

Abbildung der realen Maschine in DSHplus - Effiziente Nutzung selbstprogrammierter Bauteile



XCMG European Research Center GmbH, Europark Fichtenhain B4, 47807 Krefeld

1. Einleitung
 - XCMG ERC
 - Maschine
 - Problemstellung

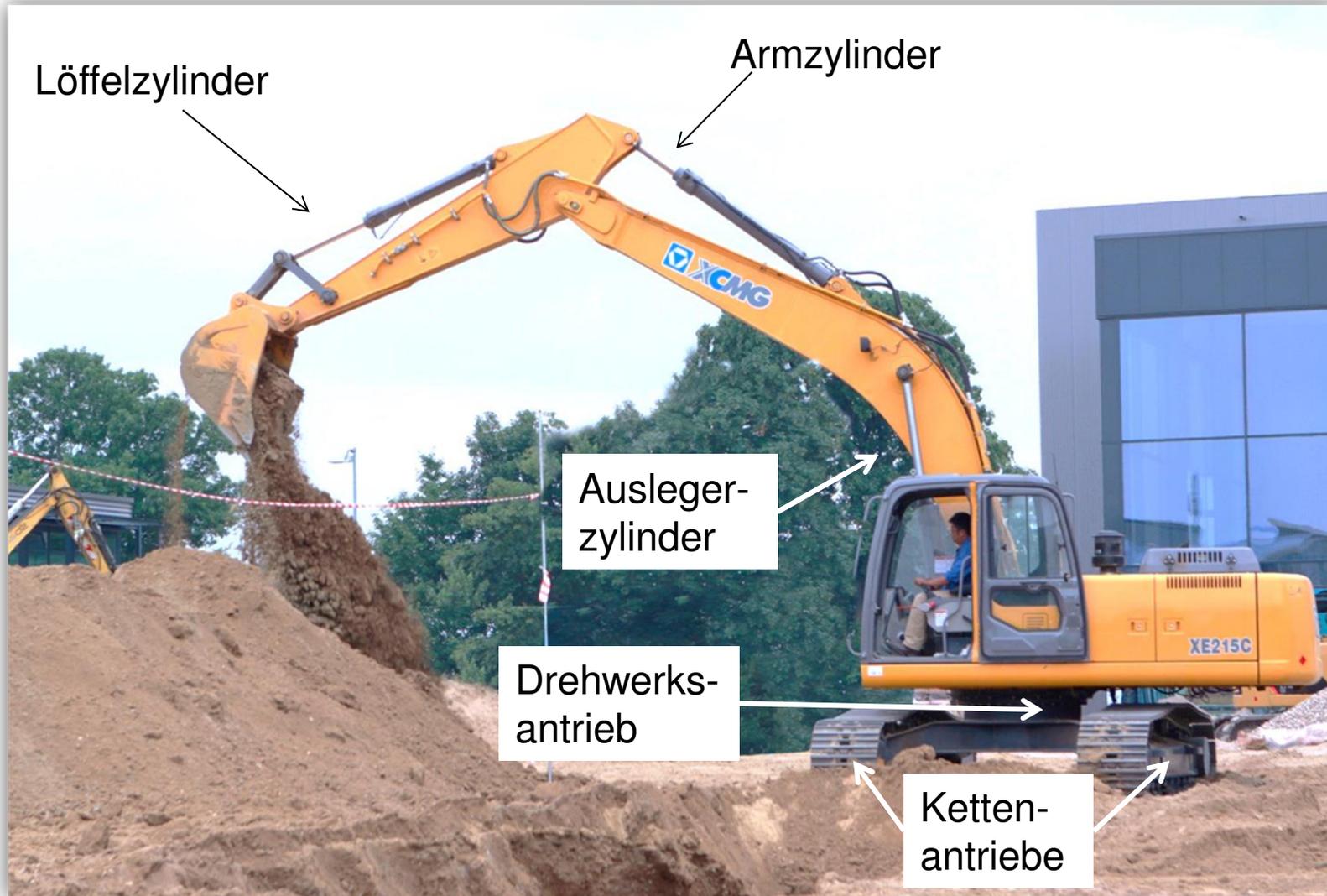
2. Berücksichtigung der Maschine in der Simulation
 - Messdaten simulieren und verändern
 - Modell der Maschine

