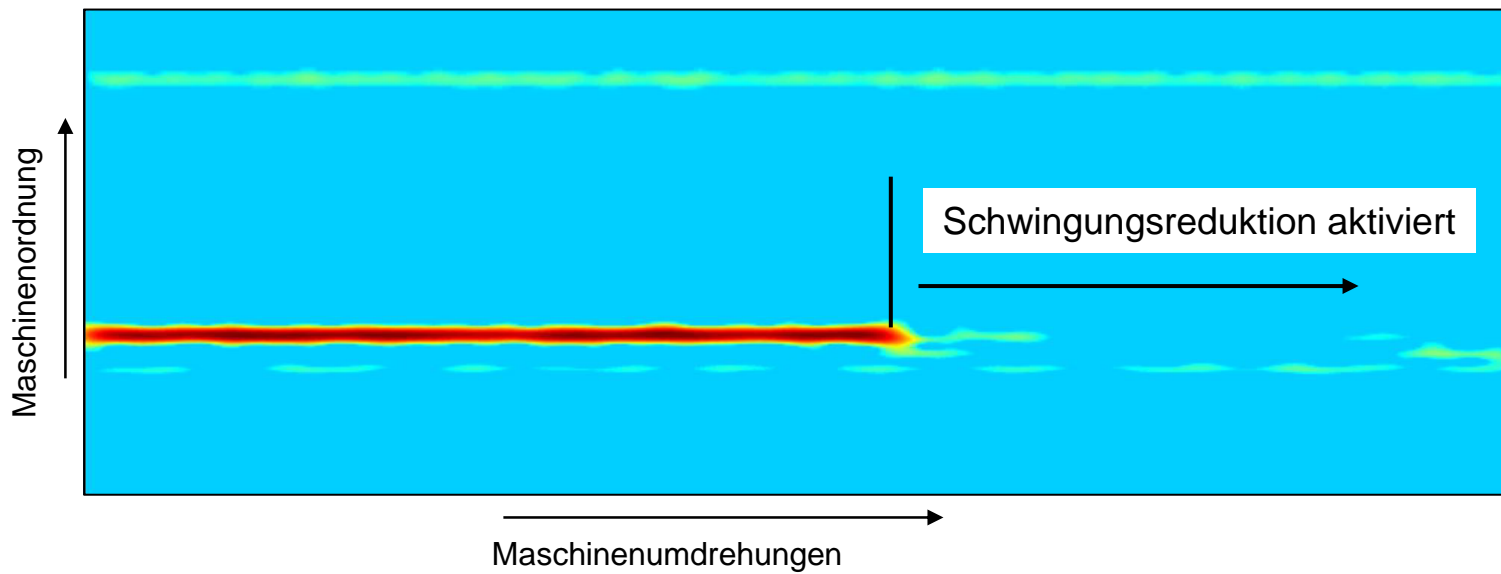
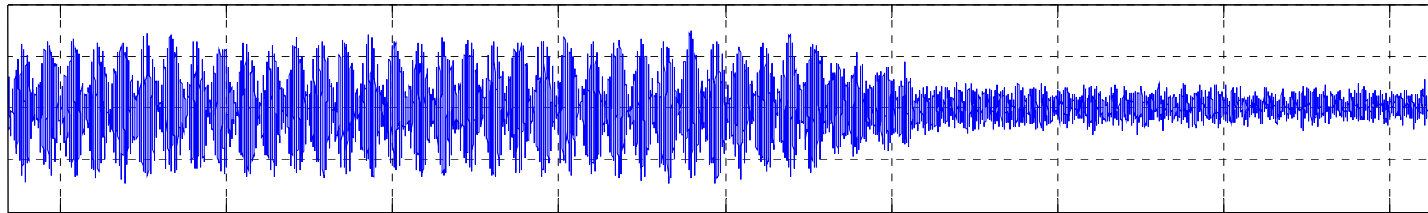


