

FLUIDON Konferenz 2015

Master-Thesis

Simulationsgestützte Identifikation von Optimierungspotenzialen in der Hydraulik von Hafemobilkranen

Christian Abel, M.Sc.
18.11.2015

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran

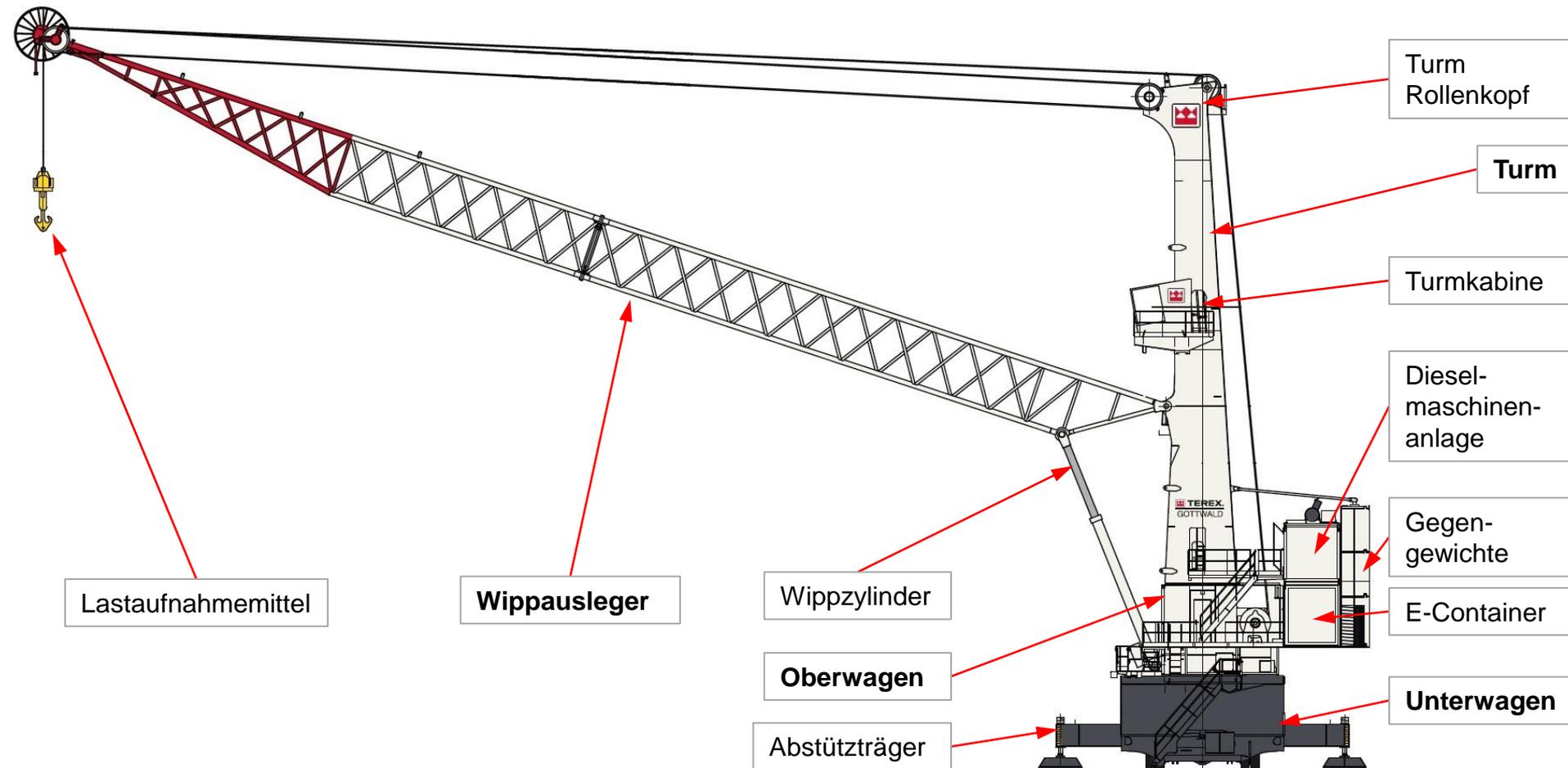


Abbildung 1: Aufbau Terex Hafenmobilkran

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

2. Motivation und Zielsetzung

- Motivation
 - Hydrauliksystem des Wippwerks ist energetischer Hauptverbraucher des Hafenmobilkrans
 - Änderungen an diesem System sind häufig zeit- und kostenintensiv, Kontrolle von Änderungen basieren zur Zeit ausschließlich auf der Aufnahme von neuen Messdaten
- Zielsetzung
 - Entwicklung eines Simulationsmodells des Hydrauliksystems des Wippwerks
 - Verwendung des Simulationsmodells zur Ermittlung von Optimierungspotenzialen
 - Komponentenschonung
 - Energieeinsparungen
 - Verwendung des Simulationsmodells zur Vorhersage der Auswirkungen von Änderungen am Hydrauliksystem