3. Zusammenfassung



- ❑ 2011: Projektarbeit aufgenommen in Fluitronics GmbH in Krefeld
- ❑ 2013: Gründung XCMG ERC
 - 08/2013: Projektaufnahme im eigenen Gebäude
 - 10/2013: Offizielle Eröffnung der Research Einrichtungen
- ❑ Aktuelle Projekte erschließen:
 - Neuentwicklung eines hydraulischen Systems für 21t-Bagger
 - Systemoptimierung an der Hydraulik eines 70t Mobilkrans
 - Komponentenentwicklung







Graben/
Lastaufnahme

Heben und Drehen



Entladen

Senken und
zurückschwenken



- ☑ 90°-Zyklus kann unterschiedlich durchgeführt werden
 - Gleiche Zyklusbedingungen (Bewegungen, Lasten und Zykluszeit)! → Gleiche Bedingungen, wenn Umgebungsbedingungen gleich sind
→ Effizienz der Maschine oder des Systems?
 - Durchführung der maximalen Zyklenzahl in einer Stunde!
→ Produktivität oder Effizienz von Fahrer und Maschine?
 - Mit gleichen Lasten
 - Höchstmöglichen Lasten



Nur mittels
System-
simulation
möglich



Experiment



Simulation



Simulation

Versuch:

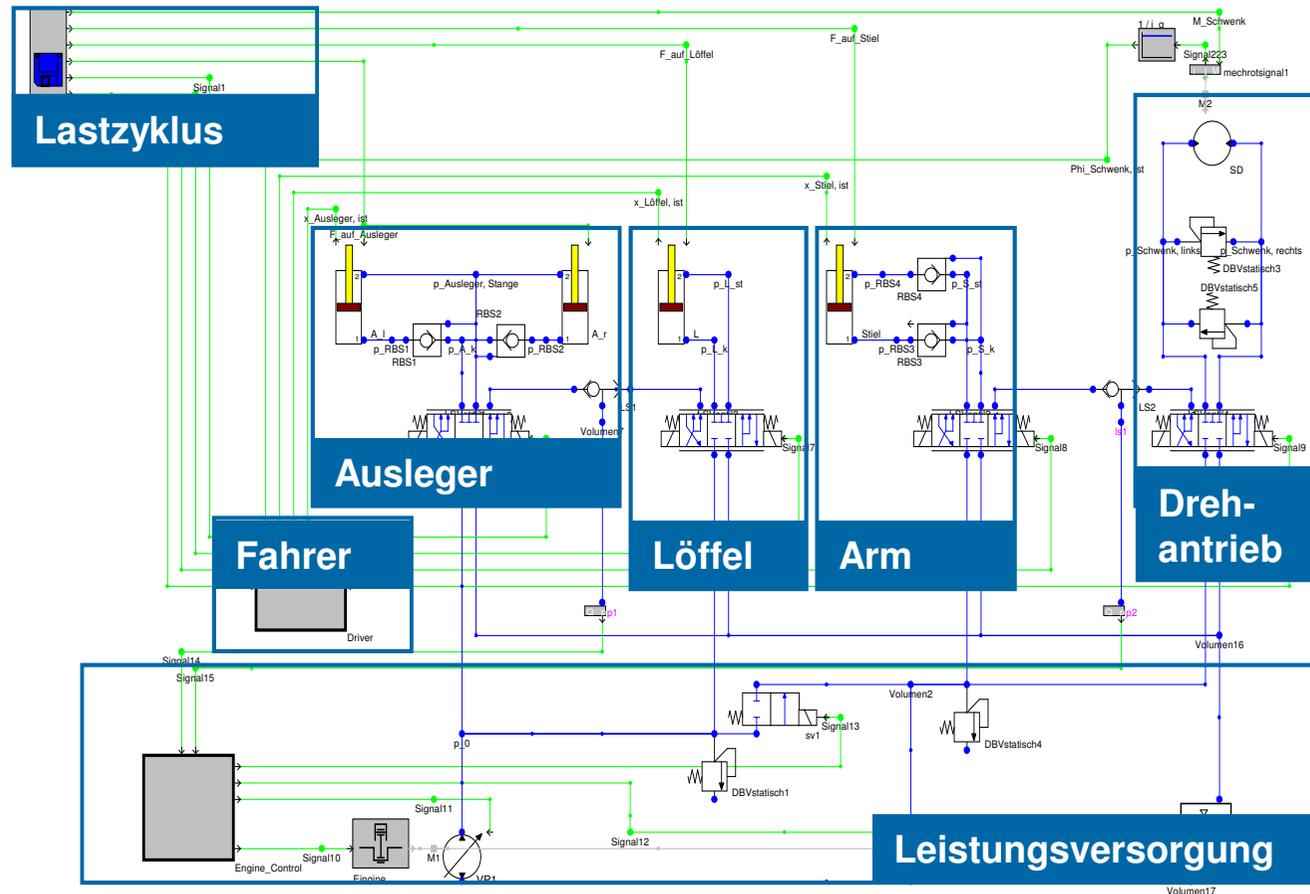
- ☑ Maschine und Messsystem
- ☑ Änderungen an der Maschine
 - ☑ Zeit, Kosten, Mitarbeiter,...
- ☑ Reale, aussagekräftige Daten an zugänglichen Stellen für Messmittel

