



**Diplomand** Krauer Roger  
**Dozent** Prof. Dr. Eck Christoph  
**Projektpartner** Schneeberger AG Lineartechnik  
**Experte** Dipl. Ing. ETH Haller Ruedi  
**Themengebiet** Produktentwicklung & Mechatronik

## Gekoppelte Simulation eines Wafer-Inspektionssystems

### Ausgangslage

Die Firma Schneeberger AG Lineartechnik entwickelt neben Linearführungen auch kundenspezifische Positioniersysteme, welche in anspruchsvollen Industriezweigen wie der Halbleiterindustrie, Medizin- und Solartechnik zum Einsatz kommen. Um bereits in der Entwicklungsphase Aussagen über dynamische Systemspezifikationen zu machen und das System betreffend seiner Regelbarkeit zu optimieren, soll in Zukunft eine mechanisch/mechatronisch gekoppelte Simulation durchgeführt werden. In dieser Arbeit wird mit den Softwarelösungen ANSYS und MORE ein digitaler Zwilling eines bereits bestehenden XYT-Positioniersystems erstellt und die Simulationsergebnisse werden mit Messungen am realen System verglichen. Dabei soll aufgezeigt werden, wie kohärent die Simulation mit der Realität ist und welche Daten noch erfasst werden müssen, um eine aussagekräftige Simulation für die Entwicklung neuer Produkte erstellen zu können.

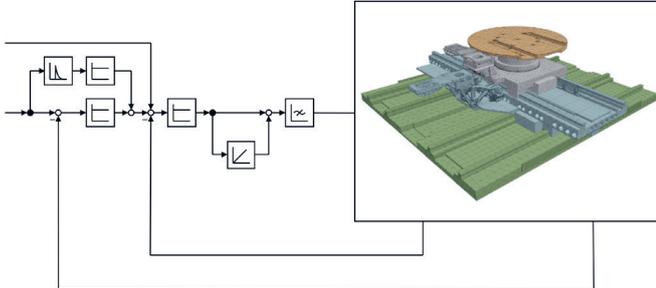


Abb. 1: Regelkreis des Simulationsmodelles mit 3-D Darstellung des XYT-Positioniersystems in der Software MORE

### Vorgehen

Für die Modellerstellung in ANSYS wird das bestehende XYT-System im CAD für das FEM vereinfacht und daraus ein Simulationsmodell aufgebaut. Zur Überprüfung des Modelles wird eine FEM-Modalanalyse durchgeführt und diese mittels Messung am realen System validiert. Die Komponenten des Modells werden in die Software MORE übertragen und die notwendigen Interfaces und Verbindungen definiert. Mittels Modellordnungsreduktion, welche die Software MORE auszeichnet, kann die Rechenzeit massiv reduziert werden. Nach einer Modalanalyse zur Validierung wird der Geschwindigkeits- und Positionsregelkreis implementiert (Abb. 1). Weiter lässt sich der am realen System gemessene Frequenzgang (Abb. 2) mit der Simulation vergleichen. Die transienten Simulationen für Bewegungen von Punkt zu Punkt mittels ruckbegrenzter Trajektorie, welche mit realen Messdaten abgeglichen werden, bilden den Abschluss der Arbeit.

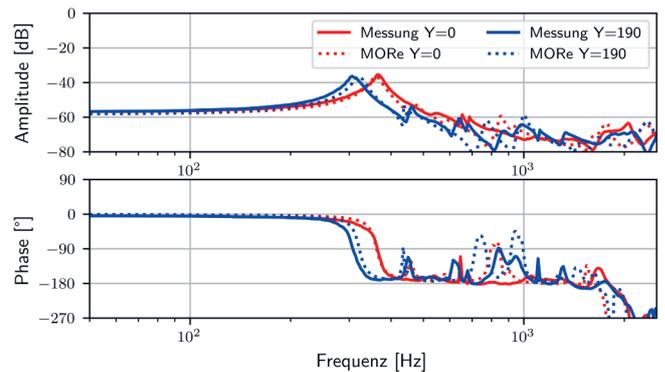


Abb. 2: Vergleich des gemessenen und simulierten Frequenzgang des Yaw-Modes der X-Achse bei unterschiedlichen Positionen des Y-Schlittens

### Ergebnis

Aus dieser Arbeit geht hervor, dass mit MORE und der integrierten Modellordnungsreduktion ohne lange Rechenzeiten Frequenzganganalysen und transiente mechanisch/mechatronische Simulationen möglich sind und bei der Entwicklung von Projekten eingesetzt werden können. Der Vergleich der FRF-Analysen zeigt, dass trotz Modellordnungsreduktion erstaunlich genaue Simulationsergebnisse erreicht werden können (Abb. 2). Trotzdem hat das System seine Grenzen. Beispielsweise ist es nicht möglich, ein fixfertiges Tuning bereits zu erstellen und dieses danach direkt auf eine Maschine zu laden. Weiter haben die Reglerarchitektur, die Reibung und weitere Störgrößen bei den transienten Analysen einen zu grossen Einfluss, um verlässliche Aussagen zu treffen (Abb. 3).

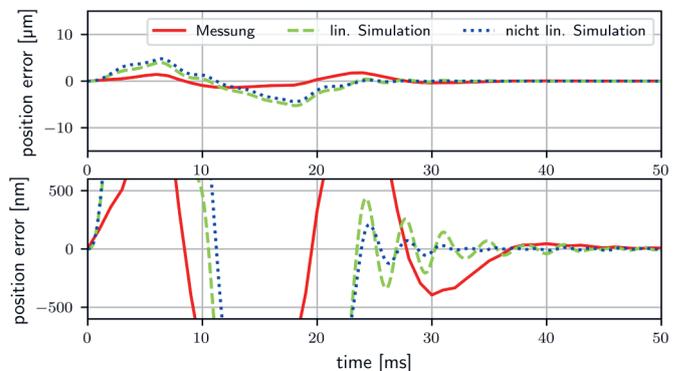


Abb. 3: Vergleich der simulierten und gemessenen Positionsabweichung während einer Bewegung von 1 mm am Encoder der X-Achse