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

3. Modellbildung

- Wippwerksplatte, Aufbau im Modell
- Verwendung von $Q(\Delta p, y)$ -Widerständen

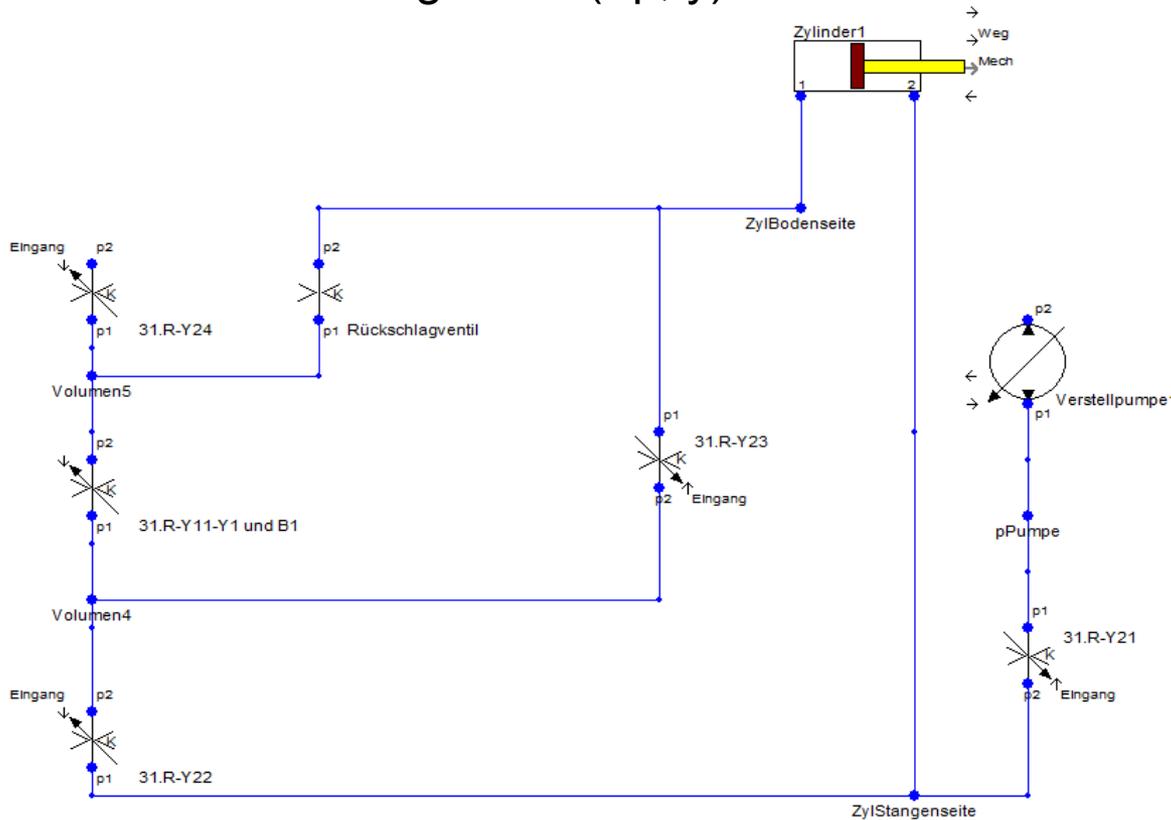


Abbildung 2: Modell WWP in DSHplus

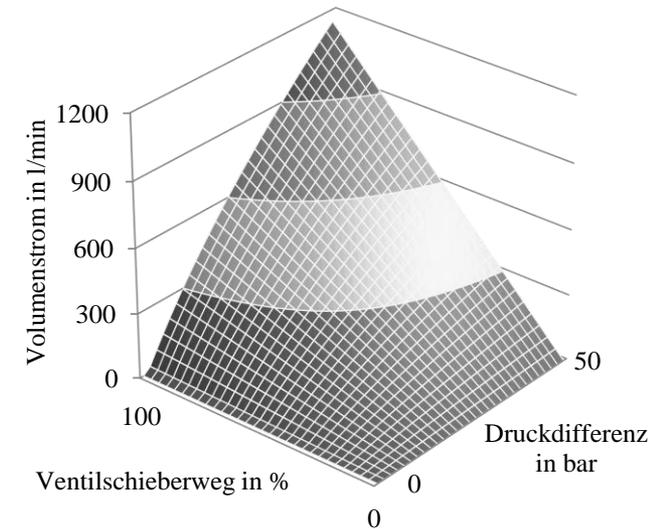


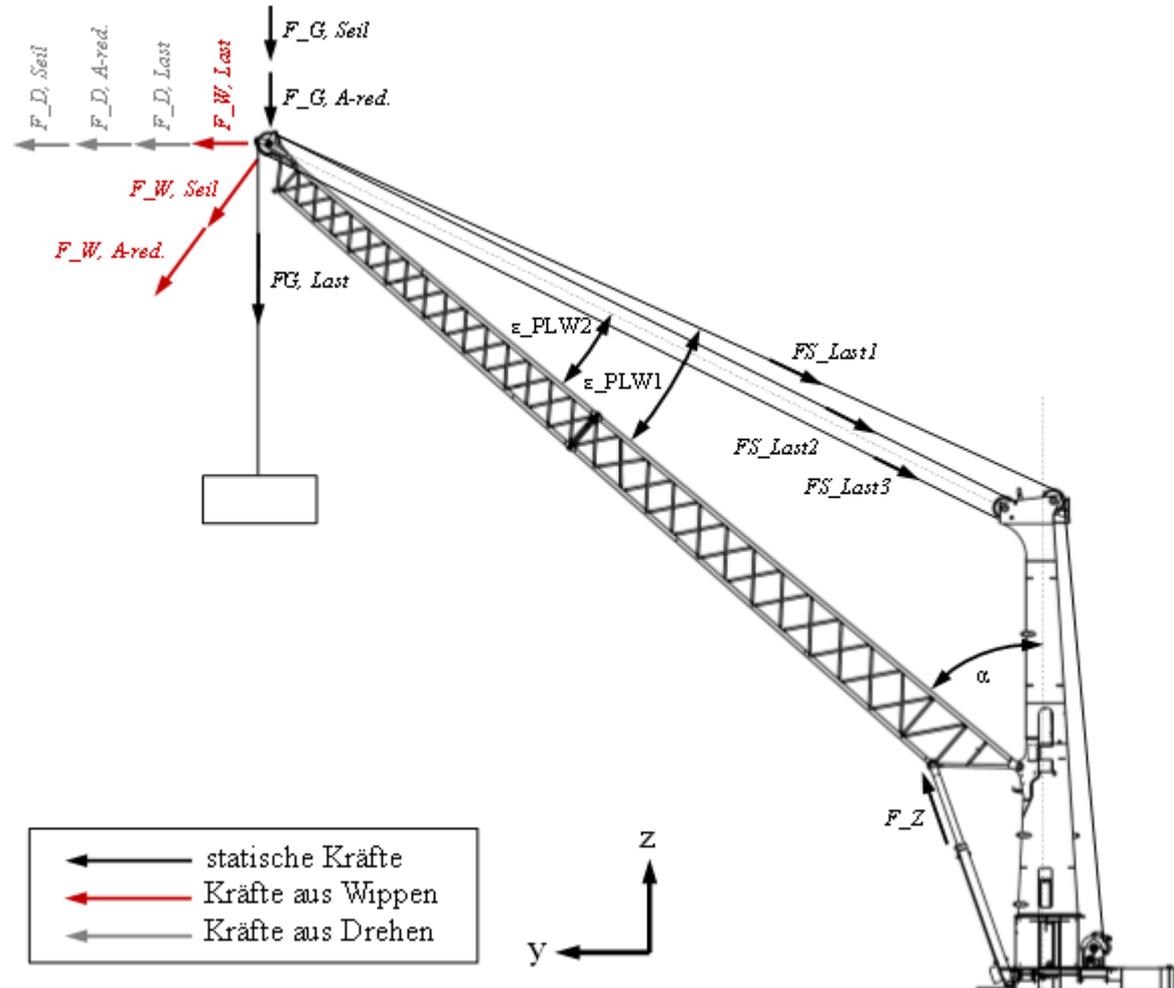
Abbildung 3: $Q(\Delta p, y)$ -Kennfeld

3. Modellbildung