Simulation:

- ☑ Lizenzgebühren für Simulation
- ☑ Komplexität des Systems erhöht Aufwände und Risiken
 - Geringe Simulationszeit vs. hohe Rechnerleistung
 - Für bessere Aussagekräftigkeit der Simulation Abgleich mit Messdaten erforderlich
 - Hohe Kompetenz des Nutzers erforderlich

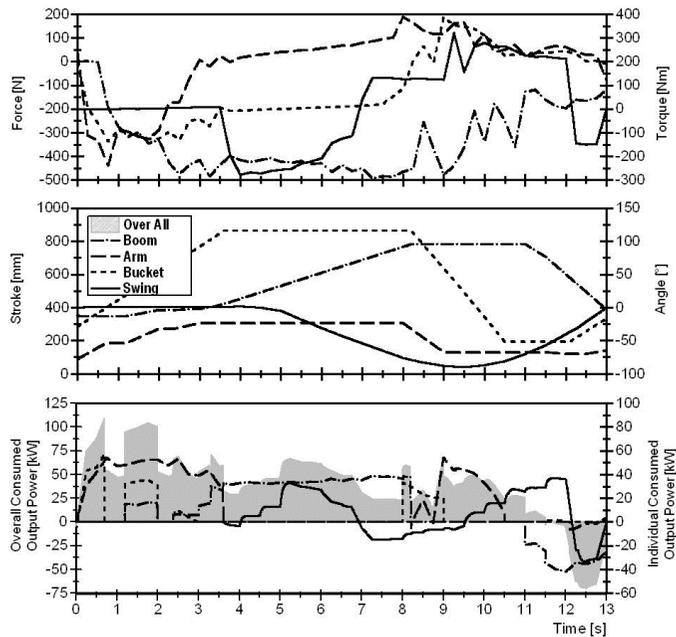


Konflikt: Simulation muss dem Prototypen vorauseilen → Effiziente Modelle



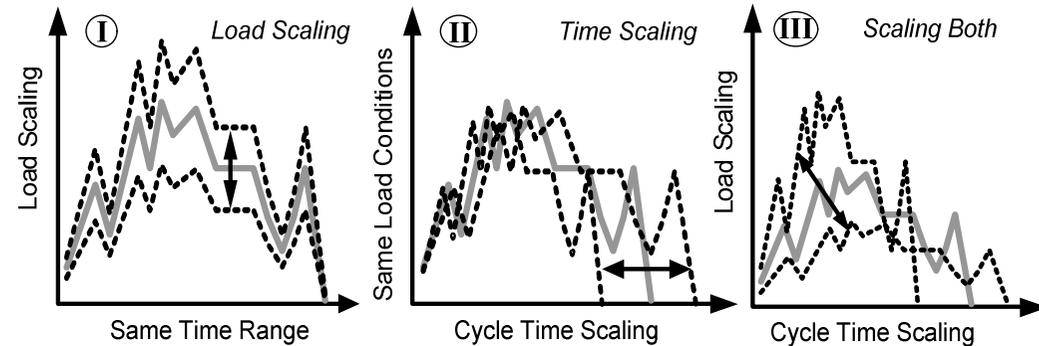