⇒ Reduktion einer Ordnung, der Rest des Spektrums bleibt unbeeinflusst

Transientes Verhalten

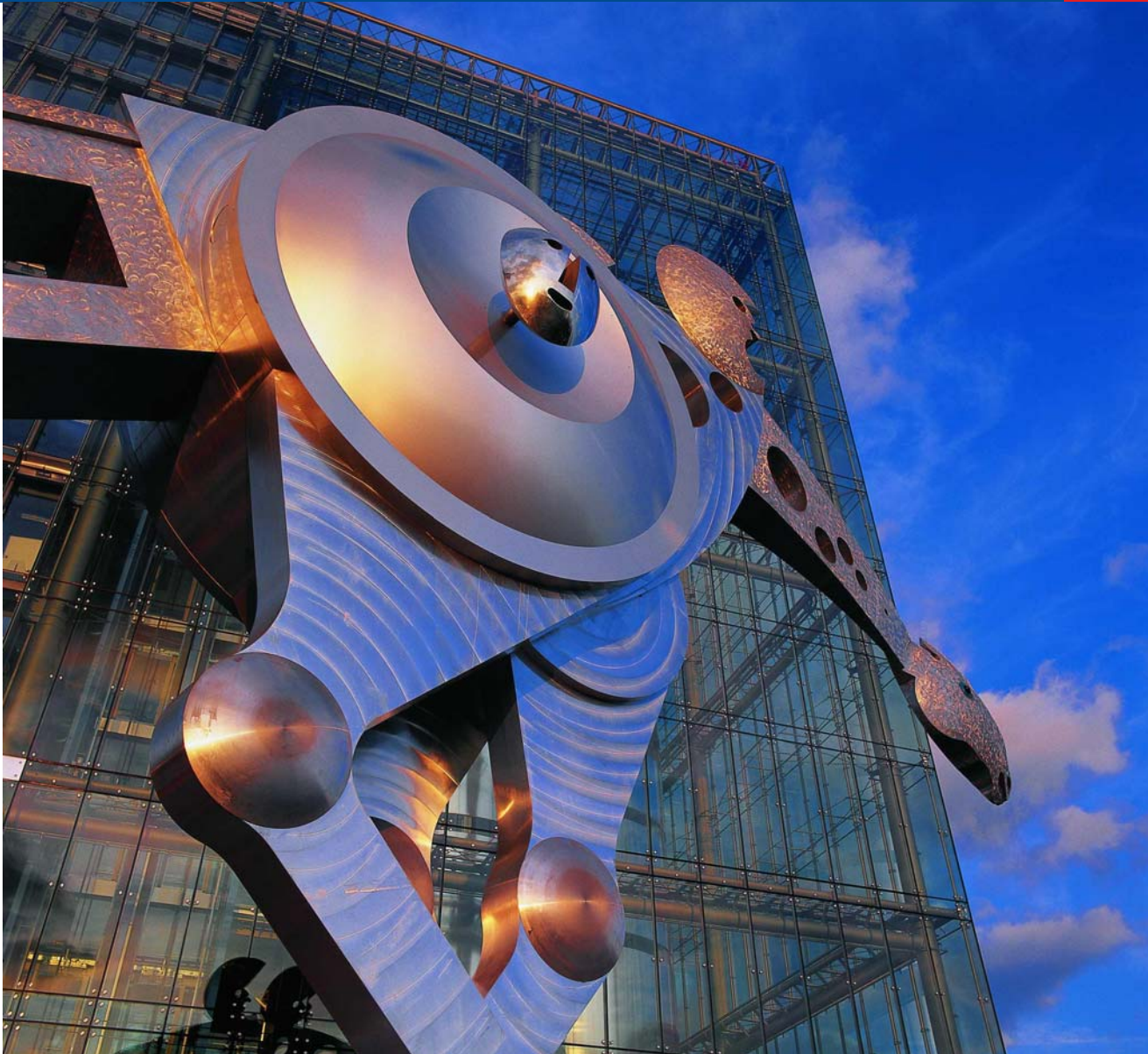


Schwingungsmessung



Fazit

- Es wurde ein mechatronischer Ansatz präsentiert, der es ermöglicht, Drehschwingungen gezielt, dauerhaft und robust zu reduzieren.
- Zur Realisierung ist, typisch für mechatronische Systeme, ein fundiertes Systemwissen notwendig.
- Durch die aktive Schwingungsreduktion werden Systemeigenschaften ermöglicht, die auf konventionellem Wege nicht erreicht werden können.
- Insbesondere die Kombination von hervorragender Mechanik und modernen aktiven Systemen ist sehr erfolgversprechend und zukunftssträftig.



Vielen Dank!

HEIDELBERG