- Umsetzung des Pumpenreglers, Schwenkwinkelreduktion aufgrund
 - Volumenstrombegrenzung
 - Druckbegrenzung
 - Leistungsbegrenzung
- Implementierung von Ventilschaltsequenzen, Ventilschaltzeiten, Rampen für die Verstellung von Pumpenschwenkwinkel und Öffnungsgrad des Proportionalventils
- Pumpendruck resultiert aus Staudrücken der Wippwerksplatte und Zylinderkräften
- Modellinterne Berechnung der Zylinderkraft in Abhängigkeit der vorgegebenen Kranbewegungen

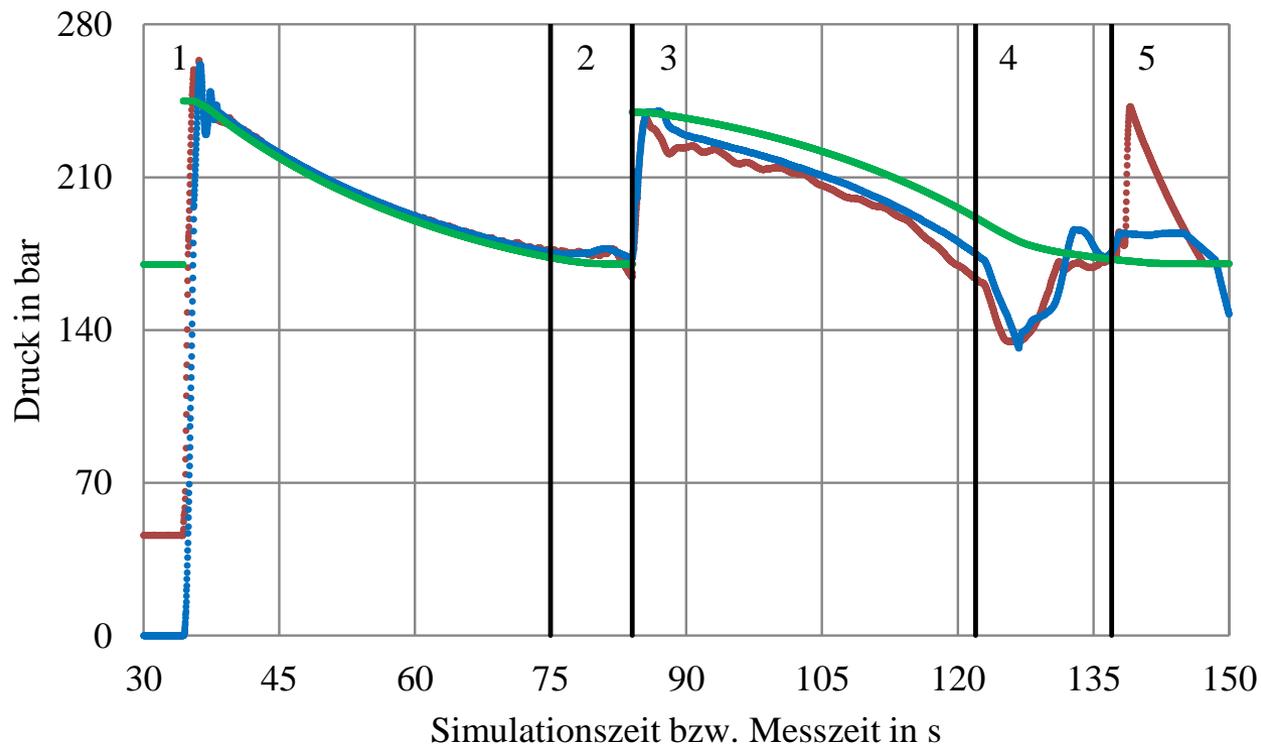
3. Modellbildung

- Modellinterne Berechnung der Zylinderkraft F_z , einbezogene Kräfte



3. Modellbildung

- Auswippvorgang (1, 2) und anschließender Einwippvorgang (3, 4, 5), Pumpendruck



- Pumpendruck - Messdaten
- Pumpendruck - Simulation
- Druckbegrenzung - Simulation