- ☑ Berechnung eines stattgefunden Ereignisses beginnend am Ausgang (Rückwärtssimulation)
- ☑ Simulation in der Umgebung DSHplus (Vorwärtssimulation)
 - ☑ Regler und ideale Komponentendynamik erforderlich!!!

Lastzyklus

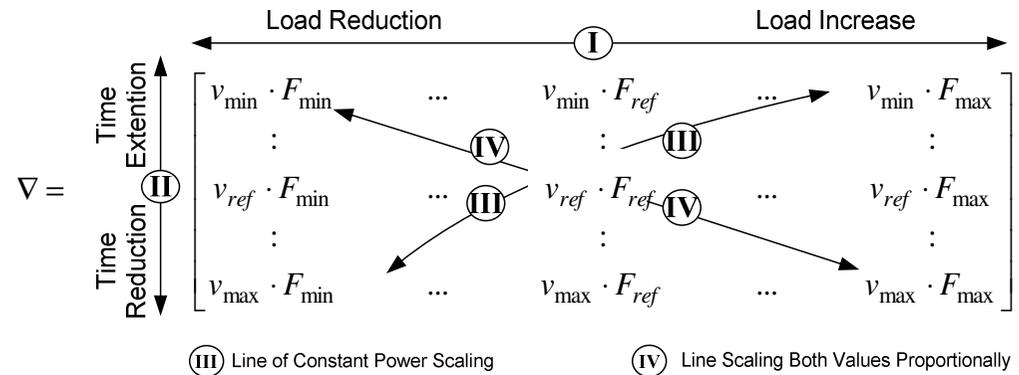


- ☑ Trotz mangelnder Zyklusdaten Erkenntnisse für verschiedene Arbeitspunkte der Hydraulik

Variation

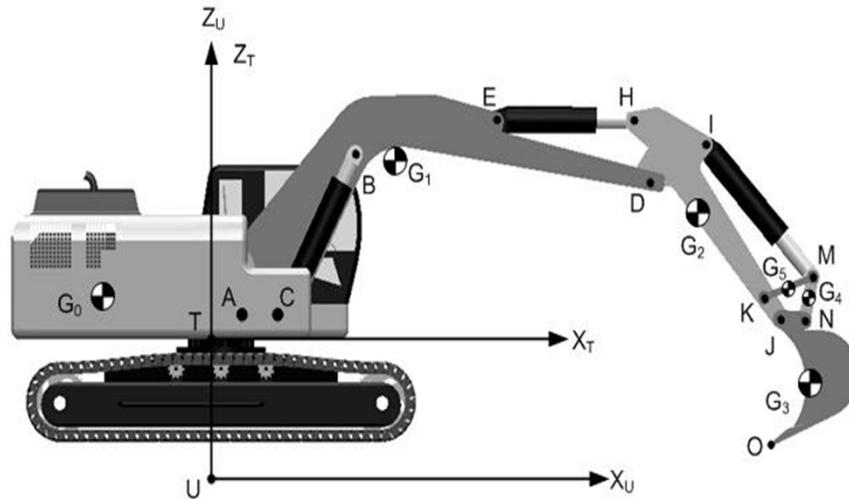


Versuchsmatrix



Manipulation der Lastbedingungen entkoppelt die Hydraulik von der Maschine!

→ Wie ist also eine realistische, ganzheitliche Simulation möglich?

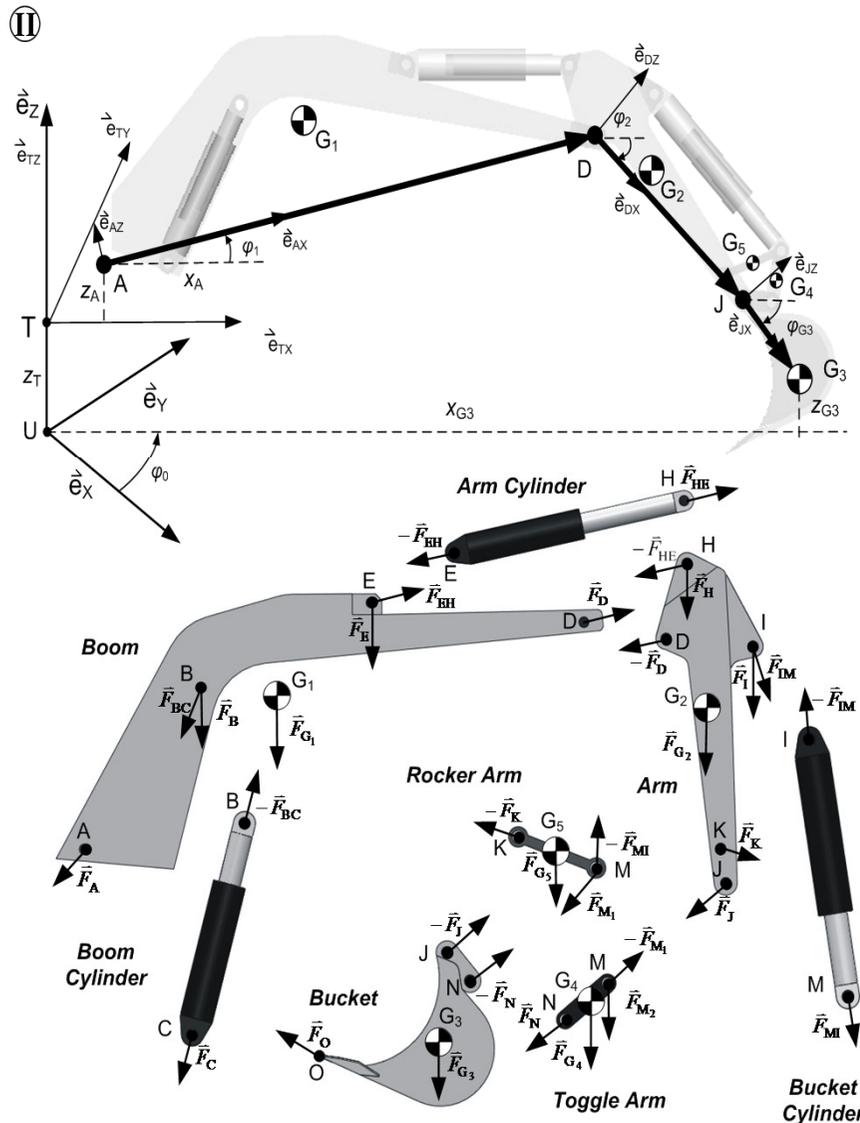


Kinematik:

- ❑ Drei Antriebe zur Bewegung der Einrichtung
 - ❑ Direkte Übersetzung für Ausleger (G_1) und Arm/Stiel (G_2)
 - ❑ Übertragungsfunktion am Löffel (G_3) über Schwinge (G_5) und Koppel (G_4)

Rahmenbedingungen:

- ❑ Bewegungsbedingte Beeinflussung der resultierenden Kräfte auf alle Linearantriebe durch die Positions-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsanteile
 - ❑ vor- bzw. nachgeschalteter Glieder,
 - ❑ Drehbewegung des Oberwagens
- ❑ Darüber hinaus Einflüsse durch die Lademasse im Löffel