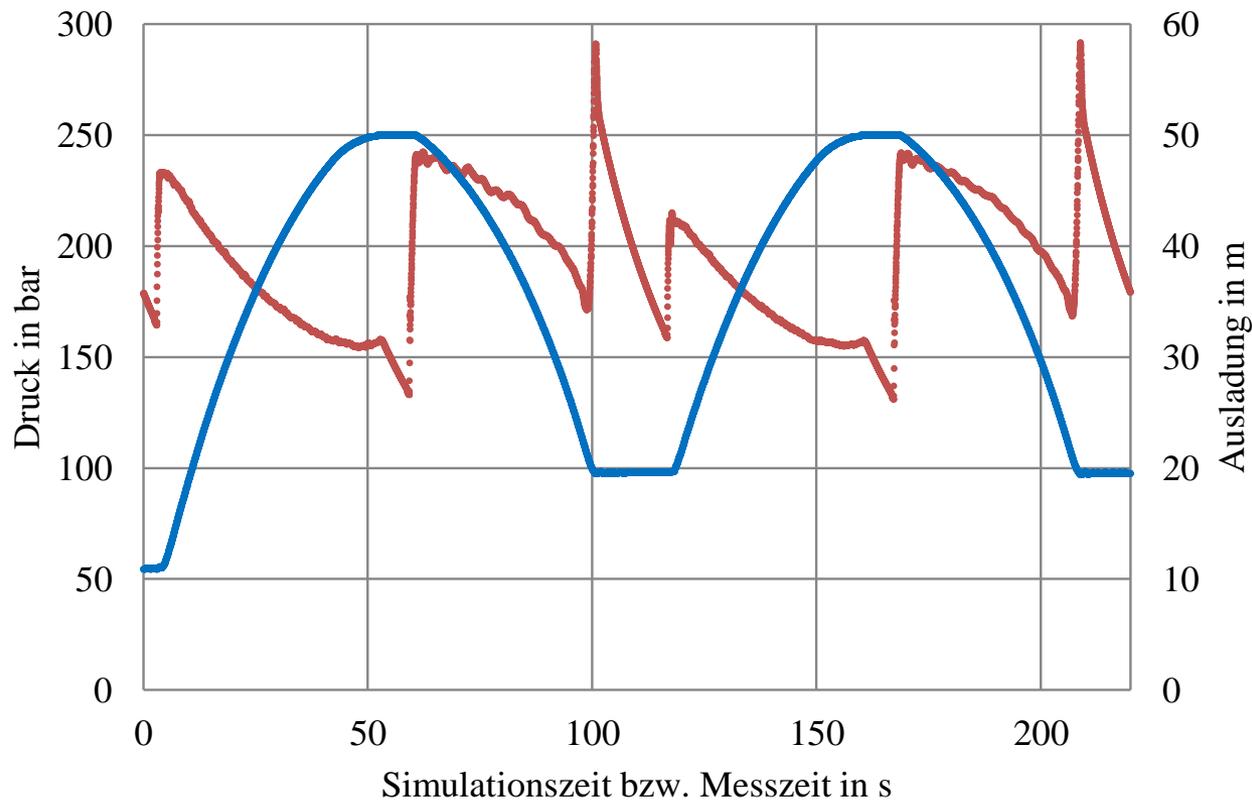
Abbildung 5: Pumpendruck, Abbildung von Messdaten

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

4. Reduzierung von Druckspitzen

- Auftreten: Anhalten während des Einwippvorgangs



• Pumpendruck - Messdaten

• Ausladung - Messdaten

Abbildung 6: Druck und Ausladung Messdaten

4. Reduzierung von Druckspitzen

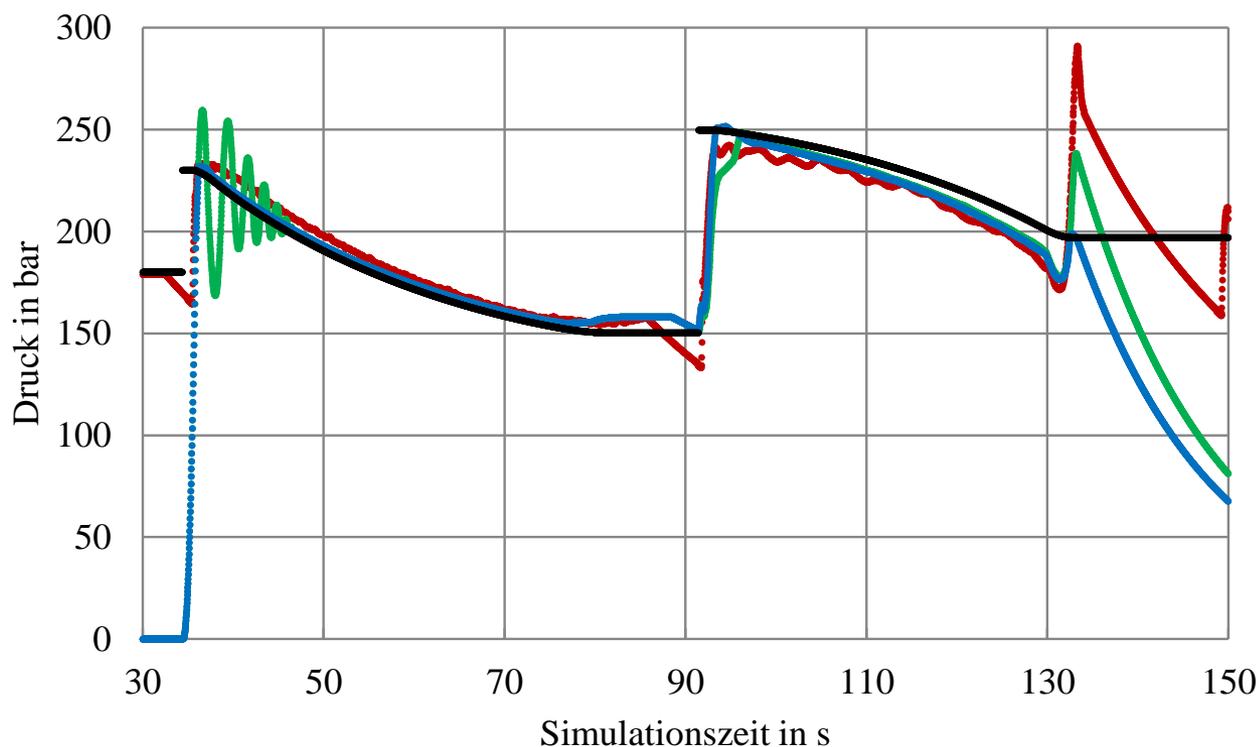
- Auf Beeinflussung des Druckbetrags hin untersuchte Parameter:
 - Mindestvolumenstrom Q_{min} und Leckage
 - Verstellgeschwindigkeit der Pumpe bei aktiver Druckregelung
 - Auslegerschwingung
 - Sprung des Sollwertes für das Proportionalventil in den Regelbereich
 - Sprung des Sollwertes für den Pumpenschwenkwinkel in den Regelbereich
 - Ansteuerung der Druckbegrenzung während des Anhaltvorgangs

4. Reduzierung von Druckspitzen

- Parameter: Verstellgeschwindigkeit der Pumpe bei aktiver Druckregelung

Parametersatz (PS)	Pumpenverstellzeit bei Druckregelung in s
1	0,25
2	0,50
3	0,75
4	1,00
5	1,25
6	1,50
7	1,75
8	2,00
9	2,25
10	2,50
11	2,75
12	3,00
13	3,25
14	3,50
15	3,75
16	4,00