Problematik:

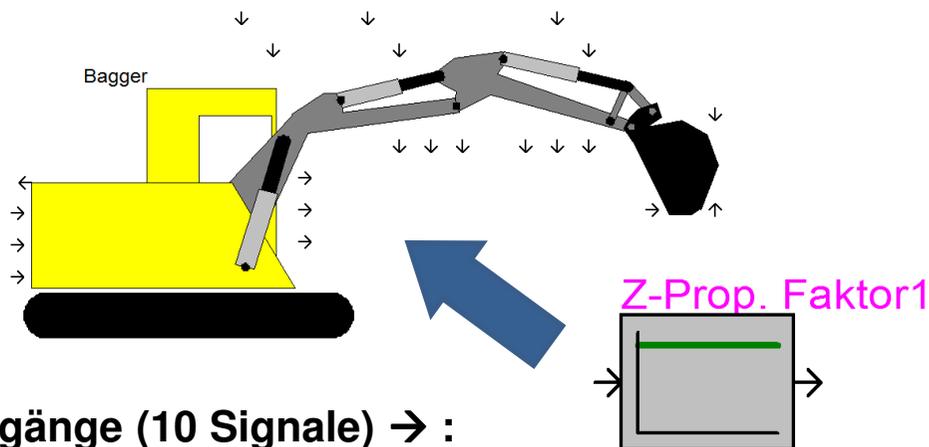
- ❑ Bei Vernachlässigung der Beschleunigungen beschreiben 7 Größen pro Verbraucher die realen Antriebskräfte
→ nicht durch Kennfelder abbildbar

Ansatz:

- ❑ Vollständige Berücksichtigung der Kinematik in DSHplus durch selbstprogrammierte Bauteile
- ❑ 2-dimensionale Beschreibung der Bewegungen (Ansatz von Melchinger)
- ❑ Impuls- und Drallgleichung für Massenpunktmodelle zur Erfassung der statischen und dynamischen Kräfte (Kombination der Ansätze von Melchinger und Holländer)

→ Eingänge (12 Signale):

- ☑ Zylinderpositionen (3x) und –geschwindigkeiten (3x)
- ☑ Drehwinkel, Geschwindigkeit und effektives Antriebsmoment
- ☑ Zahnkräfte (2x) und Masse der äußeren Last



Ausgänge (10 Signale) → :

- ☑ Kräfte auf die Zylinder (3x)
- ☑ Drehbeschleunigung des Oberwagens
- ☑ Ortskoordinaten zur 2-dimensionalen Abbildung der Bewegungskurven (6x)

Quelltext:

- ☑ 1020 Zeilen
- ☑ 82 Parameter
- ☑ 12 Variablen / 211 Hilfsvariablen

Implementierung:

- ☑ Nutzung der Grundrechenarten, Exponential- und Winkelfunktionen
- ☑ Keine Integration oder Differentiation im Bauteil → Beschreibung durch einfache mathematische Gleichungen
- ☑ Einführung zeitdiskreter Berechnungsschritte → Bauteil wird nicht in jedem Zeitschritt berechnet

- ❑ Vor- und Nachteile von Simulation und Versuch im Entwicklungsprozess für komplexe Systeme
 - Zeiteffiziente Simulation erforderlich

- ❑ Schwachstellen der „Quasi-Rückwärtssimulation“ aufgezeigt - Hydrauliksystem wird von der Maschine entkoppelt
 - Falsche Maschinendynamik
 - Unrealistische Arbeitspunkte

- ❑ Komplexe Bauteile für Maschinendynamik können effizienter in die hydraulische Systemsimulation integriert werden
 - zeitdiskrete Berechnung des Bauteils
 - Nutzung einfacher numerischer Operationen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit – Fragen?



XCMG European Research Center GmbH, Europark Fichtenhain B4, 47807 Krefeld