Tabelle 1: Parametersätze Variation Pumpenverstellzeit



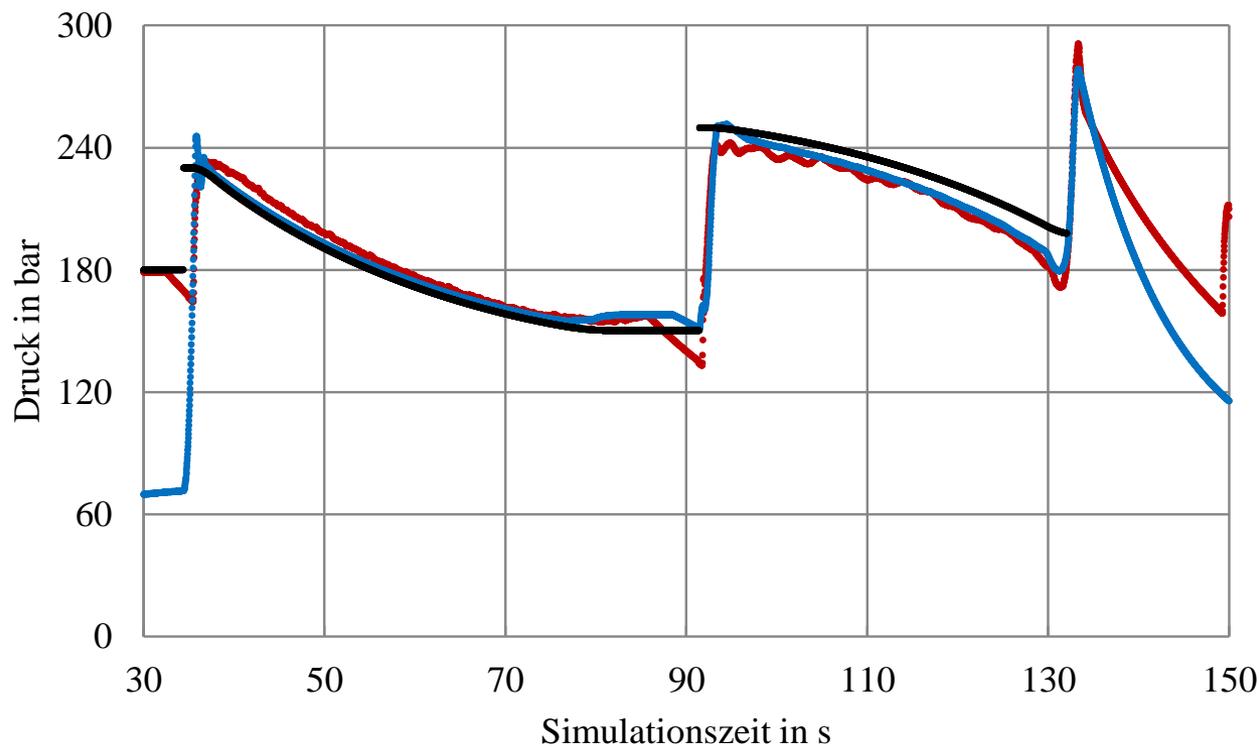
- Pumpendruck - Messdaten
- Pumpendruck PS16 - Simulation
- Pumpendruck PS1 - Simulation
- Druckbegrenzung - Simulation

4. Reduzierung von Druckspitzen

- Ermittelte Parameterkombination für die Abbildung der Druckspitze
 - Verstellgeschwindigkeit der Pumpe bei aktiver Druckregelung = 1,424 s
 - Mindestvolumenstrom $Q_{min} = 4,5 \text{ l/min}$
 - Leckage = 6 l/(min·100 bar)
 - Rampenzeit für den Schwenkwinkelsollwert für das Anhalten während des Einwippvorgangs = 3,68 s
 - Druckregelung für den Anhaltvorgang während des Einwippens deaktiviert

4. Reduzierung von Druckspitzen

- Druckverlauf mit der Parameterkombination für die Abbildung der Druckspitze



- Pumpendruck - Messdaten
- Pumpendruck - Simulation
- Druckbegrenzung - Simulation

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

5. Umstellung auf Servopumpenaggregate

- Pumpenantrieb mittels hochdynamischer Elektromotoren ermöglicht Vereinfachung des hydraulischen Systems

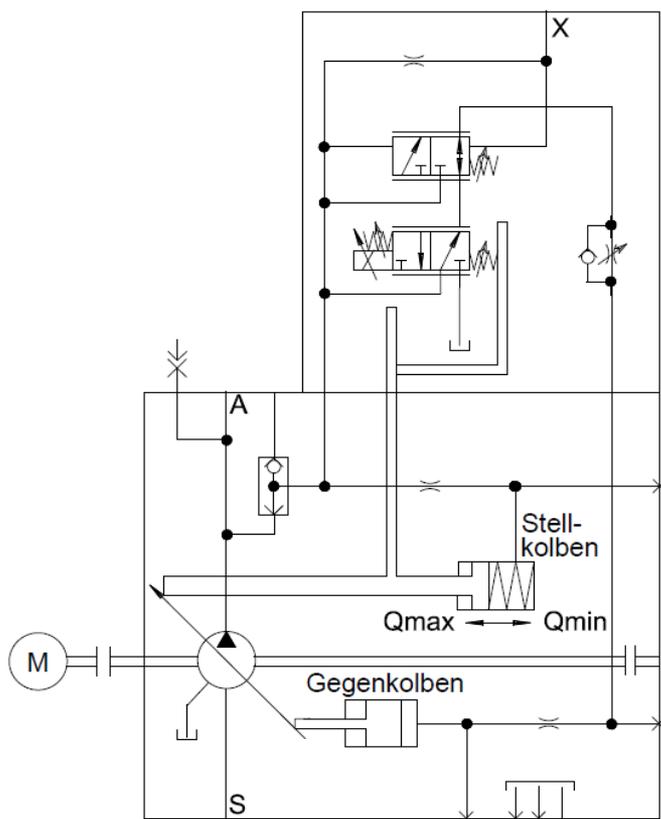


Abbildung 10: Teil des Pumpenaggregat eines Hafenmobilkranes

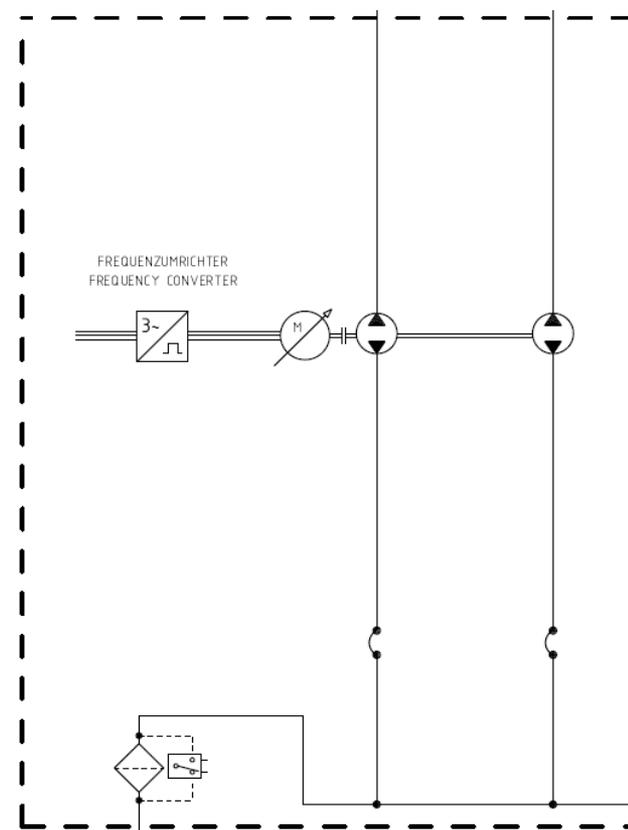


Abbildung 11: Mittels Servomotor angetriebene Pumpeneinheiten

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

6. Zusammenfassung und Fazit

- Erstellung eines Simulationsmodells des Wippwerks von Hafenmobilkranen
- Hohe Qualität der Abbildung von Messdaten
- Reduzierung von Druckspitzen
 - Ausschließlich der Parameter „Verstellgeschwindigkeit der Pumpe bei aktiver Druckregelung“ beeinflusst den Betrag der Druckspitze
 - Mit verlängerter Sollwertrampe des Pumpenschwenkwinkels sowie Deaktivierung der Druckregelung wird die Druckspitze abgebildet
 - Fehlverhalten des Pumpenreglers, Pumpenschwenkwinkel wird nicht ausreichend reduziert
- Umstellung auf Servopumpenaggregate
 - Starke Vereinfachung des hydraulischen Aufbaus der Pumpenaggregate
 - Nutzung des gesamten Potenzials der Antriebe erfordert Anpassungen des hydraulischen Systems

Inhaltsverzeichnis:

1. Terex Gottwald Hafenmobilkran
2. Motivation und Zielsetzung
3. Modellbildung
4. Systemverbesserung – Reduzierung von Druckspitzen
5. Systemverbesserung – Umstellung auf Servopumpenaggregate
6. Zusammenfassung und Fazit
7. Ausblick

7. Ausblick

- Reduzierung von Druckspitzen
 - Klärung Fehlverhalten des Pumpenreglers
 - Fehler elektrische Ansteuerung
 - Eignung des Pumpenreglers für die Anforderungen
- Vorschläge für weitere wissenschaftliche Arbeiten
 - Klärung des Fehlverhaltens des Pumpenreglers
 - Weitere Anwendung des bestehenden Simulationsmodells der Wippwerkhydraulik
 - Fortführung der Anwendung von Simulationen in der Hydraulik, Modellbildung für weitere Systembereiche

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

Christian Abel, M.Sc.